



# Ingeniería básica tipo para cogeneración en los sectores residencial y hotelero

Presupuesto y Análisis Económico

**Edición:**

Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH  
Friedrich-Ebert-Allee 40  
53113 Bonn • Alemania  
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5  
65760 Eschborn • Alemania

**Nombre del proyecto:**

Proyecto Reducción de Emisiones a través de la Aplicación  
de Cogeneración en los Sectores de la Industria y el Comercio en Chile  
Marchant Pereira 150  
7500654 Providencia  
Santiago • Chile  
+56 22 30 68 600  
www.giz.de

**Responsables:**

Rainer Schröer/ Cecilia Figueroa

**En coordinación:**

Ministerio de Energía de Chile  
Alameda 1449, Pisos 13 y 14, Edificio Santiago Downtown II  
Santiago de Chile  
+56 22 367 3000  
www.minenergia.cl

Agencia de Sostenibilidad Energética  
Monseñor Nuncio Sótero Sanz 221  
7500007 Providencia  
Santiago • Chile  
+56 2257 12 200  
www.acee.cl

**Título:**

Ingeniería básica tipo para cogeneración en los sectores residencial y hotelero

**Autor:**

AIGUASOL

Catalina Bravo  
Alfredo González  
Álex Moreno  
Cristián Vera  
Daniel González



9 de febrero de 2021

**Aclaración:**

El presente informe fue preparado por encargo del proyecto "Proyecto Reducción de Emisiones a través de la Aplicación de Cogeneración en los Sectores Industrial y Comercial en Chile" implementado por el Ministerio de Energía, Agencia Sostenibilidad Energética y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Sin perjuicio de ello, las conclusiones, opiniones y recomendaciones de los autores no necesariamente reflejan la posición del Gobierno de Chile o de GIZ. De igual forma, cualquier referencia a una empresa, producto, marca, fabricante u otro similar no constituye en ningún caso una recomendación por parte del Gobierno de Chile o de GIZ. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando se cite la fuente de referencia.  
Santiago de Chile, noviembre, 2021

## Contenido del informe

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
1.1. OBJETIVOS .....	6
1.2. ALCANCES.....	7
<b>2. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS PROYECTOS DE COGENERACIÓN .....</b>	<b>8</b>
2.1. RESIDENCIAL PEQUEÑO.....	8
2.1.1. Introducción .....	8
2.1.2. Costos asociados .....	8
2.1.3. Beneficios Asociados .....	9
2.1.4. Evaluación Económica .....	10
2.2. RESIDENCIAL MEDIANO .....	12
2.2.1. Introducción .....	12
2.2.2. Costos Asociados .....	12
2.2.3. Beneficios Asociados .....	12
2.2.4. Evaluación Económica .....	14
2.3. RESIDENCIAL GRANDE .....	16
2.3.1. Introducción .....	16
2.3.2. Costos Asociados .....	16
2.3.3. Beneficios Asociados .....	17
2.3.4. Evaluación Económica .....	18
2.4. HOTELERO PEQUEÑO ON GRID.....	20
2.4.1. Introducción .....	20
2.4.2. Costos Asociados .....	20
2.4.3. Beneficios Asociados .....	21
2.4.4. Evaluación Económica .....	22
2.5. HOTELERO MEDIANO ON GRID.....	24
2.5.1. Introducción .....	24
2.5.2. Costos Asociados .....	24
2.5.3. Beneficios Asociados .....	25
2.5.4. Evaluación Económica .....	26
2.6. HOTELERO GRANDE ON GRID.....	28
2.6.1. Introducción .....	28
2.6.2. Costos Asociados .....	28
2.6.3. Beneficios Asociados .....	29
2.6.4. Evaluación Económica .....	30
2.7. HOTELERO MEDIANO OFF GRID.....	32
2.7.1. Introducción .....	32
2.7.2. Costos Asociados .....	32
2.7.3. Beneficios Asociados .....	33
2.7.4. Evaluación Económica .....	34
2.8. HOTELERO GRANDE OFF GRID .....	36
2.8.1. Introducción .....	36
2.8.2. Costos Asociados .....	36
2.8.3. Beneficios Asociados .....	37
2.8.4. Evaluación Económica .....	38

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Sensibilización del LEC de sistema para edificio residencial pequeño .....	11
Ilustración 2: Sensibilización del LEC de sistema para edificio residencial mediano .....	15
Ilustración 3: Sensibilización del LEC de sistema para edificio residencial grande.....	19
Ilustración 4: Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero pequeño .....	23
Ilustración 5: Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero mediano.....	27
Ilustración 6: Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero grande .....	31
Ilustración 7: Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero mediano off grid .....	35
Ilustración 8: Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero grande off grid .....	39

## Índice de Tablas

Tabla 1. Presupuesto resumido sistema para edificio residencial pequeño .....	8
Tabla 2. Comparativa de indicadores y beneficios de sistema para edificio residencial pequeño	9
Tabla 3. Parámetros de análisis económico .....	10
Tabla 4. Indicadores financieros de sistema para edificio residencial pequeño .....	10
Tabla 5. Sensibilización del LEC del sistema para edificio residencial pequeño .....	11
Tabla 6. Presupuesto resumido de sistema para edificio residencial mediano .....	12
Tabla 7. Comparativa de indicadores y beneficios de sistema para edificio residencial mediano .....	13
Tabla 8. Parámetros de análisis económico .....	14
Tabla 9. Indicadores financieros de sistema para edificio residencial mediano .....	14
Tabla 10. Sensibilización del LEC de sistema para edificio residencial mediano .....	15
Tabla 11. Presupuesto resumido de sistema para edificio residencial grande.....	16
Tabla 12. Comparativa de indicadores y beneficios de sistema para edificio residencial grande .....	17
Tabla 13. Parámetros de análisis económico .....	18
Tabla 14. Indicadores financieros de los proyectos.....	18
Tabla 15. Sensibilización del LEC de sistema para edificio residencial grande .....	19
Tabla 16. Presupuesto resumido de sistema para edificio hotelero pequeño .....	20
Tabla 17. Comparativa de indicadores y beneficios de sistema para edificio hotelero pequeño	21
Tabla 18. Parámetros de análisis económico .....	22
Tabla 19. Indicadores financieros de sistema para edificio hotelero pequeño .....	22
Tabla 20. Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero pequeño .....	23
Tabla 21. Presupuesto resumido de sistema para edificio hotelero mediano .....	24
Tabla 22. Comparativa de indicadores y beneficios de sistema para edificio hotelero mediano	25
Tabla 23. Parámetros de análisis económico .....	26
Tabla 24. Indicadores financieros de sistema para edificio hotelero mediano .....	26
Tabla 25. Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero mediano .....	27
Tabla 26. Presupuesto resumido de sistema para edificio hotelero grande .....	28
Tabla 27. Comparativa de indicadores y beneficios de sistema para edificio hotelero grande..	29
Tabla 28. Parámetros de análisis económico .....	30
Tabla 29. Indicadores financieros de sistema para edificio hotelero grande .....	30
Tabla 30. Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero grande.....	31
Tabla 31. Presupuesto resumido de sistema para edificio hotelero mediano off grid .....	32
Tabla 32. Comparativa de indicadores y beneficios de sistema para edificio hotelero mediano off grid .....	33
Tabla 33. Parámetros de análisis económico .....	34
Tabla 34. Indicadores financieros de sistema para edificio hotelero mediano off grid .....	34
Tabla 35. Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero mediano off grid .	35
Tabla 36. Presupuesto resumido de sistema para edificio hotelero grande off grid.....	36
Tabla 37. Comparativa de indicadores y beneficios de sistema para edificio hotelero grande off grid .....	37
Tabla 38. Parámetros de análisis económico .....	38
Tabla 39. Indicadores financieros de sistema para edificio hotelero grande off grid.....	39
Tabla 40. Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero grande off grid....	39

## 1. Introducción

El Ministerio de Energía, la Agencia Sostenibilidad Energética (AgenciaSE) y la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH en el marco de la cooperación intergubernamental entre Chile y Alemania, están desarrollando el proyecto “Reducción de emisiones a través de la aplicación de la cogeneración en los sectores industrial y comercial en Chile”.

Entre el 2011 y el 2015, un proyecto piloto logró insertar el tema cogeneración en la política pública de la eficiencia energética, con plantas pilotos que sirven de ejemplo y muestran resultados que son difundidos por las instituciones chilenas.

Chile, tiene un alto potencial para la cogeneración eficiente, sin embargo, no existe de forma masiva, por lo que se desarrollará una campaña importante de difusión de esta tecnología en el sector industrial, comercial y otros, mejorando las informaciones disponibles, apoyando al desarrollo de la normativa y favoreciendo el mercado para la tecnología y para los servicios, para lo cual también se aportará al fortalecimiento de las capacidades locales. El proyecto con foco en el área industrial y comercial contempla apoyar la introducción de la tecnología de la cogeneración en el país, como un importante sustento a la Eficiencia Energética.

En este contexto, se realizó un estudio de prospección en el sector de edificios residenciales para la integración de cogeneración desde la fase de diseño y un estudio de potencial considerando el recambio de calderas existentes por cogeneración.

En el sector residencial, los proyectos de cogeneración desde la fase de diseño que presentaron una mayor rentabilidad son aquellos que poseen una potencia eléctrica mayor 50 kWe, mientras los que poseen una mayor replicabilidad tienen una potencia menor a 25 kWe. En instalaciones existentes de edificios residenciales, el mayor potencial se encontró en el rango de potencia entre los 100 kWe y los 500 kWe, con un potencial total de 51 MWe.

Por otra parte, en instalaciones existentes en el sector Hotelero, el potencial de cogeneración es de 9 MWeI, donde la mayoría de estos proyectos tendrían una potencia instalada entre los 50 kWeI y los 300 kWeI.

### 1.1. Objetivos

#### Objetivo General

Desarrollar un estudio de ingeniería básica típica para la integración de cogeneración que considere edificaciones residenciales y hoteles.

Para edificaciones residenciales, se deberán realizar tres subestudios, cada uno de ellos considerando potencias de equipos diferentes, en total serán tres ingenierías básicas, donde la demanda eléctrica base a considerar son entre 5 y 25 kWe, 30 kWe y 50 kWe.

Para hoteles, se deberán realizar 5 subestudios, cada uno de ellos considerando potencias de equipos diferentes, en total serán 5 ingenierías básicas. Las demandas eléctrica base a considerar son 75 kWe, 150 kWe (on y off grid) y 250 kWe (on y off grid).

Nota: Las potencias de los equipos a seleccionar deberán estar en torno a las potencias eléctricas base enunciadas.

## Objetivos Específicos

1. Elaboración conceptual típica de los proyectos de cogeneración.
2. Elaboración de una ingeniería básica referencial de los proyectos tipo de cogeneración.
3. Presupuesto y análisis económico de los proyectos de cogeneración, considerando financiamiento con capital propio.
4. Análisis de permisos, marco regulatorio y normativo.

