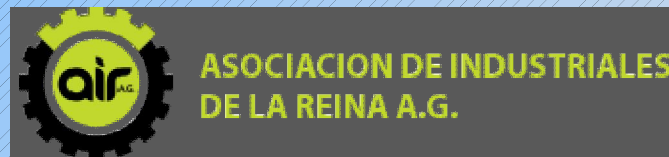


1^{er} Acuerdo de Producción Limpia

Asociación de Industriales de La Reina A.G.

**Taller: “GESTOR ENERGETICO”
Módulo 2: Diagnóstico Energético**



Santiago, Abril 2018

Temario

- **Fuentes de suministro**
- **Análisis de Consumo y Costo de Energía**
- **Relación del uso de energía con la actividad productiva/servicios**
- **Elaboración de Diagrama de flujo másico y energético**
- **Balance de masa y energía**
- **Equipos/sistemas/procesos relevantes en uso de energía**
- **Definición de Indicadores Energéticos (globales y por procesos)**
- **Determinación de Línea Base energética**

Diagnóstico Energético

¿Qué es un Diagnóstico Energético?

- Es un proceso sistemático por medio del cual:
 - Se efectúa un análisis de
 - Las fuentes de suministro energético
 - El consumo y gasto energético
 - El uso energético y su relación con el proceso/servicio
 - Se determinan las operaciones más relevantes
 - Se identifican oportunidades de mejoramiento energético
 - Estas oportunidades se evalúan y se priorizan
 - Se someten a decisiones para su implementación.

Diagnóstico Energético

➤ Fuentes de suministro:

- ✓ Se determinan todas las fuentes de energía que se utilizan.
- ✓ Se busca la información de consumo y costo de cada fuente.
- ✓ Se recopila información suficiente para cubrir al menos un ciclo productivo, para ello es importante tener claro la estacionalidad de la actividad.
- ✓ Una vez recopilada la información es necesario ordenarla y tabularla para trabajar con ella.
- ✓ Junto con esta información es necesario determinar la información que representa la actividad productiva.

FACTURAS ELECTRICAS EMPRESA

Mes a evaluar	Cargo Fijo (\$)	Energia Normal		Demanda Máxima de Potencia Suministrada		Demanda maxima leída en horas punta		Cargo unico por uso del sistema troncal		Energia reactiva kVARh	Recargo bajo FP (\$)	Reliquidacion (\$)
		kWh	(\$)	kW	(\$)	kW	(\$)	kWh	(\$)			
ene-16	2.979	300.250	17.136.898	857	1.174.344	90	698.406	340.250	227.287	113.420	0	0
feb-16	3.078	287.390	15.862.132	925	1.162.422	126	929.259	287.390	212.956	75.750	0	0
mar-16	3.096	310.540	17.139.711	927	1.176.078	120	887.671	340.540	252.341	139.740	329.544	1.128.158
abr-16	3.100	255.270	14.089.153	961	1.222.038	20	149.856	255.270	189.156	125.350	608.898	1.142.778
may-16	3.135	242.120	14.296.101	963	1.238.726	36	274.312	242.120	179.411	116.500	588.283	1.156.630
jun-16	3.152	245.320	14.479.499	960	1.244.119	17	128.661	202.320	149.919	95.990	573.270	2.231.066
jul-16	3.160	243.910	14.401.363	988	1.284.307	4	25.835	243.910	291.961	116.020	579.138	1.300.295
ago-16	3.166	311.690	18.413.425	982	1.282.043	18	134.291	311.690	373.093	159.680	957.597	1.200.479
sept-16	3.168	271.800	15.871.948	985	1.285.759	4	25.588	271.800	325.344	136.330	813.164	0
oct-16	3.115	274.160	15.520.594	892	1.150.092	125	924.657	274.160	183.139	78.080	0	1.228.766
nov-16	3.119	286.420	16.216.149	890	1.148.805	130	981.790	286.420	191.329	94.740	0	0
dic-16	3.134	270.360	15.306.879	893	1.153.845	128	967.965	306.360	204.648	108.300	0	0

