



Estudio de Pre-Factibilidad Técnica y Económica de un Sistema FV para Autoconsumo Eléctrico

Complejo Comercial Cencosud, Calama.

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:

Energía Solar para la Generación de Electricidad y Calor

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

Responsable:

Hugo Mendizábal Yáñez

En coordinación:

Marchant Pereira 150
7500654 Providencia
Santiago • Chile
T +56 22 30 68 600
I www.4echile.cl

Título:

Estudio de Prefactibilidad Técnica y Económica de un Sistema FV para Autoconsumo Eléctrico, Complejo Calama CENCOSUD.

Autor:

Hugo Mendizábal Yáñez

**Aclaración:**

Esta publicación ha sido preparada por encargo del proyecto “Energía Solar para la Generación de Electricidad y Calor” implementado por el Ministerio de Energía y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH en el marco de la cooperación intergubernamental entre Chile y Alemania. El proyecto se financia a través de la Iniciativa Internacional para la Protección del Clima (IKI) del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear (BMUB). Sin perjuicio de ello, las conclusiones y opiniones de los autores no necesariamente reflejan la posición del Gobierno de Chile o de GIZ. Además, cualquier referencia a una empresa, producto, marca, fabricante u otro similar en ningún caso constituye una recomendación por parte del Gobierno de Chile o de GIZ.

Santiago de Chile, Abril 2015

Contenido del informe

1. INTRODUCCIÓN	4
2. CARACTERÍSTICAS DE CONSUMO ENERGÉTICO.....	4
2.1. ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA	4
3. DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	5
3.1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA FV	5
3.2. RADIACIÓN SOLAR EN LA ZONA DEL PROYECTO.....	6
3.3. CÁLCULO DE LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA	6
3.4. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA DEL SISTEMA FV	7
4. EVALUACIÓN ECONÓMICA	8
4.1. PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS ECONÓMICO.....	8
4.1.1. Costos asociados al proyecto.....	8
4.1.2. Valor de la energía	9
4.1.3. Eficiencia del generador solar	9
4.1.4. Tasas de interés.....	9
4.1.5. Otros parámetros	9
4.1.6. Tabla de parámetros y variables.....	10
4.2. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	12
4.2.1. Resultados del análisis económico.....	12
4.3. CÁLCULO LCOE	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	17

1. Introducción

El presente estudio tiene por objetivo mostrar los resultados del análisis de pre-factibilidad técnica y económica de la instalación de un sistema fotovoltaico para la generación de electricidad para autoconsumo, en un complejo comercial perteneciente a la empresa Cencosud, llamado Portal Calama, donde funciona un supermercado Jumbo y un local de Easy.

2. Características de consumo energético

El complejo, localizado en la ciudad de Calama en el norte de Chile, específicamente en las coordenadas latitud 22.46°S y longitud 68.92°, y a 2274 msnm y a unos 140 km de la costa. Este local tiene una superficie aproximada de 11000 m² y un consumo eléctrico cercano a 5.320 MWh al año.



Ilustración 1: Foto aérea Complejo Comercial Portal Calama. Fuente: Google Earth

El supermercado está en la zona de concesión eléctrica de empresa de distribución Elecda del Grupo CGE.

2.1. Análisis de la demanda eléctrica

La información entregada por la empresa Cencosud para el análisis de consumo, corresponde a un registro histórico de la demanda eléctrica del Portal Calama entre los años 2012-2014.

Después de analizar esta información se determinó que en promedio el consumo tiene la siguiente proporción: 73.1% corresponde a Jumbo y 26.9% a Easy.

La Tabla 1 contiene el consumo promedio mensual de los últimos tres años en el Portal Calama y la Ilustración 2 muestra la variación mensual del consumo eléctrico.

Consumo mensual Portal Calama			
Mes	2012	2013	2014
Enero	457188	412942	500082
Febrero	458050	497505	449482
Marzo	480454	432556	411269
Abril	445262	447949	426535
Mayo	463917	422803	419811
Junio	418886	402793	432768
Julio	468935	408150	313628
Agosto	451714	465887	436285
Septiembre	401884	438493	434714
Octubre	498142	415232	433649
Noviembre	462608	506011	501125
Diciembre	447467	455155	443891

Tabla 1: Consumo eléctrico mensual Portal Calama (2012-2014)

