

PROGRAMA DE FORMACIÓN DE GESTORES ENERGÉTICOS EN INDUSTRIAS

Provincia de Santa Fe 2019

MÓDULO II

EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE ENERGÍA



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



II | EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE ENERGÍA

CONTENIDOS

II.1. INTRODUCCIÓN A LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Objetivos. Elementos a definir en el análisis financiero de una inversión.

II.2. ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

Horizonte temporal de la inversión. Determinación de los costos totales. Determinación de los ingresos generales del proyecto. Valor residual de la inversión. Elección de la tasa de descuento. Índices de rentabilidad relevantes. Análisis de sensibilidad.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



II | EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE ENERGÍA

CONTENIDOS

II.3. EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO

Proyectos de inversión en el sector energético. Costo nivelado de la energía (LCOE).
Análisis multicriterio.

II.4. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Criterio de elegibilidad para proyectos de energías renovables. Criterio de elegibilidad para proyectos de eficiencia energética.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



INTRODUCCIÓN A LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS

OBJETIVOS

Utilizar la previsión de flujos de caja del proyecto para:

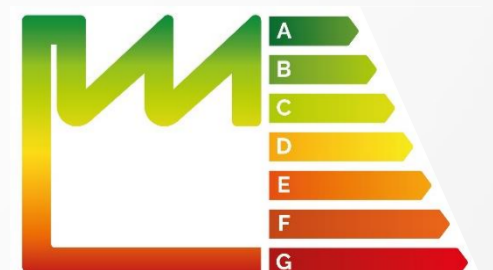
- Calcular oportunos índices de rendimiento.
- Proveer a los inversores elementos decisionales y de comparación, en presencia de:
 1. Disponibilidad de capital (evaluación de la rentabilidad).
 2. Asignación de fondos limitados (comparación entre diferentes proyectos la competencia).



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



INTRODUCCIÓN A LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS

ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS FINANCIERO DE UNA INVERSIÓN

1. Horizonte temporal de la inversión.
2. Determinación de los costos totales.
3. Determinación de los ingresos generales del proyecto de inversión.
4. Valor residual de la inversión.
5. Elección de la tasa de descuento.
6. Índices de rentabilidad relevantes.
7. Análisis de sensibilidad.



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

1 | **HORIZONTE TEMPORAL DE LA INVERSIÓN**

Por *horizonte temporal* se entiende el número máximo de años para los cuales se realizan las previsiones de ingresos y egresos. La previsión de ingresos y egresos están caracterizados por lo siguiente:

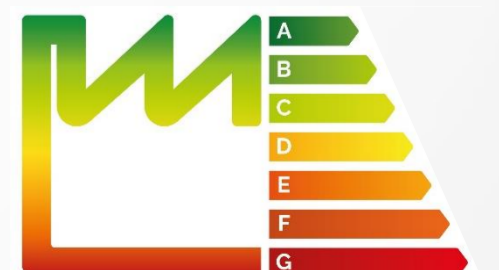
- Formulados por un período proporcional a la vida útil de la inversión.
- Extendidos por un período suficiente para evaluar el impacto probable en el mediano y largo plazo.
- Relacionados con el tipo de industria de inversión.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

1 | HORIZONTE TEMPORAL DE LA INVERSIÓN

EJEMPLO: La elección del horizonte temporal de una instalación fotovoltaica.

- Vida útil tecnológica = 25/30 años (rendimiento alrededor del 80% al final de la vida útil).
- Vida útil fiscal= 10/20 años.
- Incentivos= 15 años (programas estatales).
- Horizonte adoptable = 15 años.



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

1 | **HORIZONTE TEMPORAL DE LA INVERSIÓN**

La definición del horizonte de tiempo afecta la definición de los demás elementos del análisis (por ejemplo, el valor residual de la inversión) y, sobre todo, en el cálculo de indicadores clave de rendimiento, por lo tanto se tiende a "normalizar" la duración y se aceptan los siguientes horizontes según el sector.

- Inversiones en infraestructura: no menos de 20 años.
- Inversiones productivas: por lo general 10 años.

	<i>Horizonte (años)</i>
<i>Energía</i>	25
<i>Agua y Medio Ambiente</i>	30
<i>Ferrocarriles</i>	30
<i>Carreteras</i>	25
<i>Telecomunicaciones</i>	15
<i>Industria</i>	10
<i>Otros servicios</i>	15
<i>Puertos</i>	25

ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

2 | DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS TOTALES

COSTOS TOTALES. Los costos totales del proyecto en el marco de tiempo considerado son la suma de los costos de inversión y los costos operativos (de ejercicio).

A. COSTOS DE INVERSIÓN: son los costos relativos a la adquisición de factores productivos que generan réditos en el tiempo. Las principales categorías son:

- Terrenos
- Edificios
- Instalaciones
- Equipos e instrumentos
- Costos de mantenimiento extraordinario
- Licencia y permisos
- Otros costos iniciales



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

2 | DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS TOTALES

EJEMPLO: Asignación de los costos de inversión en el plazo previsto para una tarea industrial (0 significa el año en curso, que es el año base de la iniciativa).

	Año									
	0	1	2	3	4	5	6	n
Terreno	100.000									
Edificios	300.000									
Instalaciones	500.000	500.000								
Equipo y la instrumentación	200.000	300.000								
Mantenimiento extraordinario										300.000
Licencias y permisos	50.000									
Otros gastos iniciales	50.000	100.000								
TOTAL	1.200.000	900.000								300.000

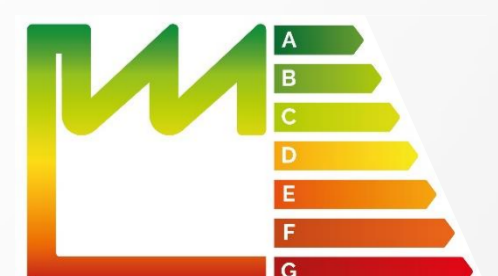
- Terrenos \$100.000
- Edificios \$300.000
- Instalaciones \$1.000.000
- Equipos e instrumentos \$500.000
- Mantenimiento extraordinario \$300.000
- Licencia y permisos \$50.000
- Otros gastos iniciales \$150.000



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

2 | DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS TOTALES

B. COSTOS OPERATIVOS (O DE EJERCICIO): Son los costos anuales asociados con el procesamiento de las actividades de producción. Se clasifican en:

- ✓ Costos fijos, independientes de la producción.
- ✓ Costos variables, dependiendo del nivel de producción.

Las principales categorías de los costos de operación son las siguientes:

- Materia prima
- Energía
- Gastos generales
- Mano de obra
- Mantenimiento ordinario
- Gastos administrativos
- Comisiones sobre ventas

Observación: No se incluyen aquellos movimientos contables que no significan una salida o entrada de dinero, como ser:

- Las Depreciaciones, ya que no son desembolsos reales en efectivo.
- Las Previsiones.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

2 | DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS TOTALES

EJEMPLO: Asignación de los costos de operación en el plazo previsto para una tarea industrial. Los gastos de explotación tienen la característica de llegar a un valor de "estado estacionario" con el nivel de producción constante (En el ejemplo, el año en que el esquema es el año 4).

	Año									
	0	1	2	3	4	5	6	n
Materia prima		50	60	60	75	75	75			75
Mano de obra		100	120	120	150	150	150			150
Energía		30	30	30	30	30	30			30
Mantenimiento ordinario		5	5	5	5	5	10			10
Gastos generales		10	10	10	10	10	10			10
Gastos administrativos		10	10	10	10	10	10			10
Comisiones sobre ventas		10	10	10	10	10	10			10
TOTAL		215								295

- *Materias primas \$75.000*
- *Mano de obra \$150.000*
- *Costos de energía \$30.000*
- *Gastos de mantenimiento \$5.000*
- *Gastos generales \$10.000*
- *Costos administrativos \$10.000*
- *Comisiones sobre ventas \$10.000*



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe




Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

3 | DETERMINACIÓN DE LOS INGRESOS GENERALES

Los beneficios (ingresos) generados por una inversión pueden ser consecuencia de:

- Venta de bienes y servicios 
$$\text{Ingresos por venta de bienes y servicios de mercado} = \text{Precio} \times \text{Cantidad vendida}$$
- Ahorro (reducción de costos, el costo evitado)
- Otros ingresos (incentivos, subsidios del gobierno)

EJEMPLO: Los ingresos de una instalación fotovoltaica.

	Año									
	0	1	2	3	4	5	6	n
Ingreso por ventas		360	360	360	360	360	360			360
Otros ingresos		100	100	98	98	96	95			90
TOTAL		460								450

ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

4 | VALOR RESIDUAL DE LA INVERSIÓN

Entre los ingresos del último año del horizonte de inversión, se considera el valor residual de la inversión (por ejemplo, bienes inmuebles, maquinaria, etc.).

El valor residual de la inversión debe ser considerado sólo cuando corresponde a un flujo real de *ingresos para el inversionista*, y se puede calcular de dos formas, teniendo en cuenta:

- El valor residual de mercado.
- El valor residual del estado patrimonial.

La inversión, al final de su vida útil, puede tener un valor residual negativo, si corren a cargo del inversionista, los costos de desmantelamiento de la obra.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

5 | ELECCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO

El análisis financiero se construye con los ingresos y gastos para el período comprendido en el horizonte de tiempo del proyecto, en el cual se presenta el problema de sumar entradas del año 1, con las entradas del año 2 y así sucesivamente. La utilidad marginal de cierta suma de dinero hoy supera la utilidad marginal de la misma suma de dinero mañana, por las siguientes razones:

- Aversión al riesgo de eventos futuros;
- Preferencia de la utilidad actual con respecto a la utilidad futura.

Un peso hoy vale más que un peso mañana

En general, se debe considerar entonces el costo de oportunidad del capital, es decir, el costo implícito relacionado al uso del capital en un proyecto de inversión y a la renuncia de obtener rentabilidad de un proyecto alternativo.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

5 | ELECCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO

RIESGO E INCERTIDUMBRE

RIESGO { Se conoce o puede ser estimada la distribución de probabilidad de los flujos de caja futuros de la inversión

INCERTIDUMBRE { No se conoce ni puede ser estimada dicha distribución de probabilidad

En un sentido amplio podemos definir al riesgo como a todas aquellas situaciones contingentes, con repercusiones negativas o positivas, que puedan afectar el desarrollo del proyecto.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

5 | ELECCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO

TASA DE DESCUENTO “R”. Es la tasa a la cual los valores futuros son actualizados al valor presente, o viceversa:

$$VA = \frac{VF}{(1 + R)^n}$$

Siendo:

VA: Valor actual del dinero

VF: Valor futuro del dinero, en el año “n”

R: Tasa de descuento

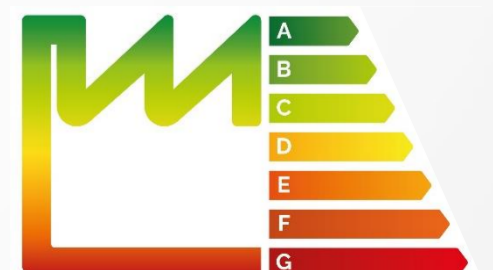
n: año



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

5 | ELECCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO

EJEMPLO:

- 1 dólar invertido hoy en día, a una tasa de descuento anual del 5%, se convertirá en (valor futuro - VF -):

$$1 + (5\% \text{ de } 1) = 1,05 \text{ después de un año} = 1 \times (1 + 0,05) = 1 \times (1 + R);$$

$$1 \cdot (1,05) \cdot (1,05) = 1,102, \text{ después de dos años};$$

$$1 \cdot (1,05) \cdot (1,05) \cdot (1,05) = 1,158, \text{ después de tres años; ...etc.}$$

- Por el contrario, el valor económico actualizado (o valor actual - VA -) de 1 dólar que se gasta en tres años será:

$$1 / 1,158 = 0,864 \text{ dólares hoy.}$$



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

5 | ELECCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO

TIPOS DE TASAS DE DESCUENTO. Se pueden definir dos tasas de descuento, se definen y se relacionan entre ellos mediante la tasa de inflación:

- Tasa de descuento nominal “ R ” (costo nominal del capital, tiene en cuenta la inflación).
- Tasa de descuento real “ r ” (costo real del capital).