### 1.2. Alcances

El presente documento cubre los siguientes puntos asociados a los análisis económicos de los proyectos en estudio:

- Identificación y presentación de presupuesto asociado para la integración del proyecto de cogeneración.
- Costos de inversión desglosados por integración hidráulica, integración eléctrica, integración térmica, sistemas de control, suministro de combustible, entre otros
- Costos de operación y mantenimiento.
- Otros costos (personal, seguros, gerencia, etc.)
- Capital de trabajo.
- Identificación y presentación de beneficios asociados a los proyectos de cogeneración.
- Análisis de flujo de caja para el horizonte de cada proyecto (referencia 6000 horas de operación).
- Análisis de sensibilidad de acuerdo a: Inversión, horas de operación, costo de mantenimiento, precio eléctrico y precio del combustible.

## 2. Análisis Económico de los Proyectos de Cogeneración

A continuación, para cada proyecto se detalla el análisis económico. En cada archivo de Anexos por proyecto, se encuentra el presupuesto detallado y los respectivos flujos de caja.

### 2.1. Residencial Pequeño

#### 2.1.1. Introducción

Se presenta a continuación el análisis económico del proyecto de cogeneración para un edificio residencial de tipo pequeño

Este análisis consta de la evaluación de los costos de inversión asociados, el análisis de ahorros asociados y la construcción de un flujo de caja para visualizar la rentabilidad y el impacto a largo plazo. Finalmente, sobre dicho flujo de caja, se ha llevado a cabo un análisis de sensibilidad sobre las variables con mayor incidencia que son el costo del GLP, el costo de mantenimiento y el costo/valor de la electricidad.

Respecto a los indicadores de análisis, se ha optado finalmente por el LEC, el costo nivelado de la energía, que permite visualizar las bondades a lo largo del ciclo de vida de los sistemas. No se han calculado períodos de retorno ni tasas de rentabilidad, debido a que no se pretende vender la energía pues no es la actividad principal económica del proyecto.

#### 2.1.2. Costos asociados

A continuación, se presentan los presupuestos resumidos por partidas.

**Tabla 1. Presupuesto resumido sistema para edificio residencial pequeño**

#	Partida	Monto (CLP)
<b>1</b>	<b>Central térmica</b>	<b>\$87.386.693</b>
1.1	Instalación Termo hidráulica	\$54.010.223
1.2	Instalación Eléctrica Interior	\$5.533.466
1.3	Sistema de Control	\$9.593.573
1.4	Mano de Obra	\$10.370.589
1.5	Obras civiles	\$7.878.842
<b>2</b>	<b>Instalaciones Interiores</b>	<b>\$1.440.569</b>
2.3	Instalación eléctrica de Interconexión	\$1.440.569
<b>3</b>	<b>Ingeniería y Puesta en marcha</b>	<b>\$7.106.181</b>
3.1	Ingeniería de detalle	\$7.106.181
3.2	Pruebas y puesta en Marcha	0
3.3	Documentación	0
<b>4</b>	<b>Utilidades</b>	<b>\$14.390.016</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>\$110.323.460</b>



### 2.1.3. Beneficios Asociados

A continuación, se presentan los principales indicadores asociados a la explotación de los sistemas, comparados con un sistema distrital con calderas de GLP, sin cogeneración.

Tabla 2. Comparativa de indicadores y beneficios de sistema para edificio residencial pequeño

		Referencia	Optimizado
<b>Demanda neta de calor</b>	<i>kWh/a</i>	288.149	288.149
<b>Pérdidas térmicas de distribución</b>	<i>kWh/a</i>	0	0
<b>Demanda total de calor</b>	<i>kWh/a</i>	288.149	288.149
<b>Demanda de electricidad</b>	<i>kWh/a</i>	115.929	115.929
<b>Potencia Térmica Caldera</b>	<i>kW</i>	126	126
<b>Potencia Térmica CHP</b>	<i>kW</i>	0,00	40,40
<b>Potencia Eléctrica CHP</b>	<i>kWe</i>	0,00	16,00
<b>Volumen Acumulación</b>	<i>m3</i>	0	4
<b>Horas de operación CHP</b>	<i>horas</i>	0	5.839
<b>Horas equivalentes de operación CHP</b>	<i>horas</i>	0,00	5263,838
<b>Producción de Calor CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	212.659
<b>Perdidas de acumulación</b>	<i>kWh/a</i>	0	1.705
<b>Aporte neto de Calor CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	210.914
<b>Aporte neto de Calor CHP</b>	<i>%</i>		
<b>Aporte de calor Caldera</b>	<i>kWh/a</i>	288.149	77.235
<b>Producción de electricidad CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	84.221
<b>Electricidad exportada</b>	<i>kWh/a</i>	0	20.087
<b>Electricidad exportada</b>	<i>%</i>		24%
<b>Electricidad autoconsumida</b>	<i>kWh/a</i>	0	64.135
<b>Electricidad autoconsumida</b>	<i>%</i>		55%
<b>Consumo de GLP Caldera</b>	<i>kWh/a</i>	324.858	87.074
<b>Consumo de GLP CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	272.140
<b>Consumo de GLP Total</b>	<i>kWh/a</i>	324.858	359.215
<b>Costo GLP</b>	<i>CLP/a</i>	14.573.707	16.115.032
<b>Costo Electricidad</b>	<i>CLP/a</i>	9.959.271	4.449.568
<b>Ingreso electricidad</b>	<i>CLP/a</i>	0	1.467.875
<b>Factura Neta Energía</b>	<i>CLP/a</i>	24.532.978	19.096.724
<b>Ahorro respecto al caso de referencia</b>	<i>CLP/a</i>	0	5.436.254

Tal como se puede observar, la incorporación de cogeneración versus trabajar sólo con calderas genera unos ahorros económicos en la factura energética total de aproximadamente un 22%.

#### 2.1.4. Evaluación Económica

A continuación, se presenta la evaluación económica de la explotación de los sistemas, utilizando los parámetros de análisis siguientes:

**Tabla 3. Parámetros de análisis económico**

Parámetro	Unidad	Valor	
Precio dólar	CLP/USD	775,75	
Precio Euro	CLP/USD	852,89	
Valor UF	CLP/UF	28.688	

Parámetro	Unidad	Valor	
Tarifa inyección	CLP/kWh	73,08	No afecto de IVA
Precio electricidad BT3	CLP/kWh	85,91	Sin IVA

Parámetro	Unidad	Valor	Referencia
Mantenimiento Central	%	5%	Costo de Inversión

Parámetro	Unidad	Valor
Inflación	%	3,2%
IPE	%	3,2%
Tasa de Descuento Financiera	%	12%
Tasa de Descuento Social	%	6%
IPE electricidad	%	3,11%
IPE GLP	%	5,5%

Dado el hecho de que la inversión de los sistemas está 100% cubierta por el presente programa de promoción de la cogeneración, se considera importante evaluar los indicadores financieros del proyecto como tal, incluyendo todas las inversiones, gasto sus externalidades, pero también estos mismos indicadores desde el punto de vista de la municipalidad, que deberá mantener y operar los sistemas.

**Tabla 4. Indicadores financieros de sistema para edificio residencial pequeño**

Proyecto	LEC real (CLP/kWh)	LEC efectivo (CLP/kWh)
Residencial Pequeño	120	54

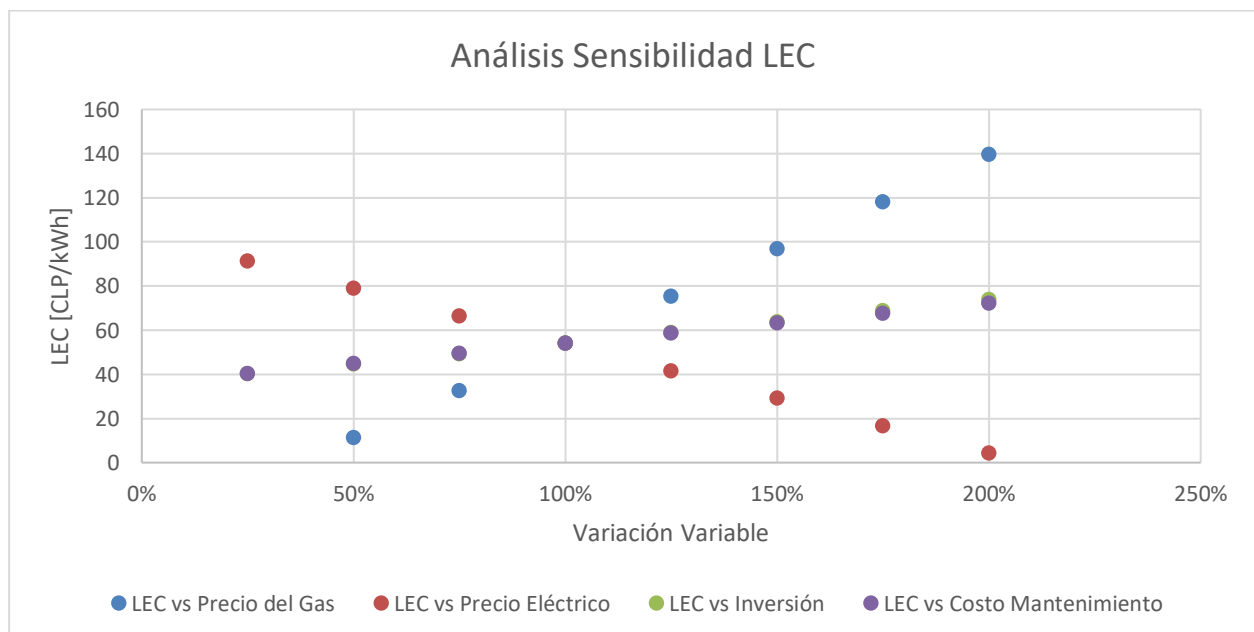
Tal como se puede observar en la tabla anterior, el LEC real del proyecto es relativamente elevado, lo que indica una medianamente baja rentabilidad de la inversión. Sin embargo, se puede notar que el LEC efectivo sí alcanza un valor competitivo, dando cuenta de un proyecto rentable durante la operación considerando costos de combustibles.

Como es de esperar, el LEC es sensible a los costos de combustibles, electricidad y mantenimiento. Dado que la electricidad aporta ahorro e ingresos por venta de electricidad, el crecimiento del costo de esta mejora en realidad los resultados. Por otra parte, el costo del GLP y del mantenimiento hacen empeorar el resultado.

A continuación, se presentan ambos análisis de sensibilidad y los flujos de caja para ambos escenarios centrales.

**Tabla 5. Sensibilización del LEC del sistema para edificio residencial pequeño**

<b>Precio Gas</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	-10	11	33	54	75	97	118	139
<b>Precio Eléctrico</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	91	79	66	54	41	29	17	4
<b>Inversión</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	40	45	49	54	59	64	69	74
<b>Mantenimiento</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	40	45	49	54	58	63	68	72



**Ilustración 1: Sensibilización del LEC de sistema para edificio residencial pequeño**

## 2.2. Residencial mediano

### 2.2.1. Introducción

Se presenta a continuación el análisis económico del proyecto de cogeneración para un edificio residencial de tipo mediano

Este análisis consta de la evaluación de los costos de inversión asociados, el análisis de ahorros asociados y la construcción de un flujo de caja para visualizar la rentabilidad y el impacto a largo plazo. Finalmente, sobre dicho flujo de caja, se ha llevado a cabo un análisis de sensibilidad sobre las variables con mayor incidencia que son el costo del GLP, el costo de mantenimiento y el costo/valor de la electricidad.