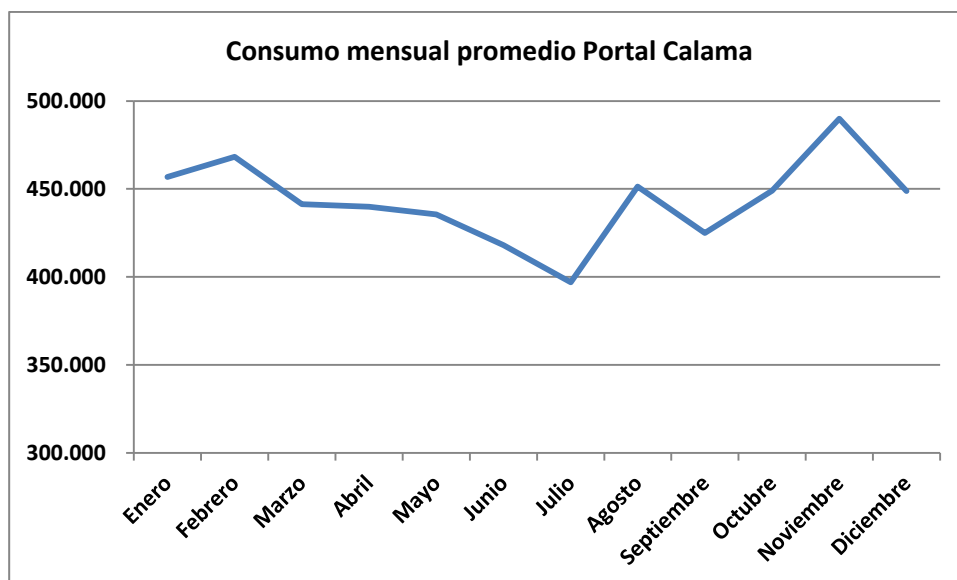


Ilustración 2: Consumo promedio mensual (2012-2014) Portal Calama.

3. Diseño del sistema fotovoltaico

3.1. Características del sistema FV

La configuración del sistema FV será diseñado con conexión a la red, de esta forma el excedente de energía generada por el sistema se inyectará a la red de distribución. Se estima que por el nivel de consumo, el sistema FV no generará excedentes que inyectará a la red. La Ilustración 3 muestra un esquema del sistema FV.

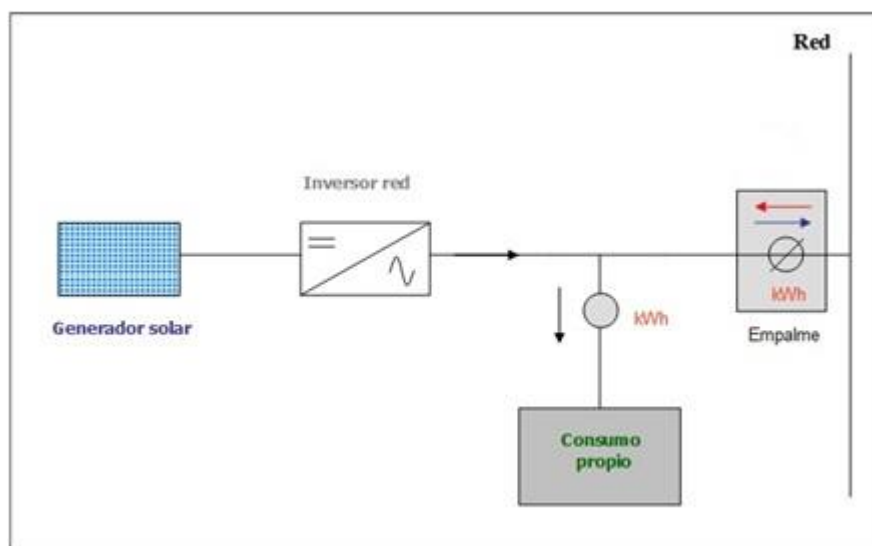


Ilustración 3: Esquema sistema fotovoltaico.

3.2. Radiación solar en la zona del proyecto

Para determinar la radiación, y de esta forma poder estimar la generación de energía del sistema fotovoltaico se utilizó la información suministrada por el Explorador del Recurso Solar en Chile del departamento de geofísica de la Universidad de Chile.

Esta herramienta entrega datos de la irradiancia global horizontal y de la radiación que recibe el plano inclinado, según el ángulo que se requiera. La información se presenta en tablas con los promedios anuales y mensuales de la insolación diaria (en kWh por metro cuadrado) para el período 2004 – 2014.