GLP

Mes	Volumen (L)	\$ Neto
ene-16	12.958	3.914.474
feb-16	9.000	2.110.650
mar-16	11.175	3.203.349
abr-16	10.056	2.919.888
may-16	12.741	4.119.404
jun-16	14.179	4.831.931
jul-16	14.227	5.331.773
ago-16	18.966	7.045.199
sept-16	12.282	4.168.143
oct-16	8.089	2.437.337
nov-16	9.702	2.793.722
dic-16	8.552	2.828.483
TOTALES	141.927	45.704.353

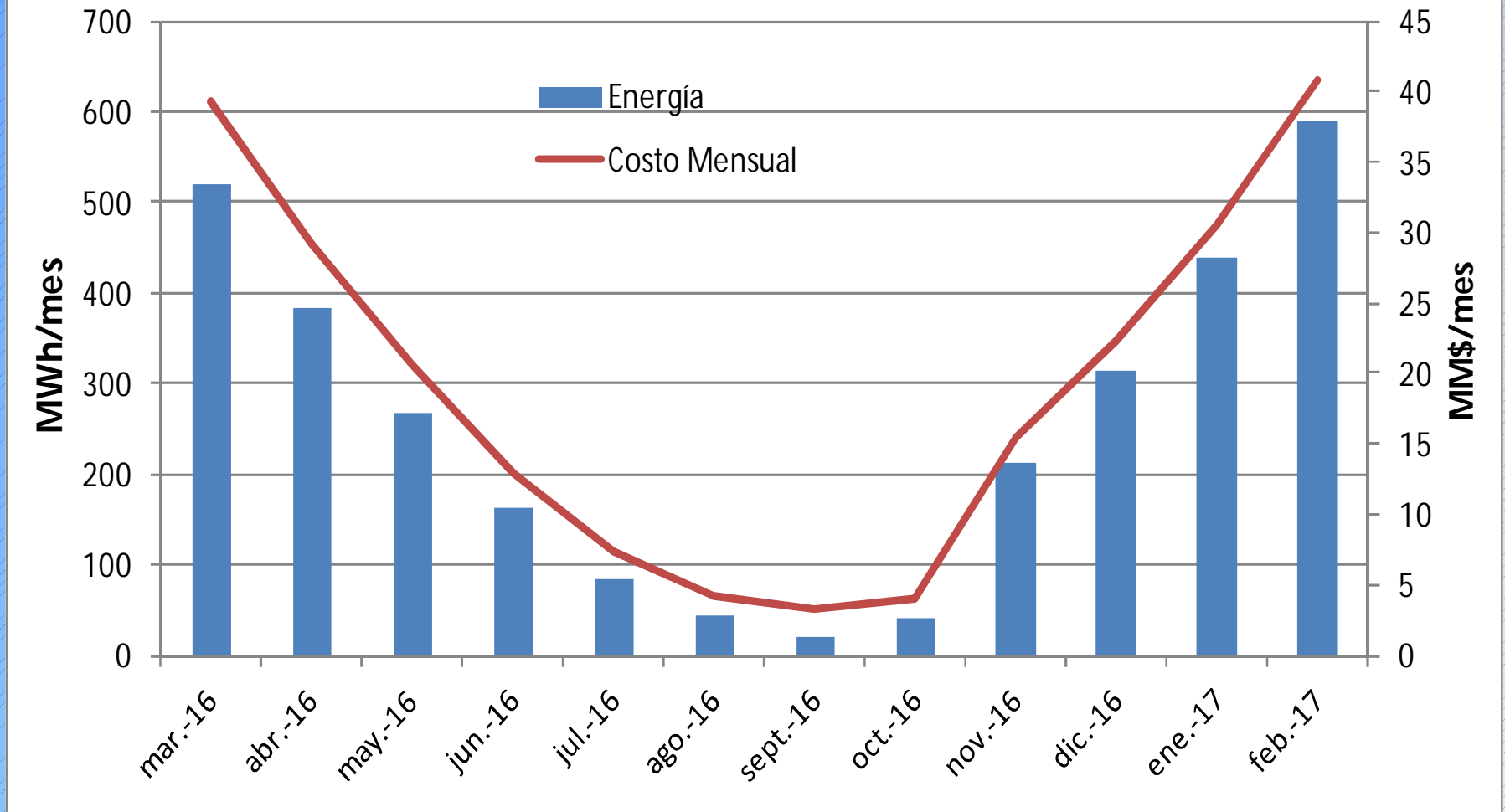
PETROLEO DIESEL

Mes	Volumen (L)	\$ Neto
ene-16	0	0
feb-16	0	0
mar-16	0	0
abr-16	9.000	4.397.617
may-16	12.617	6.115.899
jun-16	7.362	3.409.771
jul-16	9.940	4.540.321
ago-16	10.800	4.948.631
sept-16	9.600	4.366.502
oct-16	0	0
nov-16	0	0
dic-16	0	0
TOTALES	59.319	27.778.741

MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO

MES	Materia Prima (kg)	Producción (kg)
ene-16	363.294	294.757
feb-16	353.634	285.740
mar-16	449.755	369.363