Respecto a los indicadores de análisis, se ha optado finalmente por el LEC, el costo nivelado de la energía, que permite visualizar las bondades a lo largo del ciclo de vida de los sistemas. No se han calculado períodos de retorno ni tasas de rentabilidad, debido a que no se pretende vender la energía pues no es la actividad principal económica del proyecto.

### 2.2.2. Costos Asociados

A continuación, se presentan los presupuestos resumidos por partidas.

Tabla 6. Presupuesto resumido de sistema para edificio residencial mediano

#	Partida	Monto (CLP)
<b>1</b>	<b>Central térmica</b>	<b>\$124.040.856</b>
1.1	Instalación Termo hidráulica	\$87.635.513
1.2	Instalación Eléctrica Interior	\$12.576.060
1.3	Sistema de Control	\$9.593.573
1.4	Mano de Obra	\$16.470.772
1.5	Obras civiles	\$13.078.842
<b>2</b>	<b>Instalaciones Interiores</b>	<b>\$1.440.569</b>
2.3	Instalación eléctrica de Interconexión	\$1.440.569
<b>3</b>	<b>Ingeniería y Puesta en marcha</b>	<b>\$11.263.626</b>
3.1	Ingeniería de detalle	\$11.263.626
3.2	Pruebas y puesta en Marcha	0
3.3	Documentación	0
<b>4</b>	<b>Utilidades</b>	<b>\$20.327.991</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>\$155.847.929</b>

### 2.2.3. Beneficios Asociados

A continuación, se presentan los principales indicadores asociados a la explotación de los sistemas, comparados con un sistema distrital con calderas de GLP, sin cogeneración.

**Tabla 7. Comparativa de indicadores y beneficios de sistema para edificio residencial mediano**

		<b>Referencia</b>	<b>Optimizado</b>
<b>Demanda neta de calor</b>	<i>kWh/a</i>	547.305	547.305
<b>Pérdidas térmicas de distribución</b>	<i>kWh/a</i>	0	0
<b>Demanda total de calor</b>	<i>kWh/a</i>	547.305	547.305
<b>Demanda de electricidad</b>	<i>kWh/a</i>	193.215	193.215
<b>Potencia Térmica Caldera</b>	<i>kW</i>	239	239
<b>Potencia Térmica CHP</b>	<i>kW</i>	0,00	75,50
<b>Potencia Eléctrica CHP</b>	<i>kWe</i>	0,00	33,00
<b>Volumen Acumulación</b>	<i>m3</i>	0	4
<b>Horas de operación CHP</b>	<i>horas</i>	0	6.801
<b>Horas equivalentes de operación CHP</b>	<i>horas</i>	0,00	5553,51765
<b>Producción de Calor CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	419.291
<b>Perdidas de acumulación</b>	<i>kWh/a</i>	0	2.048
<b>Aporte neto de Calor CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	417.201
<b>Aporte neto de Calor CHP</b>	<i>%</i>		
<b>Aporte de calor Caldera</b>	<i>kWh/a</i>	547.305	130.104
<b>Producción de electricidad CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	183.266
<b>Electricidad exportada</b>	<i>kWh/a</i>	0	62.910
<b>Electricidad exportada</b>	<i>%</i>		34%
<b>Electricidad autoconsumida</b>	<i>kWh/a</i>	0	120.356
<b>Electricidad autoconsumida</b>	<i>%</i>		62%
<b>Consumo de GLP Caldera</b>	<i>kWh/a</i>	617.029	146.679
<b>Consumo de GLP CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	572.012
<b>Consumo de GLP Total</b>	<i>kWh/a</i>	617.029	718.691
<b>Costo GLP</b>	<i>CLP/a</i>	27.681.065	32.241.796
<b>Costo Electricidad</b>	<i>CLP/a</i>	16.598.786	6.259.182
<b>Ingreso electricidad</b>	<i>CLP/a</i>	0	4.597.258
<b>Factura Neta Energía</b>	<i>CLP/a</i>	44.279.851	33.903.720
<b>Ahorro respecto al caso de referencia</b>	<i>CLP/a</i>	0	10.376.131

Tal como se puede observar, la incorporación de cogeneración versus trabajar sólo con calderas genera unos ahorros económicos en la factura energética total de aproximadamente un 23%.

## 2.2.4. Evaluación Económica

A continuación, se presenta la evaluación económica de la explotación de los sistemas, utilizando los parámetros de análisis siguientes:

**Tabla 8. Parámetros de análisis económico**

Parámetro	Unidad	Valor	
Precio dólar	CLP/USD	775,75	
Precio Euro	CLP/USD	852,89	
Valor UF	CLP/UF	28.688	

Parámetro	Unidad	Valor	
Tarifa inyección	CLP/kWh	73,08	No afecto de IVA
Precio electricidad BT3	CLP/kWh	85,91	Sin IVA

Parámetro	Unidad	Valor	Referencia
Mantenimiento Central	%	5%	Costo de Inversión

Parámetro	Unidad	Valor
Inflación	%	3,2%
IPE	%	3,2%
Tasa de Descuento Financiera	%	12%
Tasa de Descuento Social	%	6%
IPE electricidad	%	3,11%
IPE GLP	%	5,5%

Dado el hecho de que la inversión de los sistemas está 100% cubierta por el presente programa de promoción de la cogeneración, se considera importante evaluar los indicadores financieros del proyecto como tal, incluyendo todas las inversiones, gasto sus externalidades, pero también estos mismos indicadores desde el punto de vista de la municipalidad, que deberá mantener y operar los sistemas.

**Tabla 9. Indicadores financieros de sistema para edificio residencial mediano**

Proyecto	LEC real (CLP/kWh)	LEC efectivo (CLP/kWh)
Residencial Mediano	100	48

Tal como se puede observar en la tabla anterior, el LEC real del proyecto es elevado, lo que indica la baja rentabilidad de la inversión.

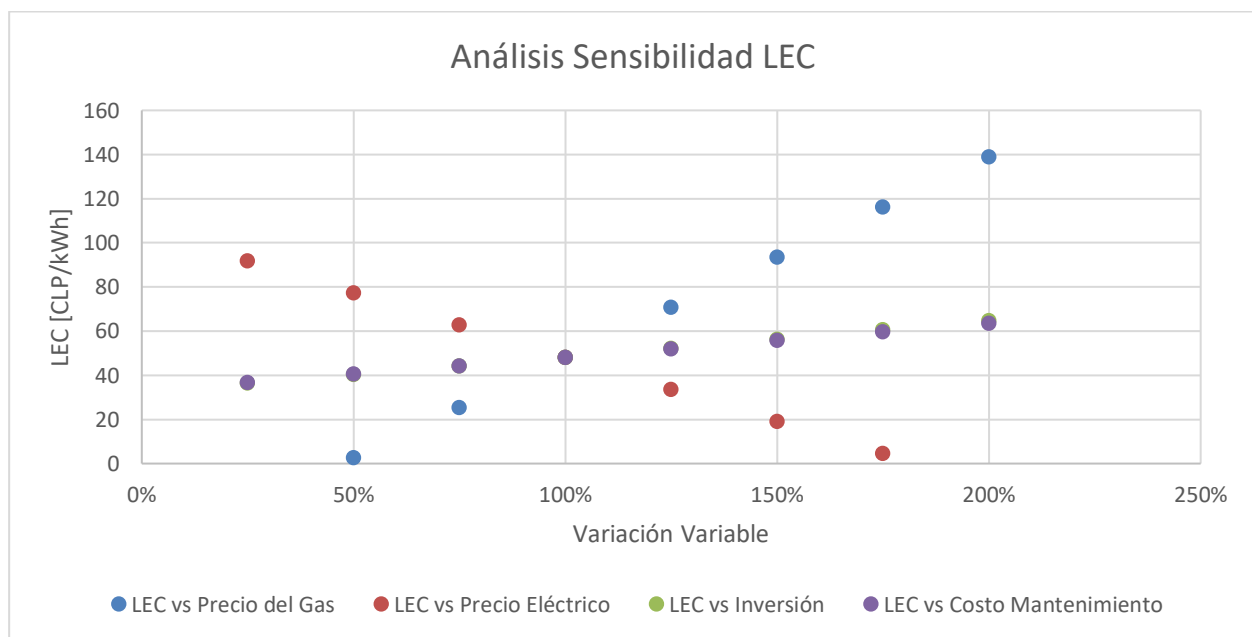
Como es de esperar, estos LEC es sensible a los costos de combustibles, electricidad y mantenimiento. Dado que la electricidad aporta ahorro e ingresos por venta de electricidad, el

crecimiento del costo de esta mejora en realidad los resultados. Por otra parte, el costo del GLP y del mantenimiento hacen empeorar el resultado.

A continuación se presentan ambos análisis de sensibilidad y los flujos de caja.

**Tabla 10. Sensibilización del LEC de sistema para edificio residencial mediano**

<b>Precio Gas</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	<b>-20</b>	<b>3</b>	<b>25</b>	<b>48</b>	<b>71</b>	<b>93</b>	<b>116</b>	<b>139</b>
<b>Precio Eléctrico</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	<b>92</b>	<b>77</b>	<b>63</b>	<b>48</b>	<b>33</b>	<b>19</b>	<b>4</b>	<b>-10</b>
<b>Inversión</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	<b>36</b>	<b>40</b>	<b>44</b>	<b>48</b>	<b>52</b>	<b>56</b>	<b>60</b>	<b>65</b>
<b>Mantenimiento</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	<b>36</b>	<b>40</b>	<b>44</b>	<b>48</b>	<b>52</b>	<b>56</b>	<b>60</b>	<b>63</b>



**Ilustración 2: Sensibilización del LEC de sistema para edificio residencial mediano**

## 2.3. Residencial Grande

### 2.3.1. Introducción

Se presenta a continuación el análisis económico del proyecto de cogeneración para un edificio residencial de tipo pequeño

Este análisis consta de la evaluación de los costos de inversión asociados, el análisis de ahorros asociados y la construcción de un flujo de caja para visualizar la rentabilidad y el impacto a largo plazo. Finalmente, sobre dicho flujo de caja, se ha llevado a cabo un análisis de sensibilidad sobre las variables con mayor incidencia que son el costo del GLP, el costo de mantenimiento y el costo/valor de la electricidad.

Respecto a los indicadores de análisis, se ha optado finalmente por el LEC, el costo nivelado de la energía, que permite visualizar las bondades a lo largo del ciclo de vida de los sistemas. No se han calculado períodos de retorno ni tasas de rentabilidad, debido a que no se pretende vender la energía pues no es la actividad principal económica del proyecto.

### 2.3.2. Costos Asociados

A continuación, se presentan los presupuestos resumidos por partidas.

**Tabla 11. Presupuesto resumido de sistema para edificio residencial grande**

#	Partida	Monto (CLP)
<b>1</b>	<b>Central térmica</b>	<b>\$87.386.693</b>
1.1	Instalación Termo hidráulica	\$54.010.223
1.2	Instalación Eléctrica Interior	\$5.533.466
1.3	Sistema de Control	\$9.593.573
1.4	Mano de Obra	\$10.370.589
1.5	Obras civiles	\$7.878.842
<b>2</b>	<b>Instalaciones Interiores</b>	<b>\$1.440.569</b>
2.3	Instalación eléctrica de Interconexión	\$1.440.569
<b>3</b>	<b>Ingeniería y Puesta en marcha</b>	<b>\$7.106.181</b>
3.1	Ingeniería de detalle	\$7.106.181
3.2	Pruebas y puesta en Marcha	0
3.3	Documentación	0
<b>4</b>	<b>Utilidades</b>	<b>\$14.390.016</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>\$189.179.218</b>



### 2.3.3. Beneficios Asociados

A continuación, se presentan los principales indicadores asociados a la explotación de los sistemas, comparados con un sistema distrital con calderas de GLP, sin cogeneración.