La tasa de aumento en el índice general de precios (inflación) f relaciona los dos índices anteriores de acuerdo con la definición analítica siguiente:

$$(1 + R) = (1 + r) \cdot (1 + f) = 1 + r + f + r \cdot f \Rightarrow R = r + f + r \cdot f$$



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

5 | ELECCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO

La elección de una tasa de descuento adecuada influye en gran medida los resultados del análisis financiero y depende de algunos factores, como ser:

- La naturaleza del inversor (público o privado).
- Origen del capital (capital propio o préstamos bancarios) → apalancamiento (WACC).
- El riesgo intrínseco del tipo de sector económico.
- Tasa de interés de referencia (Bonos del Tesoro EEUU, Libor, BCE, Badlar).
- El riesgo país.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

5 | *ELECCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO*

En la práctica, la tasa de descuento elegida puede ser:

- La tasa de rendimiento de los bonos públicos (inversión pública).
- La tasa de interés que cobran los bancos por los créditos para inversión productiva (costo mínimo de capital).
- La mejor tasa de retorno sobre las inversiones alternativas de similar horizonte temporal y similar riesgo o referencias más básicas (plazo fijo, renta inmobiliaria).



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

5 | ELECCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO

MÉTODOS PARA ESTIMAR LA TASA DE DESCUENTO A APLICAR

- Modelo de valoración de activos financieros (CAPM: Capital Asset Pricing Model)

$$\boxed{\text{Tasa de rentabilidad}} = \boxed{\text{Tasa libre de riesgo para el país o región donde se realiza la actividad}} + \boxed{\text{El producto del riesgo sistemático de las actividades del sector específico y del premio por riesgo del mercado}}$$

- Costo medio ponderado de capital (WACC: Weighted Average Cost of Capital)

Complementa al anterior, adicionando el costo marginal de endeudamiento, ponderando ambos componentes en función del llamado apalancamiento (cociente entre deuda y capital) empresarial óptimo o real. →

Costo de Capital: tasa que debe reflejar las condiciones vigentes en el mercado para actividades de riesgo similar.

ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

5 | ELECCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO

MÉTODO CAPM

Los parámetros para la determinación del CAPM

$$r_{CAPM} = r_f + \beta(r_m - r_f)$$

Siendo:

r_{CAPM} : tasa de rentabilidad esperada del capital propio;

r_f : tasa de retorno del activo libre de riesgo;

β : riesgo sistemático del sector específico;

$r_m - r_f$: tasa de retorno del Mercado menos tasa libre de riesgo.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

5 | ELECCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO

DEFINICIÓN DEL VALOR DE LAS COMPONENTES INDIVIDUALES DEL CAPM

A. El valor de la tasa libre de riesgo (r_f): rendimientos básicos de largo plazo alineados con el mercado de bonos de los EEUU, a los que se les suele adicionar la tasa de riesgo país.

r_f = bono del tesoro de USA (Federal Reserve Bonds) a 10/30 o más años, o tasa LIBOR (London Inter-Bank Offer Rate 1,79% 27/9/17) considerando tal tasa como la relevante a largo plazo.

A la cifra así obtenida se le adiciona un plus por riesgo país, basado usualmente en la sobretasa que deben pagar los gobiernos para colocar nueva deuda.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

5 | ELECCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO

DEFINICIÓN DEL VALOR DE LAS COMPONENTES INDIVIDUALES DEL CAPM

- B.** El riesgo sistemático de la industria (β): suele establecerse en base al valor respectivo vigente para empresas de igual industria en los Estados Unidos.
- C.** El valor de referencia de la tasa de rendimiento de una cartera diversificada ($r_m - r_f$): premio por el riesgo - toma un valor de referencia para la tasa de rentabilidad de la Cartera Diversificada. Para que este término no contenga duplicaciones conceptuales (como la tasa riesgo país 379 28/9/17), debería considerarse un referente local para el rendimiento de una cartera diversificada, sin componentes especulativos que multipliquen el riesgo.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

5 | ELECCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO

EJEMPLO: Premio por riesgo

Podrían identificarse las tasas que pagan las compañías de seguros de vida, suponiendo que por el destino y uso de esos fondos, las decisiones de inversión o cartera debería ser altamente conservadora, asumiendo muy poco riesgo. La utilización de elevadas tasas de descuento sobre capital propio, corresponde a industrias de mayor riesgo intrínseco que la eléctrica y del gas, como por ejemplo, la industria petrolera.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

5 | ELECCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO

MÉTODO WACC

$$r = \frac{D}{D + E} r_d + \frac{E}{D + E} r_{CAPM}$$

Siendo:

r : tasa de rentabilidad esperada;

$D / (D + E)$: porción de deuda (Debt);

$E / (D + E)$: porción de capital propio (equity);

r_d : tasa marginal de endeudamiento;

r_{CAPM} : tasa de rentabilidad esperada del capital propio.

ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

5 | ELECCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO

COMPONENTES DEL WACC

- El *primer término* refleja la porción de deuda y está multiplicada por la tasa de interés que se paga por conseguir fondos en el mercado, excluyendo impuestos.
- El *segundo término* refleja la porción del capital propio multiplicado por su costo.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

5 | **ELECCIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO**

LIMITACIONES COSTO DE CAPITAL

- ✓ Se suele fijar para la evaluación conjunta de distintos sectores.
- ✓ Las componentes pueden variar entre períodos de revisión.
- ✓ Pueden duplicar conceptos de riesgo.
- ✓ Muchas veces se desconoce el riesgo sistemático de mercado.
- ✓ Usualmente se fija por el método WACC.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

6 | ÍNDICES DE RENTABILIDAD RELEVANTES

VALOR ACTUAL NETO (VAN). Para una inversión genérica, el VAN se define como la suma en el tiempo de la diferencia entre ingresos y egresos anuales actualizados.

$$VAN = \sum_{n=1}^T \frac{B_n - C_n}{(1 + R)^n}$$

El indicador VAN está intrínsecamente afectado por la tasa de descuento adoptada.

Siendo:

B_n : los ingresos en el año n ;

C_n : el dinero erogado para la inversión y los gastos de funcionamiento en el año n ;

R : la tasa de descuento nominal;

T : el número total de años que corresponde a nuestro horizonte de tiempo;



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

6 | ÍNDICES DE RENTABILIDAD RELEVANTES

EJEMPLO: Si consideramos un proyecto en un horizonte de 20 años, con la inversión total en el año 0, y llamando FC al flujo de caja operativo (ingresos - egresos), entonces el VAN será:

$$VAN = -I_0 + \frac{FC_1}{(1+R)} + \frac{FC_2}{(1+R)^2} + \frac{FC_3}{(1+R)^3} + \dots + \frac{FC_{20}}{(1+R)^{20}}$$

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EGRESOS	-1000	-500	-200	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-800
INGRESOS	0	100	200	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	0
FLUJO DE CAJA	-1000	-400	0	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	-800
FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO	-1000	-381	0	233	222	212	201	192	183	174	166	158	150	143	136	-385
FLUJO DE CAJA ACT. ACUM.	-1000	-1381	-1381	-1148	-926	-714	-513	-321	-138	36	202	360	510	653	790	405

ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

6 | ÍNDICES DE RENTABILIDAD RELEVANTES

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR). Es el valor de la tasa de descuento para la cual se anula el Valor Actual Neto (VAN).

$$\sum_{n=1}^T \frac{B_n - C_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Se calcula mediante sucesivas iteraciones (*por ejemplo, Excel tiene una fórmula*).

El indicador TIR no se ve afectado por la elección de la tasa de descuento.

ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

6 | ÍNDICES DE RENTABILIDAD RELEVANTES

PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PBT). Es el valor de T (años) para los que la suma de los flujos de caja acumulados es nula:

$$\sum_{n=1}^T \frac{B_{PBT} - C_{PBT}}{(1 + R)^{PBT}}$$

Mide el tiempo en años para devolver la inversión realizada con los flujos de caja del proyecto.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

6 | ÍNDICES DE RENTABILIDAD RELEVANTES

ÍNDICES DE RENDIMIENTO Y CAPITAL INVERTIDO. El VAN y la TIR pueden evaluar, en función del origen del capital (propio o bancario).

La formulación del VAN y la TIR será diferente en ambos casos:

- Rendimiento del proyecto: independientemente de la forma en que se financia el proyecto (o un proyecto con capital propio exclusivamente). En los flujos de caja de salida debe ser considerada la inversión total en correspondencia de los años de aplicación, y los índices calculados se definen VAN y TIR de la inversión ((VAN/I o VANI, TIR/I o TIRI).



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

6 | ÍNDICES DE RENTABILIDAD RELEVANTES

ÍNDICES DE RENDIMIENTO Y CAPITAL INVERTIDO. El VAN y la TIR pueden evaluar, en función del origen del capital (propio o bancario).

La formulación del VAN y la TIR será diferente en ambos casos:

- Rendimiento sobre el capital propio: en presencia de financiación de terceros para cubrir parte de la inversión. En los egresos figura sólo el capital propio al momento (año) en el que se desembolsa (generalmente año 0), y la cancelación de las cuotas de la deuda según el plan de pago. Calculando así el VAN y la TIR sobre el capital (VAN/C o VANc, TIR/C o TIRc).



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

6 | ÍNDICES DE RENTABILIDAD RELEVANTES

ALGUNAS REFLEXIONES

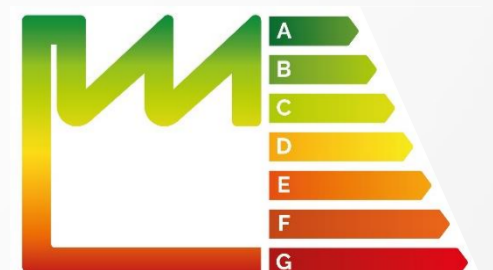
- Descartar los efectos de la incertidumbre (contexto tarifario cambiante).
- En una economía en desarrollo, existe la necesidad de emprender un gran número de proyectos (tasa baja), pero:
 - mayores riesgos: exigen un mayor retorno.
 - tasa de descuento “aceptable”.
- Su “determinación” enfrenta dificultades técnicas y la necesidad de formular claros juicios de valor - subjetivos - que arrojarán beneficiados y perjudicados.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

7 | ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

La idea principal es establecer en qué medida estas situaciones de riesgo pueden llegar a afectar los resultados del proyecto, con el fin de poder definir eventuales acciones destinadas a reducir las consecuencias negativas que pueden esperarse de situaciones futuras inciertas.

