



# SISTEMATIZACIÓN DE RESULTADOS

## EVALUACIÓN EX POST

Instalación de Electrificación Rural Sector

Puralaco- Chanquin- Puerto Esperanza,

Toltén

(Versión Preliminar)

**Ministerio de Desarrollo Social**

División de Evaluación Social de Inversiones  
Departamento de Estudios

Agosto 2013

Por la **Ley No20.530 Título I, Art.1**: Créase el **Ministerio de Desarrollo Social** como la Secretaría de Estado encargada de colaborar con el Presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes, y programas en materia de equidad y/o desarrollo social, especialmente aquellas destinadas a erradicar la pobreza y brindar protección social a las personas o grupos vulnerables, promoviendo la movilidad e integración social y la participación con igualdad de oportunidades en la vida nacional (...)"

El presente documento, forma parte de las publicaciones que se suman a esta nueva institucionalidad.

Departamento de Estudios  
División de Evaluación Social de Inversiones,  
Ministerio de Desarrollo Social

Gobierno de Chile

Agosto de 2013



**GOBIERNO DE CHILE**  
MINISTERIO DE  
PLANIFICACIÓN Y COOPERACIÓN

**DIVISIÓN DE PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS E INVERSIÓN**  
**DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS**

**VERSION PRELIMINAR**

**SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIA DE EVALUACIÓN**  
**EX POST DEL PROYECTO**

**“INSTALACIÓN DE ELECTRIFICACIÓN RURAL**  
**SECTOR PURALACO – CHANQUIN - PUERTO**  
**ESPERANZA, TOLTÉN”.**  
**CODIGO BIP 20088552**

**JUNIO DE 2005**

# 1. INTRODUCCION

El proyecto de electrificación rural **Puralaco**, fue ingresado como solicitud al Sistema Nacional de Inversiones a comienzos del año 1994, postulando desde una etapa de perfil a ejecución para el año 1995 y obtuvo una primera recomendación favorable el 13 de julio del año 1994.

Con posterioridad obtuvo recomendación favorable los años 1995 y 1996, para su ejecución, habiendo corregido la solicitud de subsidio aprobado para ejecución el año 1996, al definitivo valor de m\$ 93.130 de aporte solicitado al FNDR.

El proyecto se ejecutó el año 1997, inició la etapa de operación en septiembre de 1997 y el año 2003 fue seleccionado para realizar una evaluación ex post. La licitación para este estudio fue asignada a la consultora FOCUS LTDA., la que realizó el encargo en los plazos estipulados en el contrato.

El estudio presentado por la consultora en el año 2003, ha sido analizado y corregido por el Departamento de Estudios de la División de Inversiones, para iniciar la difusión de los resultados obtenidos.

Esta presentación corresponde a una síntesis de la evaluación ex post, en un sistema simplificado, que recoge los principales hitos en la evaluación ex post, analiza y compara los resultados con la evaluación ex ante, para emitir luego una serie de recomendaciones tanto para mejorar la evaluación ex ante, como para cuidar de una asignación crecientemente eficiente de los fondos públicos.

En la primera parte de este informe se describe los principales hitos administrativos y financieros que caracterizan este proyecto, los parámetros que caracterizaron las variables en la evaluación ex ante, con un análisis de sus valores y los resultados previstos en el proyecto finalmente recomendado por MIDEPLAN. También se verifica la correspondencia entre el subsidio otorgado finalmente por el Gobierno Regional y el valor máximo aprobado en el análisis técnico económico, que se realizó en el año anterior a la ejecución del proyecto

La segunda parte se aplica a los resultados de la evaluación ex post, a los parámetros reales que son asociados a las variables.

La tercera parte realiza la comparación entre resultados ex ante y ex post y de ella fluyen finalmente las conclusiones y recomendaciones que se derivan de este estudio.

Los resultados de esta sistematización se refieren sólo en forma muy breve a la metodología de trabajo, cuando es necesario, puesto que la metodología recomendada es publicada y difundida conjuntamente con estos estudios. De esta forma, si se desea ahondar más en la metodología propuesta, debe ser consultada en el documento: **Metodología para evaluación ex post de Proyectos de Electrificación Rural** “, publicada por MIDEPLAN

## 2. ANÁLISIS DE LOS ANTECEDENTES EVALUACIÓN EX-ANTE

### 2.1 Supuestos Básicos en la Evaluación Ex Ante

El análisis de los principales supuestos utilizados en la evaluación ex-ante del proyecto, se centrará en la revisión de los principales parámetros utilizados en la evaluación analizada por SERPLAC de IX Región, al momento de la segunda presentación del proyecto por parte de FRONTEL S.A, es decir, Diciembre de 1995. Los principales datos se presentan en el Cuadro N° 1.

**Cuadro N° 1**  
**Parámetros utilizados en la evaluación UTER - SERPLAC**

Datos Generales	Valor	Unidad
Tasa anual de crecimiento de la población	1,0	%
Cargo fijo mensual	850	\$/mes
Precio de la energía	60	\$/Kwh.
Costo de energía en el punto inicial	16	\$/Kwh.
Costo de potencia en el punto inicial	2850	\$/Kw.
Tasa de impuesto	15	%
Tasa de descuento privada	10	%
Tasa de descuento social	12	%
Horizonte de evaluación	30	Años
Factor de demanda	60	%
Potencia instalada	0,3	KW
Tasa de crecimiento del consumo	0,0	%
Pérdidas por energía	29,9	%
Pérdidas por potencia	29,2	%

**A continuación se comentan cada uno de los valores consignados en los datos generales:**

- **Tasa de crecimiento de la población:** Utilizar una tasa de crecimiento del 1% parece adecuado considerando que se trata de sectores rurales, sin embargo su validez se podrá verificar en la práctica con los resultados del Censo para el año 2002 y compararlos con los resultados del Censo del año 1992. No merece grandes reparos. **La variable real es el aumento del número de viviendas y así se plantea en la nueva metodología oficial desde 2003.**
- **Cargo fijo mensual:** En principio<sup>1</sup> el cargo fijo de 850 (\$/mes) aparece como un poco alto considerando los precios que se manejan actualmente para la región, que son del orden de los 690 (\$/mes). Este último valor aparece consignado en la evaluación llevada a cabo por FRONTEL S.A. sobre este proyecto en las condiciones actuales. Ver en Anexo I.5: "Evaluación Económica Proyecto Puralaco realizada por FRONTEL, Año 2002". Es importante ver su comportamiento en el tiempo para determinar su efecto en la evaluación.

---

<sup>1</sup>

En la evaluación ex post se concluye que este cálculo es casi correcto

- **Precio de la energía:** No es posible tener una opinión definitiva de este valor dado que corresponde, en teoría, al precio regulado de distribución eléctrica para la zona donde se emplaza el proyecto. Con ello se asume que al ser regulado el precio, éste debería ser el adecuado. Al igual que en el caso anterior, es importante ver su comportamiento en el tiempo para determinar su efecto en la evaluación.
- **Costo de energía en el punto inicial:** El análisis es idéntico al caso del precio de la energía.
- **Costo de potencia en el punto inicial:** El análisis es idéntico al caso del precio de la energía.
- **Tasa de impuesto:** No merece análisis ni reparos dado que corresponde a la tasa vigente al momento de realizar la evaluación. (a la fecha de este informe,) la tasa de impuesto es mayor.
- **Tasa de descuento privada:** El valor utilizado parece correcto considerando que la gran mayoría de los proyectos eléctricos en el país se evalúan utilizando un 10% de tasa de descuento.
- **Tasa de descuento social:** El valor utilizado del 12% como tasa de descuento social, es el correcto por cuanto corresponde a la tasa recomendada por MIDEPLAN, al momento del análisis de la iniciativa.
- **Horizonte de evaluación:** Horizonte establecido metodológicamente y en opinión del consultor es adecuado, considerando que se trata de proyectos que muchas veces tienen una vida útil más allá de los 30 años.
- **Factor de demanda:** De acuerdo con estadísticas de consumos rurales que maneja el consultor esta tasa se considera adecuada.
- **Potencia instalada:** En opinión del consultor un valor de 0,3 Kw. instalados por beneficiario parece ser un valor bajo para los requerimientos individuales. Si bien se trata de sectores rurales cuyo consumo es en teoría bajo, este hecho habrá que confirmarlo al momento de realizar la evaluación correspondiente.
- **Tasa de crecimiento del consumo:** El valor utilizado parece poco adecuado considerando que es difícil suponer que el consumo individual de energía no experimentará crecimiento durante 30 años. Si se compara esta tasa de crecimiento igual a cero con las tasas de crecimiento de la demanda en el país, que están entre un 5% y un 6% anual, no existe ninguna relación entre ellas. Este supuesto merece ser analizado en profundidad cuando se realice la evaluación en los capítulos siguientes.

Cabe hacer presente que la metodología de evaluación vigente hasta el año 1995, no considera como parámetro a ser considerado la tasa de crecimiento.

- **Pérdidas por energía:** Las pérdidas por energía en empresas de distribución eficientes suponen rangos que van desde un 6% hasta un 9%. En el caso de FRONTEL, según lo informado por la propia empresa, las pérdidas técnicas por energía de la empresa son un 13,5%. En la evaluación del proyecto se utiliza un porcentaje cercano al 30% lo que parece excesivo, por lo tanto es un valor que es necesario revisar.
- **Pérdidas por potencia:** Según lo informado por FRONTEL, sus pérdidas por potencia actuales son del 15%, en consecuencia, la inclusión de un valor de 29% en la evaluación se considera excesivamente alta.

Cabe destacar que los costos de operación y mantenimiento del proyecto, están considerados en el precio de la energía, el cual es regulado por ley, por lo que estos costos no serán considerados para el análisis, al momento de realizar las evaluaciones ex-post. Se hace notar que en la nueva metodología vigente desde 2003, se explicitan costos de esta naturaleza y se integran a las planillas de cálculo de rentabilidad.

En definitiva, en opinión del Consultor los parámetros y variables que merecen un análisis más profundo al momento de realizar las evaluaciones ex-post son los siguientes:

- Tasa de crecimiento de la población
- Cargo fijo mensual
- Precio de la energía
- Potencia instalada
- Tasa de crecimiento del consumo
- Pérdidas por energía
- Pérdidas por potencia

## 2.2. Ficha del proyecto

La ficha de término del proyecto resume los principales parámetros evaluados una vez finalizado la construcción del mismo.