Tabla 12. Comparativa de indicadores y beneficios de sistema para edificio residencial grande

		Referencia	Optimizado
<b>Demanda neta de calor</b>	<i>kWh/a</i>	764.452	764.452
<b>Pérdidas térmicas de distribución</b>	<i>kWh/a</i>	0	0
<b>Demanda total de calor</b>	<i>kWh/a</i>	764.452	764.452
<b>Demanda de electricidad</b>	<i>kWh/a</i>	309.144	309.144
<b>Potencia Térmica Caldera</b>	<i>kW</i>	333	333
<b>Potencia Térmica CHP</b>	<i>kW</i>	0,00	105,90
<b>Potencia Eléctrica CHP</b>	<i>kWe</i>	0,00	50,00
<b>Volumen Acumulación</b>	<i>m3</i>	0	4
<b>Horas de operación CHP</b>	<i>horas</i>	0	5.576
<b>Horas equivalentes de operación CHP</b>	<i>horas</i>	0,00	4.976
<b>Producción de Calor CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	526.964
<b>Perdidas de acumulación</b>	<i>kWh/a</i>	0	1.339
<b>Aporte neto de Calor CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	525.532
<b>Aporte neto de Calor CHP</b>	<i>%</i>		
<b>Aporte de calor Caldera</b>	<i>kWh/a</i>	764.452	238.920
<b>Producción de electricidad CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	248.802
<b>Electricidad exportada</b>	<i>kWh/a</i>	0	80.696
<b>Electricidad exportada</b>	<i>%</i>		32%
<b>Electricidad autoconsumida</b>	<i>kWh/a</i>	0	168.106
<b>Electricidad autoconsumida</b>	<i>%</i>		54%
<b>Consumo de GLP Caldera</b>	<i>kWh/a</i>	861.840	269.357
<b>Consumo de GLP CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	734.465
<b>Consumo de GLP Total</b>	<i>kWh/a</i>	861.840	1.003.822
<b>Costo GLP</b>	<i>CLP/a</i>	38.663.715	45.033.280
<b>Costo Electricidad</b>	<i>CLP/a</i>	26.558.057	12.116.340
<b>Ingreso electricidad</b>	<i>CLP/a</i>	0	5.897.038
<b>Factura Neta Energía</b>	<i>CLP/a</i>	65.221.772	51.252.582
<b>Ahorro respecto al caso de referencia</b>	<i>CLP/a</i>	0	13.969.189

Tal como se puede observar, la incorporación de cogeneración versus trabajar sólo con calderas genera unos ahorros económicos en la factura energética total de aproximadamente un 21%.

#### 2.3.4. Evaluación Económica

A continuación, se presenta la evaluación económica de la explotación de los sistemas, utilizando los parámetros de análisis siguientes:

**Tabla 13. Parámetros de análisis económico**

Parámetro	Unidad	Valor	
Precio dólar	CLP/USD	775,75	
Precio Euro	CLP/USD	852,89	
Valor UF	CLP/UF	28.688	

Parámetro	Unidad	Valor	
Tarifa inyección	CLP/kWh	73,08	No afecto de IVA
Precio electricidad BT3	CLP/kWh	85,91	Sin IVA

Parámetro	Unidad	Valor	Referencia
Mantenimiento Central	%	5%	Costo de Inversión

Parámetro	Unidad	Valor
Inflación	%	3,2%
IPE	%	3,2%
Tasa de Descuento Financiera	%	12%
Tasa de Descuento Social	%	6%
IPE electricidad	%	3,11%
IPE GLP	%	5,5%

Dado el hecho de que la inversión de los sistemas está 100% cubierta por el presente programa de promoción de la cogeneración, se considera importante evaluar los indicadores financieros del proyecto como tal, incluyendo todas las inversiones, gasto sus externalidades, pero también estos mismos indicadores desde el punto de vista de la municipalidad, que deberá mantener y operar los sistemas.

**Tabla 14. Indicadores financieros de los proyectos**

Proyecto	LEC real (CLP/kWh)	LEC efectivo (CLP/kWh)
Residencial Pequeño	110	55

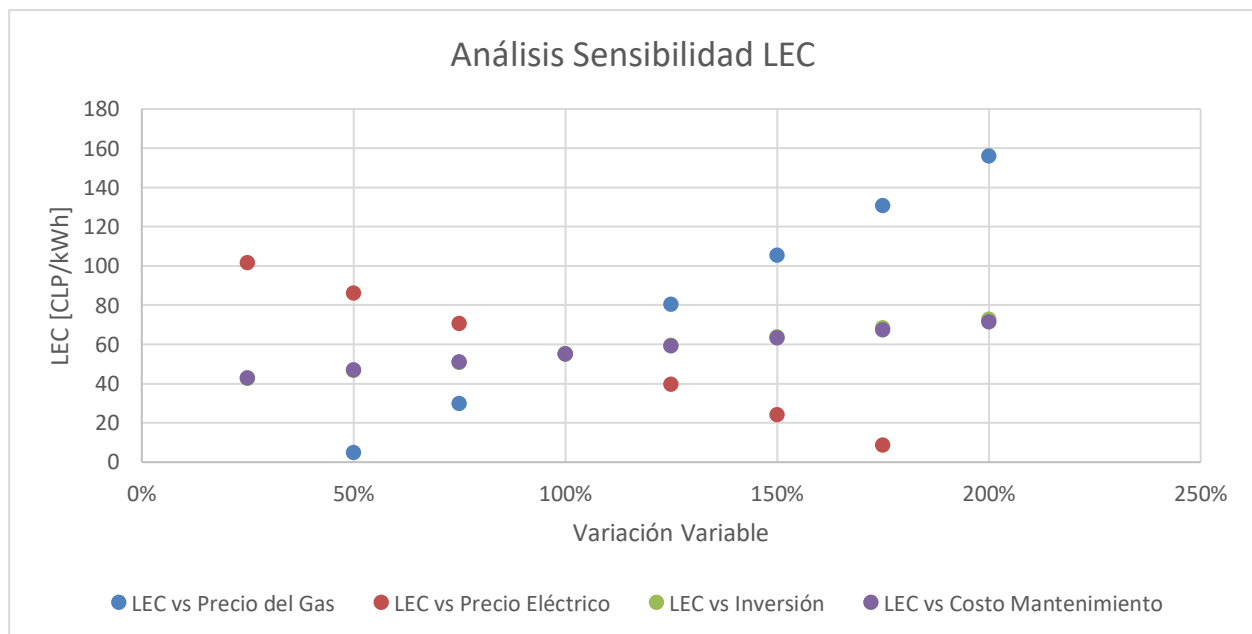
Tal como se puede observar en la tabla anterior, el LEC real del proyecto es elevado, lo que indica la baja rentabilidad de la inversión.

Como es de esperar, estos LEC es sensible a los costos de combustibles, electricidad y mantenimiento. Dado que la electricidad aporta ahorro e ingresos por venta de electricidad, el crecimiento del costo de esta mejora en realidad los resultados. Por otra parte, el costo del GLP y del mantenimiento hacen empeorar el resultado.

A continuación, se presentan ambos análisis de sensibilidad y los flujos de caja para ambos escenarios centrales.

**Tabla 15. Sensibilización del LEC de sistema para edificio residencial grande**

<b>Precio Gas</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	-20	5	30	55	80	106	131	156
<b>Precio Eléctrico</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	102	86	71	55	40	24	9	-7
<b>Inversión</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	43	47	51	55	59	64	68	73
<b>Mantenimiento</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	43	47	51	55	59	63	67	72



**Ilustración 3: Sensibilización del LEC de sistema para edificio residencial grande**

## 2.4. Hotelero Pequeño On Grid

### 2.4.1. Introducción

Se presenta a continuación el análisis económico del proyecto de cogeneración para un edificio residencial de tipo pequeño

Este análisis consta de la evaluación de los costos de inversión asociados, el análisis de ahorros asociados y la construcción de un flujo de caja para visualizar la rentabilidad y el impacto a largo plazo. Finalmente, sobre dicho flujo de caja, se ha llevado a cabo un análisis de sensibilidad sobre las variables con mayor incidencia que son el costo del GLP, el costo de mantenimiento y el costo/valor de la electricidad.

Respecto a los indicadores de análisis, se ha optado finalmente por el LEC, el costo nivelado de la energía, que permite visualizar las bondades a lo largo del ciclo de vida de los sistemas. No se han calculado períodos de retorno ni tasas de rentabilidad, debido a que no se pretende vender la energía pues no es la actividad principal económica del proyecto.

### 2.4.2. Costos Asociados

A continuación, se presentan los presupuestos resumidos por partidas.

**Tabla 16. Presupuesto resumido de sistema para edificio hotelero pequeño**

#	Partida	Monto (CLP)
<b>1</b>	<b>Central térmica</b>	\$163.783.245
1.1	Instalación Termo hidráulica	\$20.739.975
1.2	Instalación Eléctrica Interior	\$5.533.466
1.3	Sistema de Control	\$9.593.573
1.4	Mano de Obra	\$25.897.637
1.5	Obras civiles	\$9.078.842
<b>2</b>	<b>Instalaciones Interiores</b>	<b>\$1.440.569</b>
2.3	Instalación eléctrica de Interconexión	\$1.440.569
<b>3</b>	<b>Ingeniería y Puesta en marcha</b>	<b>\$16.725.437</b>
3.1	Ingeniería de detalle	\$16.725.437
3.2	Pruebas y puesta en Marcha	0
3.3	Documentación	0
<b>4</b>	<b>Utilidades</b>	<b>\$33.869.009</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>\$205.207.977</b>

### 2.4.3. Beneficios Asociados

A continuación, se presentan los principales indicadores asociados a la explotación de los sistemas, comparados con un sistema distrital con calderas de GLP, sin cogeneración.