Específicamente en el caso del Portal Calama, se calculó la radiación para una inclinación de 22°, pues es el valor de la latitud de su localización. Los datos de radiación se pueden apreciar en la Tabla 2.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Radiación Horizontal	8.74	8.03	7.69	6.42	5.35	4.80	5.11	6.14	7.33	8.33	9.01	8.86
Radiación Inclinada	7.81	7.96	8.13	7.62	7.00	6.61	6.84	7.48	8.07	8.26	8.10	7.83

Tabla 2: Promedios mensuales insolación diaria (2004-2014) kWh/m² día.

3.3. Cálculo de la generación fotovoltaica

En la actualidad hay diversos métodos para poder calcular la producción de energía de un sistema solar FV. En el presente análisis se ocupa la información entregada por el Explorador Solar, esta herramienta entrega una estimación de la producción del sistema FV. Esta información considera la producción de un sistema compuesto por paneles horizontales y un sistema con un ángulo de inclinación de 22°.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Producción Horizontal	6.37	5.85	5.61	4.74	4.03	3.62	3.88	4.60	5.46	6.17	6.62	6.50
Producción Inclinada	5.75	5.69	5.97	5.62	5.23	4.95	5.17	5.65	6.03	6.16	6.07	5.77

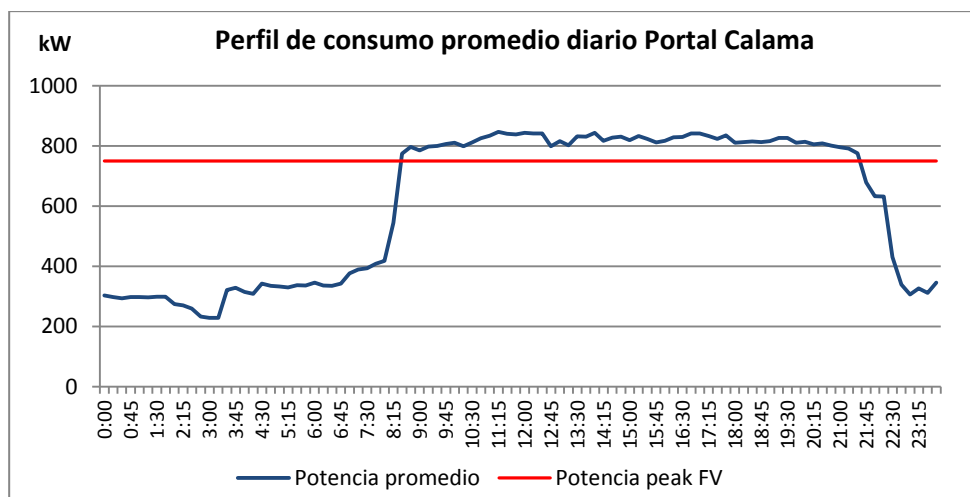
Tabla 3: Promedios mensuales potencial FV diario kWh/día por kW instalado.

La Tabla 3 muestra la generación promedio diaria por mes de los sistemas analizados. Se puede observar que solo en los meses más cercanos al verano la generación del sistema horizontal es mayor a la del sistema inclinado. Si tomamos en cuenta la producción anual de energía, la generación de la instalación inclinada es mayor en un 7.3% al del sistema con módulos horizontales.

3.4. Cálculo de la capacidad instalada del sistema FV

Para el cálculo de la potencia a instalar del generador fotovoltaico se considera el consumo eléctrico y la superficie disponible para la instalación. El área del techo tiene una dimensión aproximada de 11.000 m², en esta superficie existen varios elementos que limitan el área disponible para la instalación de un sistema FV (Ilustración 1), la que alcanza unos 3200 m². De esta forma, considerando un área estimada por kW instalado de 6.5 m², es posible implementar un proyecto fotovoltaico con una capacidad máxima de 500 kWp.

En cuanto al consumo del supermercado, con la información entregada por la empresa se generaron los perfiles de demanda diarios promedios de un día en los meses de verano y un día en los meses de invierno. La ilustración 4 muestra esta información.

**Ilustración 4: Gráfico perfil consumo promedio diario supermercado.**

Se aprecia en el gráfico que el perfil de consumo diario del supermercado es muy constante durante el día, manteniéndose en 800 kW la mayoría de las horas del día. Este punto es importante, ya que se puede asegurar, con un alto grado de confiabilidad que un sistema FV de 750 kWp no inyectará excedentes de energía a la red de distribución eléctrica.