<b>Nombre de la iniciativa de inversión</b>	Instalación de Electrificación Rural Sector Puralaco - Chanquín - Puerto Esperanza, Toltén.
<b>Código BIP de la iniciativa de inversión</b>	20088552
<b>Resolución de Adjudicación</b>	N°080 del 28 de noviembre de 1996
<b>Toma de Razón de Contraloría</b>	29 de noviembre de 1996
<b>Código de Asignación Presupuestaria</b>	Item 69 Asignación 478
<b>Localización Geográfica</b>	Novena Región de la Araucanía Provincia de Cautín Comuna de Toltén
<b>Institución responsable de emitir el Resultado del análisis técnico - económico de la iniciativa de inversión:</b>	SERPLAC IX Región.
<b>Empresa Ejecutora</b>	FRONTEL S.A.
<b>Plazo de ejecución</b>	Para la instalación de líneas de MT, BT y subestaciones, 150 días a partir de la Toma de Razón en Contraloría. Para la conexión de los beneficiarios quedó sujeto al pago de los aportes respectivos
<b>Plazo de Obligación de Servicio</b>	30 años
<b>Número inicial de beneficiarios</b>	131
<b>Número de beneficiarios Conectados</b>	151 familias, 3 escuelas básicas, 2 internados, 1 posta rural, 2 bodegas, 1 sede comunitaria, 1 iglesia católica
<b>Instituciones Participantes de la Etapa de Ejecución:</b>	
<b>Institución Responsable Técnica</b>	Frontel con recepción de la SEC
<b>Contraparte Técnica</b>	ITO designada por el Gobierno Regional
<b>Institución Responsable Financiera</b>	Gobierno Regional
<b>Institución Responsable del Financiamiento de la Operación</b>	Financiamiento conjunto entre: - Programa FNDR - BID. Contrato 873/OC-CH <sup>2</sup> : M\$ 93.130 - Aportes de Frontel S.A.: M\$ 43.378 - Aportes de los beneficiarios <sup>3</sup> : M\$ 16.240 Total: M\$ 156.508
<b>Hitos del Proyecto:</b>	
<b>Fecha de Postulación al Subsidio</b>	14 de julio de 1994
<b>Fecha de Evaluación de los Proyectos</b>	2 de Junio de 1996
<b>Fecha de Puesta en Servicio oficial</b>	14 de noviembre de 1997 <sup>4</sup>

<sup>2</sup> Convenio de Electrificación Rural entre Frontel S.A y Gobierno Regional de la Araucanía, del 21 de noviembre de 1996.

<sup>3</sup> Ord. N°851 del 19.05.98 del Jefe de División de Análisis y Control de Gestión del Gobierno Regional de la Araucanía al Alcalde de la I.M. de Toltén.

<sup>4</sup> Carta 005281 del 30-10-97 de Frontel a la SEC



### **3. OBTENCIÓN DE RESULTADOS PARA ANÁLISIS EX POST**

#### **3.1 Revisión en Terreno.**

La evaluación en terreno realizó entrevistas calificadas en el municipio de Toltén y en la escuela del sector Puralaco. No fue posible obtener la entrevista del presidente del Comité local de electrificación rural, pero se obtuvo información de un pariente próximo.

También se intentó la mayor cantidad posible de encuestas a beneficiarios, tanto para conocer el actual uso de energía, como para verificar las cifras de consumos obtenidas de la empresa eléctrica.

También la evaluación en terreno se aplicó a realizar la revisión del proyecto construido en todos sus componentes y a la medición de la extensión de líneas, de diferentes tipos.

Finalmente se considera inspección en terreno las muestras de boletas de consumo, para validar o no la información entregada por FRONTEL S.A.

##### **3.1.1 Resultados de Entrevistas**

De las entrevistas en el municipio, se pudo deducir que existe un adecuado nivel de satisfacción por parte de los habitantes, debido a que se aprecia una baja frecuencia de fallas y un adecuado servicio de emergencias. Se mencionó que existe una queja general respecto del largo periodo de tiempo que transcurre entre el comienzo del proceso de inscripción de interesados y la concreción misma del proyecto.

De la visita a Escuela rural de la Reducción de Puralaco se pudo rescatar que los servicios conectados se manifestaban satisfechos con los beneficios que habían recibido el establecimiento y la comunidad en general con el proyecto.

Se pudo observar además que se había agregado un empalme adicional que no estaba considerado originalmente en el proyecto de FRONTEL para un sector nuevo de la Escuela. Dicho empalme fue financiado en forma particular.

Además en visitas domiciliarias se recibió algunas quejas respecto de los cargos por "Sobre consumo de Invierno". Aparentemente, muchos clientes no entienden el sentido del alza que sufren los cobros en las boletas durante el periodo de invierno. Este mismo problema se verá más adelante expresado por diversos vecinos. Dado que sólo se aplica a aquellos consumos que superen los 200 kWh/mes, es posible que tenga origen en un sub declaración en meses no facturados por al empresa.

##### **3.1.2 Verificación de distancias de trazados**

La visita a terreno de las instalaciones eléctricas consistió en reconocer el trazado de las líneas y medir el trazado mediante el instrumento GPS y un odómetro. De esta forma se verificó exactamente las longitudes de las líneas y su correspondiente tipología.

El inicio del proyecto se encuentra en un punto cercano al denominado "Puente Negro", desde donde se efectuó la revisión de las instalaciones del proyecto. A partir de este punto, se inició el recorrido de todas las instalaciones existentes, tanto en las líneas de media tensión troncales, como en cada una de las líneas de baja tensión que alimentan a clientes. La difícil accesibilidad, junto a la no existencia de moradores en muchas casas, hizo imposible conseguir una cantidad representativa de encuestas de consumo a los vecinos.

Además del GPS, se utilizó un odómetro para la medición de distancias para las líneas de AT en el camino principal. Con ello fue posible verificar las distancias entregadas por FRONTEL para los tendidos de líneas. El cuadro N° 2 resume los resultados de la verificación de longitud y calida de las líneas de conexión instaladas. El plano de referencia ha sido el inscrito en Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

La verificación de distancias de trazados con el uso de método GPS, en general subestimó las distancias de los trazados, en cambio el uso de Odometro tiende a sobreestimar las mismas distancias, posiblemente por lo accidentado del terreno.

El trabajo en terreno permitió verificar que las longitudes de los trazados corresponden efectivamente a los datos contenidos en el plano, con errores inferiores al 10%, error que se considera razonable en cualquier estudio de ingeniería de detalle de un proyecto.

En la misma evaluación se constató que se instalaron sólo 23 de 24 subestaciones de 5 KV y también la presencia de 3 subestaciones de 10 KV, no consideradas en el diseño original, que son parte del ajuste de potencia que ha debido hacer la empresa ante el aumento de conexiones.

### **3.1.3 Validación de datos de consumo de energía**

Considerando que la única forma de conocer en detalle los consumos reales de energía que ha presentado el proyecto es en base a los datos de la propia empresa, se solicitó dicha información a FRONTEL. Con estos datos el consultor podría obtener los consumos mensuales o bimensuales reales de cada usuario, y los ingresos por venta de energía totales.

Un aspecto importante de mencionar es que el Consultor estimó oportuno verificar la validez de la información sobre consumos entregada por FRONTEL. Para ello, en la visita a terreno se obtuvieron facturas o boletas de luz de los propios usuarios, identificándose en ellas los consumos del último mes y estimando los consumos de los meses anteriores a partir de gráficos comparativos de consumo de energía contenidos en las mismas boletas.

Al comparar ambos valores para el periodo correspondiente (Julio-Agosto 2001 a Julio-Agosto 2002), se puede apreciar que los consumos son muy cercanos, lo que confirmaría la validez de la información proporcionada por FRONTEL.

### 3.1.4 Conclusiones del trabajo en terreno.

- Los beneficiarios del proyecto se manifiestan satisfechos con los resultados del mismo, a la vez que señalan la necesidad de que nuevos vecinos sean beneficiados por el proyecto. Si bien se evidencia fallas en el servicio y faltas en la facturación.
- Se confirma aproximadamente la longitud del trazado construido respecto de lo planeado, sin embargo se detectan diferencia en las líneas de baja tensión, en especial de aquellas con postación común. Y también algunas diferencia en las subestaciones.
- Se ha obtenido y confirmado que las planillas de consumos proporcionada por FRONTEL, reflejan el consumo real aun cuando hay desfases en los cobros, y por tanto en los patrones de consumo que deberán ser corregidos.
- Se ha contabilizado un total de 181 usuarios actuales, 20 de los cuales han sido conectados con una prolongación de línea de Baja Tensión de aproximadamente 2000 metros, más las líneas de arranques, en postación común. A la fecha de puesta en servicio, se habían conectado 30 usuarios tardíos al mismo trazado original de la empresa eléctrica, que ha sido analizado y recomendado por SERPLAC con sólo 131 conexiones a beneficiarios.
- La metodología de facturación es irregular y difícil en ciertos meses del año en el sector, en especial para aquellos clientes que se internan en los cerros son difícilmente accesibles debido a la geografía del lugar, sobre todo en periodo de lluvias. Ello redundando en que estos vecinos rara vez sean visitados para realizar la lectura de los consumos. En estos lugares se produce un grado de descontento producto de que se considera que el servicio de la empresa no es el mejor. Lo anterior se debe principalmente a la demora en la reposición del servicio cuando éste falla y a problemas en la facturación, en los períodos inmediatamente posteriores a las lecturas de medidores realizadas por FRONTEL, antes de que termine el invierno.
- Los consumidores rurales no tienen conciencia de sus derechos como consumidores frente a la empresa abastecedora.
- Si bien no se pudo realizar un censo de beneficiarios, en las encuestas realizadas no se apreció la instalación de una cantidad importante de bombas o artefactos eléctricos que permitiesen deducir un aumento drástico del consumo en la zona. Esto se confirma al analizar los niveles de consumo de energía de la localidad.

## 4. ANÁLISIS EX-POST DE LAS PRINCIPALES VARIABLES Y SUPUESTOS.

La comparación en las distintas variables se realizó sobre la base de lo siguiente:

- a) Información considerada por la empresa eléctrica FRONTEL en el proyecto (evaluación) original.
- b) Información considerada en evaluación realizada por la UTER y analizada por SERPLAC.
- c) Información contenida en el documento de Puesta en Servicio informada al SEC.
- d) Información obtenida y evaluada por el Consultor, fruto de la constatación de las partidas físicas del proyecto en terreno y del empleo de una base de precios unitarios propia del consultor.

### 4.1 Número de Beneficiarios

La evolución en el número de beneficiarios tiene tres etapas que conviene distinguir.

- a) Inscripción tardía de usuarios: corresponde a la incorporación de beneficiarios entre la fecha de evaluación de la UTER-SERPLAC y la puesta en servicio de los trabajos. En el caso de Puralaco, se produjo una inscripción tardía de 30 familias, que se incorporaron al proyecto pocos meses después de la emisión de la ficha EBI del proyecto. Desde la perspectiva de la evaluación, este es un incremento en el número de usuarios tipo “escalón”, ya que aparecen 30 usuarios adicionales a los 131 originales en el día 0 del proyecto.
- b) Inscripción de usuarios rezagados: Corresponde a la incorporación paulatina de personas que no quisieron o no pudieron hacerlo en las fechas previstas. La razón de ello es que muchas personas no se conectan porque en ese momento no pueden pagar la cuota correspondiente, o bien porque no se convencen inmediatamente de los beneficios de la energía eléctrica, y deciden hacerlo una vez que han visto que sus vecinos ya la tienen. Este crecimiento en el número de usuarios se da de manera bastante rápida, en el plazo de unos 4 a 5 años, y en el caso de Puralaco alcanza a la totalidad de usuarios potenciales del proyecto, es decir, a las 181 familias que existen en el sector.
- c) Crecimiento vegetativo de la población: Una vez que la totalidad de las familias del sector se ha conectado, el crecimiento futuro está dado por la tasa de crecimiento vegetativo de la comuna de Toltén, que es de  $-0,62\%$  anual entre 1992 y 2002, según cifras del INE. Como la variable relevante es el aumento del número de viviendas, es posible que la cifra de crecimiento del consumo sea 0 pero en caso alguno será negativa. **(Nota del revisor)**

El Cuadro N° 3 muestra la información sobre la evolución en el número de beneficiarios, reflejando las tres etapas identificadas anteriormente.

**Cuadro N° 3**  
**Número Beneficiarios Proyecto Puralaco**

<b>Benef. Evaluación Ex-ante</b>	<b>Benef. Puesta en Servicio</b>	<b>Benef. Actuales Oct. 2002</b>
131	161	181

Fuente: Uter-Serplac y Empresa Eléctrica Frontel.