Tabla 17. Comparativa de indicadores y beneficios de sistema para edificio hotelero pequeño

		Referencia	Optimizado
<b>Demanda neta de calor</b>	<i>kWh/a</i>	546.191	546.191
<b>Pérdidas térmicas de distribución</b>	<i>kWh/a</i>	54.619	0
<b>Demanda total de calor</b>	<i>kWh/a</i>	600.810	600.810
<b>Demanda de electricidad</b>	<i>kWh/a</i>	332.377	332.377
<b>Potencia Térmica Caldera</b>	<i>kW</i>	227	227
<b>Potencia Térmica CHP</b>	<i>kW</i>	0,00	151,00
<b>Potencia Eléctrica CHP</b>	<i>kWe</i>	0,00	66,00
<b>Volumen Acumulación</b>	<i>m3</i>	0	2
<b>Horas de operación CHP</b>	<i>horas</i>	0	8.360
<b>Horas equivalentes de operación CHP</b>	<i>horas</i>	0,00	3962,734812
<b>Producción de Calor CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	598.373
<b>Perdidas de acumulación</b>	<i>kWh/a</i>	0	1.663
<b>Aporte neto de Calor CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	596.679
<b>Aporte neto de Calor CHP</b>	<i>%</i>		
<b>Aporte de calor Caldera</b>	<i>kWh/a</i>	600.810	4.131
<b>Producción de electricidad CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	261.540
<b>Electricidad exportada</b>	<i>kWh/a</i>	0	43.277
<b>Electricidad exportada</b>	<i>%</i>		17%
<b>Electricidad autoconsumida</b>	<i>kWh/a</i>	0	218.263
<b>Electricidad autoconsumida</b>	<i>%</i>		66%
<b>Consumo de GLP Caldera</b>	<i>kWh/a</i>	677.351	4.657
<b>Consumo de GLP CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	816.323
<b>Consumo de GLP Total</b>	<i>kWh/a</i>	677.351	820.981
<b>Costo GLP</b>	<i>CLP/a</i>	26.873.173	32.571.540
<b>Costo Electricidad</b>	<i>CLP/a</i>	28.553.905	9.803.283
<b>Ingreso electricidad</b>	<i>CLP/a</i>	0	3.162.571
<b>Factura Neta Energía</b>	<i>CLP/a</i>	55.427.079	39.212.252
<b>Ahorro respecto al caso de referencia</b>	<i>CLP/a</i>	0	16.214.826

Tal como se puede observar, la incorporación de cogeneración versus trabajar sólo con calderas genera unos ahorros económicos en la factura energética total de aproximadamente un 30%.

#### 2.4.4. Evaluación Económica

A continuación, se presenta la evaluación económica de la explotación de los sistemas, utilizando los parámetros de análisis siguientes:

**Tabla 18. Parámetros de análisis económico**

Parámetro	Unidad	Valor	
Precio dólar	CLP/USD	775,75	
Precio Euro	CLP/USD	852,89	
Valor UF	CLP/UF	28.688	

Parámetro	Unidad	Valor	
Tarifa inyección	CLP/kWh	73,08	No afecto de IVA
Precio electricidad BT3	CLP/kWh	85,91	Sin IVA

Parámetro	Unidad	Valor	Referencia
Mantenimiento Central	%	5%	Costo de Inversión

Parámetro	Unidad	Valor
Inflación	%	3,2%
IPE	%	3,2%
Tasa de Descuento Financiera	%	12%
Tasa de Descuento Social	%	6%
IPE electricidad	%	3,11%
IPE GLP	%	5,5%

Dado el hecho de que la inversión de los sistemas está 100% cubierta por el presente programa de promoción de la cogeneración, se considera importante evaluar los indicadores financieros del proyecto como tal, incluyendo todas las inversiones, gasto sus externalidades, pero también estos mismos indicadores desde el punto de vista de la municipalidad, que deberá mantener y operar los sistemas.

**Tabla 19. Indicadores financieros de sistema para edificio hotelero pequeño**

Proyecto	LEC real (CLP/kWh)	LEC efectivo (CLP/kWh)
Hotel Pequeño	110	47

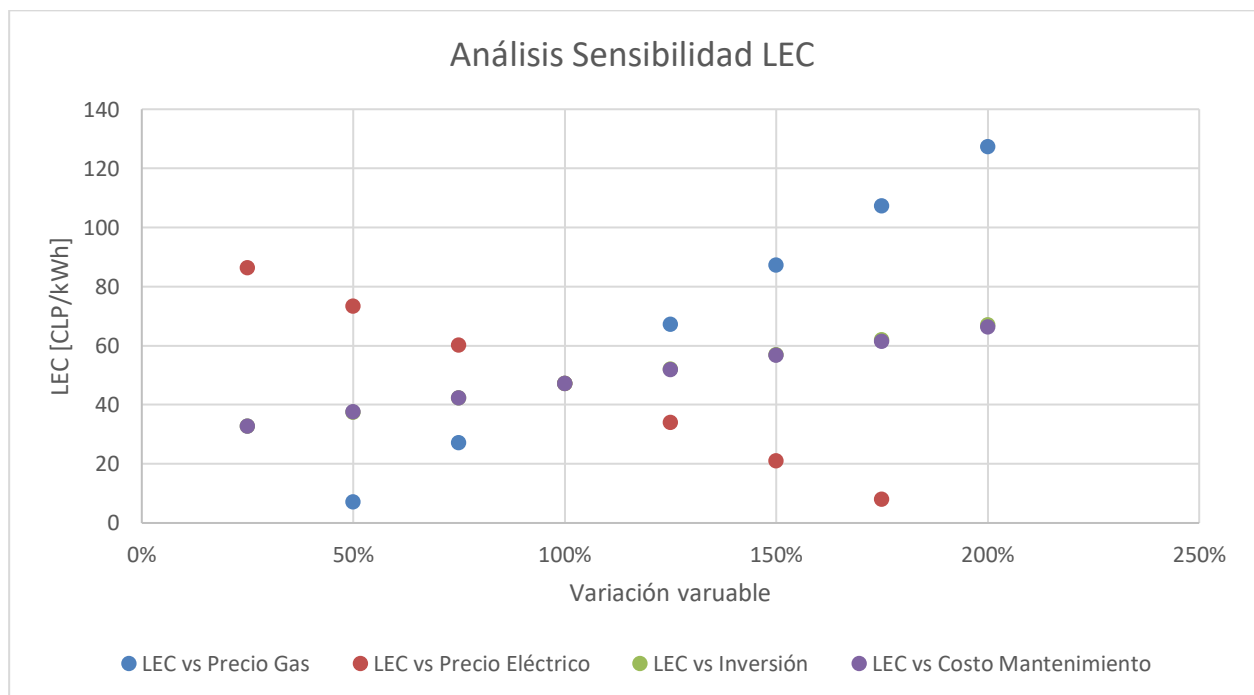
Tal como se puede observar en la tabla anterior, el LEC real del proyecto es elevado, lo que indica la baja rentabilidad de la inversión.

Como es de esperar, estos LEC es sensible a los costos de combustibles, electricidad y mantenimiento. Dado que la electricidad aporta ahorro e ingresos por venta de electricidad, el crecimiento del costo de esta mejora en realidad los resultados. Por otra parte, el costo del GLP y del mantenimiento hacen empeorar el resultado.

A continuación, se presentan los análisis de sensibilidad y los flujos de caja.

**Tabla 20. Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero pequeño**

<b>Precio Gas</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	-13	7	27	47	67	87	107	127
<b>Precio Eléctrico</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	86	73	60	47	34	21	8	-5
<b>Inversión</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	33	37	42	47	52	57	62	67
<b>Mantenimiento</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	33	38	42	47	52	57	61	66



**Ilustración 4: Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero pequeño**

## 2.5. Hotelero Mediano On Grid

### 2.5.1. Introducción

Se presenta a continuación el análisis económico del proyecto de cogeneración para un edificio residencial de tipo pequeño

Este análisis consta de la evaluación de los costos de inversión asociados, el análisis de ahorros asociados y la construcción de un flujo de caja para visualizar la rentabilidad y el impacto a largo plazo. Finalmente, sobre dicho flujo de caja, se ha llevado a cabo un análisis de sensibilidad sobre las variables con mayor incidencia que son el costo del GLP, el costo de mantenimiento y el costo/valor de la electricidad.

Respecto a los indicadores de análisis, se ha optado finalmente por el LEC, el costo nivelado de la energía, que permite visualizar las bondades a lo largo del ciclo de vida de los sistemas. No se han calculado períodos de retorno ni tasas de rentabilidad, debido a que no se pretende vender la energía pues no es la actividad principal económica del proyecto.

### 2.5.2. Costos Asociados

A continuación, se presentan los presupuestos resumidos por partidas.

Tabla 21. Presupuesto resumido de sistema para edificio hotelero mediano

#	Partida	Monto (CLP)
<b>1</b>	<b>Central térmica</b>	<b>\$199.339.711</b>
1.1	Instalación Termo hidráulica	\$135.130.666
1.2	Instalación Eléctrica Interior	\$11.150.773
1.3	Sistema de Control	\$9.593.573
1.4	Mano de Obra	\$27.464.341
1.5	Obras civiles	\$13.078.842
<b>2</b>	<b>Instalaciones Interiores</b>	<b>\$1.440.569</b>
2.3	Instalación eléctrica de Interconexión	\$1.440.569
<b>3</b>	<b>Ingeniería y Puesta en marcha</b>	<b>\$18.006.348</b>
3.1	Ingeniería de detalle	\$18.006.348
3.2	Pruebas y puesta en Marcha	0
3.3	Documentación	0
<b>4</b>	<b>Utilidades</b>	<b>\$36.462.856</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>\$249.369.108</b>



### 2.5.3. Beneficios Asociados

A continuación, se presentan los principales indicadores asociados a la explotación de los sistemas, comparados con un sistema distrital con calderas de GLP, sin cogeneración.

Tabla 22. Comparativa de indicadores y beneficios de sistema para edificio hotelero mediano

		Referencia	Optimizado
<b>Demanda neta de calor</b>	<i>kWh/a</i>	1.054.240	1.054.240
<b>Pérdidas térmicas de distribución</b>	<i>kWh/a</i>	105.424	0
<b>Demanda total de calor</b>	<i>kWh/a</i>	1.159.664	1.159.664
<b>Demanda de electricidad</b>	<i>kWh/a</i>	565.448	565.448
<b>Potencia Térmica Caldera</b>	<i>kW</i>	436	436
<b>Potencia Térmica CHP</b>	<i>kW</i>	0,00	209,00
<b>Potencia Eléctrica CHP</b>	<i>kWe</i>	0,00	133,00
<b>Volumen Acumulación</b>	<i>m3</i>	0	4
<b>Horas de operación CHP</b>	<i>horas</i>	0	8.059
<b>Horas equivalentes de operación CHP</b>	<i>horas</i>	0,00	5244,24941
<b>Producción de Calor CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	1.096.048
<b>Perdidas de acumulación</b>	<i>kWh/a</i>	0	2.485
<b>Aporte neto de Calor CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	1.093.470
<b>Aporte neto de Calor CHP</b>	<i>%</i>		
<b>Aporte de calor Caldera</b>	<i>kWh/a</i>	1.159.664	66.194
<b>Producción de electricidad CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	697.485
<b>Electricidad exportada</b>	<i>kWh/a</i>	0	246.192
<b>Electricidad exportada</b>	<i>%</i>		35%
<b>Electricidad autoconsumida</b>	<i>kWh/a</i>	0	451.293
<b>Electricidad autoconsumida</b>	<i>%</i>		80%
<b>Consumo de GLP Caldera</b>	<i>kWh/a</i>	1.307.400	74.627
<b>Consumo de GLP CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	1.845.976
<b>Consumo de GLP Total</b>	<i>kWh/a</i>	1.307.400	1.920.602
<b>Costo GLP</b>	<i>CLP/a</i>	51.869.729	76.197.881
<b>Costo Electricidad</b>	<i>CLP/a</i>	48.576.679	9.806.858
<b>Ingreso electricidad</b>	<i>CLP/a</i>	0	17.990.974
<b>Factura Neta Energía</b>	<i>CLP/a</i>	100.446.408	68.013.765
<b>Ahorro respecto al caso de referencia</b>	<i>CLP/a</i>	0	32.432.643

Tal como se puede observar, la incorporación de cogeneración versus trabajar sólo con calderas genera unos ahorros económicos en la factura energética total de aproximadamente un 22%.