Es de vital importancia establecer cuáles de estas variables tienen una influencia decisiva y cuáles no. Para ello, se recurre habitualmente a un *análisis de sensibilidad* que consiste, básicamente, en determinar la relación existente entre la variación del valor asignado a cada variable interviniente en el flujo de fondos, y el valor resultante de los métodos de evaluación financiera.

$$\frac{\partial VAN}{\partial \varepsilon} \quad \frac{\partial TIR}{\partial \varepsilon}$$



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

7 | ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

PASOS PARA EL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

- Se elige una variable del flujo de fondos a la cual se le aplican distintas variaciones porcentuales (positivas y negativas) sobre su valor estimado originalmente, manteniendo todas las demás variables constantes
- Por cada variación porcentual que se aplica a la variable en cuestión, se debe recalcular el VAN o la TIR, del proyecto.
- Las series formadas de esta forma, es decir (% de variación; VAN o TIR) se vuelcan a un gráfico bidimensional.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción

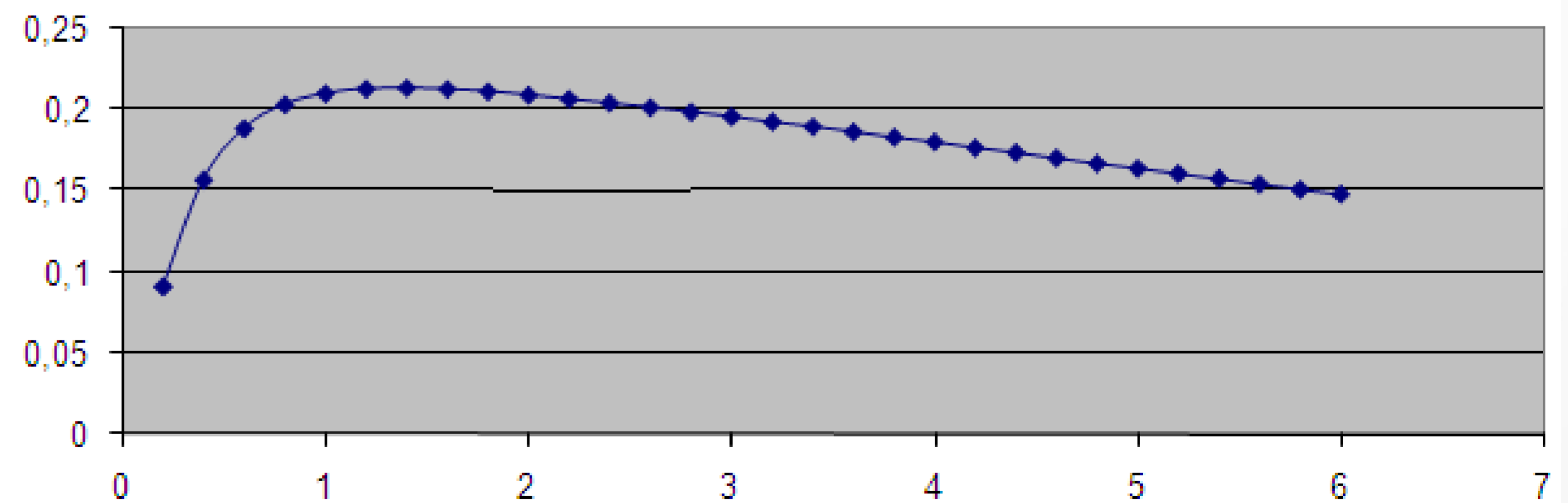


ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

7 | ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

PASOS PARA EL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Los tres pasos anteriores se deben repetir para todas las variables que conforman el flujo de fondos. Una vez establecidas aquellas variables que tienen mayor importancia, en términos de riesgo, es necesario considerar los cursos de acción a adoptar, ya sea para reducir la incertidumbre relativa a la estimación que se ha hecho, o para minimizar las consecuencias negativas que estas variables puedan causar.



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

7 | ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

EVALUACIÓN DE INVERSIONES EN CONDICIONES DE RIESGO

Inversor racional Adverso al Riesgo

Ante dos proyectos con igual VAN esperado, se elegirá el proyecto con menor riesgo

Ante dos proyectos con igual riesgo, se elegirá el proyecto con mayor VAN esperado

Herramienta de decisión: Coeficiente de Variación (CV). Es el cociente entre el desvío estándar del proyecto (σ), como medida del riesgo, y el valor esperado del VAN. Es decir, es una medida relativa del riesgo del proyecto. Cuanto menor sea el CV, mejor el proyecto.

$$CV = \frac{\sigma}{E(VAN)}$$



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

7 | ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN Y DECISIÓN

- Valor Esperado Máximo: Se elige el proyecto que proporcione un valor esperado del VAN más alto. **NO** tiene en cuenta el riesgo.
- Modelo equivalente cierto: Ajusta los flujos de caja del proyecto por un factor que represente un punto de indiferencia entre un flujo del que se tenga certeza y el valor esperado de un flujo sujeto a riesgo.
- Árboles de decisión: Las decisiones futuras van a verse afectadas por las acciones del presente. Por lo tanto, es importante considerar la secuencia de decisiones, conociendo la probabilidad de ocurrencia de los eventos futuros.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

7 | ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN Y DECISIÓN

- Tasa de descuento ajustada: se ajusta la tasa de descuento utilizada para la actualización de los flujos de caja en función del riesgo. Inconvenientes: penaliza más a los proyectos de más largo plazo; dificultad para definir la tasa de descuento apropiada.

Para los diferentes métodos es fundamental conocer la distribución de probabilidad de los flujos de caja del proyecto para facilitar el cálculo del riesgo. Esto rara vez se conoce con certeza.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



ELEMENTOS A DEFINIR EN EL ANÁLISIS DE UNA INVERSIÓN

7 | ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN Y DECISIÓN

En el método de Tasa de Descuento Ajustada, este inconveniente intenta “salvarse” mediante el modelo de CAPM complementado con el WACC. Si bien este método presenta numerosas dificultades, en especial en economías de mayor inestabilidad, es uno de los más utilizados en el mundo.

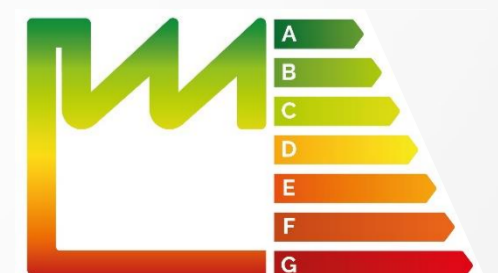
Para enriquecer el análisis, este método puede complementarse con análisis de sensibilidades o análisis de diferentes escenarios, observando la respuesta del proyecto ante cambios en las variables más críticas.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO

PROYECTOS DE INVERSIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO

Consideremos un proyecto de inversión en el sector energético, con una vida útil de " n " años.

El mismo puede ser:

- Construcción de plantas para la producción de energía.
- Intervención en eficiencia energética.



EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO

PROYECTOS DE INVERSIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO

En ambos tipos de inversiones, habiendo considerado la inversión inicial exclusivamente en el año 0, el flujo de caja será dado por la siguiente fórmula:

$$FC_j = P_j Q_j \pm OM_j$$

Siendo:

Q_j : la cantidad de energía producida o no consumida en el año j ;

P_j : el precio medio por unidad de energía producida o no consumida en el año j ;

OM_j : los costos de gestión y de mantenimiento (operación y mantenimiento) en el año j .



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO

PROYECTOS DE INVERSIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO

AHORRO REAL DE ENERGÍA. Se determina comparando el consumo, o la demanda, antes y después de la implementación de un proyecto de eficiencia energética o de la instalación de una fuente de generación de energía, al tiempo que se realizan los ajustes necesarios según la variación de las condiciones iniciales.

$$\text{Ahorro Energía} = \text{Energía período de referencia} - \text{Energía período demostrativo} \pm \text{Ajustes}$$

Es necesario separar el efecto que tienen sobre el consumo de energía un proyecto de eficiencia energética o de producción de energía, del efecto que generan otros cambios que se producen de manera simultánea, y que repercuten en los equipos que consumen energía.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



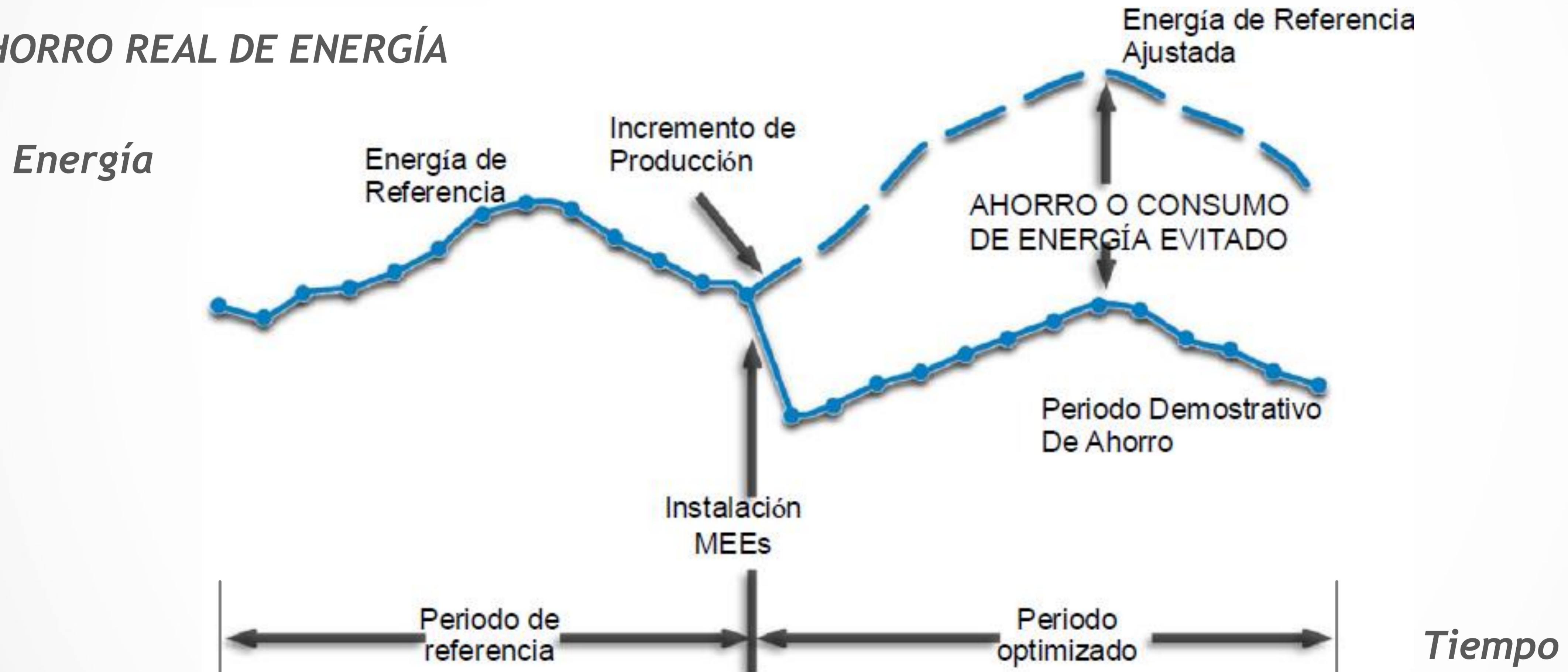
Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO

PROYECTOS DE INVERSIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO

AHORRO REAL DE ENERGÍA



EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO

PROYECTOS DE INVERSIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO

PRECIO DE LA ENERGÍA

El precio unitario de la energía será, en función del tipo de proyecto:

- El precio de mercado de la energía producida (por ejemplo, la electricidad producida por la planta de energía eólica), incrementado por eventuales incentivos.
- El precio unitario del vector energético actualmente utilizado que se sustituye o ahorra.