Los beneficiarios reportados para este proyecto, según documento de inauguración, y al momento de la puesta en servicio, fueron los siguientes:

**Cuadro N° 4**  
**Tipo de Beneficiarios Proyecto Puralaco**

<b>TIPO DE BENEFICIARIOS</b>	<b>Nº</b>
Familias	151
Escuelas Básicas	3
Internados de Alumnos de Educación Básica	2
Posta Rural de Salud	1
Bodegas de Acopio de Productos Agrícolas	2
Sede Comunitaria	1
Iglesia Católica	1
<b>TOTAL DE BENEFICIARIOS</b>	<b>161</b>

En relación a la caracterización socioeconómica CAS de los beneficiarios, la evaluación ex-ante contempla los siguientes casos:

**Cuadro N° 5**  
**Tramos CAS de Familias Beneficiarias**  
**Proyecto Original**

TRAMOS CAS	Nº FAMILIAS BENEFICIARIAS
CAS 1	102
CAS 2	12
CAS 3	8
CAS 4	6
CAS 5	3
TOTAL	131

En atención a que se empleó la metodología de evaluación actualizada que contempla tramos de puntaje CAS distintos al sistema CAS (1 al 5) utilizado en la metodología anterior, se optó por correlacionar ambos sistemas, dejando los antiguos tramos CAS 4 y 5 en el actual tramo CAS 3. Considerando que las familias de incorporación tardía se encontraban en el extremo más remoto del proyecto, se asumió que la totalidad de las familias eran CAS 1, es decir, en el nivel socioeconómico CAS más pobre.

Para el cálculo del Qo y otros parámetros sociales para el actual tramo CAS 3, se utilizó un promedio con los casos CAS 3, 4 y 5, ponderando por el número de usuario en cada caso. Este efecto incidió en pequeñas desviaciones al tratar de reproducir los indicadores sociales exactos del proyecto original, lo cuales tienen una incidencia menor al 1,5%.

## **4.2 Consumo de Energía eléctrica**

### **4.2.1 Comparación entre consumos proyectados y reales**

Aclarado lo anterior, se procedió a comparar los consumos promedio reales del período considerado con las estimaciones de consumo por cliente utilizados por la UTER-SERPLAC en el análisis del proyecto para cálculo del subsidio. Dicho análisis comparativo general arrojó los resultados que se muestran en el Cuadro N° 6.

**Cuadro Nº 6**  
**Consumos de Energía Promedio Proyecto Puralaco**

Fuente de Información	Caracterización Socioeconómica			
	Cas 1 (kWh/mes)	Cas 2 (kWh/mes)	Cas 3 (kWh/mes)	Consumo Promedio Mensual (kWh/mes)
Según evaluación original de FRONTEL	35	35	40	35,65 (1)
Según evaluación UTER-SERPLAC	35	35	40	35,65 (1)
Consumos Históricos Reales	-	-	-	33,26 (2)

Nota 1: Este valor corresponde al promedio ponderado en base a la cantidad de beneficiarios por tipo de CAS y su consumo estimado.

Nota 2: Este valor corresponde al promedio de los consumos reales de los beneficiarios desde que se inició el proyecto hasta agosto del 2002, según lo informado por FRONTEL.

Como se puede apreciar, los consumos estimados por la UTER-SERPLAC para el cálculo de los subsidios se asemejan a los valores de consumos reales reportados por FRONTEL en la fila "Consumos Históricos Reales", por lo que existe, a la fecha, una coherencia en las proyecciones realizadas en el proyecto original.

#### **4.2.2 Evolución del Consumo**

El análisis del consumo promedio no es suficiente, y puede inducir a error, dado que el proyecto no dura 5 años, sino 30. Por ello resulta fundamental analizar el comportamiento evolutivo del consumo.

Con el objeto de visualizar este efecto, se graficaron los consumos promedio reales por usuario, obtenidos a partir de la facturación histórica, y también el consumo mensual total del proyecto, con el objeto de visualizar su tasa de crecimiento, y comprobar si se acerca al 0% considerado en la evaluación y se pudo concluir lo siguiente:

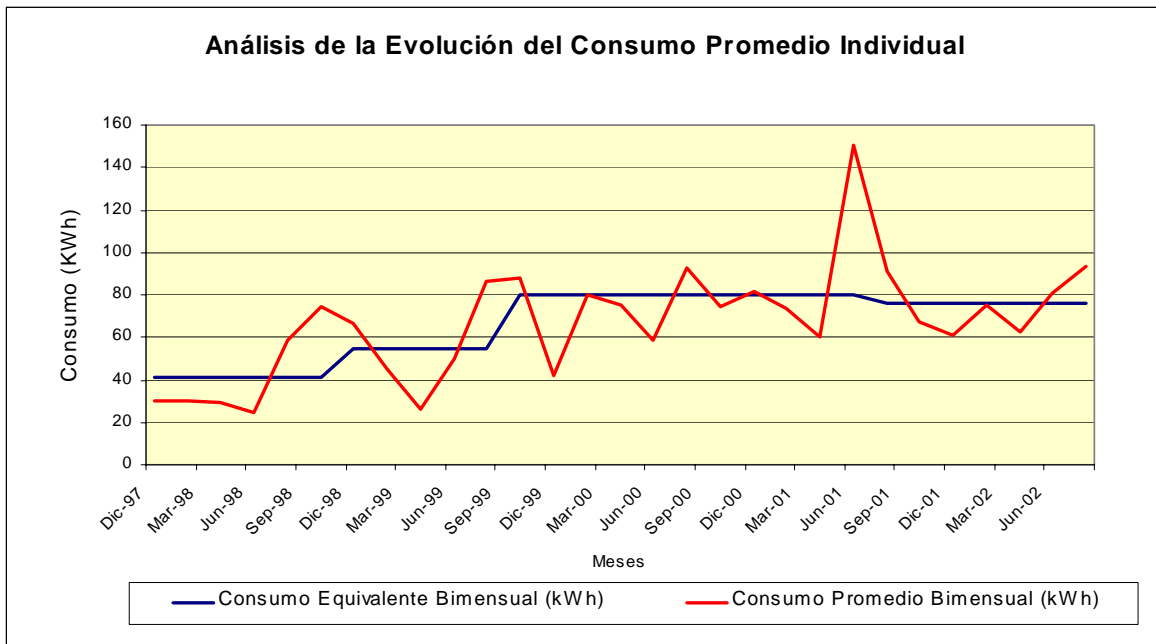
- La forma de la curva de consumos históricos es irrelevante, ya que sólo refleja el comportamiento de las declaraciones de los usuarios y las lecturas mínimas de validación que hace FRONTEL.
- Producto de lo anterior, una evaluación de la tasa de crecimiento del consumo en base a herramientas estadísticas como cálculo de las tendencias (curva que se aprecia en el gráfico) sobre series desestacionalizadas, o el método de mínimos cuadrados no tendría mayor sentido, ya que los datos no son confiables ni adecuados.
- Los únicos datos de consumo fiables son los que corresponden a lecturas realizadas por FRONTEL. Sin embargo, no se sabe con certeza en qué meses realizó dichas lecturas la empresa, pero nos inclinamos fuertemente a pensar que los aparentes "peak de consumo" en el gráfico corresponden a lecturas efectivamente realizadas por la empresa eléctrica.

Teniendo presente lo anterior, se propone un método que permitiría evaluar un “proxy” de la tasa real de crecimiento con los datos existentes.

El método consiste en tomar algunos meses de lecturas confiables y la primera lectura disponible. Si se supone que todos los medidores partieron de cero, que empezaron a consumir más o menos al mismo tiempo, y que inicialmente los consumidores no habían subdeclarado los consumos, es posible deducir un consumo mensual equivalente, entre dos meses de lecturas confiables.

Los resultados se pueden apreciar en Gráfico N° 3.

**Gráfico N° 3 (1)**



NOTA 1: El análisis corresponde a consumos bimensuales.

El resultado muestra que los consumos, para aquellos periodos definidos por puntos donde efectivamente, en opinión del consultor, se tomaron lecturas, tienen un crecimiento, no siendo el caso del último periodo, el cual presenta un pequeño decrecimiento en el consumo. Esto se puede explicar por el hecho de que se trataría de consumos informados por los propios usuarios y por lo tanto estarían subdeclarados.

Si se analizan los tres primeros periodos, es evidente la existencia de un crecimiento en el consumo, por lo que la hipótesis de que los consumos individuales se mantienen en el tiempo no parece plausible. Los valores obtenidos fueron de 41,1 KWh **bimensual** para el primer escalón, 54,8 KWh para el segundo, y 79,7 KWh para el tercero. Es decir, entre el primer período de consumo equivalente y el segundo existió un crecimiento del consumo equivalente de un 33%, mientras que entre el segundo periodo y el tercero existió un crecimiento equivalente a un 45%.



Como conclusión de este análisis se puede decir que aun cuando el consumo promedio considerado para la evaluación es razonable, al revisar la estadística de los primeros cinco años, este promedio, que arroja 33 Kwh mensuales, se descompone en 20,6 Kwh en un primer año, 27,4 Kwh para el segundo año y alrededor de 40 Kwh para los tres años siguientes.

Finalmente y como complemento del análisis, la experiencia del Consultor indica que en general el comportamiento del consumo eléctrico sigue el siguiente patrón:

- Bajos consumos durante los 2 o 3 primeros años, donde se supone que el usuario aprende a usar la electricidad.
- Un crecimiento exponencial durante los siguientes 2 o 3 años, dado que una vez que aprende a utilizar la electricidad, el usuario intensifica su consumo de manera importante.
- Estabilización del consumo, con un crecimiento menor a partir de los años siguientes.

Tal como se mencionó anteriormente, es necesario señalar que el leve decrecimiento del consumo en el cuarto periodo podría estar distorsionado por no tratarse de lecturas reales.

#### 4.2.2.1 Consumo Medio de Largo Plazo

Tal como se concluyó en el punto anterior, se observa un efecto de aprendizaje entre los beneficiarios, que aumentan su consumo medio en los primeros años de electrificación, posiblemente debido al reemplazo de aparatos de combustión por equipamiento eléctrico. Dicho efecto se puede ver en el Cuadro N° 7, y en el gráfico 3. Sin embargo, se cree que para los años posteriores a este efecto de aprendizaje, el crecimiento del consumo medio podría acercarse asintóticamente a 0. Esto se traduce en consumos que crecen rápidamente y que luego se estabilizan en un plazo de 2 a 5 años.

**Cuadro N° 7  
Evolución Consumos Promedio Proyecto Puralaco**

	Unidad	1998	1999	2000	2001	2002
Consumo Medio	KWh/hogar-mes	20,6	30,2	35,3	43,7	37,3
Beneficiarios con Consumos Reportados	Nº	129	138	140	143	145
Interpolación Beneficiarios	Nº	161	171	174	178	181
Consumo Total	KWh	39.799	61.691	73.685	93.304	81.016

- Consumo medio es el consumo medio mensual de los usuarios conectados entre fines de diciembre de un año y fines de octubre del año siguiente. (facturación bimensual)

- Beneficiarios con consumos reportados es el número de usuarios promedio en cada año que aparecen en las estadísticas de consumo de Frontel. Cabe hacer presente que el número de beneficiarios con consumos reportados es inferior a los beneficiarios reales, debido a que Frontel no fue capaz de entregar una base de datos que incorpore la todos los beneficiarios.
- Intrapolación de beneficiarios. Conociendo que inicialmente había 161 usuarios, según documento de puesta en servicio y que actualmente hay 181, se calcularon los valores que resultan de distribuir linealmente las diferencias iniciales y finales, siguiendo la misma tendencia de los consumos reportados, entre los años 1999 y 2001.
- Consumo total es el producto entre el consumo medio y los beneficiarios extrapolados para 12 meses.