Se analiza la generación mensual del sistema FV y se compara con el consumo del complejo comercial.

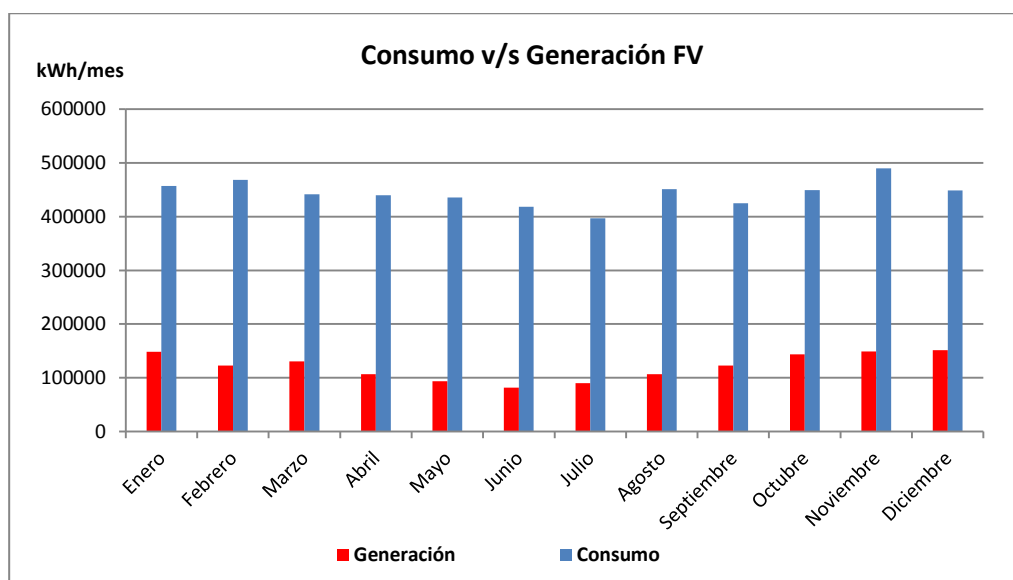


Ilustración 5: Gráfico perfil consumo promedio diario supermercado.

El gráfico muestra que la generación del sistema FV con una capacidad instalada de 750 kW cubre en promedio el 27% del consumo mensual del supermercado. Con un mínimo en junio de 19.5% y un máximo en diciembre de 33.7%.

4. Evaluación económica

El objetivo del proyecto es la generación de energía para autoconsumo del complejo comercial, y así es como será analizado. Es decir, en ningún caso se considerará una posible inyección y valorización de excedentes a la red de distribución, por lo que no aplica en el análisis ni la Ley de Generación Distribuida (permite un máximo de 100 kW) ni el Reglamento para un PMGD. Con esto, toda la energía producida por el sistema se considera como ahorro en cuanto al suministro eléctrico desde la red.

4.1. Parámetros utilizados en el análisis económico

4.1.1. Costos asociados al proyecto

Se deben considerar todos los costos asociados a la inversión y a la operación y mantención del proyecto. En cuanto a los costos de inversión, estos se refieren a la compra de los componentes del sistema FV, estos son:

- Generador solar
- Inversor
- Estructura soporte del generador solar
- Materiales de instalación, cables, tablero, medidores, seccionador, etc.

Estos costos se calculan como un costo unitario, es decir son expresados en \$/kW instalado, éstos serán detallados más adelante.

En cuanto a los costos de operación y mantención, éstos están asociados al adecuado funcionamiento del sistema en todo el tiempo de su operación y consideran los trabajos de limpieza de los paneles y una mantención técnica por lo menos una vez al año.

Estos costos son calculados y expresados como un porcentaje del total de la inversión del sistema FV.

4.1.2. Valor de la energía

El valor de la energía es una variable fundamental para determinar la rentabilidad de un proyecto de generación eléctrica de autoconsumo. En el caso del supermercado Jumbo, debido a su nivel de consumo puede optar a distintos valores de energía. La potencia conectada que posee este complejo comercial supera los 500 kW y esto permite que pueda optar (potencia conectada entre 500 kW y 2 MW) entre ser un cliente regulado o un cliente libre.

En este caso, el complejo es un cliente que está sometido a los precios de energía de la empresa distribuidora, en esta caso Elecda, que en su información de tarifas de suministro eléctrico el valor del cargo por energía suministrada en alta tensión es de 83.6 \$/kWh (70.3 \$/kWh sin IVA).