abr-16	461.411	391.022
may-16	518.932	438.990
jun-16	482.961	393.287
jul-16	413.310	349.186
ago-16	565.121	466.354
sept-16	329.251	270.815
oct-16	226.384	188.985
nov-16	433.418	351.302
dic-16	393.617	323.681
Total	4.991.088	4.123.480

ESTACIONALIDAD



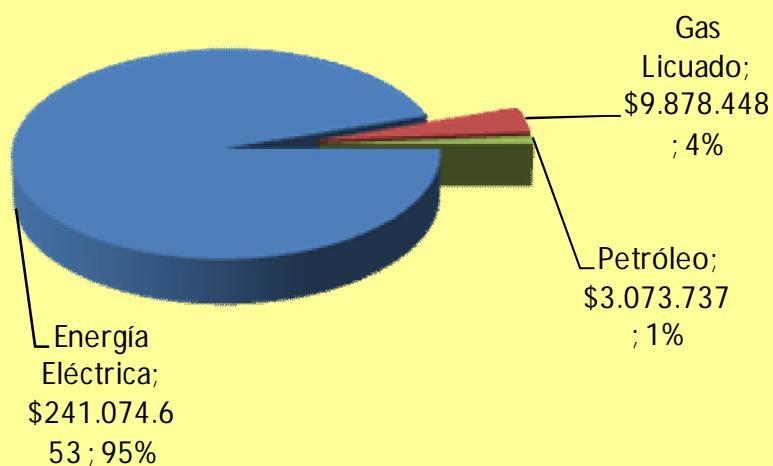
Diagnóstico Energético

- **Análisis de Consumo y Costo de Energía :**
 - ✓ Se determina el consumo y costo de energía de cada fuente.
 - ✓ La energía correspondiente a cada fuente se expresa en unidades coherentes de energía.
 - ✓ Se determinan perfiles de consumo y costo de energía.
 - ✓ Se establece la relación del consumo energético con los todas las fuentes de energía que se utilizan.
 - ✓ Se busca la información de consumo y costo de cada fuente.

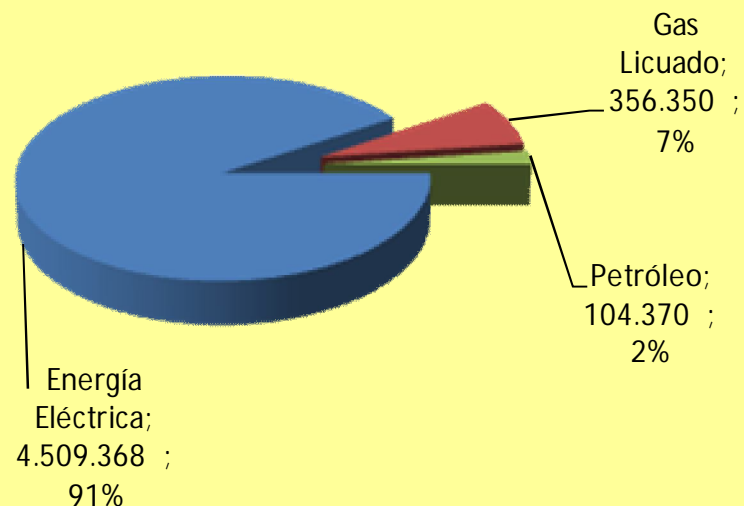
Perfiles de Costos y Consumos Energéticos