**Cuadro N° 8**  
**Consumo Medio Estabilizado y Crecimiento Medio Anual de Número de Beneficiarios**

Consumo medio estabilizado (KWh/hogar-mes)		38,8
Crecimiento medio anual del n° de beneficiarios		2,97%

En el Cuadro N° 8 se muestra el consumo medio estabilizado por cada usuario, que corresponde al promedio de los consumos medios de los tres últimos años disponibles (2000 – 2003) y que sería el techo del consumo medio, una vez que ha terminado el efecto de aprendizaje. Se debe adoptar el promedio, ya que como se mencionó, existe una distorsión en las lecturas reportadas por Frontel, especialmente la de junio de 2001, que sólo puede ser razonablemente suavizada usando valores promedio. Con estos supuestos, se obtiene que una vez que se estabilizan los consumos en el sector, la demanda anual sería de 38,8 KWh/hogar-mes en 181 hogares, lo que daría un consumo anual de 84.274 KWh anuales. Este es el valor del consumo anual que se utiliza en la evaluación a partir del año 6 en adelante. Para los años anteriores, la evaluación se realizó utilizando los consumos totales calculados en el Cuadro N° 9.

Cabe señalar que el valor de 38,8 KWh/mes-hogar es muy similar a los 37,7 KWh/mes-hogar que resultan de calcular el promedio ponderado de los consumos de los usuarios CAS 1-5.

Además, se reporta la tasa media de crecimiento del número de usuarios para los primeros años de operación del proyecto, que reflejaría la velocidad con que las familias rezagadas se incorporan al proyecto después de la inauguración. Una vez que se alcanza la totalidad de los usuarios potenciales, la tasa de crecimiento del número de usuarios relevante es la de crecimiento de la población, que en el caso de la Comuna de Toltén fue de -0,62% anual entre 1992 y 2002. Para la evaluación ex-post del proyecto de utilizó una tasa de 0% desde el 2002 en adelante, más consistente con

A modo de conclusión hay que señalar que la evolución de los consumos reales de Puralaco, coincide en forma muy cercana a una curva del tipo logística, al estilo de la regresión, que se ha propuesto introducir en la nueva metodología actualmente en análisis en MIDEPLAN.

### 4.2.3 Cantidades de Obras

Se llevó a cabo una comparación respecto de los principales ítems o componentes del proyecto. Para ello, se definió que la comparación se realizaría respecto de las cantidades (en unidades o kilómetros según corresponda), de las siguientes partidas:

- Línea de Media Tensión, MT
- Línea de Baja Tensión, BT (con Postación Adicional y con Postación de M.T. Común)
- Subestaciones de 5 KVA
- Subestaciones de 10 KVA
- Instalaciones interiores

La información utilizada corresponde a la que proporcionaron la empresa FRONTEL y la SERPLAC de la IX Región, las cuales fueron constatadas con las obtenidas por FOCUS en la visita a terreno.

Los resultados de este análisis comparativo se muestran en el Cuadro N° 9.

**Cuadro N° 9  
Análisis Comparativo de Cantidades Físicas**

Item	Unidad	CANTIDAD DE MATERIALES			
		FRONTEL INICIAL	EVALUACIÓN EX-ANTE UTER-SERPLAC (Co)	EVALUACIÓN EX-POST INST. REAL 131 CLIENTES (Cr131)	EVALUACIÓN EX-POST INST. REAL 161 CLIENTES (Cr161)
Línea M.T.	Km	22,5	22,5	23.2	23.2
Línea B.T. Con postes de 8,7 mt.	Km	17,2	22,7	22	23,4
Línea B.T. Postación M.T. Común	Km	8,4	0	8.8	9,3
S.E. 5.0 KVA	Unid	24	24	24	23
S.E. 10.0 KVA	Unid	0	0	3	3
Instalación Interior	Unid	131	131	131	161

- Las cantidades FRONTEL inicial corresponden a las cantidades consideradas en la evaluación realizada por esta empresa al momento de postular el proyecto
- Las cantidades UTER-SERPLAC corresponden a las cantidades originalmente estimadas en la evaluación ex - ante.
- La Instalación Real 131 Clientes, corresponde a las cantidades imputables a los 131 beneficiarios.

- La Instalación Real 161 Clientes, corresponde a las cantidades reales finalmente ejecutadas para los 161 beneficiarios, incorporando a las 30 familias adicionales que se inscribieron entre la fecha de evaluación y la puesta en marcha.

Estas estimaciones se realizaron considerando que existe un documento de fecha agosto de 1996 (es decir dos meses después de la aprobación de MIDEPLAN) solicitando la conexión de 27 familias de Puerto Esperanza en una extensión de 2 km. En el mismo documento existe un croquis reportando familias que no se inscribieron en esa fecha, y que pueden dar cuenta de las tres conexiones adicionales. Luego, se consideró lo siguiente:

- Para las líneas MT, se supuso que se deben en un 100% a errores en la estimación original<sup>5</sup>, ya que son de mayor costo. Además los 2 km. adicionales se pueden hacer en BT.
- Se consideró que los 2 km. de línea necesarios para conectar a las nuevas familias eran BT. Además se consideró que utilizaban postación común en un 28% de los casos, que es la proporción global del proyecto.
- La diferencia en líneas BT no explicada por el efecto anterior se asignó a errores de estimación en el proyecto original. En este caso, se habría considerado un exceso de 0,69 km. de línea BT en postes nuevos y un déficit de 8,76 km. de línea BT en postación común.
- En el caso de las subestaciones, se calculó originalmente una capacidad de 0,92 KW por beneficiario, mientras que la capacidad final del proyecto resultó ser de 0,9 KW por beneficiario. Debido a la poca variación entre ambos índices, se consideró que la totalidad de la diferencia en el número de subestaciones se debe a los 30 usuarios adicionales.
- Las instalaciones interiores obviamente se explican por los 30 nuevos usuarios.

Las diferencias de acuerdo a cada partida se aprecian en el Cuadro N° 10, donde se ha considerado una base igual a 100 para la evaluación ex-ante.

---

<sup>5</sup> Al decir errores en la estimación original, el Consultor se refiere a que dado que los proyectos se evalúan inicialmente sobre la base de diseños de ingeniería a nivel de perfil o pre - factibilidad, al momento de la ejecución del proyecto se identifican diferencias en la topología del proyecto que se pueden atribuir a errores de estimación o ajustes del proyecto real.

**Cuadro N° 10**  
**Análisis Comparativo de Cantidades Físicas**  
**(Proyecto Base: Evaluación Ex-ante UTER-SERPLAC= 100)**

Item	Unidad	CANTIDAD DE MATERIALES			
		FRONTEL INICIAL	EVALUACIÓN EX-ANTE UTER-SERPLAC	EVALUACIÓN EX-POST INST. REAL 131 CLIENTES (Cr131)	EVALUACIÓN EX-POST INST. REAL 161 CLIENTES (Cr161)
Línea M.T.	Km	100	100	103	103
Línea B.T. Con postes de 8,7 mt.	Km	76	100	97	103
Línea B.T. Postación M.T. Común	Km	S/I	100	S/I	S/I
S.E. 5.0 KVA	Unid	100	100	100	96
S.E. 10.0 KVA	Unid	S/I	100	100	S/I
Instalación Interior	Unid	100	100	100	123

En línea MT no hay mayores diferencias entre lo ex-post y lo ex -ante.

Considerando las cantidades totales de línea de baja tensión se aprecia que la evaluación ex-post Inst. Real 131 Clientes es un 44% superior a la evaluación ex-ante UTER, considerada para análisis por SERPLAC. La explicación de ello es que este proyecto fue evaluado bajo el supuesto de contar con 131 beneficiarios originalmente, sin embargo al momento de la inauguración existían 161 empalmes conectados, lo cual trajo como consecuencia una mayor longitud de línea de baja tensión.

#### **4.2.4 Costos Unitarios de Inversión**

El análisis de los costos unitarios se centró en costear las principales partidas definidas en el punto anterior.

En el caso de los costos utilizados por la empresa FRONTEL en su evaluación original, fueron expresados en Unidades de Fomento (UF). Este mismo procedimiento se aplicó en el caso de los costos utilizados por la UTER-SERPLAC en su evaluación ex-ante.

A diferencia de lo anterior, el Consultor para estimar los costos unitarios asociados a las partidas antes mencionadas, trabajó con información propia de precios unitarios de materiales. Específicamente se trabajó con una base de datos que disponía el consultor con precios de la empresa DIPREL, correspondientes al mes de julio de 1995. La decisión de utilizar esta base de datos se justifica por el hecho de que los precios incluidos son de una fecha relativamente cercana a los utilizados por las evaluaciones ex-ante (tanto de FRONTEL como de la UTER - SERPLAC), evitándose que con ello se produzcan mayores distorsiones en los precios, producto de indexaciones para un mayor número de años. Es decir, se optó por tomar la base de datos del año 1995 y no la actual, por cuanto indexar precios con diferencia de 5 años (1997-2002) tiene una mayor distorsión que indexar precios con diferencias de 2 años (1995-1997).

De esta manera, se trabajó con precios unitarios de materiales bases puestos en la zona del proyecto, con excepción de los postes, las subestaciones y las líneas, los cuales son puestos en Santiago, por lo cual, se agregó el costo de flete y bodegaje a los lugares de emplazamiento. **No se descontó las economías de escala que naturalmente obtienen las empresas eléctricas.(Nota del revisor)**

Adicionalmente, se incorporó el costo en mano de obra o montaje, el cual fue corregido con una factor de 15% extra para representar el aumento de este costo por tratarse de proyectos aislados y de difícil accesibilidad. Los principales ítems considerados en esta etapa fueron:

- Costo en mano de obra calificada, semi-calificada y no calificada
- Cantidad y tipo de postes
- Cantidad y tipo de subestaciones
- Cantidad y tipo de cables
- Cantidad y tipo de crucetas
- Cantidad y tipo de anclajes y Tirantes
- Cantidad y tipo de obras adicionales relacionadas

#### 4.2.4.1 Comparación de Costos Unitarios de Inversión: FRONTEL Inicial, Evaluación Ex-ante UTER-SERPLAC y Evaluación Ex-post FOCUS

En el Cuadro Nº 11 se presenta una comparación de los costos unitarios correspondientes a la evaluación original realizada por FRONTEL (ver Anexo I.2 “Evaluación del Proyecto Puralaco presentada por FRONTEL”), a la evaluación original realizada por la UTER-SERPLAC (Ver Anexo I.1 “Evaluación del Proyecto Puralaco elaborada por UTER para SERPLAC”) y finalmente los costos estimados por el consultor en base a su lista de precios.

**Cuadro Nº 11  
Comparación de Costos Unitarios.**

Item	COSTO UNITARIOS EN UF			
	Unidad	FRONTEL INICIAL	EVALUACIÓN EX-ANTE UTER-SERPLAC	EVALUACIÓN EX-POST FOCUS
Línea M.T.	UF/Km	228,3	198	187,2
Línea B.T. Con postes de 8,7 mt.	UF/Km	225,7	155,4	158,6
Línea B.T. Postación M.T. Común	UF/Km	63,2	0	32,8
S.E. 5.0 KVA	UF/Unid	49,4	42,9	58,5
S.E. 10.0 KVA	UF/Unid	S/I	S/I	63,7
Instalación Interior	UF/Unid	5,6	7,2	7,6

Las diferencias de acuerdo a cada partida se aprecian en el Cuadro N° 12, donde se ha considerado una base igual a 100 para el proyecto evaluado ex-ante por la UTER-SERPLAC.