En relación con la proyección se consideran dos escenarios para la evaluación del proyecto, se consideran dos casos. En el primero se estima que debido a la introducción de ERNC en el SING, especialmente solar, se producirá una disminución en el valor de la energía (escenario pesimista) después del año 2019, en el segundo escenario (favorable conservador) se considera que el valor de la energía a partir del año 2019 se mantendrá constante.

4.1.3. Eficiencia del generador solar

A lo largo de la vida útil del sistema FV, hay que considerar una degradación de su funcionamiento, es decir los paneles sufren una disminución en su producción eléctrica a lo largo del tiempo.

4.1.4. Tasas de interés

Para calcular los flujos a futuros del proyecto es muy importante poder definir la tasa de descuento de éstos, es decir aplicar a los flujos la rentabilidad que se espera. Este valor es variable y depende exclusivamente de los intereses del inversionista del proyecto, particularmente en este trabajo se consideran dos casos: el primero donde Cencosud es el inversionista y dueño del proyecto FV; y un segundo caso en el cual existe un contrato de venta de energía entre Cencosud y una ESCO dueña del proyecto.

En el primer caso la tasa de interés, a sugerencia de la empresa, tomará valores en el rango 12% - 15%. En el caso de las ESCOs, el rango considerado es menos exigente, variando entre 7% y 10%.

4.1.5. Otros parámetros

Además de los parámetros anteriores, se deben tomar en cuenta otros para obtener mayor exactitud en los resultados del proyecto. Estos son:

- Variación anual en el precio de la energía: el valor de la energía es variable en el tiempo y este cambio debe ser considerado en el análisis económico del proyecto, ya que tiene impacto en los flujos futuros del proyecto.
- Inflación: para un correcto cálculo de los resultados se debe considerar la variación que se produce en el tiempo del valor real del dinero.

4.1.6. Tabla de parámetros y variables

Escenario 1: Cencosud es dueño del proyecto y se considera el supuesto que a partir de 2019 se produce una disminución en el precio de la energía que corresponde a 1% anual.

Parámetro	Valor	Unidad
Capacidad	750	kW
Inversión	900 – 1.100	Miles \$/kwp
Costo mantención	0.5%	% Inversión
% degradación anual	0.6%	
Tasa de descuento	12% - 15%	
Precio energía	70.27	\$/kWh
Variación PE hasta 2019	3%	
Variación PE a partir de 2019	-1%	
Inflación	3%	

Tabla 4: Parámetros utilizados en la evaluación económica del proyecto, Escenario 1

Escenario 2: inversión la realiza una ESCO y se considera el supuesto que a partir de 2019 se produce una disminución en el precio de la energía que corresponde a 1% anual.

Parámetro	Valor	Unidad
Capacidad	750	kW
Inversión	900 – 1.100	Miles \$/kwp
Costo mantención	0.5%	% Inversión
% degradación anual	0.6%	
Tasa de descuento	7% - 10%	
Precio energía	70.27	\$/kWh
Variación PE hasta 2019	3%	
Variación PE a partir de 2019	-1%	
Inflación	3%	

Tabla 5: Parámetros utilizados en la evaluación económica del proyecto, Escenario 2

Escenario 3: Cencosud es dueño del proyecto y se considera el supuesto que a partir de 2019 no hay variación en el precio de la energía.

Parámetro	Valor	Unidad
Capacidad	750	kW
Inversión	900 – 1.100	Miles \$/kwp
Costo mantención	0.5%	% Inversión
% degradación anual	0.6%	
Tasa de descuento	12% - 15%	
Precio energía	70.27	\$/kWh
Variación PE hasta 2019	3%	
Variación PE a partir de 2019	0%	
Inflación	3%	

Tabla 6: Parámetros utilizados en la evaluación económica del proyecto, Escenario 3

Escenario 4: inversión la realiza una ESCO y se considera el supuesto que a partir de 2019 no hay variación en el precio de la energía.

Parámetro	Valor	Unidad
Capacidad	750	kW
Inversión	900 – 1.100	Miles \$/kwp
Costo mantención	0.5%	% Inversión
% degradación anual	0.6%	
Tasa de descuento	7% - 10%	
Precio energía	70.27	\$/kWh
Variación PE hasta 2019	3%	
Variación PE a partir de 2019	0%	
Inflación	3%	

Tabla 6: Parámetros utilizados en la evaluación económica del proyecto, Escenario 3

4.2. Análisis económico

Es importante aclarar que la evaluación del proyecto se hizo tomando en cuenta una inversión sin financiamiento externo, es decir considerando como financista solamente al dueño del proyecto.