Fuente	Cantidad		Energía			Costo	
Energía Eléctrica	4.509.368	kWh	4.509.368	kWh	90,7%	\$ 241.074.653	94,9%
Gas Licuado	46.040	L	356.350	kWh	7,2%	\$ 9.878.448	3,9%
Petróleo	9.800	L	104.370	kWh	2,1%	\$ 3.073.737	1,2%

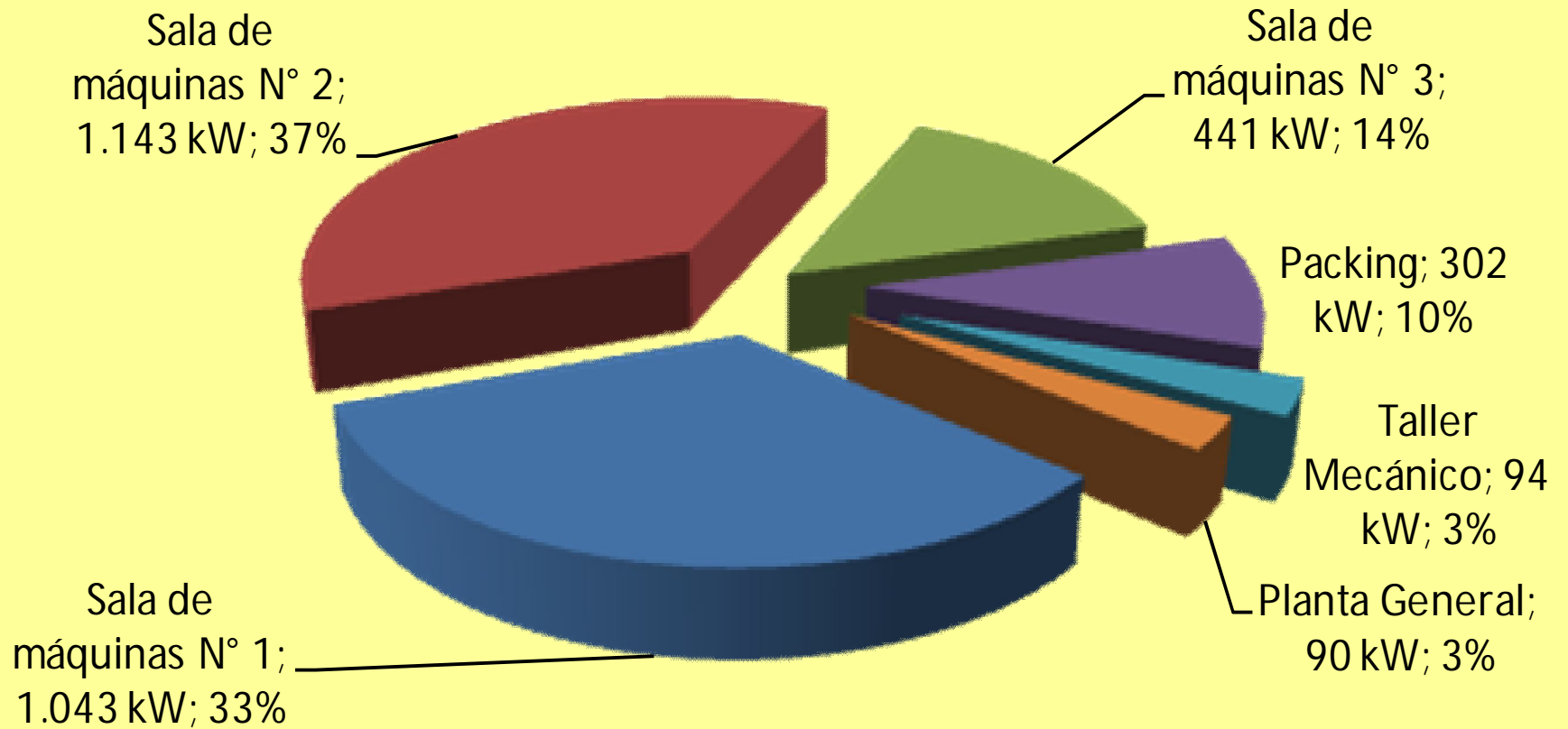
Costo de Energía



Consumo de Energía



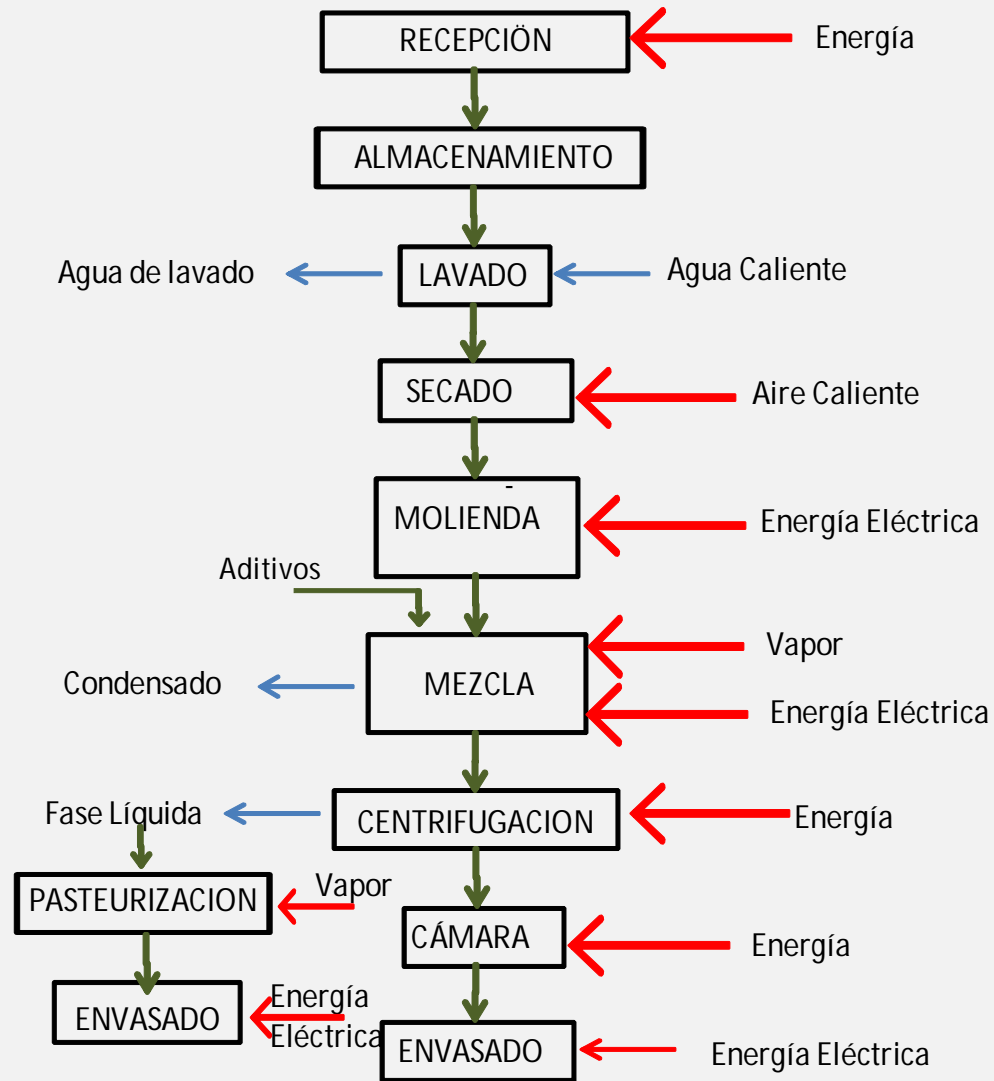
Potencia Instalada [kW]