**Cuadro N° 12**  
**Comparación de Costos Unitarios**  
**(Proyecto Base: Evaluación Ex-ante UTER- SERPLAC)**

Item	COSTO UNITARIOS EN UF			
	Unidad	FRONTEL INICIAL	EVALUACIÓN EX-ANTE UTER-SERPLAC	EVALUACIÓN EX-POST FOCUS
Línea M.T.	UF/Km	115	100	95
Línea B.T. Con postes de 8,7 mt.	UF/Km	145	100	101
Línea B.T. Postación M.T. Común	UF/Km	S/I	100	S/I
S.E. 5.0 KVA	UF/Unid	115	100	137
S.E. 10.0 KVA	UF/Unid	S/I	100	S/I
Instalación Interior	UF/Unid	77	100	105

Del cuadro anterior, es posible observar lo siguiente:

- Respecto de las líneas MT: se observa que existe similitud entre los costos unitarios presentados por la UTER a SERPLAC con los costos unitarios que estimó el Consultor. Se aprecia una diferencia importante entre estos costos unitarios y los utilizados por la empresa FRONTEL, los cuales son 15% más altos; sin embargo dado que es la SERPLAC quien realiza la evaluación para entregar el subsidio, no generaría conflictos el que los precios de la empresa sean superiores.
- Respecto de las líneas BT: En este caso los costos unitarios de la evaluación ex-ante UTER-SERPLAC son los más bajos, para el caso de postación de 8.7 mt, pero esta evaluación no considera líneas de baja tensión con postación común con media tensión. Las diferencias entre FRONTEL y FOCUS son de un 43% superior para la línea B.T. con postación y de un 95% en el caso de la línea B.T. con postación M.T. común, ambas para el caso de Frontel.
- Respecto de los costos de las sub – estaciones: el único caso comparable es el de las de 5 KVA, donde los costos unitarios que estimó el Consultor son de un 37% más alto que los utilizados por UTER-SERPLAC. La diferencia entre FOCUS y FRONTEL es de un 15 % superior en el caso de FRONTEL.
- Respecto de las instalaciones interiores: los costos utilizados por IUTER-SERPLAC y los costos estimados por el Consultor aparecen bastante parejos. Los costos utilizados por la empresa son de alrededor de un 23% más bajos comparados con los anteriores.

La comparación de los costos totales del proyecto según las tres fuentes antes individualizadas no es posible de llevar a cabo por cuanto se trata de proyectos distintos donde en el caso final se atiende a 161 beneficiarios con una longitud de redes mayor en comparación con el proyecto original que contemplaba tan solo 131 beneficiarios. Este aspecto se abordará en profundidad al momento de realizar la evaluación ex-post del proyecto.

#### 4.2.4.2 Comparación de Costos Unitarios de Inversión: Evaluación Ex-ante UTER-SERPLAC y Evaluación Ex-post Focus

Debido a que es SERPLAC quien realiza la evaluación para entregar el subsidio, se compararon los vectores de precios considerados por la evaluación ex-ante de la UTER -SERPLAC y los precios estimados del consultor<sup>6</sup> que serán utilizados en la evaluación ex-post. Desglosando estos precios unitarios entre materiales y mano de obra, ya que esta distinción es necesaria para realizar posteriormente las evaluaciones ex-ante y ex-post, se tienen los siguientes resultados:

**Cuadro N° 13**  
**Comparación de Precios Unitarios Proyecto Puralaco**

Item	COSTOS UNITARIOS EN UF						
	Unidad	EVALUACIÓN EX-ANTE UTER/ SERPLAC			EVALUACIÓN EX-POST FOCUS		
		Materiales (Pmo)	Mano de Obra (Plo)	Total (Po)	Materiales (Pmf)	Mano de Obra (Plf)	Total (Pf)
Línea M.T.	UF/Km	140,2	57,8	<b>198</b>	131,5	55,7	<b>187,2</b>
Línea B.T. Con postes de 8,7 mt.	UF/Km	112,2	43,3	<b>155,5</b>	108	50,6	<b>158,6</b>
Línea B.T. Postación M.T. Común	UF/Km	S/I	S/I	<b>S/I</b>	25,9	6,9	<b>32,8</b>
S.E. 5.0 KVA	UF/Unid	32,0	10,8	<b>42,8</b>	53,5	5,1	<b>58,6</b>
S.E. 10.0 KVA	UF/Unid	S/I	S/I	<b>S/I</b>	58,7	5,1	<b>63,8</b>
Instalación Interior	UF/Unid	5,8	1,4	<b>7,2</b>	6,4	1,2	<b>7,6</b>

En el cuadro N° 13 se observa que los precios de la evaluación ex-ante UTER-SERPLAC son similares a los de la evaluación ex-post, con la excepción de las subestaciones de 5 KVA, que tienen una variación de 37% en la estimación del consultor.

<sup>6</sup> Son precios referenciales con el objeto de poder llevar a cabo la evaluación.



#### 4.2.5 Precio de la Energía para el Beneficiario

El análisis comparativo para el precio de la energía se realizó sobre la base de la siguiente información:

- Información de precios contenida en la Evaluación Inicial de FRONTEL. Ver Anexo I.2: “Evaluación del Proyecto Puralaco presentada por FRONTEL”;
- Información de precios contenida en la evaluación de la UTER-SERPLAC.
- Información de precios obtenida en las boletas de facturación obtenidas en terreno. Ver Cuadro N° 11. En este caso el valor es representativo dado que por lógica la empresa debiera cobrarle a todos los usuarios una tarifa similar.

Los resultados se presentan en el Cuadro N° 14.

**Cuadro N° 14**  
**Precios de la Energía Proyecto Puralaco**

<b>Caso</b>	<b>C. Fijo (\$/mes)</b>	<b>C. Variable (\$/kWh/me)</b>
Según evaluación original de FRONTEL	850	60,0
Según evaluación ex-ante UTER-SERPLAC	850	60,0
Según Boletas de Facturación	800	74,1

Como se puede observar, en el caso del cargo fijo, éste es levemente superior en los casos proyectados que en los reales, sin embargo en el caso del cargo variable la situación es exactamente al revés.

Al respecto es importante mencionar que el cargo variable por energía se compone por el valor del precio de nudo más el cargo por Valor Agregado de Distribución (VAD). En el primer caso, el valor del precio de nudo se calcula 2 veces al año en los meses de abril y octubre, mientras que el VAD se fija cada cuatro años. Esto hace que las tarifas varíen permanentemente y no puedan ser manipuladas por la empresa.

De acuerdo con lo anterior, los valores considerados en la evaluación para este parámetro son meramente indicativos y su variación no dependerá directamente de las condiciones del proyecto, como tampoco de arbitrariedades de la empresa.

#### 4.2.6 Costo de la Energía en el Punto de Retiro.

La comparación del costo de la energía y la potencia en el punto de retiro tienen un objetivo más bien referencial dado que estos precios son regulados, lo que impide su manipulación. Es decir su situación es idéntica a la de los precios de la energía a usuarios finales.

Considerando que ambos costos son relevantes para la evaluación, a continuación se realiza una comparación entre los precios considerados en la evaluación original del proyecto con los costos que estos ítems tienen actualmente.

El costo actual se obtuvo, por un lado, del Informe Técnico de Fijación de Precios de Nudo que elabora la Comisión Nacional de Energía para el nudo de Temuco, y por otro del valor que entrega FRONTEL en la evaluación que realiza en el año 2002 para el proyecto.

El análisis comparativo arrojó los resultados que se muestran en el Cuadro N° 15.

**Cuadro N° 15  
Precios de Potencia y Energía.**

Caso	P. Potencia (\$/Kwh.)	P. Energía (\$/Kwh.)
Según evaluación original de FRONTEL	2.619	13,46
Según evaluación ex-ante UTER-SERPLAC	2.850	16
Informe Precio Nudo CNE, Abril 2002	3.397	15,52

#### **4.2.7 Pérdidas por Energía y Potencia.**

Las pérdidas de energía se calcularon considerando que, según lo informado por la empresa FRONTEL, sus pérdidas son de un 13,5% por energía y un 15% por potencia. Suponiendo que la empresa tiene un 70% de sus clientes rurales, se deduce que las pérdidas en circuitos rurales es de un 16% en energía y un 18% en potencia. Estos valores se comparan con el 29,9% de pérdidas de energía y 29,2% en la potencia que supone la SERPLAC en la evaluación base. Este cálculo se realiza obteniendo el promedio ponderado de las pérdidas rurales y la las pérdidas urbanas. Con ello, dado que se tiene las pérdidas totales y se supone que las pérdidas urbanas eficientes deberían ser de un 7% más o menos, es posible determinar las pérdidas rurales.

#### **4.2.8 Potencia Instalada.**

En este caso se modifica la potencia instalada haciéndola variar un 25%, 50% y 100%, los resultados en el Van Privado y en el Van social se modificarían según el siguiente cuadro.

**Cuadro Nº 16**  
**Potencia Instalada**

Potencia instalada en KW	Variación % Potencia	Variación VAN Privado (\$)	Variación VAN Privado (%)	Variación VAN Social (\$)	Variación VAN Social (%)
0,3	0%	- 84.211	0%	177.395	0%
0,4	25%	- 87.342	- 3,7%	174.269	1,8%
0,5	50%	- 90.373	- 7,3 %	171.249	3,5%
0,6	100%	- 93.397	- 10,9 %	168.238	5,2%

Por lo tanto, las mayores potencias consideradas en el proyecto tienen un impacto menor en el cálculo del subsidio, así como en el de los indicadores sociales. Esto se debe a que los ingresos por ventas de energía son bajos comparados con los montos de inversión.

## 5. EVALUACIÓN EX-POST PROPIAMENTE TAL

### 5.1 Metodología de Evaluación Ex Post

El análisis ex-post de la evaluación de cada proyecto se basó en detectar los parámetros que impactan más fuertemente la evaluación social y privada de los proyectos y, por ende, en el cálculo de los subsidios.

Este análisis se realizó sensibilizando las variables que inciden en el resultado de la evaluación, y que al mismo tiempo son susceptibles de mejoras en su metodología de predicción.

Debido a lo anterior, se determinó que las variables más importantes a sensibilizar son:

- Número de beneficiarios
- Consumo medio de los clientes
- Costo unitario de los ítems de inversión
- Cantidades de obras invertidas
- Inversión Total
- Pérdidas de Energía y Potencia

Además se analizó el hecho de que haya variado la cantidad de beneficiarios con que se evaluó el proyecto respecto del número de beneficiarios que efectivamente se conectó a la red al momento de la inauguración del proyecto. Esto explica también que las cantidades de obras finalmente construidas son mayores que las consideradas en la evaluación ex-ante original de la UTER-SERPLAC.

En virtud de lo anterior, se ha adoptado la convención de realizar las evaluaciones considerando la cantidad de usuarios originales y las inversiones asociadas a dichos usuarios. Además, se realizó el mismo ejercicio anterior para la cantidad de usuarios que realmente se conectó en la fecha de inauguración del proyecto.

Por último, conviene acotar que se reprodujeron los cuadros de evaluación ex-ante de UTER-SERPLAC, utilizando los supuestos base de la fecha de evaluación, y traspasando los costos de Pesos \$ a UF(\*\*) Ello Los resultados obtenidos permiten reproducir los indicadores de rentabilidad social y privada reportados en la ficha EBI del proyecto.

A continuación en el Cuadro N° 19 se presentan las diversas evaluaciones comparadas para el proyecto Puralaco, numeradas de 1 a 8, donde cada evaluación corresponde a lo siguiente:

---

(\*\*). Nota del revisor: Hay error de estimación, por cuanto el análisis ex ante se realiza con pesos moneda EBI, correspondiente al 31 de diciembre del año anterior a la fecha de evaluación.