En los cálculos del análisis económico, los parámetros que se hicieron variar fueron: la inversión (\$/kW), el valor venta de energía (por contrato) y la tasa de descuento de los flujos futuros. De esta forma los resultados se obtuvieron del cruce entre estos diferentes valores.

Con respecto a la inversión, actualmente el mercado fotovoltaico es incipiente y no presenta gran madurez. Por esta razón, el costo unitario de equipos fotovoltaicos aún posee una gran dispersión, para el ejercicio se usaron valores entre \$900.000 y \$1.100.000 por kW, considerando sistemas instalados integrados a la cubierta (paralelos al techo). El primer monto es una estimación real de los costos de los equipos en el corto plazo, el segundo corresponde a un valor aceptable actualmente para un proyecto de esta capacidad.

El valor de la energía es variable y dinámico en el tiempo, y de acuerdo a esos valores se estima razonable considerar un amplio rango para éstos, de 60 a 75 \$/kWh.

La tasa de descuento es quizás el parámetro más subjetivo para este proyecto, porque depende exclusivamente de los intereses particulares de los inversionistas.

4.2.1. Resultados del análisis económico

Las siguientes tablas muestran los resultados de los indicadores de la evaluación del proyecto en cada uno de los escenarios considerados. Estos indicadores son el VAN, TIR y Payback. Y como se explicó los parámetros que se hicieron variar fueron: la inversión, el valor de venta/compra de energía y la tasa de descuento.

Escenario 1

		Valor Energía	60 \$/kWh				65 \$/kWh			
Inversión \$/kW	Tasa de descuento	12%	13%	14%	15%	12%	13%	14%	15%	
900000	VAN (MM \$)	-54.6	-90.0	-122.2	-151.4	-0.4	-39.0	-74.0	-105.8	
	TIR	10.6%	10.6%	10.6%	10.6%	12.0%	12.0%	12.0%	12.0%	
	Payback	-	-	-	-	-	-	-	-	
1000000	VAN (MM \$)	-132.9	-168.1	-200.1	-229.1	-78.7	-117.1	-151.8	-183.5	
	TIR	9.0%	9.0%	9.0%	9.0%	10.2%	10.2%	10.2%	10.2%	
	Payback	-	-	-	-	-	-	-	-	
1100000	VAN (MM \$)	-211.1	-246.2	-277.9	-306.8	-157.0	-195.1	-229.7	-261.1	
	TIR	7.5%	7.5%	7.5%	7.5%	8.7%	8.7%	8.7%	8.7%	
	Payback	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabla 7: Resultados análisis económico, Escenario 1

	Valor Energía	70 \$/kWh				75 \$/kWh			
Inversión \$/kW	Tasa de descuento	12%	13%	14%	15%	12%	13%	14%	15%
900000	VAN (MM \$)	53.8	12.1	-25.7	-60.1	107.9	63.1	22.5	-14.4
	TIR	13.3%	13.3%	13.3%	13.3%	14.6%	14.6%	14.6%	14.6%
	Payback	15-16	18-19	-	-	12-13	14-15	16-17	-
1000000	VAN (MM \$)	-24.5	-66.0	-103.6	-137.8	29.6	-15.0	-55.4	-92.1
	TIR	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	12.7%	12.7%	12.7%	12.7%
	Payback	-	-	-	-	17-18	-	-	-
1100000	VAN (MM \$)	-102.8	-144.1	-181.5	-215.5	-48.6	-93.0	-133.3	-169.8
	TIR	9.9%	9.9%	9.9%	9.9%	11.0%	11.0%	11.0%	11.0%
	Payback	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 8: Resultados análisis económico, Escenario 1