#### 2.5.4. Evaluación Económica

A continuación, se presenta la evaluación económica de la explotación de los sistemas, utilizando los parámetros de análisis siguientes:

**Tabla 23. Parámetros de análisis económico**

Parámetro	Unidad	Valor	
Precio dólar	CLP/USD	775,75	
Precio Euro	CLP/USD	852,89	
Valor UF	CLP/UF	28.688	

Parámetro	Unidad	Valor	
Tarifa inyección	CLP/kWh	73,08	No afecto de IVA
Precio electricidad BT3	CLP/kWh	85,91	Sin IVA

Parámetro	Unidad	Valor	Referencia
Mantenimiento Central	%	5%	Costo de Inversión

Parámetro	Unidad	Valor
Inflación	%	3,2%
IPE	%	3,2%
Tasa de Descuento Financiera	%	12%
Tasa de Descuento Social	%	6%
IPE electricidad	%	3,11%
IPE GLP	%	5,5%

Dado el hecho de que la inversión de los sistemas está 100% cubierta por el presente programa de promoción de la cogeneración, se considera importante evaluar los indicadores financieros del proyecto como tal, incluyendo todas las inversiones, gasto sus externalidades, pero también estos mismos indicadores desde el punto de vista de la municipalidad, que deberá mantener y operar los sistemas.

**Tabla 24. Indicadores financieros de sistema para edificio hotelero mediano**

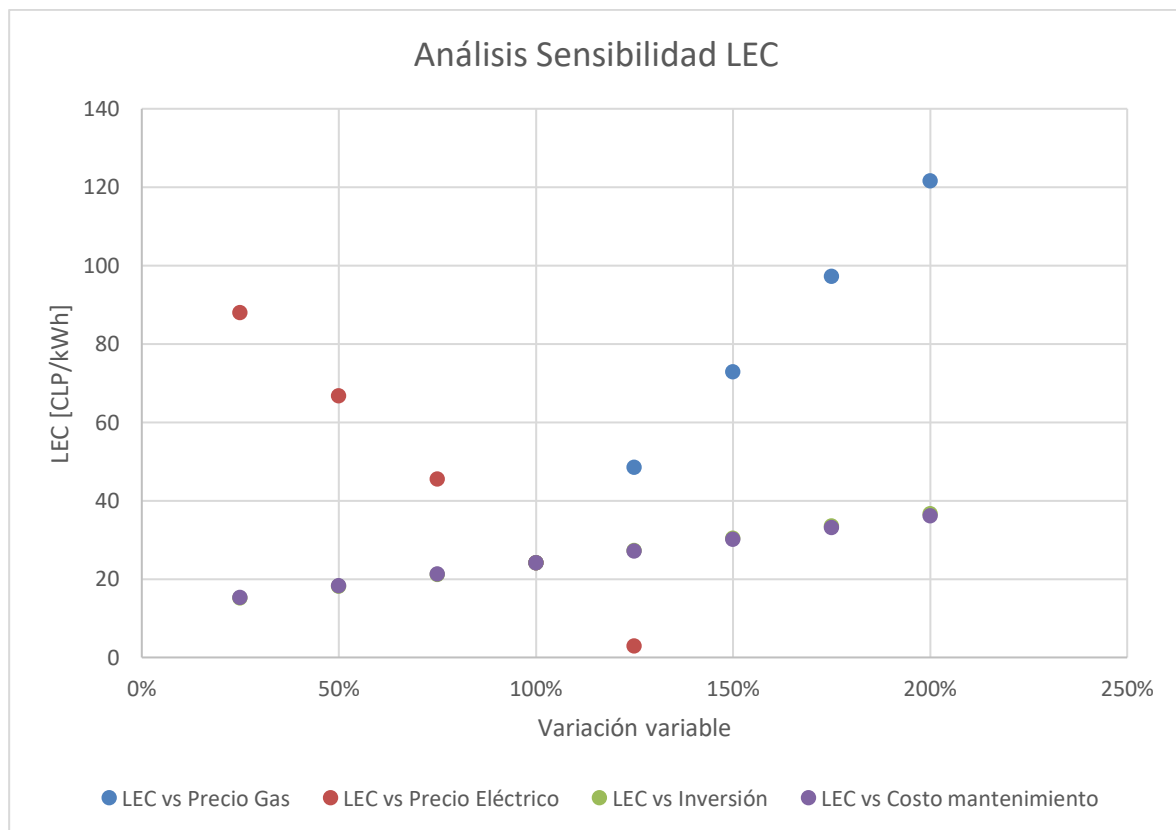
Proyecto	LEC real (CLP/kWh)	LEC efectivo (CLP/kWh)
Hotel Mediano	63	24

Como es de esperar, estos LEC es sensible a los costos de combustibles, electricidad y mantenimiento. Dado que la electricidad aporta ahorro e ingresos por venta de electricidad, el crecimiento del costo de esta mejora en realidad los resultados. Por otra parte, el costo del GLP y del mantenimiento hacen empeorar el resultado.

A continuación, se presentan ambos análisis de sensibilidad y los flujos de caja para ambos escenarios centrales.

**Tabla 25. Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero mediano**

<b>Precio Gas</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	-49	-24	0	24	49	73	97	122
<b>Precio Eléctrico</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	88	67	45	24	3	-18	-40	-61
<b>Inversión</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	15	18	21	24	27	30	34	37
<b>Mantenimiento</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	15	18	21	24	27	30	33	36



**Ilustración 5: Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero mediano**

## 2.6. Hotelero Grande On Grid

### 2.6.1. Introducción

Se presenta a continuación el análisis económico del proyecto de cogeneración para un edificio residencial de tipo pequeño

Este análisis consta de la evaluación de los costos de inversión asociados, el análisis de ahorros asociados y la construcción de un flujo de caja para visualizar la rentabilidad y el impacto a largo plazo. Finalmente, sobre dicho flujo de caja, se ha llevado a cabo un análisis de sensibilidad sobre las variables con mayor incidencia que son el costo del GLP, el costo de mantenimiento y el costo/valor de la electricidad.

Respecto a los indicadores de análisis, se ha optado finalmente por el LEC, el costo nivelado de la energía, que permite visualizar las bondades a lo largo del ciclo de vida de los sistemas. No se han calculado períodos de retorno ni tasas de rentabilidad, debido a que no se pretende vender la energía pues no es la actividad principal económica del proyecto.

### 2.6.2. Costos Asociados

A continuación, se presentan los presupuestos resumidos por partidas.

Tabla 26. Presupuesto resumido de sistema para edificio hotelero grande

#	Partida	Monto (CLP)
<b>1</b>	<b>Central térmica</b>	<b>\$281.829.520</b>
1.1	Instalación Termo hidráulica	\$190.206.083
1.2	Instalación Eléctrica Interior	\$21.798.504
1.3	Sistema de Control	\$9.593.573
1.4	Mano de Obra	\$36.445.278
1.5	Obras civiles	\$26.157.684
<b>2</b>	<b>Instalaciones Interiores</b>	<b>\$1.440.569</b>
2.3	Instalación eléctrica de Interconexión	\$1.440.569
<b>3</b>	<b>Ingeniería y Puesta en marcha</b>	<b>\$24.560.964</b>
3.1	Ingeniería de detalle	\$24.560.964
3.2	Pruebas y puesta en Marcha	0
3.3	Documentación	0
<b>4</b>	<b>Utilidades</b>	<b>\$49.735.952</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>\$351.821.451</b>

### 2.6.3. Beneficios Asociados

A continuación, se presentan los principales indicadores asociados a la explotación de los sistemas, comparados con un sistema distrital con calderas de GLP, sin cogeneración.

Tabla 27. Comparativa de indicadores y beneficios de sistema para edificio hotelero grande

		Referencia	Optimizado
<b>Demanda neta de calor</b>	<i>kWh/a</i>	2.199.029	2.199.029
<b>Pérdidas térmicas de distribución</b>	<i>kWh/a</i>	0	0
<b>Demanda total de calor</b>	<i>kWh/a</i>	2.199.029	2.199.029
<b>Demanda de electricidad</b>	<i>kWh/a</i>	1.054.399	1.054.399
<b>Potencia Térmica Caldera</b>	<i>kW</i>	822	822
<b>Potencia Térmica CHP</b>	<i>kW</i>	0,00	375,00
<b>Potencia Eléctrica CHP</b>	<i>kWe</i>	0,00	260,00
<b>Volumen Acumulación</b>	<i>m3</i>	0	2
<b>Horas de operación CHP</b>	<i>horas</i>	0	8.491
<b>Horas equivalentes de operación CHP</b>	<i>horas</i>	0,00	5369,72236
<b>Producción de Calor CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	2.013.646
<b>Perdidas de acumulación</b>	<i>kWh/a</i>	0	1.376
<b>Aporte neto de Calor CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	2.012.256
<b>Aporte neto de Calor CHP</b>	<i>%</i>		
<b>Aporte de calor Caldera</b>	<i>kWh/a</i>	2.199.029	697.089
<b>Producción de electricidad CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	1.396.128
<b>Electricidad exportada</b>	<i>kWh/a</i>	0	523.084
<b>Electricidad exportada</b>	<i>%</i>		37%
<b>Electricidad autoconsumida</b>	<i>kWh/a</i>	0	873.044
<b>Electricidad autoconsumida</b>	<i>%</i>		83%
<b>Consumo de GLP Caldera</b>	<i>kWh/a</i>	1.307.400	210.567
<b>Consumo de GLP CHP</b>	<i>kWh/a</i>	0	3.726.587
<b>Consumo de GLP Total</b>	<i>kWh/a</i>	1.307.400	3.937.154
<b>Costo GLP</b>	<i>CLP/a</i>	51.869.729	157.486.167
<b>Costo Electricidad</b>	<i>CLP/a</i>	48.576.679	15.579.905
<b>Ingreso electricidad</b>	<i>CLP/a</i>	0	38.225.414
<b>Factura Neta Energía</b>	<i>CLP/a</i>	100.446.408	134.840.658
<b>Ahorro respecto al caso de referencia</b>	<i>CLP/a</i>	0	54.907.984

Tal como se puede observar, la incorporación de cogeneración versus trabajar sólo con calderas genera unos ahorros económicos en la factura energética total de aproximadamente un 29%.

#### 2.6.4. Evaluación Económica

A continuación, se presenta la evaluación económica de la explotación de los sistemas, utilizando los parámetros de análisis siguientes:

**Tabla 28. Parámetros de análisis económico**

Parámetro	Unidad	Valor	
Precio dólar	CLP/USD	775,75	
Precio Euro	CLP/USD	852,89	
Valor UF	CLP/UF	28.688	

Parámetro	Unidad	Valor	
Tarifa inyección	CLP/kWh	73,08	No afecto de IVA
Precio electricidad BT3	CLP/kWh	85,91	Sin IVA

Parámetro	Unidad	Valor	Referencia
Mantenimiento Central	%	5%	Costo de Inversión

Parámetro	Unidad	Valor
Inflación	%	3,2%
IPE	%	3,2%
Tasa de Descuento Financiera	%	12%
Tasa de Descuento Social	%	6%
IPE electricidad	%	3,11%
IPE GLP	%	5,5%

Dado el hecho de que la inversión de los sistemas está 100% cubierta por el presente programa de promoción de la cogeneración, se considera importante evaluar los indicadores financieros del proyecto como tal, incluyendo todas las inversiones, gasto sus externalidades, pero también estos mismos indicadores desde el punto de vista de la municipalidad, que deberá mantener y operar los sistemas.