- **Evaluación N° 1 Ex-ante:** es la base de comparación correspondiente a la Evaluación Ex-ante UTER-SERPLAC.
- **Evaluación N°2 Ex-post incluyendo el efecto de la variación de todas las variables,** es decir, reemplaza los parámetros de número de beneficiarios, tasa de crecimiento del consumo medio, montos totales de inversión y pérdidas de energía y potencia con información ex post. Es decir, se hace una reevaluación del proyecto con toda la información que el consultor pudo recopilar y que no estaba disponible a la fecha de la Evaluación N° 1.

Las siguientes evaluaciones modifican de manera aislada sólo un parámetro, y en algunos casos el efecto combinado de dos de ellos. El propósito es medir la variación de los indicadores de rentabilidad del proyecto frente a la modificación de cada parámetro. De esa manera se tiene las siguientes evaluaciones:

- **Evaluación N° 3 Ex-post incluyendo sólo el efecto del mayor N° de Beneficiarios conectados en la Puesta en Servicio:** considera todos los parámetros originales de la evaluación de la UTER-SERPLAC, pero reemplaza el número de beneficiarios originales por los que efectivamente se conectaron el día de la puesta en marcha. En este caso se considera que los beneficiarios adicionales requieren de inversiones marginales y que pagan el aporte que les corresponde.
- **Evaluación N° 4 Ex-post incluyendo el efecto de la variación en los Beneficiarios y sus Consumos Totales:** es idéntica a la anterior, pero además considera los consumos reales de los beneficiarios desde la puesta en marcha hasta el presente. Para los consumos futuros, se supuso que el consumo total se mantiene constante, compatible con las estadísticas de crecimiento de cada comuna.
- **Evaluación N° 5 Ex-post incluyendo sólo el efecto de la variación en los Costos Unitarios:** considera todos los parámetros originales de la evaluación de la UTER-SERPLAC, pero reemplaza los precios de la UTER-SERPLAC por los precios propuestos por el consultor
- **Evaluación N° 6 Ex-post incluyendo sólo el efecto de la variación en las Cantidades de Obras:** considera todos los parámetros originales de la evaluación de la UTER-SERPLAC, pero reemplaza las cantidades de obra de la UTER-SERPLAC por las cantidades de obra reales construidas para los usuarios originalmente considerados por la UTER-SERPLAC.
- **Evaluación N°7 Ex-post incluyendo el efecto de la variación en la Inversión Total:** considera todos los parámetros originales de la evaluación de la UTER-SERPLAC, pero reemplaza los precios de la UTER-SERPLAC por los precios propuestos por el consultor y las cantidades de obra de la UTER-SERPLAC por las cantidades de obra reales construidas para los usuarios originalmente considerados por la UTER-SERPLAC.
- **Evaluación N°8 Ex-post incluyendo sólo el efecto de la variación en las Pérdidas de Energía y Potencia:** considera todos los parámetros originales de la evaluación de la UTER-SERPLAC, pero reemplaza los porcentajes de pérdidas de energía y potencia originales por las pérdidas calculadas por el consultor.

**Cuadro Nº 17: Evaluaciones Realizadas con sus Alternativas de Variación Proyecto Puralaco**

VARIABLES	EVALUACION EX-ANTE	EVALUACIONES EX - POST (ALTERNATIVAS DE VARIACION)						
	Nº1 Original UTER – SERPLAC	Nº2 Variación de todas las variables: Consumo, Inversión y Pérdidas	Nº 3 Solo Variación de Benef. Conectados en Puesta en Servicio	Nº4 Solo Variación de Beneficiarios y Consumo Total	Nº 5 Solo Variación de Costos Unitarios de Inversión	Nº 6 Solo Variación de Cantidades de Obra	Nº 7 Solo Variación de Inversión Total	Nº 8 Solo Variación de Pérdidas Energía y Potencia
Nº Beneficiarios (N)	131 + 1% anual	161 - 181	161 - 181	161 + 1% anual	131 + 1% anual	131 + 1% anual	131 + 1% anual	131 + 1% anual
Consumos Medios Mensuales <sup>7</sup> (KWh/hogar-mes)	CAS 1: 35 CAS 2: 40 CAS 3: 50,1	- años 1 – 5: Consumos reales - año 6 en adelante: 38,8	CAS 1: 35 CAS 2: 40 CAS 3: 50,1	- años 1 – 5: Consumos reales - año 6 en adelante: 38,8	CAS 1: 35 CAS 2: 40 CAS 3: 50,1	CAS 1: 35 CAS 2: 40 CAS 3: 50,1	CAS 1: 35 CAS 2: 40 CAS 3: 50,1	CAS 1: 35 CAS 2: 40 CAS 3: 50,1
Precios Unitarios (P)	Precios Original Po	Precios Focus Pf	Precios Original Po	Precios Original Po	Precios Focus Pf	Precios Original Po	Precios Focus Pf	Precios Original Po
Cantidades de Obra ( C )	Original Co	Real para 161 Ben	Real para 161 Ben	Original Co	Original Co	Real asignada a 131 Ben.	Real asignada a 131 Ben.	Original Co
Inversión Total (UF)	Po x Co = 9.941	Pf x Cr161= 11.118	Po x Cr161= 10.871	Po x Co= 9.941	Pf x Co = 10.198	Po x Cr131= 10.265	Pf x Cr131= 10.512	Po x Co = 9.941
Pérdidas de Energía y Potencia	29,9 % 29,2 %	16 % 18 %	29,9 % 29,2 %	29,9 % 29,2 %	29,9 % 29,2 %	29,9 % 29,2 %	29,9 % 29,2 %	16 % 18 %

<sup>7</sup> El valor para CAS 3 corresponde al promedio de consumos de los casos CAS 3, CAS 4 y CAS 5 ponderados por la cantidad de beneficiarios en cada tipo.

## 5.2. Inversión Total Considerada En Cada Evaluación

La variación en los montos de inversión de cada evaluación corresponde al producto entre los vectores de cantidades de obras y de precios presentados en los puntos 3.3.3 y 3.3.4, respectivamente. En los casos en que el precio de la SERPLAC no existía o no se consideraba por no estar el ítem incluido, se lo reemplazó por el precio de FOCUS, que es la mejor aproximación disponible. Utilizando los datos anteriores, se tienen los siguientes escenarios de inversión:

**Cuadro N° 18**  
**Comparación Montos de Inversión Proyecto Puralaco**

Item	Montos de Inversión Privada considerados en cada evaluación (UF)					
	Evaluación N° 1, 4 y 8	Evaluación N° 2	Evaluación N° 3	Evaluación N° 5	Evaluación N° 6	Evaluación N° 7
Línea M.T.	4.445	4.339	4.590	4.203	4.590	4.339
Línea B.T. Con postes de 8,7 mt.	3.523	3.713	3.638	3.595	3.416	3.486
Línea B.T. Postación M.T. Común	0	306	306	0	287	287
S.E. 5.0 KVA	1.030	1.346	987	1.404	1.030	1.404
S.E. 10.0 KVA	0	191	191	0	0	0
Instalación Interior	943	1.224	1.159	996	943	996
<b>Total Inversión</b>	<b>9.941</b>	<b>11.118</b>	<b>10.871</b>	<b>10.198</b>	<b>10.265</b>	<b>10.512</b>
<b>Variación resp. Caso base (%)</b>	-	<b>11,8%</b>	<b>9,4%</b>	<b>2,6%</b>	<b>3,3%</b>	<b>5,7%</b>
<b>Variación resp. Caso base (UF)</b>	-	<b>1.178</b>	<b>930</b>	<b>257</b>	<b>325</b>	<b>571</b>

- En las evaluaciones N° 1, 4 y 8 se usa precios y cantidades de la evaluación ex-ante UTER-SERPLAC, es decir, usando las claves de los cuadros N° 9 y 13, sería  $P_o \times C_o$ , y es el monto de inversión que se utiliza en la evaluación ex-ante realizada por la UTER-SERPLAC.
- En la evaluación N° 2 se considera el cambio en todas las variables (consumo, inversión y pérdidas), corresponde a la inversión con el efecto total, es decir a precios ex-post Focus y con las cantidades de obras corregidas para 161 beneficiarios ( $P_f \times Cr_{161}$ ). Permite medir el **efecto total de las desviaciones** en el cálculo de la inversión.
- En la Evaluación N° 3 se considera el cambio en los Beneficiarios conectados en Puesta en Marcha. Corresponde a la inversión a precios SERPLAC y con las cantidades corregidas para 161 beneficiarios ( $P_o \times Cr_{161}$ ). Permite medir el efecto de las variaciones en las cantidades considerando que además se incorporaron nuevos usuarios después de realizada la evaluación.
- En la Evaluación N° 5 se considera el cambio en los costos unitarios, es decir, considera la inversión utilizando las cubicaciones de la SERPLAC y los precios ex -post FOCUS ( $P_f \times C_o$ ). Esto permite medir el efecto exclusivo de los precios en la evaluación.
- En la Evaluación N° 6 se considera el cambio en las cantidades de Obras, esto es. la inversión a precios SERPLAC y con las cubicaciones corregidas para 131 beneficiarios ( $P_o \times Cr_{131}$ ). Permite medir el efecto exclusivo del error en las cantidades con los usuarios considerados originalmente.
- En la Evaluación N° 7 se considera el cambio en la inversión total, es decir, es la inversión considerando el efecto total de precios ex-post FOCUS y cantidades de obras corregidas para 131 usuarios ( $P_f \times Cr_{131}$ ).

Dado que la inversión se realiza en el primer año de evaluación, el impacto de los diferencias en la inversión sobre el VAN privado son considerables. De manera preliminar se puede decir que es una variable de gran peso dentro de la determinación del subsidio.

Es importante mencionar que este efecto está influido por los costos unitarios ex-post FOCUS, los que como se mencionó anteriormente, son referenciales y no pueden asumirse como costos definitivos del proyecto.

## **5.3 Evaluación Privada y Social Ex - Post y Cálculo del Subsidio**

### **5.3.1 Evaluación N° 1 Ex-ante Original UTER-SERPLAC**

#### **5.3.1.1 Evaluación Realizada**

La evaluación de proyectos de UTER-SERPLAC, tiene como objetivo obtener los indicadores de rentabilidad social del proyecto, de manera de efectuar comparaciones entre distintas alternativas de inversión social, y asimismo calcular los subsidios de necesarios para que se realice el proyecto.

Los resultados de la evaluación original de UTER, analizada y aprobada por SERPLAC se presentan a continuación:

**Cuadro N° 19**  
**Resultados de la Evaluación Original aprobada por SERPLAC**

<b>Indicador</b>	<b>Evaluación Original</b>
VAN Privado (UF)	-6.860
VAN Social (UF)	13.749
TIR Privada	-1,6%
TIR Social	27,81%

---

Nota del revisor: El consultor incurre en un error al contabilizar el VAN privado de la evaluación ex ante. El valor consignado es – M \$ 86.537, en moneda de 31 de diciembre de 2004, que equivalen a 7.503 Unidades de Fomento al valor de \$ 11533,17 por Unidad de Fomento. Este error se repite en toda la evaluación, en especial en aquellas opciones que consignan el VAN privado de la evaluación ex ante. El subsidio otorgado está correctamente expresado en Unidades de Fomento. En todo caso no se corrige valores del consultor en este informe, puesto que el análisis del efecto de las variables individuales en la rentabilidad privada y social del proyecto, sigue siendo válida.