Escenario 2

	Valor Energía	60 \$/kWh				65 \$/kWh			
Inversión \$/kW	Tasa de descuento	7%	8%	9%	10%	7%	8%	9%	10%
900000	VAN (MM \$)	191.6	130.9	76.7	28.2	267.5	201.4	142.5	89.7
	TIR	10.6%	10.6%	10.6%	10.6%	12.0%	12.0%	12.0%	12.0%
	Payback	12-13	13-14	14-15	17-18	10-11	11-12	12-13	13-14
1000000	VAN (MM \$)	111.8	51.4	-2.4	-50.6	187.6	121.9	63.3	10.9
	TIR	9.0%	9.0%	9.0%	9.0%	10.2%	10.2%	10.2%	10.2%
	Payback	14-15	16-17	-	-	12-13	13-14	15-16	18-19
1100000	VAN (MM \$)	31.9	-28.0	-81.5	-129.4	107.8	42.5	-15.8	-67.9
	TIR	7.5%	7.5%	7.5%	7.5%	8.7%	8.7%	8.7%	8.7%
	Payback	18-19	-	-	-	15-16	17-18	-	-

Tabla 9: Resultados análisis económico, Escenario 2

Inversión \$/kW	Valor Energía	70 \$/kWh				75 \$/kWh			
	Tasa de descuento	7%	8%	9%	10%	7%	8%	9%	10%
900000	VAN (MM \$)	343.3	271.9	208.2	151.1	419.2	342.4	273.9	212.6
	TIR	13.3%	13.3%	13.3%	13.3%	14.6%	14.6%	14.6%	14.6%
	Payback	9-10	10-11	10-11	11-12	8-9	8-9	9-10	10-11
1000000	VAN (MM \$)	263.5	192.4	129.1	72.3	339.3	262.9	194.8	133.8
	TIR	11.5%	11.5%	11.5%	11.5%	12.7%	12.7%	12.7%	12.7%
	Payback	11-12	12-13	13-14	15-16	9-10	10-11	11-12	12-13
1100000	VAN (MM \$)	183.6	113.0	50.0	-6.5	259.5	183.5	115.7	55.0
	TIR	9.9%	9.9%	9.9%	9.9%	11.0%	11.0%	11.0%	11.0%
	Payback	13-14	14-15	16-17	-	11-12	12-13	14-15	16-17

Tabla 10: Resultados análisis económico, Escenario 2

Escenario 3

Inversión \$/kW	Valor Energía	60 \$/kWh				65 \$/kWh			
	Tasa de descuento	12%	13%	14%	15%	12%	13%	14%	15%
900000	VAN (MM \$)	-31.0	-69.0	-103.4	-134.5	25.2	-16.2	-53.6	-87.5
	TIR	11.3%	11.3%	11.3%	11.3%	12.6%	12.6%	12.6%	12.6%
	Payback	-	-	-	-	17-18	-	-	-
1000000	VAN (MM \$)	-109.3	-147.1	-181.2	-212.2	-53.1	-94.3	-131.4	-165.2
	TIR	9.6%	9.6%	9.6%	9.6%	10.8%	10.8%	10.8%	10.8%
	Payback	-	-	-	-	-	-	-	-
1100000	VAN (MM \$)	-187.5	-225.1	-259.1	-289.9	-131.4	-172.3	-209.3	-242.9
	TIR	8.2%	8.2%	8.2%	8.2%	9.4%	9.4%	9.4%	9.4%
	Payback	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 11: Resultados análisis económico, Escenario 3

Escenario 4

Inversión \$/kW	Valor Energía	60 \$/kWh				65 \$/kWh			
	Tasa de descuento	7%	8%	9%	10%	7%	8%	9%	10%
900000	VAN (MM \$)	235.1	169.2	110.5	58.1	314.5	242.8	179.0	122.1
	TIR	11.3%	11.3%	11.3%	11.3%	12.6%	12.6%	12.6%	12.6%
	Payback	11-12	12-13	13-14	15-16	10-11	10-11	11-12	13-14
1000000	VAN (MM \$)	155.2	89.7	31.4	-20.7	234.7	163.4	99.9	43.3
	TIR	9.6%	9.6%	9.6%	9.6%	10.8%	10.8%	10.8%	10.8%
	Payback	13-14	15-16	17-18	20-21	12-13	13-14	14-15	16-17
1100000	VAN (MM \$)	75.4	10.2	-47.7	-99.5	154.8	83.9	20.8	-35.5
	TIR	8.2%	8.2%	8.2%	8.2%	9.4%	9.4%	9.4%	9.4%
	Payback	16-17	19-20	-	-	14-15	16-17	18-19	-