**Tabla 29. Indicadores financieros de sistema para edificio hotelero grande**

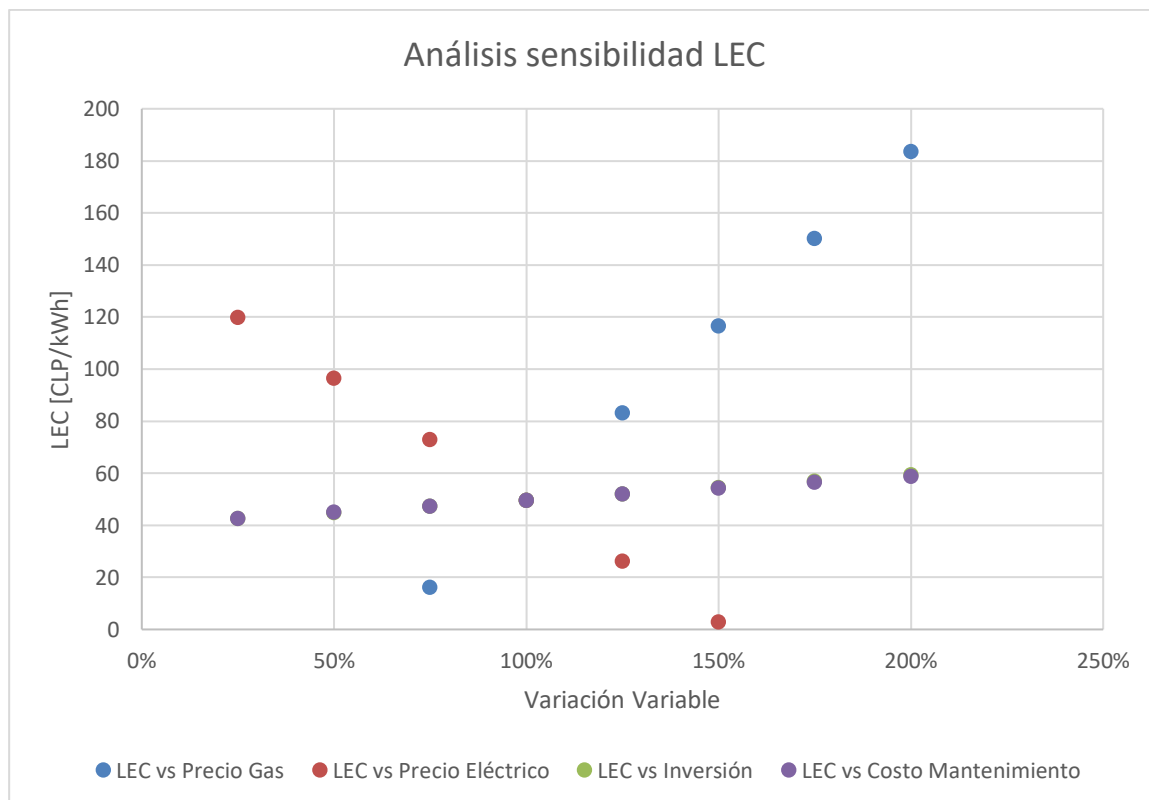
Proyecto	LEC real (CLP/kWh)	LEC efectivo (CLP/kWh)
Hotel Mediano	80	50

Como es de esperar, estos LEC es sensible a los costos de combustibles, electricidad y mantenimiento. Dado que la electricidad aporta ahorro e ingresos por venta de electricidad, el crecimiento del costo de esta mejora en realidad los resultados. Por otra parte, el costo del GLP y del mantenimiento hacen empeorar el resultado.

A continuación se presentan ambos análisis de sensibilidad y los flujos de caja para ambos escenarios centrales.

**Tabla 30. Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero grande**

<b>Precio Gas</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	-51	-17	16	50	83	117	150	184
<b>Precio Eléctrico</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	120	96	73	50	26	3	-21	-44
<b>Inversión</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	43	45	47	50	52	54	57	59
<b>Mantenimiento</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	43	45	47	50	52	54	57	59



**Ilustración 6: Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero grande**

## 2.7. Hotelero Mediano Off Grid

### 2.7.1. Introducción

Se presenta a continuación el análisis económico del proyecto de cogeneración para un edificio residencial de tipo pequeño

Este análisis consta de la evaluación de los costos de inversión asociados, el análisis de ahorros asociados y la construcción de un flujo de caja para visualizar la rentabilidad y el impacto a largo plazo. Finalmente, sobre dicho flujo de caja, se ha llevado a cabo un análisis de sensibilidad sobre las variables con mayor incidencia que son el costo del GLP, el costo de mantenimiento y el costo/valor de la electricidad.

Respecto a los indicadores de análisis, se ha optado finalmente por el LEC, el costo nivelado de la energía, que permite visualizar las bondades a lo largo del ciclo de vida de los sistemas. No se han calculado períodos de retorno ni tasas de rentabilidad, debido a que no se pretende vender la energía pues no es la actividad principal económica del proyecto.

### 2.7.2. Costos Asociados

A continuación, se presentan los presupuestos resumidos por partidas.

Tabla 31. Presupuesto resumido de sistema para edificio hotelero mediano off grid

#	Partida	Monto (CLP)
<b>1</b>	<b>Central térmica</b>	<b>\$305.775.638</b>
1.1	Instalación Termo hidráulica	\$232.349.320
1.2	Instalación Eléctrica Interior	\$12.576.060
1.3	Sistema de Control	\$9.593.573
1.4	Mano de Obra	\$38.177.843
1.5	Obras civiles	\$13.078.842
<b>2</b>	<b>Instalaciones Interiores</b>	<b>\$1.440.569</b>
2.3	Instalación eléctrica de Interconexión	\$1.440.569
<b>3</b>	<b>Ingeniería y Puesta en marcha</b>	<b>\$24.577.297</b>
3.1	Ingeniería de detalle	\$24.577.297
3.2	Pruebas y puesta en Marcha	0
3.3	Documentación	0
<b>4</b>	<b>Utilidades</b>	<b>\$49.769.025</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>\$381.562.529</b>



### 2.7.3. Beneficios Asociados

A continuación, se presentan los principales indicadores asociados a la explotación de los sistemas, comparados con un sistema distrital con calderas de GLP, sin cogeneración.

Tabla 32. Indicadores y beneficios de sistema para edificio hotelero mediano off grid

	Hotel Mediano Off Grid	
<b>Demanda neta de calor</b>	<i>kWh/a</i>	625.434
<b>Pérdidas térmicas de distribución</b>	<i>kWh/a</i>	0
<b>Demanda total de calor</b>	<i>kWh/a</i>	687.977
<b>Demanda de electricidad</b>	<i>kWh/a</i>	565.448
<b>Potencia Térmica Caldera</b>	<i>kW</i>	350
<b>Potencia Térmica CHP</b>	<i>kW</i>	214,50
<b>Potencia Eléctrica CHP</b>	<i>kWe</i>	140,00
<b>Volumen Acumulación</b>	<i>m3</i>	8
<b>Potencia Disipador</b>		191
<b>Horas de operación CHP</b>	<i>horas</i>	8.760
<b>Horas equivalentes de operación CHP</b>		4.039
<b>Producción de Calor CHP</b>	<i>kWh/a</i>	866.347
<b>Perdidas de acumulación</b>	<i>kWh/a</i>	4.933
<b>Aporte neto de Calor CHP</b>	<i>%</i>	589.452
<b>Aporte neto de Calor CHP</b>	<i>kWh/a</i>	86%
<b>Aporte de calor Caldera</b>		98.525
<b>Calor Disipado</b>	<i>kWh/a</i>	271.777
<b>Producción de electricidad CHP</b>	<i>%</i>	565.448
<b>Electricidad exportada</b>	<i>kWh/a</i>	0
<b>Electricidad exportada (vs generada)</b>	<i>%</i>	0%
<b>Electricidad autoconsumida</b>		565.448
<b>Electricidad autoconsumida (vs demanda)</b>	<i>kWh/a</i>	100%
<b>Horas sin Suministro REE</b>	<i>kWh/a</i>	0
	<i>kWh/a</i>	83%
<b>Consumo de GLP Caldera</b>	<i>CLP/a</i>	111.077
<b>Consumo de GLP CHP</b>	<i>CLP/a</i>	1.653.128
<b>Consumo de GLP Total</b>	<i>CLP/a</i>	1.764.205
<b>Costo GLP</b>		79.145.442
<b>Costo Electricidad</b>	<i>CLP/a</i>	0

Tal como se puede observar, la incorporación de cogeneración versus trabajar sólo con calderas genera unos ahorros económicos en la factura energética total de aproximadamente un 22%.

#### 2.7.4. Evaluación Económica

A continuación, se presenta la evaluación económica de la explotación de los sistemas, utilizando los parámetros de análisis siguientes:

**Tabla 33. Parámetros de análisis económico**

Parámetro	Unidad	Valor	
Precio dólar	CLP/USD	775,75	
Precio Euro	CLP/USD	852,89	
Valor UF	CLP/UF	28.688	

Parámetro	Unidad	Valor	
Tarifa inyección	CLP/kWh	73,08	No afecto de IVA
Precio electricidad BT3	CLP/kWh	85,91	Sin IVA

Parámetro	Unidad	Valor	Referencia
Mantenimiento Central	%	5%	Costo de Inversión

Parámetro	Unidad	Valor
Inflación	%	3,2%
IPE	%	3,2%
Tasa de Descuento Financiera	%	12%
Tasa de Descuento Social	%	6%
IPE electricidad	%	3,11%
IPE GLP	%	5,5%

Dado el hecho de que la inversión de los sistemas está 100% cubierta por el presente programa de promoción de la cogeneración, se considera importante evaluar los indicadores financieros del proyecto como tal, incluyendo todas las inversiones, gasto sus externalidades, pero también estos mismos indicadores desde el punto de vista de la municipalidad, que deberá mantener y operar los sistemas.