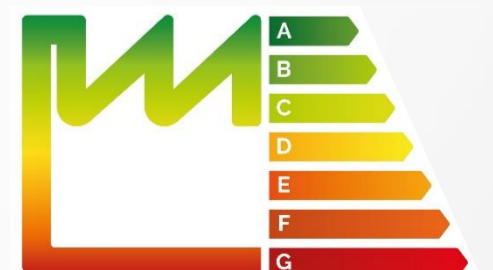
Por lo tanto tendremos que evaluar las probables tendencias de precios de la energía en sus distintas formas.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO

PROYECTOS DE INVERSIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO

PRECIO DE LA ENERGÍA

Para estimar la variación de los precios de la energía, podemos realizar dos hipótesis:

1. El aumento de los precios de la energía es igual a la tasa general de inflación f :

$$P_j = P_0(1 + f)^j \quad ; \text{ precio de la energía en el año } j.$$

$$\frac{P_j Q_j}{(1 + R)^j} = \frac{P_0 Q_j (1 + f)^j}{(1 + r)^j (1 + f)^j} = \frac{P_0 Q_j}{(1 + r)^j} \quad ; \text{ F.C. actualizado en el año } j.$$

$$VAN = -I_0 + \frac{P_0 Q_1}{(1 + r)^1} + \dots + \frac{P_0 Q_n}{(1 + r)^n}$$



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO

PROYECTOS DE INVERSIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO

PRECIO DE LA ENERGÍA

Para estimar la variación de los precios de la energía, podemos realizar dos hipótesis:

2. El aumento de los precios de la energía es igual a una tasa anual f' distinta de f :

$$P_j = P_0(1 + f')^j$$

$$\frac{P_j Q_j}{(1 + R)^j} = \frac{P_0 Q_j (1 + f')^j}{(1 + r)^j (1 + f)^j}$$

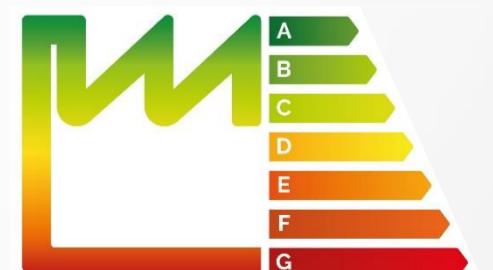
$$VAN = -I_0 + \frac{P_0 Q_1 (1 + f')^1}{(1 + r)^1 (1 + f)^1} + \dots + \frac{P_0 Q_n (1 + f')^n}{(1 + r)^n (1 + f)^n}$$



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO

PROYECTOS DE INVERSIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO

PRECIO DE LA ENERGÍA. Dependencia del VAN a los precios de la energía.

Se definen dos nuevos índices:

- El *costo de la energía producida* - **LCOE** (inversiones de producción de energía).
- El *costo de la energía ahorrada* - **LCOAE** (inversiones en eficiencia energética).

Ambos índices se pueden definir como: el precio por unidad de energía producida o ahorrada por la instalación al que debo vender (o dejar de comprar), que permite compensar todos los costos de construcción y funcionamiento de la misma, tales que $VAN = 0$ al final de la vida útil de la planta o proyecto.

$$VAN = -I_0 + \sum_J^N \frac{CQ_j(1 + f')^j - OM_j}{(1 + R)^j} = 0$$



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO

PROYECTOS DE INVERSIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO

¿A QUÉ PRECIO DE VENTA / SUSTITUCIÓN SE ANULA EL VAN AL FINAL DEL PROYECTO?

$$-I_0 - \sum_{k=1}^n \frac{I_k}{(1+r)^k} - \sum_{k=1}^n \frac{(O\&M_k + F_k)}{(1+r)^k} + \sum_{k=1}^n \frac{E_k P_{venta}}{(1+r)^k} = VAN = 0$$

Inversión inicial y en años sucesivos

Operación y mantenimiento + combustibles

Venta de energía o costo evitado por sustitución

EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO

LCOE (LEVELIZED COST OF ENERGY)

El *costo nivelado de la energía (LCOE)* es un parámetro que proporciona el costo por unidad de energía generada, y que puede aplicarse a sistemas fotovoltaicos, eólicos, térmicos, geotérmicos, y a cualquier tipo de fuente de generación de electricidad.

$$LCOE = \frac{I_0 + \sum_{k=1}^n \frac{I_k + O\&M_k + F_k}{(1+r)^k}}{\sum_{k=1}^n \frac{E_k}{(1+r)^k}}$$

LCOE REAL

Siendo:

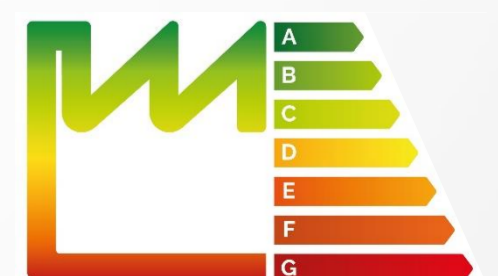
r : tasa de descuento real.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



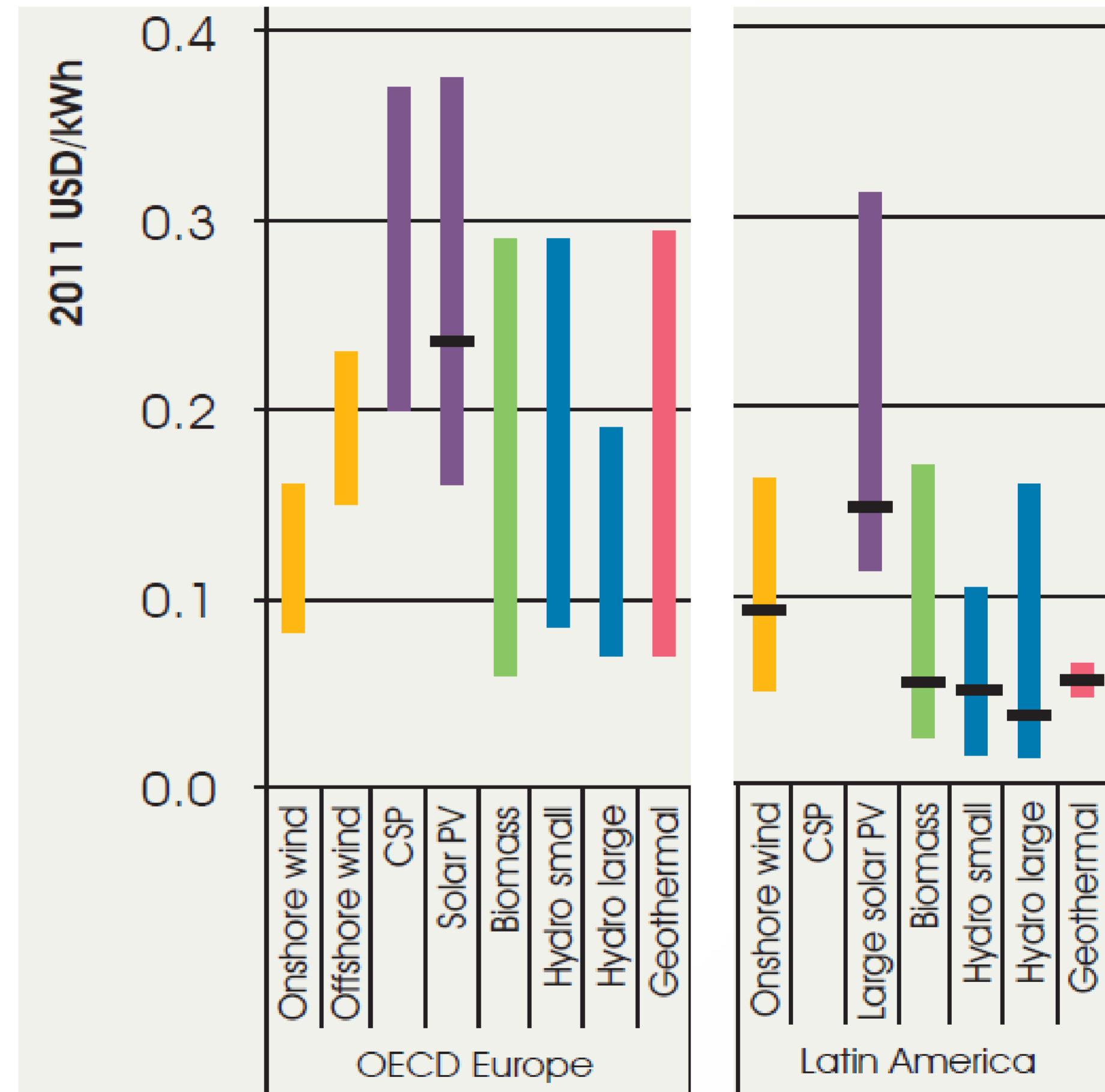
Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO

LCOE (LEVELIZED COST OF ENERGY)