### 5.3.1.2 Subsidio Cancelado.

Los subsidios corresponden al monto que se debe entregar a la empresa eléctrica para que el VAN privado del proyecto, calculado con una tasa de descuento de 10%, sea cero. En términos simplificados, el monto del subsidio corresponde al VAN del proyecto (que normalmente es negativo) con signo positivo. Por la misma razón, en adelante se habla indistintamente de VAN privado o subsidio.

Al analizar esta materia, se encontró que los montos efectivamente aportados según el convenio entre FRONTEL y el GORE difieren de los montos reportados por la ficha EBI.

Ante esta situación se consultó a la UTER de la IX Región por esta situación. La explicación entregada se puede resumir en lo siguiente.

1. La ficha EBI con la cual el proyecto postula a financiamiento, se completa con la evaluación final del proyecto realizada por la UTER y el análisis de SERPLAC.
2. Una vez que el financiamiento del proyecto es aprobado, y por lo tanto están disponibles los fondos del FNDR, UTER llama nuevamente a la empresa para que realice una nueva oferta para ejecutar el proyecto.
3. Considerando que entre el momento en que se presenta la ficha EBI y el momento en el que se solicita a la empresa una nueva propuesta puede haber pasado 1 año o más, la nueva propuesta de la empresa, más detallada que la presentada en principio, generalmente difiere en la cantidad de usuarios a conectar y en la cantidad de obras a ejecutar.
4. Lo anterior se traduce en que el monto de la inversión ha variado, y por lógica la solicitud de subsidio por parte de la empresa.
5. Ante esta situación, antiguamente UTER analizaba el caso, y definía en qué ocasiones se podía acceder a un aumento del subsidio, teniendo en cuenta que existía la posibilidad de incrementarlo hasta en un 15%.(\*\*) Por sobre esa cifra era imposible.
6. Esta situación llevaba a una instancia de negociación entre UTER (GORE) y la empresa hasta llegar a acuerdo respecto de la cantidad de usuarios a conectar (los máximos posibles) y el monto del subsidio.
7. Concluida esta etapa, se tenía entonces que el monto de subsidio definitivo entregado a la empresa, el cual no era producto de una nueva evaluación formal, era diferente al considerado en la ficha EBI.
8. Este procedimiento no se hace exactamente igual en la actualidad, y en el caso de aumento de montos de subsidios, éstos no deben superar el 10%, previa aprobación del Consejo Regional.

---

**(\*\*) Nota del revisor: Existe un error de interpretación en la información entregada por el consultor. El análisis técnico económico ex ante de SERPLAC (MIDEPLAN), establece el subsidio máximo que puede otorgarse a una iniciativa de este tipo. No se puede otorgar un subsidio mayor que este. En caso que un proyecto haya variado en sus costos en un porcentaje superior a 10 % el proyecto debe ser reevaluado completamente y sometido a un nuevo análisis técnico económico.**

El Cuadro N° 20 muestra las diferencias entre los subsidios según la evaluación y los montos de los subsidios entregados según convenio.

**Cuadro N° 20  
Comparación Subsidio**

<b>Proyecto</b>	<b>Subsidio Ficha EBI</b>	<b>Subsidio Convenio</b>
Puralaco	\$84.352 UF 6.757(**)	\$93.130 UF 7.461

Fuente: Mideplan - UTER - Serplac IX Región

(\*\*) La consultora comete error dado que no tomó en cuenta la moneda de aprobación del subsidio es moneda de diciembre de 2004 (EBI), por ello el subsidio máximo según el análisis técnico económico de SERPLAC, es de 7.503,31 Unidades de Fomento

### 5.3.2 Evaluación N°2:

#### **Ex-post incluyendo el efecto de la variación de todas las variables.**

Se realizó una evaluación del proyecto incorporando la totalidad de la información corregida según el capítulo 3.3, y posteriormente se realizó una variación por separado de cada una de las variables, de manera de estudiar el peso relativo de cada una.

Los resultados obtenidos en la evaluación considerando el efecto de todas las variables se presentan en el siguiente Cuadro N° 21. El detalle de la evaluación con toda la información ex post se encuentra en el **Anexo VIII.2, Evaluación N° 2 Ex-post incluyendo el efecto de la variación de todas las variables.**

**Cuadro N° 21  
Comparación Evaluación Ex-ante y Evaluación Ex-post N° 2**

<b>Indicador</b>	<b>Evaluación Original</b>	<b>Evaluación Ex Post</b>	<b>Diferencia</b>
VAN Privado (UF)	-6.860(**)	-7.665	11,7%
VAN Social (UF)	13.749	24.432	77,7%
TIR Privada	-1,6%	-2,2%	
TIR Social	27,81%	33,4%	

(\*\*) El valor efectivo es de 7503,31 U.F.

De este resultado se puede inferir que la evaluación ex - ante de UTER subestimó los montos de los subsidios, que calculados con información ex post ascenderían a UF7.665, lo que representa un 11,7% más que lo calculado originalmente.

En relación al VAN social, se ve que este indicador se incrementa en un 77,7%, lo que se debe básicamente a que la variable consumo total de energía tiene un impacto enorme en los indicadores sociales, y en este caso los consumos totales de los usuarios son mayores que lo estimado originalmente, tanto en términos de consumo medio por usuario como en cantidad total de usuarios.

Ahora, si se realiza la comparación con el subsidio real entregado por el GORE, que ascendió a UF7.461.-, se tiene que el subsidio real entregado fue sólo un 2% inferior a lo que se habría calculado con toda la información ex post.

Este resultado puede llevar a pensar que el cálculo del subsidio fue muy preciso. Sin embargo, como se verá más adelante, esta precisión se debe más bien a que se producen varias diferencias significativas que se cancelan mutuamente, y que llevan a un resultado final preciso, pero por un efecto más bien casual.

### **5.3.3 Evaluación N°3:**

#### **Ex-post incluyendo sólo el efecto del mayor N° de Beneficiarios conectados en la Puesta en Servicio**

Esta evaluación permite determinar, mediante el cálculo del VAN privado, el subsidio que realmente debió cancelarse con los antecedentes disponibles al momento de la negociación con la empresa FRONTEL y con anterioridad a la puesta en servicio de la obra.

El subsidio se calculó en base a modificar en la evaluación base la cantidad de usuarios que se conectaron, los subsidios que debían pagar, y las inversiones necesarias para darles suministro.

En el Cuadro N° 22 se puede observar la diferencia en el subsidio calculado para los 131 usuarios originales y los 161 que finalmente se conectaron el día de la inauguración. Esto permite concluir que si se hubiera considerado originalmente los 161 usuarios, el subsidio prácticamente no habría variado, por lo que se supone que su efecto es casi nulo o despreciable. Esto permite concluir que la contribución marginal de los últimos 30 usuarios al VAN privado del proyecto es muy baja, es decir, los ingresos que producen apenas alcanzan para pagar las inversiones marginales que se requieren para conectarlos. Por lo mismo, el monto de subsidio no debería variar para conectar a estos usuarios.

Esto es consistente con la intuición que indica que la inversión más fuerte del proyecto está dada por las líneas principales y las subestaciones, y que una vez que esto está construido, los aportes de los vecinos más las compras de energía alcanzan para pagar el costo de conectarlos.

Por otra parte, al observar que el monto final de subsidio otorgado fue de M\$ 93.130 (según convenio entre la empresa y el GORE), equivalentes a UF7.461, nos encontramos con que el subsidio real fue un 9,1% mayor que lo que se obtiene con información ex post de número de beneficiarios.

**Cuadro N° 22**  
**Comparación Evaluación Ex-ante y Evaluación Ex-post N°3**

<b>Indicador</b>	<b>131 beneficiarios</b>	<b>161 beneficiarios</b>	<b>Diferencia</b>
VAN Privado (UF)(**)	-6.860	-6.839	-0,3%
VAN Social (UF)	13.749	17.070	24,2%
TIR Privada	-1,6%	-0,8%	
TIR Social	27,8%	29,2%	

(\*\*) Subsiste el problema de conversión del subsidio máximo señalado en cuadro anterior.

El VAN Social tiene un cambio significativo por el efecto de mayor consumo que aportan los 131 usuarios y que fue descrito anteriormente.

El detalle de la evaluación del proyecto con la incorporación tardía de usuarios se encuentra en el **Anexo VII.3, Evaluación N° 3 Ex-post incluyendo sólo el efecto del mayor N° de Beneficiarios conectados en la Puesta en Servicio.**

**5.3.4 Evaluación N° 4:**  
**Ex-post incluyendo el efecto de la variación en los Beneficiarios y sus Consumos Totales.**

El cuadro N° 23 permite apreciar el impacto del consumo total real sobre el resultado de la evaluación. El impacto sobre el subsidio es relativamente bajo, debido a que, tal como se explicó antes, el ingreso de beneficiarios adicionales no afectarían mayormente el VAN privado del proyecto, ya que los ingresos que producen equiparan sus costos. De hecho, la estimación del consultor es que el consumo medio en el sector se estabilizaría en 38,8 KWh/mes-hogar, que comparado con los 37,7 KWh/mes-hogar que supone ISERPLAC en promedio ponderado es bastante cercano. Es decir, el mayor consumo total de energía se explica casi exclusivamente por el mayor número de beneficiarios, pero éstos no tienen suficiente peso financiero para afectar el VAN privado del proyecto.

**Cuadro N° 23**  
**Comparación Evaluación Ex-ante y Evaluación Ex-post N° 4**

<b>Indicador</b>	<b>Consumo Original</b>	<b>Consumo Focus</b>	<b>Diferencia</b>
VAN Privado (UF)	-6.860	-6.636	-3,3%
VAN Social (UF)	13.749	24.664	79,4%
TIR Privada	-1,6%	-3,1%	
TIR Social	27,8%	34,9%	

No sucede lo mismo con el VAN social, que como se vio antes, se ve fuertemente afectado por el mayor número de beneficiarios que se conecta al proyecto, lo que se refleja en el significativo aumento de 79,4% del VAN social.

El detalle de la evaluación del proyecto con consumos reales se encuentra en el **Anexo VII.4: Evaluación N° 4 Ex-Post incluyendo el efecto de la variación en los Beneficiarios y sus Consumos Totales.**

### 5.3.5 Evaluación N° 5: Ex-post incluyendo sólo el efecto de la variación en los Costos Unitarios.

Los costos unitarios de inversión tienen un impacto moderado en este caso, tal como lo indica el Cuadro N° 26. Tanto los indicadores sociales como los indicadores privados se mantienen dentro de rangos muy cercanos a los calculados originalmente. Observando la cuarta columna del Cuadro N° 18 se ve que esto no debería sorprender, ya que el impacto de los costos unitarios de inversión en la inversión total del proyecto fue de sólo un 2,6%.

**Cuadro N° 24  
Comparación Evaluación Ex-ante y Evaluación Ex-post N°5**

<b>Indicador</b>	<b>C.U. Originales</b>	<b>C.U. Focus</b>	<b>Diferencia</b>
VAN Privado (UF)	-6.860	-7.101	3,5%
VAN Social (UF)	13.749	13.472	-2,0%
TIR Privada	-1,6%	-1,7%	
TIR Social	27,8%	27,1%	

El detalle de la evaluación del proyecto utilizando los costos unitarios del consultor se encuentra en el **Anexo VII.5: Evaluación N°5 Ex-post incluyendo sólo el efecto de la variación en los Costos Unitarios.**

### 5.3.6 Evaluación N° 6: Ex-post incluyendo sólo el efecto de la Variación en las Cantidades de Obras.

El Cuadro N° 25 muestra que las cantidades de obras inciden en un 4,6% del monto del subsidio, lo que es un impacto moderado. Al igual que en el caso anterior, la quinta columna del Cuadro N° 18 ya anticipaba este resultado, ya que la corrección de las cantidades de obras para los 131 usuarios fue de sólo un 3,3%.