Tabla 12: Resultados análisis económico, Escenario 4

Inversión \$/kW	Valor Energía	70 \$/kWh				75 \$/kWh			
	Tasa de descuento	7%	8%	9%	10%	7%	8%	9%	10%
900000	VAN (MM \$)	394.0	316.5	247.6	186.0	473.5	390.2	316.1	250.0
	TIR	13.9%	13.9%	13.9%	13.9%	15.2%	15.2%	15.2%	15.2%
	Payback	9-10	9-10	10-11	11-12	8-9	8-9	9-10	10-11
1000000	VAN (MM \$)	314.2	237.1	168.5	107.2	393.6	310.8	237.0	171.2
	TIR	12.1%	12.1%	12.1%	12.1%	13.3%	13.3%	13.3%	13.3%
	Payback	10-11	11-12	12-13	14-15	9-10	10-11	11-12	12-13
1100000	VAN (MM \$)	234.3	157.6	89.4	28.4	313.8	231.3	157.9	92.4
	TIR	10.5%	10.5%	10.5%	10.5%	11.6%	11.6%	11.6%	11.6%
	Payback	12-13	13-14	15-16	18-19	11-12	12-13	13-14	15-16

Tabla 13: Resultados análisis económico, Escenario 4

	Valor Energía	70 \$/kWh				75 \$/kWh			
Inversión \$/kW	Tasa de descuento	12%	13%	14%	15%	12%	13%	14%	15%
900000	VAN (MM \$)	81.3	36.6	-3.8	-40.4	137.4	89.4	46.0	6.6
	TIR	13.9%	13.9%	13.9%	13.9%	15.2%	15.2%	15.2%	15.2%
	Payback	14-15	16-17	20-21	-	11-12	13-14	15-16	18-19
1000000	VAN (MM \$)	3.0	-41.5	-81.7	-118.1	59.1	11.4	-31.9	-71.1
	TIR	12.1%	12.1%	12.1%	12.1%	13.3%	13.3%	13.3%	13.3%
	Payback	19-20		-	-	15-16	18-19	-	-
1100000	VAN (MM \$)	-75.3	-119.5	-159.5	-195.8	-19.1	-66.7	-109.7	-148.8
	TIR	10.5%	10.5%	10.5%	10.5%	11.6%	11.6%	11.6%	11.6%
	Payback	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 12: Resultados análisis económico, Escenario 4

5. Conclusiones y recomendaciones

A partir de los numerosos escenarios analizados en este estudio de pre-factibilidad, se pueden obtener conclusiones que permiten la toma de decisión sobre la realización o aplazamiento de este proyecto de autoconsumo. Hay escenarios muy favorables y otros que definitivamente llevan a descartar cualquier opción de ejecución del proyecto.

Según éstos, se puede decir lo siguiente:

- En el caso de que Cencosud invierta en el proyecto, en cuanto a la tasa de descuento y con los actuales costos de inversión, para que este proyecto sea factible, es totalmente necesario considerar una tasa de descuento no exigente, ésta no debe ser superior a 12% y se debe cumplir con precios mayores a 70 \$/kWh y una inversión hasta 1.000.000 \$/kW. Sin estas condiciones, el proyecto en la mayoría de los casos no es rentable.
- Si la inversión la realiza una ESCO y se establece un contrato de venta de energía, las condiciones son más favorables (considerando tasas entre 7% y 10%), presentando el caso óptimo un retorno de la inversión menor a 9 años (inversión de 900.000 \$/kW, tasa de descuento de 7%). En general, solo si las tasas están entre 9% - 10% y con una inversión mayor a 1.000.000 \$/kW, existen escenarios donde el proyecto no es rentable para una ESCO.

Considerando todo lo anterior, se pueden hacer algunas recomendaciones o sugerencias para la toma de decisión de este proyecto.

- En el caso de tener la posibilidad, lo ideal es esperar un tiempo antes de realizar este proyecto, para optar al menor valor de inversión, ya que esto puede asegurar una rentabilidad positiva.
- Considerando las exigencias de rentabilidad de Cencosud, lo conveniente para la realización del proyecto, es el establecimiento de un contrato de venta de energía con alguna empresa externa (ESCO), y que las condiciones del contrato sean atractivas y favorables para ambas partes.

Se proponen las siguientes acciones y apoyo de GIZ:

- Realizar indicaciones detalladas del sistema FV a implementar.
- Iniciar contacto con empresas de sistemas FV para iniciar un proceso de licitación.
- Asesoría en la elaboración de las bases técnicas de la licitación.
- Asesoría en la evaluación de propuestas.
- Inspección en el proceso de instalación.
- Recomendaciones en el sistema de monitoreo.