LCOE PARA DISTINTAS TECNOLOGÍAS



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



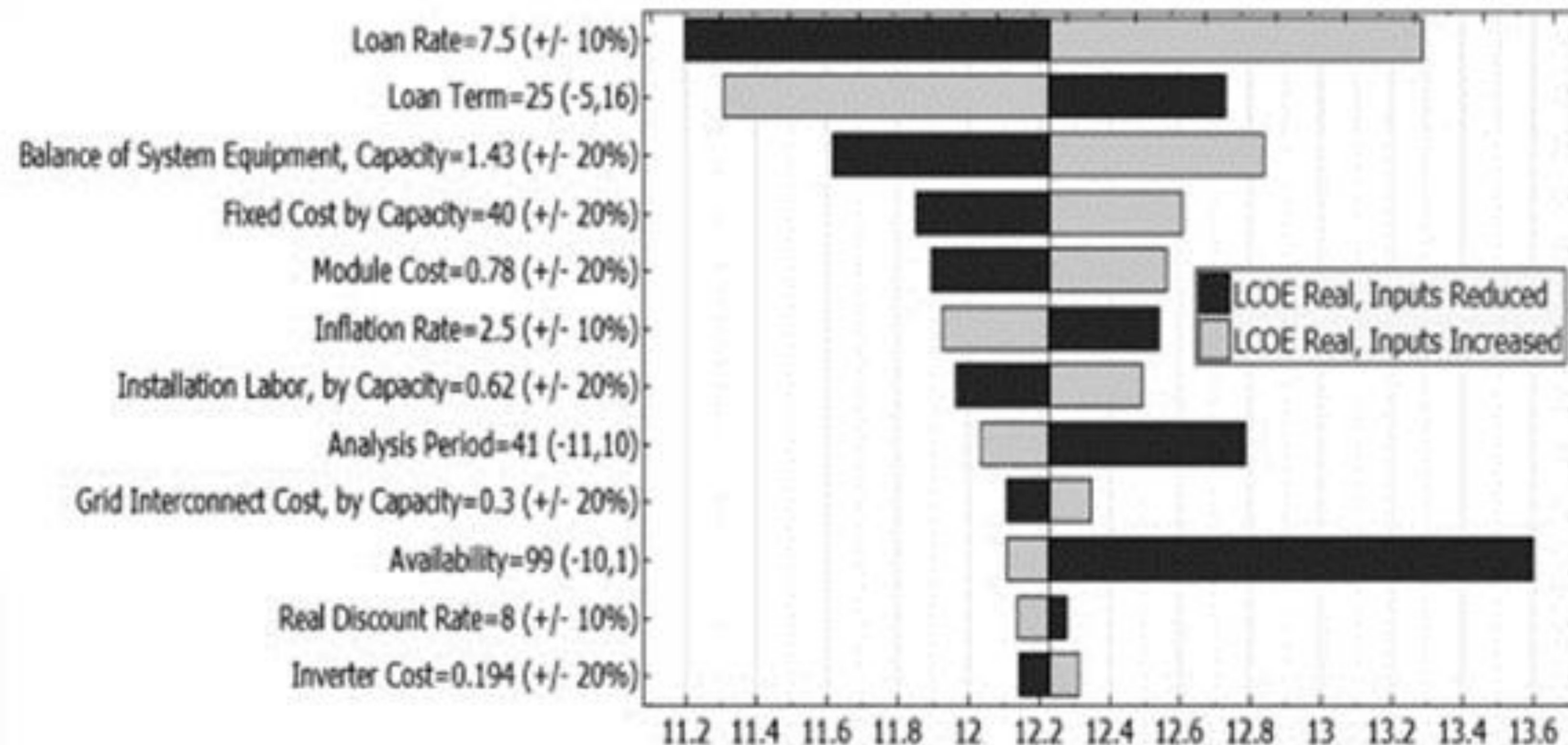
Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO

LCOE (LEVELIZED COST OF ENERGY)

DIAGRAMA DE SENSIBILIDADES



EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO

ANÁLISIS MULTICRITERIO

El *análisis multicriterio* toma en consideración simultáneamente una multiplicidad de objetivos en relación a la intervención realizada, de carácter privado (imágen, política de calidad, RSE), o público (tutela del territorio, impacto en mano de obra, impacto ambiental). Se realizan varias propuestas alternativas de proyecto (incluso la opción de no hacer ningún cambio) y se diseñan funciones a optimizar o simplemente tablas que contemplen las ventajas y desventajas en cada sector interesado, evidenciando los conflictos y asignando factores de peso para cada uno.

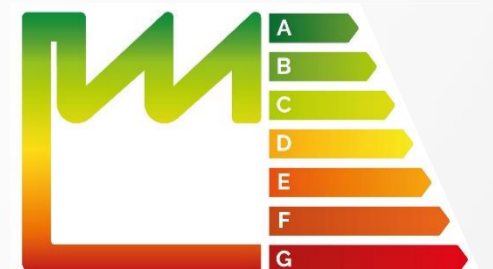
$$MAX \{F(\bar{X})\}; \quad \bar{X} = (\lambda_1 x_1; \lambda_2 x_2; \dots; \lambda_n x_n)$$



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



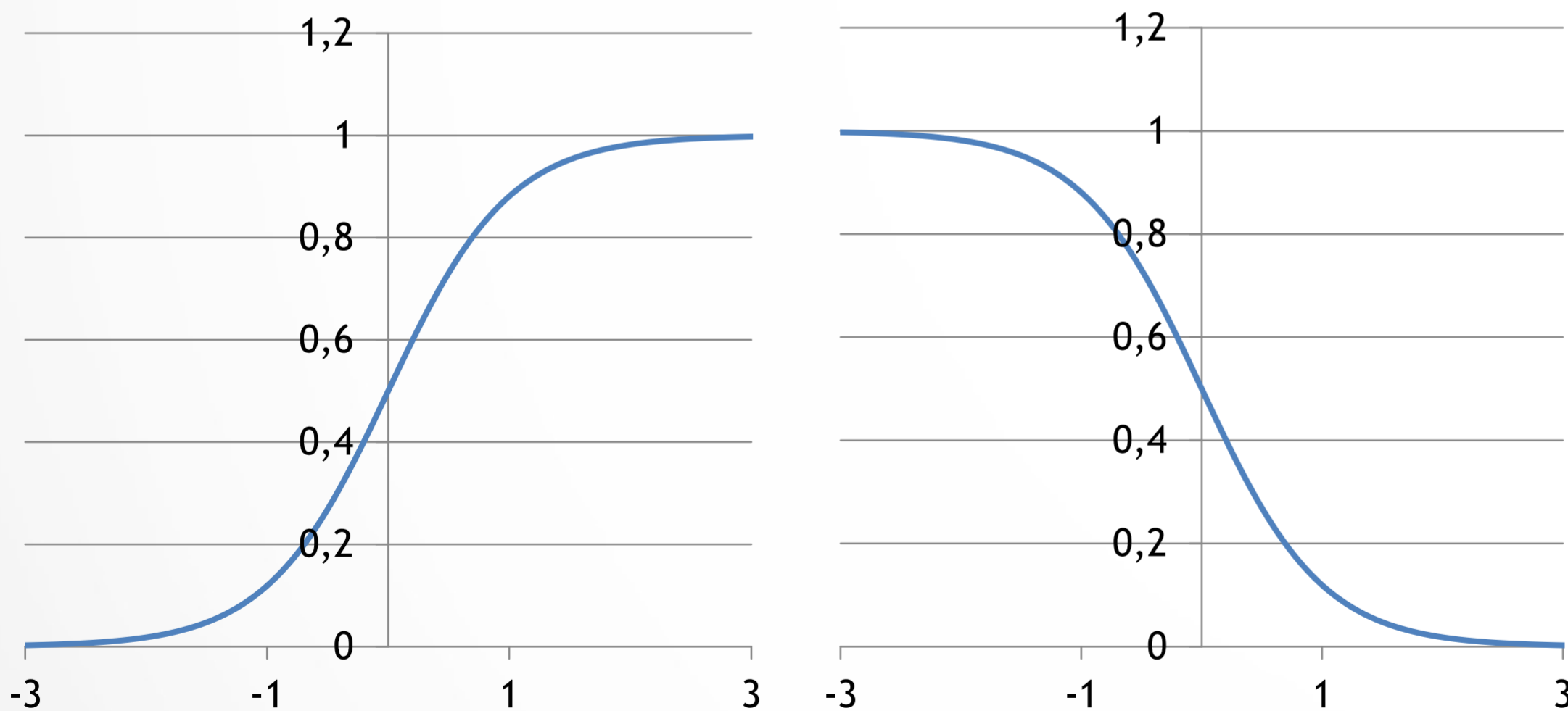
EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO

ANÁLISIS MULTICRITERIO

EJEMPLO. Lograr un compromiso entre rentabilidad privada (LCOE), ahorro de energía primaria y ahorro de emisiones.

$$F(\lambda_1 LCOE; \lambda_2 PES; \lambda_3 CO_2)$$

Se normaliza cada indicador: El dominio de la función LCOE (40;300) se transforma en (0;1).



Se asigna un peso a cada indicador y se elabora un puntaje:

$$Puntaje = \lambda_1 LCOE + \lambda_2 PES + \lambda_3 CO_2 + \dots$$



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



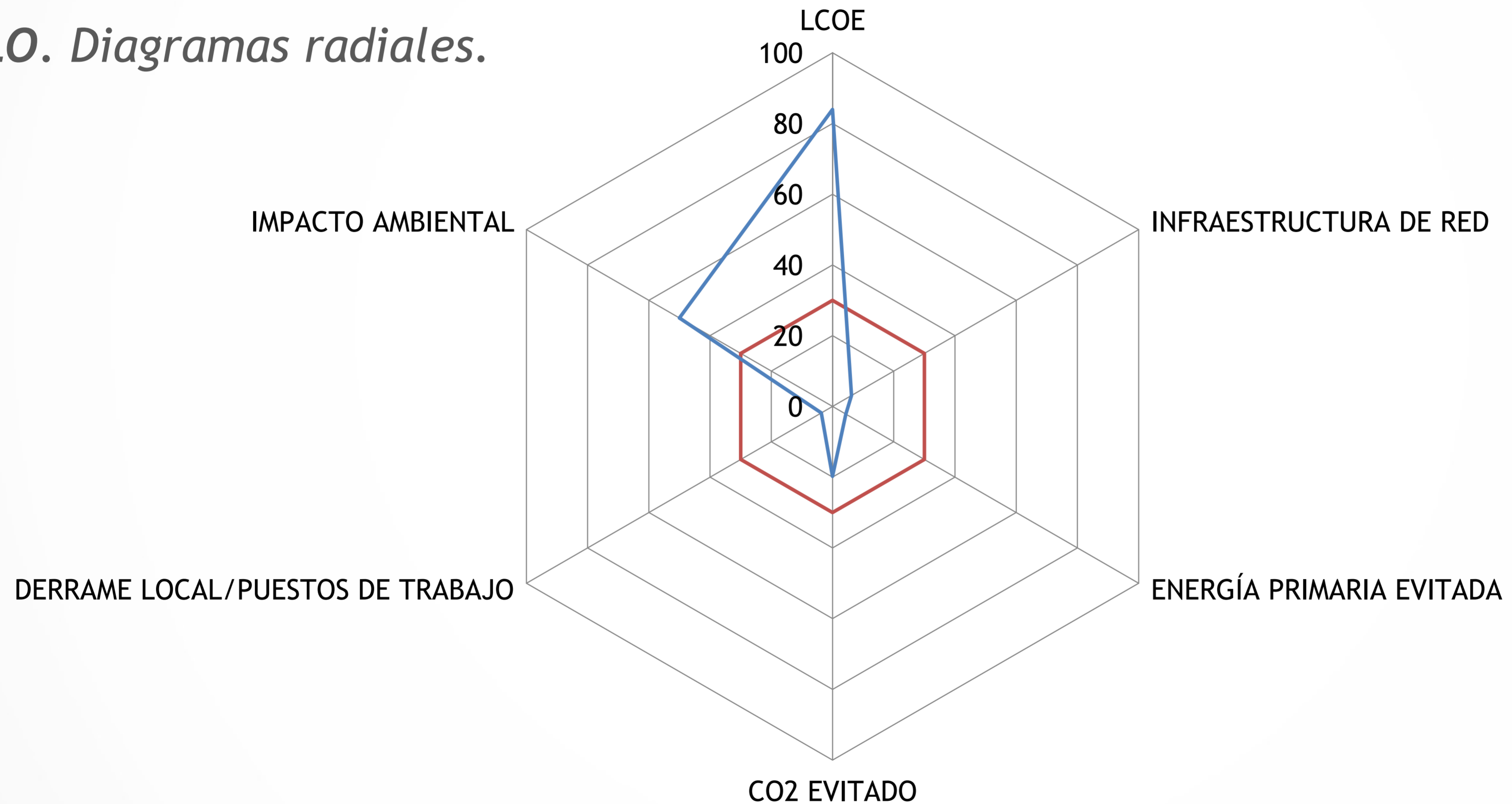
Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO

ANÁLISIS MULTICRITERIO

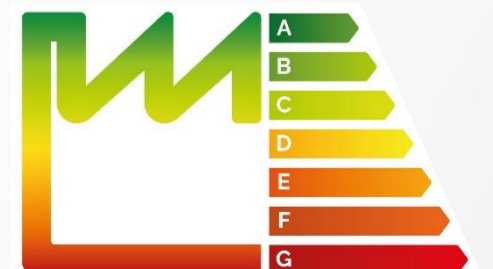
EJEMPLO. Diagramas radiales.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



EJERCICIOS PRÁCTICOS

1 | PLANTA FOTOVOLTAICA



Encuentre el LCOE y PES de una instalación fotovoltaica según los siguientes datos:

- Potencia nominal: 250kWp
- Horizonte de la inversión: 20 años
- Costo total de la inversión (llave en mano): 1,5USD/Wp
- Índice de producción: 1350kWh/kWp
- Pérdida de rendimiento 2% a. a.
- Costos de operación y mantenimiento: 15USD/kW.año y 0,002USD/kWh
- Tasa de descuento adoptada: 5% real en dólares
- Factor de conversión Energía Eléctrica → Energía Primaria = 3.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



EJERCICIOS PRÁCTICOS

1 | PLANTA FOTOVOLTAICA



$$\begin{aligned}
 \text{Inversión inicial} &= 1,5 \frac{\text{USD}}{\text{Wp}} \cdot 250.000 \text{ Wp} \\
 15 \frac{\text{USD}}{\text{kW} \cdot \text{año}} \cdot 250 \text{ kWp} &= 3750 \frac{\text{USD}}{\text{año}} \\
 0,002 \frac{\text{USD}}{\text{kWh}} \cdot 1350 \frac{\text{kWh}}{\text{kWp}} \cdot 250 \text{ kWp} &= 675 \frac{\text{USD}}{\text{año}}
 \end{aligned}$$

$OM_K = 4425 \frac{\text{USD}}{\text{año}}$

LCOE / Numerador	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	375000	4425	4425	4425	4425	4425	4425	4425	4425	4425
Actualizado	375000	4214	4014	3822	3640	3467	3302	3145	2995	2852

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTALES
4425	4425	4425	4425	4425	4425	4425	4425	4425	4425	4425	463500
2717	2587	2464	2347	2235	2129	2027	1931	1839	1751	1668	430145



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



EJERCICIOS PRÁCTICOS

1 | PLANTA FOTOVOLTAICA



Por pérdidas de rendimiento:

$$Energía\ generada_{año1} = 1350 \frac{kWh}{kWp} \cdot 250\ kWp$$

$$Energía\ generada_{añoT} = 0,98 \cdot Energía\ generada_{añoT-1}$$

LCOE / Denominador	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		337500	330750	324135	317652	311299	305073	298972	292992	287133
Actualizado		321429	300000	280000	261333	243911	227650	212474	198309	185088

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTALES
281390	275762	270247	264842	259545	254354	249267	244282	239396	234608	229916	5609115
172749	161232	150484	140451	131088	122349	114192	106579	99474	92842	86653	3608288



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



EJERCICIOS PRÁCTICOS

1 | PLANTA FOTOVOLTAICA



$$LCOE_{real} = \frac{375.000 + \sum_{k=1}^{20} \frac{4425}{(1 + 0,05)^k}}{\sum_{k=1}^{20} \frac{\text{Energía generada}_{\text{año } k}}{(1 + 0,05)^k}}$$



$$LCOE_{REAL} = 0,119USD/kWh$$

$$LCOE_{REAL} = 119USD/MWh$$

AHORRO DE ENERGÍA PRIMARIA

$$A.E.P. = 20250MWh E.P.$$

$$A.E.P. = 1741 TEP$$



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción

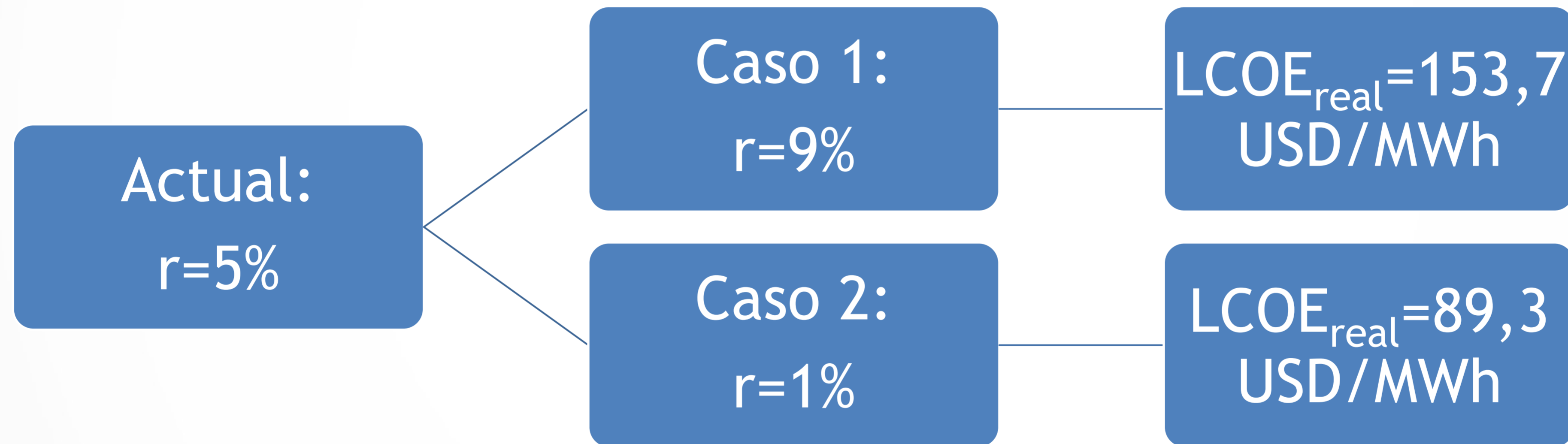


EJERCICIOS PRÁCTICOS

1 | PLANTA FOTOVOLTAICA

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

✓ Tasa de descuento r



EJERCICIOS PRÁCTICOS

1 | PLANTA FOTOVOLTAICA

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

✓ Índice de producción



EJERCICIOS PRÁCTICOS

1 | PLANTA FOTOVOLTAICA

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

✓ Inversión inicial



EJERCICIOS PRÁCTICOS

2 | MOTOR ELÉCTRICO



Calcular el ahorro anual expresado en pesos, por el reemplazo del MOTOR N°1 IE1 (Eficiencia Estándar) por el MOTOR N°2 IE3 (Eficiencia Premium). Con factor de carga del 75% .
Funcionando 20 hs diarias, 260 días al año. Costo EE: 1,85 \$/kWh.

W21 - Carcasa de Aluminio - Standard Efficiency - IE1



W21 - Carcasa de Aluminio - Premium Efficiency - IE3



EJERCICIOS PRÁCTICOS

2 | MOTOR ELÉCTRICO



	PESOS	USD
Costo Motor N° 1:	11100	617
Costo Motor N° 2:	13875	771
Diferencia	2775	154

LCOE / Numerador	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTALES
	154											154
Actualizado	154											154

Ahorro de energía anual = 2236 kWh

LCOE / Denominador	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTALES
		2236	2236	2236	2236	2236	2236	2236	2236	2236	2236	22360
Actualizado		2130	2028	1932	1840	1752	1669	1589	1513	1441	1373	17266



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



EJERCICIOS PRÁCTICOS

2 | MOTOR ELÉCTRICO



$$LCOE_{real} = \frac{154}{\sum_{k=1}^{10} \frac{2236}{(1 + 0,05)^k}}$$



$$LCOE_{REAL} = 0,009USD/kWh$$

$$LCOE_{REAL} = 9USD/MWh$$

AHORRO DE ENERGÍA PRIMARIA

$$A.E.P. = 67MWh E.P.$$

$$A.E.P. = 5,8 TEP$$

EJERCICIOS PRÁCTICOS

3 | EFICIENCIA ENERGÉTICA



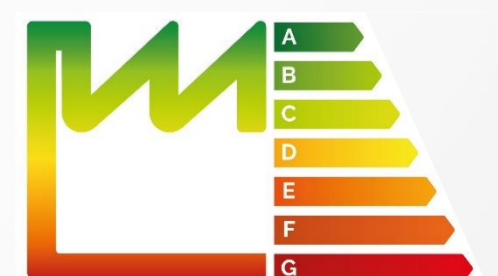
Una industria requiere 3kWh de energía eléctrica y 2m³ de gas natural por unidad de producto elaborado con una producción real de 800000 unidades durante el último año. Se desea realizar una inversión en eficiencia energética de USD 750.000 para optimizar el proceso de manera de llevar los consumos a 2kWh y 1,5m³ de gas natural por unidad de producto. Considerando que la vida útil de los nuevos equipamientos es de 15 años y que se incrementará un 10% los primeros 5 años, 20% los 5 años siguientes y 30% para los años restantes la producción de la planta. Calcule el PES y el LCOAE. (Utilice 5% de tasa de descuento, 3 de factor de conversión EE a EP y 1,25 de GN a EP).