**Cuadro N° 25**  
**Comparación Evaluación Ex-ante y Evaluación Ex-post N° 6**

<b>Indicador</b>	<b>Cant. Obras Originales</b>	<b>Cant. Obras Focus</b>	<b>Diferencia</b>
VAN Privado (UF)	-6.860	-7.173	4,6%
VAN Social (UF)	13.749	13.431	-2,3%
TIR Privada	-1,6%	-1,7%	
TIR Social	27,8%	27%	

Igualmente se observa que el impacto en los indicadores sociales es marginal, por lo que no se trataría de una variable de gran importancia en forma individual.

El detalle de la evaluación del proyecto utilizando las cantidades de obras estimadas por el consultor para los 131 usuarios originales se encuentra en el **Anexo VII.6: Evaluación N°6 Ex-post incluyendo sólo el efecto de la variación en las Cantidades de Obras.**

**5.3.7 Evaluación N° 7:**  
**Ex-post incluyendo el efecto de la variación en la Inversión Total.**

El Cuadro N° 26 muestra el efecto agregado de las dos variables anteriores, cuyo efecto combinado incrementa el monto del subsidio en un 7,9%. Esto es un monto que explica cerca del 70% de la desviación total detectada en el VAN privado del proyecto.

**Cuadro N° 26**  
**Comparación Evaluación Ex-ante y Evaluación Ex-post N° 7**

<b>Indicador</b>	<b>Inversión Original</b>	<b>Inversión Focus</b>	<b>Diferencia</b>
VAN Privado (UF)	-6.860	-7.403	7,9%
VAN Social (UF)	13.749	13.171	-4,2%
TIR Privada	-1,6%	-1,9%	
TIR Social	27,8%	26,4%	

Por otra parte, los indicadores sociales se ven afectados débilmente, debido a que el impacto de los mayores costos de inversión sobrepasan el efecto positivo de mayor generación de fuentes de trabajo.

### 5.3.8 Evaluación N° 8: Ex-post incluyendo sólo el efecto de la variación en las Pérdidas de Energía y Potencia.

Las menores pérdidas consideradas en el proyecto tienen un impacto menor en el cálculo del subsidio, así como en el de los indicadores sociales. Esto se debe a que los ingresos por ventas de energía son desproporcionadamente bajos comparados con los montos de inversión. Por lo mismo, la valorización de las pérdidas de energía es muy baja comparada con los montos de inversión.

**Cuadro N° 27**  
**Comparación Evaluación Ex-ante y Evaluación Ex-post N° 8**

Indicador	C.U. Originales	C.U. Focus	Diferencia
VAN Privado (UF)	-6.860	-6.628	-3,4%
VAN Social (UF)	13.749	13.981	1,7%
TIR Privada	-1,6%	-0,9%	
TIR Social	27,8%	28,1%	

El detalle de la evaluación del proyecto utilizando las pérdidas estimadas por el consultor se encuentra en el **Anexo VII.8: Evaluación N° 8 Ex-post incluyendo sólo el efecto de la variación en las Pérdidas de Energía y Potencia.**

## 5.4. Conclusiones de la evaluación ex-post

En primer lugar es posible mencionar que la mayor diferencia se encontró al comparar el caso base con el caso que incorporaba todas la diferencias identificadas como parte del estudio, alcanzando una diferencia de +11,7%, lo que equivale a un subsidio mayor, o bien, que el subsidio determinado en la evaluación original fue menor.

Luego, en el siguiente cuadro, se pueden ver las variables que tuvieron un impacto relativo mayor en los indicadores privados y sociales.

**Cuadro Nº 28**  
**Resumen de resultados de las evaluaciones**

VARIABLES	Evaluación Ex - Ante Nº 1 Original UTER - SERPLAC	EVALUACIONES EX - POST (ALTERNATIVAS DE VARIACION)						
		Nº2 Todas las variables: Consumo, Inversión y Pérdidas	Nº3 Benef. Conectados en Puesta en servicio	Nº 4 Beneficiarios y Consumo Total	Nº 5 Costos Unitarios	Nº 6 Cantidades de Obra	Nº 7 Inversión Total	Nº 8 Pérdidas Energía y Potencia
<b>INDICADORES</b>								
Van Privado	-6.860	-7.665	-6.839	-6.636	-7.101	-7.173	-7.403	-6.628
Van Social	13.749	24.432	17.070	24.664	13.472	13.431	13.171	13.981
TIR Privado	-1,6%	-2,2%	-0,8%	-3,1%	-1,7%	-1,7%	-1,9%	-0,9%
TIR Social	27,8%	33,4%	29,2%	34,9%	27,1%	27,0%	26,4%	28,1%
<b>VARIACIÓN PORCENTUAL</b>								
Van Privado		11,7%	-0,3%	-3,3%	3,5%	4,6%	7,9%	-3,4%
Van Social		77,7%	24,2%	79,4%	-2,0%	-2,3%	-4,2%	1,7%
TIR Privado		41,7%	-51,3%	98,1%	8,3%	10,9%	18,6%	-40,4%
TIR Social		19,9%	4,9%	25,5%	-2,5%	-2,9%	-5,1%	0,9%

En el caso de los indicadores privados, claramente la variable con mayor peso es la inversión total, que arrojó una diferencia con el caso base de 7,9%. En este caso, al analizar por separado los componentes de esta variable (costos unitarios y cantidad de materiales), es posible apreciar que sus efectos independientes son de un 3,5% y 4,6%, por lo que se podría concluir que tienen un efecto sumable (aunque no directamente) si se compara con el 7,9 %.

El resto de las variables presenta una incidencia menor, que no supera el 4%, que en opinión del consultor no es significativa, siendo la menos relevante la variable usuarios tardíos con una variación inferior al 1%.

En el caso de los indicadores sociales, el mayor impacto se produce por la diferencia en los consumos totales, que explica prácticamente la totalidad de la variación en el VAN social. Este efecto está relacionado con el hecho de que el número de usuarios fue mayor y por lo mismo los consumos reales del proyecto fueron superiores a lo proyectado originalmente.

En resumen, a la luz de estos resultados, los cuales no pueden generalizarse para todos los proyectos de electrificación rural por tratarse de una muestra poco representativa, la principal variable de análisis para el VAN privado debiera ser los costos de inversión y, para los indicadores sociales, los consumos medios y proyectados.



## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El crecimiento del número de usuarios presenta un comportamiento bastante más complicado de lo que aparece en la metodología de SERPLAC, que considera sólo un crecimiento vegetativo de la población. El consultor identificó al menos tres etapas de crecimiento del número de usuarios, en que cada una sigue un patrón distinto. La primera de ellas es la Inscripción tardía de usuarios, que corresponde a la incorporación de beneficiarios entre la fecha de la evaluación ex-ante y la puesta en servicio. La segunda es la inscripción de usuarios rezagados, que corresponde a la incorporación paulatina de personas después de la puesta en servicio, que no quisieron o no pudieron hacerlo en las fechas previstas. La tercera etapa corresponde al crecimiento vegetativo de la población.  
Esta característica del crecimiento de las conexiones tiene efectos marginales en el cálculo de los indicadores privados, pero incide fuertemente en los indicadores sociales del proyecto
2. Los consumos medios de los usuarios no son estables, como supone el modelo implícito en la metodología oficial (**n.d.r.: la anterior a 2004**), sino que muestran una curva de aprendizaje de carácter logístico, mostrando una gran pendiente en los primeros años, que implica duplicar el consumo inicial del año 1 para una posterior estabilización al cabo de 4 a 6 años. Este efecto, al igual que el anterior, incide fuertemente en los indicadores sociales, pero es de menor incidencia para los indicadores privados.
3. Los montos totales de inversión resultan claves para el cálculo de los indicadores de rentabilidad privada. Se recomienda que a futuro se realice un cuidadoso estudio de determinación de los montos de inversión en los proyectos de electrificación rural, ya que éstos resultan gravitantes en la determinación de los subsidios, y los errores en su estimación impactan en una relación, uno a uno, el monto del subsidio.
4. **El consumo medio de largo plazo y el consumo durante los primeros años del proyecto, son a su vez la variable más gravitante en la rentabilidad social del proyecto; por ello, el cambio en la curva de demanda de la nueva metodología de MIDEPLAN, permite predecir de mejor forma la evolución del consumo.**
5. Una forma de poder tener mayor certeza en las estimaciones ex-ante de las inversiones de los Proyectos de Electrificación Rural es la de contar con un estudio de precios unitarios regionales que permita tener una referencia propia al momento de estimar **o de analizar** el presupuesto, según sea el caso. **Es posible que algunas empresas incluyan algún porcentaje de ganancias en el precio de las inversiones a realizar, cuando en realidad el concepto a usar es de costo.**
6. Las pérdidas de energía y potencia resultan muy poco gravitantes en el valor del proyecto. Si se considera que el consultor rebajó prácticamente a la mitad las tasas de pérdidas de energía y potencia, y el impacto en los indicadores de rentabilidad privada y social fue casi despreciable, se puede decir que la mayor o menor precisión de este parámetro no tiene mayor importancia dentro de la metodología utilizada ex ante. Lo mismo se da para el caso de Potencia Instalada.

7. **El valor del consumo de energía base reemplazado por la energía eléctrica, es un factor también muy relevante al momento de determinar la rentabilidad del proyecto y los subsidios, por ello se debe revisar esta variable con base en estándares medios y una muestra las encuestas realizadas en cada caso.**
8. El hito de negociación de entrega del subsidio no es una instancia que considera sólo aspectos técnicos-económicos sino que técnicos-políticos empleados en cada región; se recomienda que en el momento de contratación del proyecto con la empresa eléctrica se revise la evaluación técnica económica con los parámetros actualizados a esa fecha de tal forma de afinar el cálculo del subsidio, esto es, que la entrega del subsidio responda a consideraciones técnicas. **Parece conveniente recordar oficialmente a los gobiernos regionales y a los organismos contralores, que el análisis técnico económico de MIDEPLAN (SERPLAC), entrega el valor del subsidio máximo para cada proyecto y que este monto no puede ser sobrepasado, bajo ninguna circunstancia.**
9. **La prolongación de líneas, más allá de las normas del trazado original, debe considerarse como un nuevo proyecto viabilizado por el original. La realización de este nuevo proyecto, no debe considerarse por ende en el subsidio otorgado.**
10. **Las dificultades y problemas comunes respecto de servicio de facturación, son parte del costo de la empresa y se consideran en el costo fijo por vivienda. La presencia de reclamos de sobrefacturación estacional, permiten recomendar que al término de cada proyecto, se informe a los usuarios respecto de sus derechos como tales y que se les recomiende mantener algún grado de organización para representar sus intereses ante la empresa prestataria del servicio.**
11. **En las evaluaciones ex post futuras es conveniente recordar que los subsidios máximos están aprobados en moneda de de ficha EBI (normalmente al 31/12 del año anterior al de análisis de proyecto). También al momento de realizar evaluaciones ex post, es necesario investigar los aportes pagados por los usuarios de conexión tardía o rezagada, puesto que cuando tales aportes sobrepasen el costo de conexión por vivienda contemplado en el proyecto, el cobro adicional debe ser rebajado del monto del subsidio calculado ex post.**

**Nota:** Los destacados en negrillas son aportes o aclaraciones propuesta por el revisor de esta evaluación ex post.