**Tabla 34. Indicadores financieros de sistema para edificio hotelero mediano off grid**

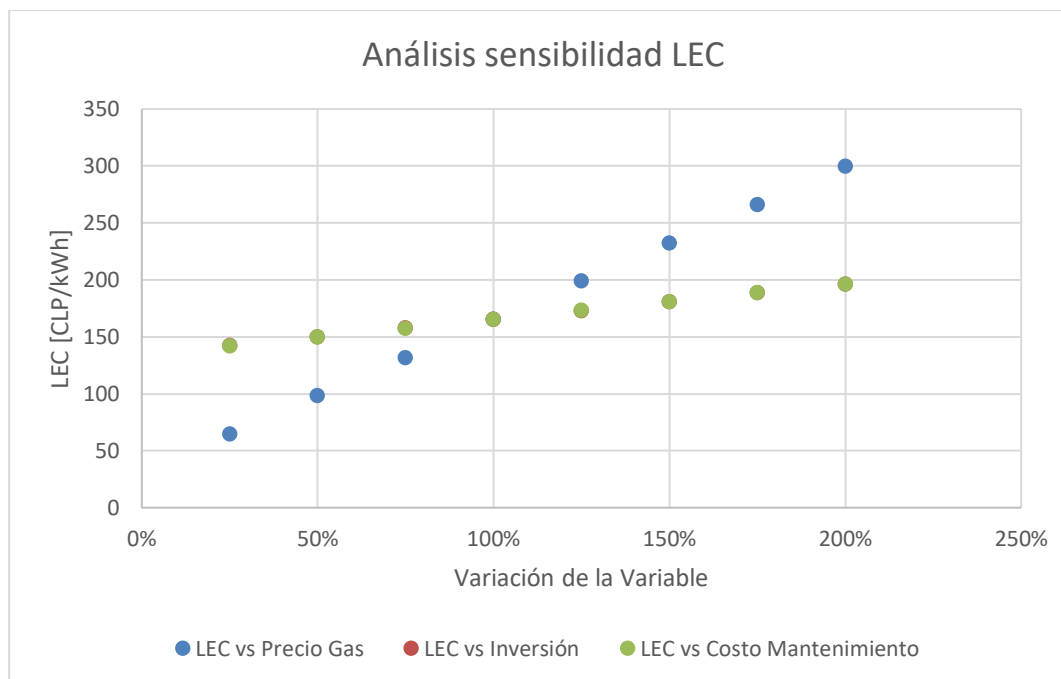
Proyecto	LEC real (CLP/kWh)	LEC efectivo (CLP/kWh)
Hotel Mediano	264	165

Como es de esperar, estos LEC es sensible a los costos de combustibles, electricidad y mantenimiento. Dado que la electricidad aporta ahorro e ingresos por venta de electricidad, el crecimiento del costo de esta mejora en realidad los resultados. Por otra parte, el costo del GLP y del mantenimiento hacen empeorar el resultado.

A continuación se presentan ambos análisis de sensibilidad y los flujos de caja para ambos escenarios centrales.

**Tabla 35. Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero mediano off grid**

<b>Precio Gas</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	65	98	132	165	199	232	266	300
<b>Precio Eléctrico</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	165	165	165	165	165	165	165	165
<b>Inversión</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	142	150	158	165	173	181	189	196
<b>Mantenimiento</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	142	150	158	165	173	181	189	196



**Ilustración 7: Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero mediano off grid**

## 2.8. Hotelero Grande Off Grid

### 2.8.1. Introducción

Se presenta a continuación el análisis económico del proyecto de cogeneración para un edificio residencial de tipo pequeño

Este análisis consta de la evaluación de los costos de inversión asociados, el análisis de ahorros asociados y la construcción de un flujo de caja para visualizar la rentabilidad y el impacto a largo plazo. Finalmente, sobre dicho flujo de caja, se ha llevado a cabo un análisis de sensibilidad sobre las variables con mayor incidencia que son el costo del GLP, el costo de mantenimiento y el costo/valor de la electricidad.

Respecto a los indicadores de análisis, se ha optado finalmente por el LEC, el costo nivelado de la energía, que permite visualizar las bondades a lo largo del ciclo de vida de los sistemas. No se han calculado períodos de retorno ni tasas de rentabilidad, debido a que no se pretende vender la energía pues no es la actividad principal económica del proyecto.

### 2.8.2. Costos Asociados

A continuación, se presentan los presupuestos resumidos por partidas.

Tabla 36. Presupuesto resumido de sistema para edificio hotelero grande off grid

#	Partida	Monto (CLP)
<b>1</b>	<b>Central térmica</b>	<b>\$431.283.781</b>
1.1	Instalación Termo hidráulica	\$341.486.836
1.2	Instalación Eléctrica Interior	\$12.576.060
1.3	Sistema de Control	\$9.593.573
1.4	Mano de Obra	\$54.548.470
1.5	Obras civiles	\$13.078.842
<b>2</b>	<b>Instalaciones Interiores</b>	<b>\$1.440.569</b>
2.3	Instalación eléctrica de Interconexión	\$1.440.569
<b>3</b>	<b>Ingeniería y Puesta en marcha</b>	<b>\$34.617.948</b>
3.1	Ingeniería de detalle	\$34.617.948
3.2	Pruebas y puesta en Marcha	0
3.3	Documentación	0
<b>4</b>	<b>Utilidades</b>	<b>\$70.101.345</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>\$537.443.643</b>

### 2.8.3. Beneficios Asociados

A continuación, se presentan los principales indicadores asociados a la explotación de los sistemas, comparados con un sistema distrital con calderas de GLP, sin cogeneración.

Tabla 37. Comparativa de indicadores y beneficios de sistema para edificio hotelero grande off grid

	Hotel Grande Off grid	
<b>Demanda neta de calor</b>	kWh/a	1.369.980
<b>Pérdidas térmicas de distribución</b>	kWh/a	0
<b>Demanda total de calor</b>	kWh/a	1.506.978
<b>Demanda de electricidad</b>	kWh/a	1.054.399
<b>Potencia Térmica Caldera</b>	kW	734
<b>Potencia Térmica CHP</b>	kW	314,00
<b>Potencia Eléctrica CHP</b>	kWe	235,00
<b>Volumen Acumulación</b>	m3	8
<b>Potencia Disipador</b>	kW	303
<b>Horas de operación CHP</b>	horas	8.760
<b>Horas equivalentes de operación CHP</b>	horas	4486,803614
<b>Producción de Calor CHP</b>	kWh/a	1.408.856
<b>Perdidas de acumulación</b>	kWh/a	3.910
<b>Aporte neto de Calor CHP</b>	kWh/a	1.054.491
<b>Aporte neto de Calor CHP</b>	%	70%
<b>Aporte de calor Caldera</b>	kWh/a	452.487
<b>Calor Disipado</b>	kWh/a	350.270
<b>Producción de electricidad CHP</b>	kWh/a	1.054.399
<b>Electricidad exportada</b>	kWh/a	0
<b>Electricidad exportada (vs generada)</b>	%	0%
<b>Electricidad autoconsumida</b>	kWh/a	1.054.399
<b>Electricidad autoconsumida (vs demanda)</b>	%	100%
<b>Horas sin Suministro REE</b>	horas	0
	%	87%
<b>Consumo de GLP Caldera</b>	kWh/a	510.132

Hotel Grande Off grid		
<b>Consumo de GLP CHP</b>	kWh/a	2.799.765
<b>Consumo de GLP Total</b>	kWh/a	3.309.898
<b>Costo GLP</b>	CLP/a	148.488.046
<b>Costo Electricidad</b>	CLP/a	0

Tal como se puede observar, la incorporación de cogeneración versus trabajar sólo con calderas genera unos ahorros económicos en la factura energética total de aproximadamente un 22%.

#### 2.8.4. Evaluación Económica

A continuación, se presenta la evaluación económica de la explotación de los sistemas, utilizando los parámetros de análisis siguientes:

**Tabla 38. Parámetros de análisis económico**

Parámetro	Unidad	Valor	
Precio dólar	CLP/USD	775,75	
Precio Euro	CLP/USD	852,89	
Valor UF	CLP/UF	28.688	
Parámetro	Unidad	Valor	
Tarifa inyección	CLP/kWh	73,08	No afecto de IVA
Precio electricidad BT3	CLP/kWh	85,91	Sin IVA
Parámetro	Unidad	Valor	Referencia
Mantenimiento Central	%	5%	Costo de Inversión
Parámetro	Unidad	Valor	
Inflación	%	3,2%	
IPE	%	3,2%	
Tasa de Descuento Financiera	%	12%	
Tasa de Descuento Social	%	6%	
IPE electricidad	%	3,11%	
IPE GLP	%	5,5%	

Dado el hecho de que la inversión de los sistemas está 100% cubierta por el presente programa de promoción de la cogeneración, se considera importante evaluar los indicadores financieros del proyecto como tal, incluyendo todas las inversiones, gasto sus externalidades, pero también estos mismos indicadores desde el punto de vista de la municipalidad, que deberá mantener y operar los sistemas.

**Tabla 39. Indicadores financieros de sistema para edificio hotelero grande off grid**

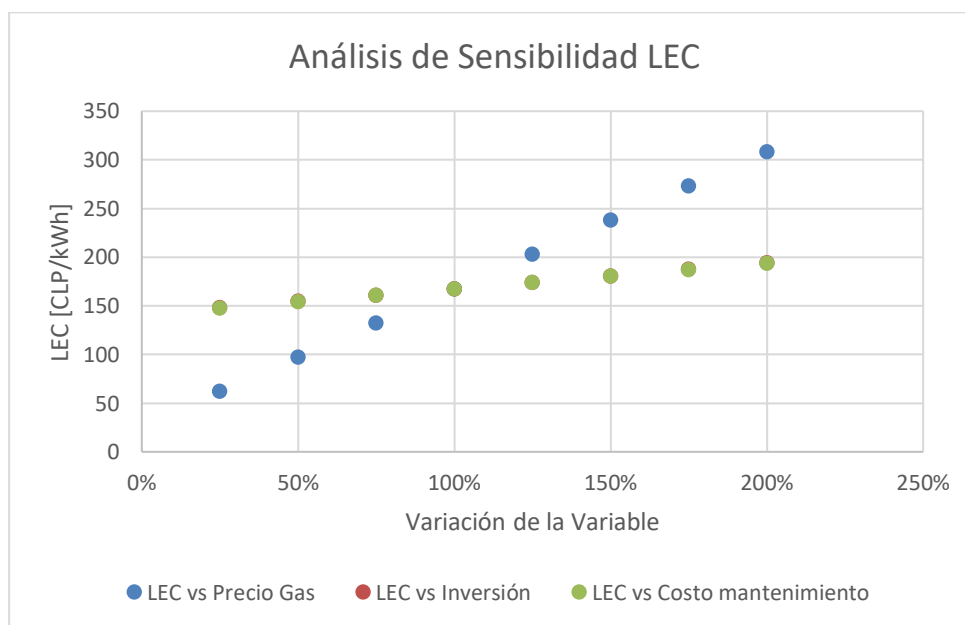
Proyecto	LEC real (CLP/kWh)	LEC efectivo (CLP/kWh)
Hotel Mediano	251	167

Como es de esperar, estos LEC es sensible a los costos de combustibles, electricidad y mantenimiento. Dado que la electricidad aporta ahorro e ingresos por venta de electricidad, el crecimiento del costo de esta mejora en realidad los resultados. Por otra parte, el costo del GLP y del mantenimiento hacen empeorar el resultado.

A continuación, se presentan ambos análisis de sensibilidad y los flujos de caja para ambos escenarios centrales.

**Tabla 40. Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero grande off grid**

<b>Precio Gas</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	62	97	132	167	202	238	273	308
<b>Precio Eléctrico</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	167	167	167	167	167	167	167	167
<b>Inversión</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	148	154	161	167	174	180	187	194
<b>Mantenimiento</b>	25%	50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%
<b>LEC [CLP/kWh]</b>	147	154	161	167	174	180	187	194



**Ilustración 8: Análisis de sensibilidad del LEC de sistema para edificio hotelero grande off grid**