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



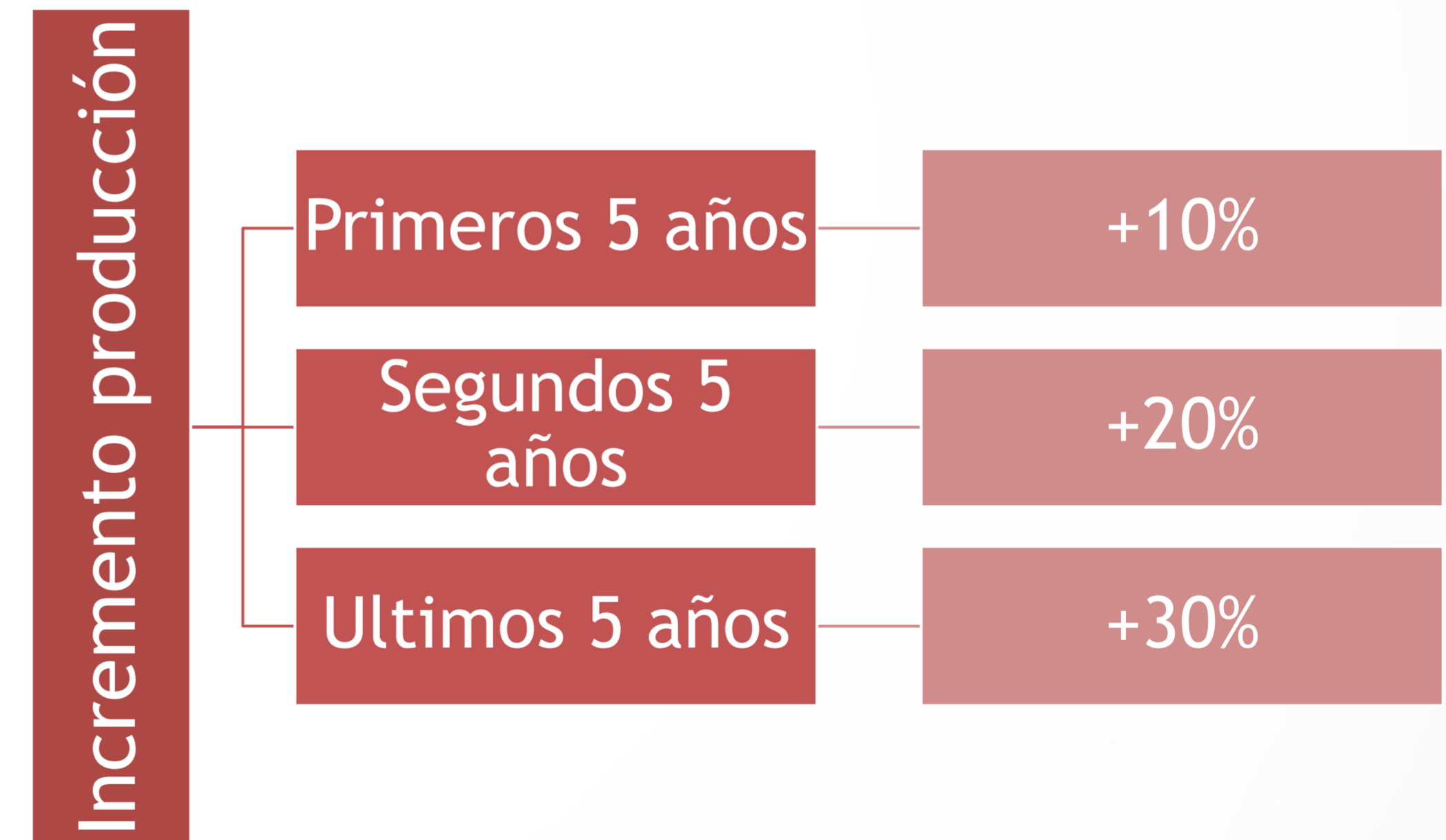
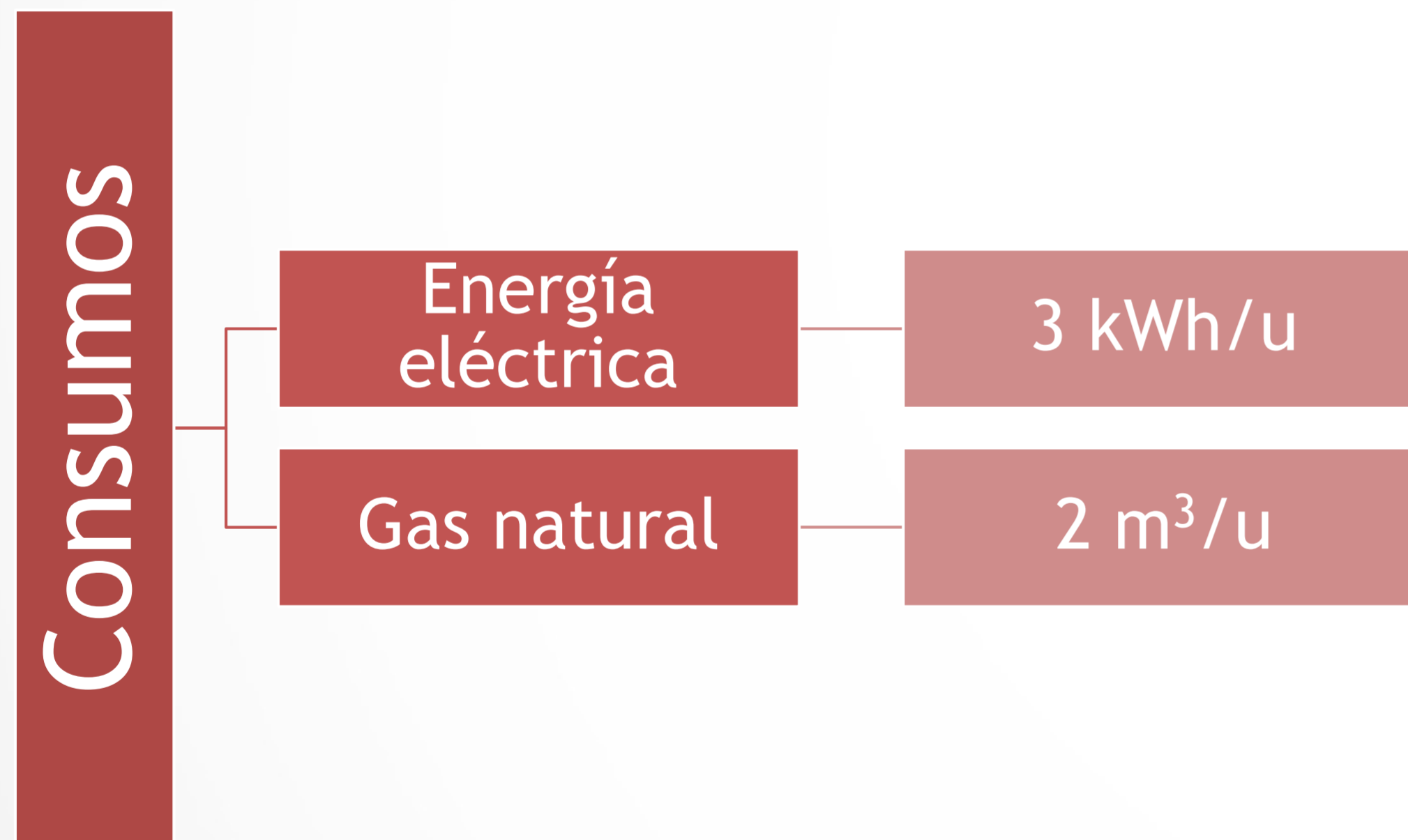
EJERCICIOS PRÁCTICOS

3 | EFICIENCIA ENERGÉTICA



SITUACIÓN INICIAL

Producción: 800.000 u

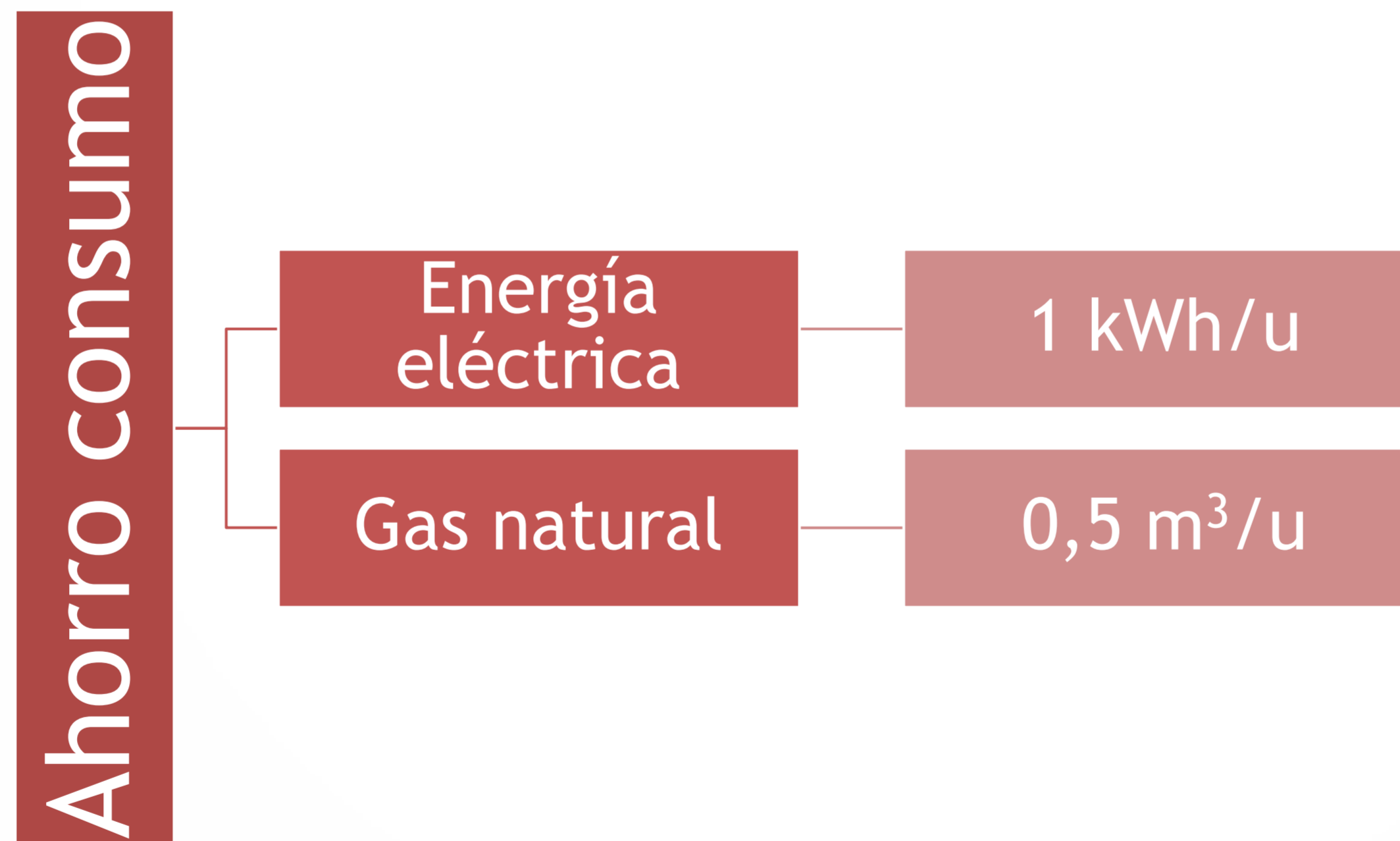


EJERCICIOS PRÁCTICOS

3 | EFICIENCIA ENERGÉTICA

SITUACIÓN OPTIMIZACIÓN PROCESO

Inversión: 1.500.000 USD



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



EJERCICIOS PRÁCTICOS

3 | EFICIENCIA ENERGÉTICA



Inversión inicial

LCOE / Numerador	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TOTALES
	750000																750000
Actualizado	750000																750000

$$\text{Ahorro energía eléctrica anual} = 1 \frac{\text{kWh}}{u} * \text{producción anual (tener en cuenta incremento escalonado)}$$

LCOE / Denominador	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TOTALES
		880000	880000	880000	880000	880000	960000	960000	960000	960000	960000	1040000	1040000	1040000	1040000	1040000	14400000
Actualizado		838095	798186	760177	723978	689503	716367	682254	649766	618825	589357	608066	579111	551534	525271	500258	9830747 kWh _{el}

$$\text{Ahorro gas natural anual} = 5 \frac{\text{kWh}}{u} * \text{producción anual (tener en cuenta incremento escalonado)}$$

LCOE / Denominador	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TOTALES
		4400000	4400000	4400000	4400000	4400000	4800000	4800000	4800000	4800000	4800000	5200000	5200000	5200000	5200000	5200000	72000000
Actualizado		4190476	3990930	3800885	3619891	3447515	3581834	3411270	3248829	3094123	2946784	3040332	2895555	2757671	2626353	2501289	49153737 kWh _{gas}



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



EJERCICIOS PRÁCTICOS

3 | EFICIENCIA ENERGÉTICA



$$LCOE_{real} = \frac{750.000}{\sum_{k=1}^{15} \frac{\text{Ahorro EE anual}}{(1 + 0,05)^k}} \Rightarrow 1MWh_{EL} + 5MWh_{GAS} \quad LCOE_{REAL} = 76USD/MWh$$

$$LCOE_{real} = \frac{750.000}{\sum_{k=1}^{15} \frac{\text{Ahorro GN anual}}{(1 + 0,05)^k}} \Rightarrow 0,2 MWh_{EL} + 1 MWh_{GAS} \quad LCOE_{REAL} = 15,25USD/MWh$$

$$LCOE_{real} = \frac{750.000}{\sum_{k=1}^{15} \frac{\text{Ahorro GN anual} + \text{Ahorro EE anual}}{(1 + 0,05)^k}} \Rightarrow \frac{1}{6} MWh_{EL} + \frac{5}{6} MWh_{GAS} \quad LCOE_{REAL} = 12,71USD/MWh$$

EJERCICIOS PRÁCTICOS

3 | EFICIENCIA ENERGÉTICA

AHORRO DE ENERGÍA PRIMARIA

$$A.E.P. = 133200 MWh E.P.$$

$$A.E.P. = 11453 TEP$$



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS

CRITERIO DE ELEGIBILIDAD

PUNTAJE



Energía primaria sustituida o ahorrada en el tiempo más próximo

Monto solicitado

↑ Energía PRIMARIA → ↑ Puntaje

↑ Proximidad temporal para ahorra o sustituir la energía → ↑ Puntaje

↓ Monto solicitado → ↑ Puntaje



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



CRITERIO DE ELEGIBILIDAD

PROYECTOS DE ENERGÍAS RENOVABLES

Una vez conocida la energía neta que generaría la implementación del proyecto, se aplica el siguiente criterio para la asignación de puntaje:

$$P_{ER} = \left[\sum_{k=1}^N \frac{f_p E_{Sk}}{(1+i)^k} \right] \frac{1}{I}$$

Siendo:

f_p : el factor de conversión a energía primaria, en función del vector sustituido;

E_{Sk} : la energía producida en el k-ésimo año;

I : Monto solicitado;

i : Tasa de descuento, en USD.

Gas distribuido por redes	1,25
Gas licuado de petróleo	1,10
Electricidad	3,30
Carbón de leña	1,60



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



CRITERIO DE ELEGIBILIDAD

PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Para calcular el **ahorro de energía** que se obtendría **a lo largo del proyecto** a partir de la implementación de una medida de mejora de eficiencia energética se procede calculando:

$$E_{Ak} = \sum_{k=1}^N \left[\sum_{j=1}^M \frac{E_0 \alpha_{j0}}{Q_{j0}} Q_{jk} - E_k \right]$$

Siendo:

E_0 : la energía consumida en el año base;

E_k : la energía consumida en el k-ésimo año;

α_{j0} : Participación del j-ésimo producto en el consumo de energía en el año base;

Q_{j0} : Producción del j-ésimo producto en el año base;

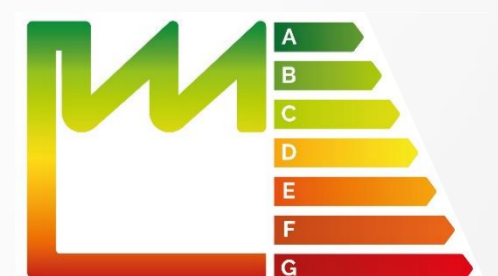
Q_{jk} : Producción del j-ésimo producto en el k-ésimo año.



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe

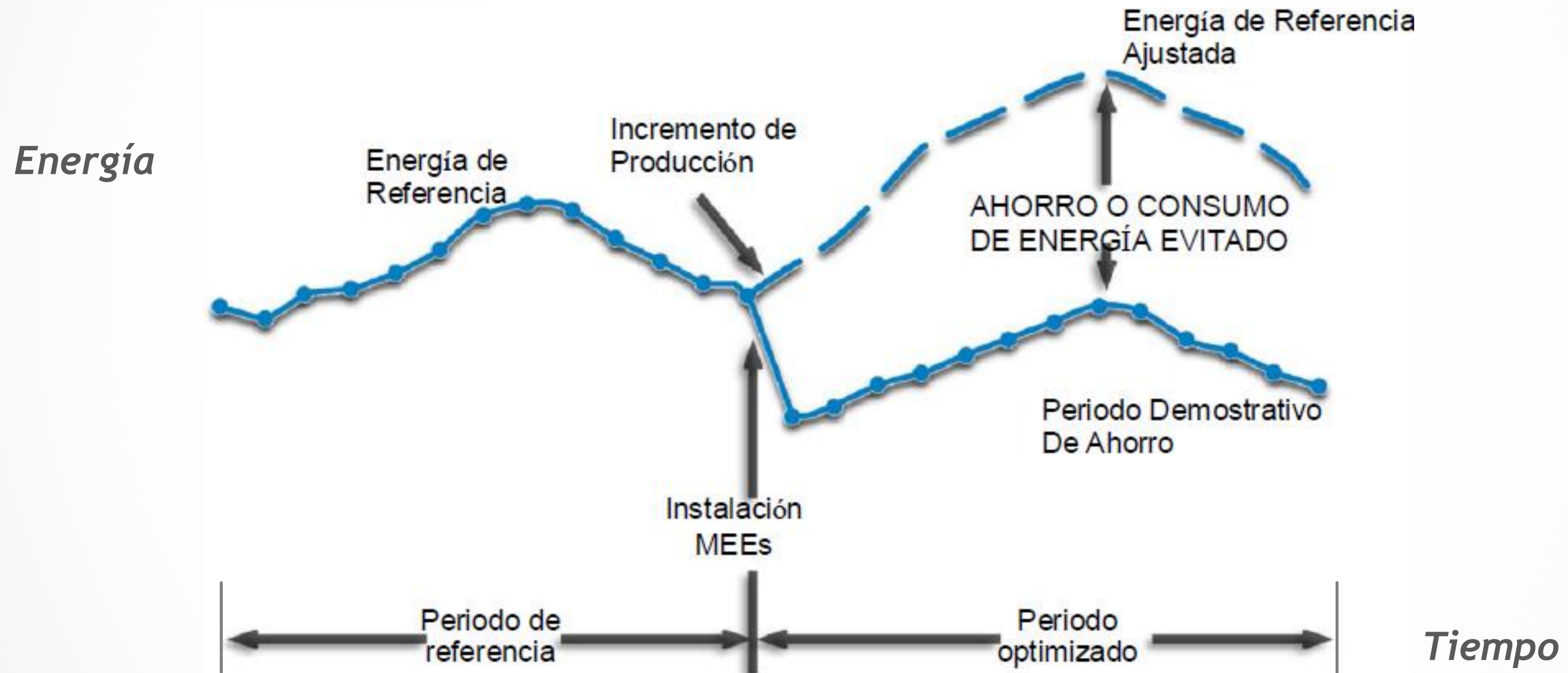


Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



CRITERIO DE ELEGIBILIDAD

PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA



Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción



CRITERIO DE ELEGIBILIDAD

PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Una vez conocida la energía neta que se evitaría a partir de la implementación del proyecto, se aplica el siguiente criterio para la asignación de puntaje:

$$P_{EE} = \left[\sum_{k=1}^N \frac{f_p E_{Ak}}{(1+i)^k} \right] \frac{1}{I}$$

Siendo:

f_p : el factor de conversión a energía primaria, en función del vector evitado;

E_{Ak} : la energía ahorrada en el k-ésimo año;

I : Monto solicitado;

i : Tasa de descuento, en USD.

Gas distribuido por redes	1,25
Gas licuado de petróleo	1,10
Electricidad	3,30
Carbón de leña	1,60

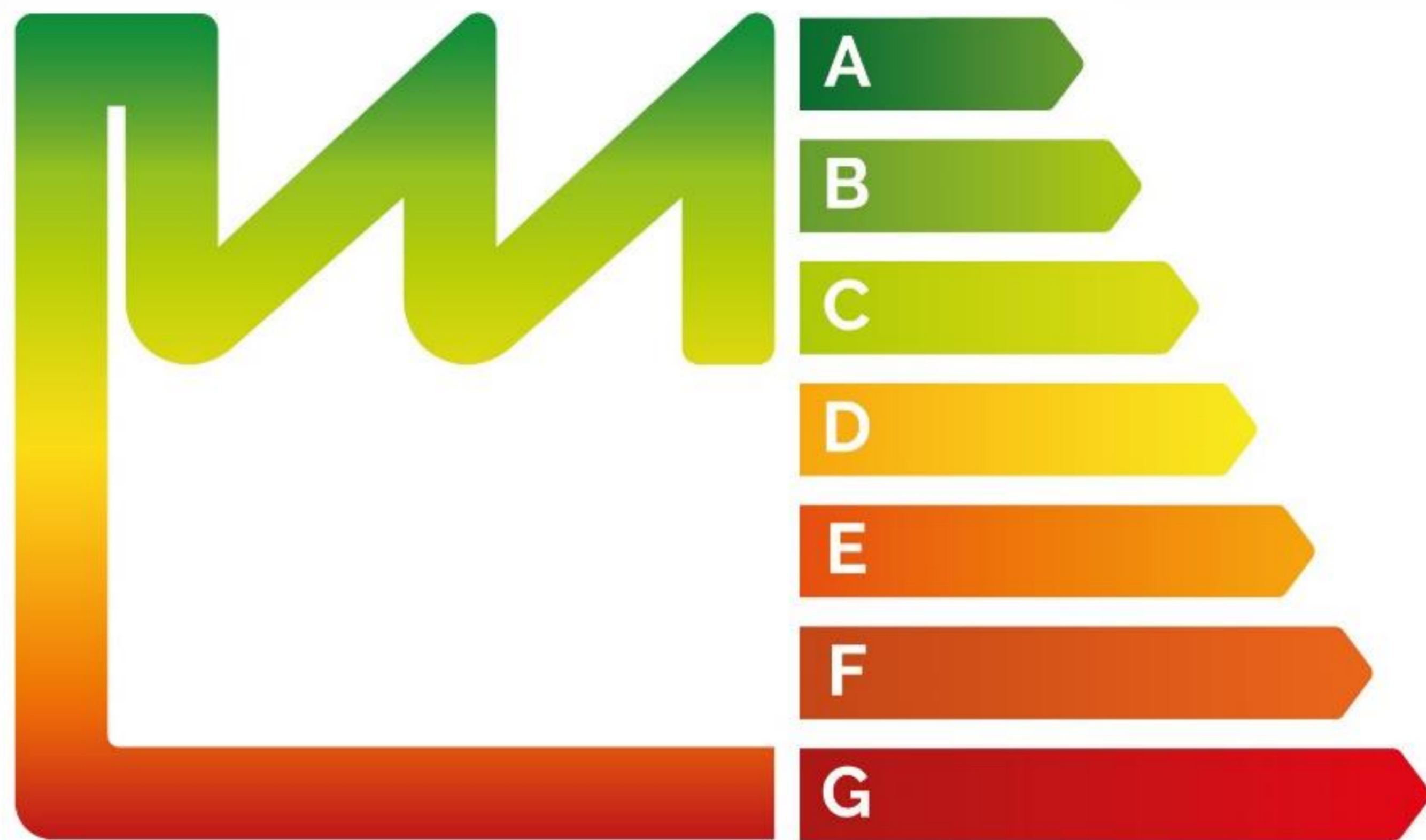


Secretaría de Estado de la Energía
Gobierno de la provincia de Santa Fe



Dirección General de Asistencia Técnica
Ministerio de la Producción





**PROGRAMA DE FORMACIÓN DE
GESTORES ENERGÉTICOS
EN INDUSTRIAS**