Diagnóstico Energético

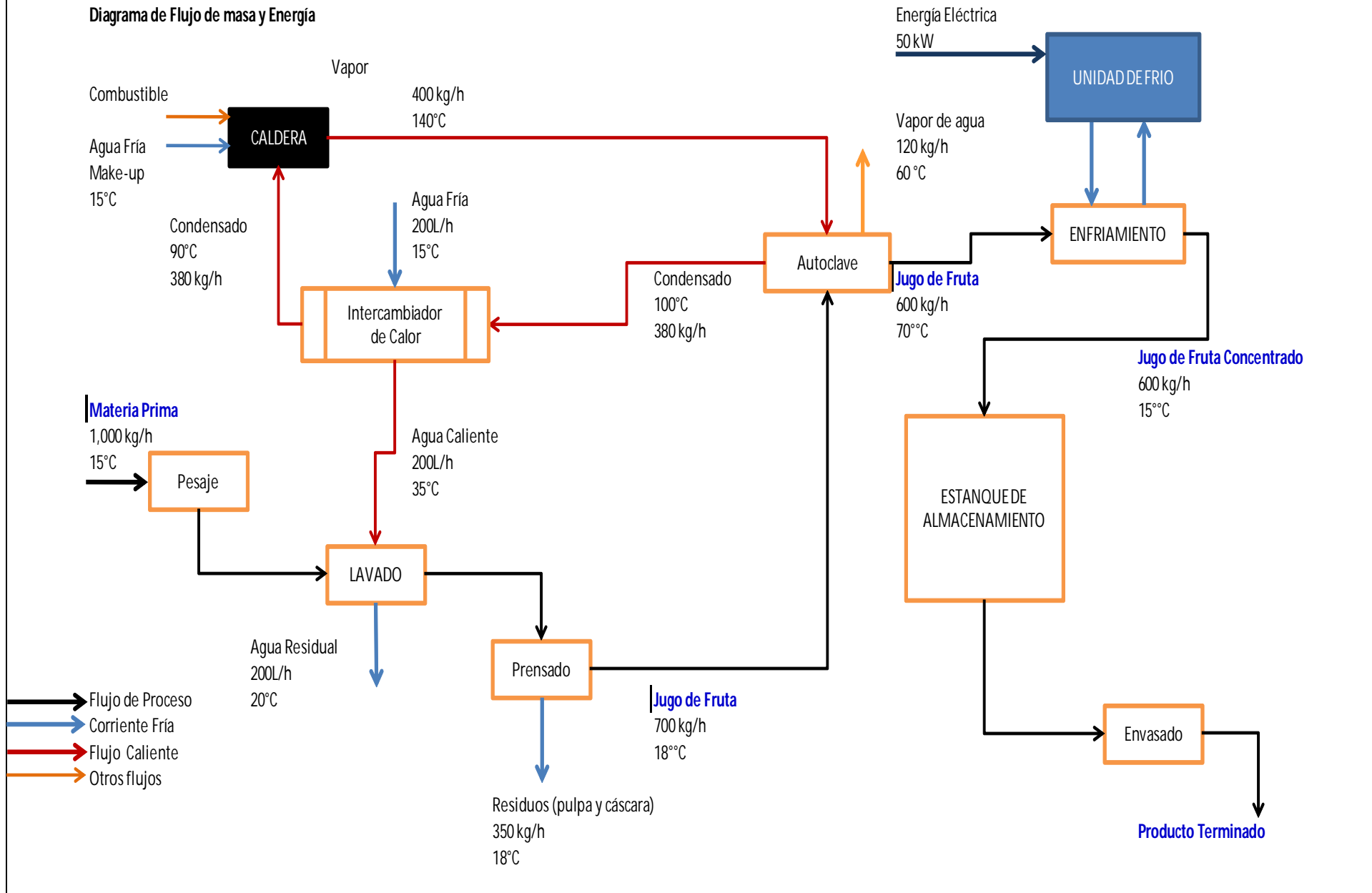
- Elaboración de Diagrama de flujo másico y energético
 - ✓ Es conveniente elaborar un diagrama de flujo simple donde se indique la(s) línea(s) principal(es) de producción y las líneas auxiliares.
 - ✓ En el mismo diagrama se debiera indicar el ingreso o salida de energía.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO



PRODUCCION JUGO CONCENTRADO DE FRUTA

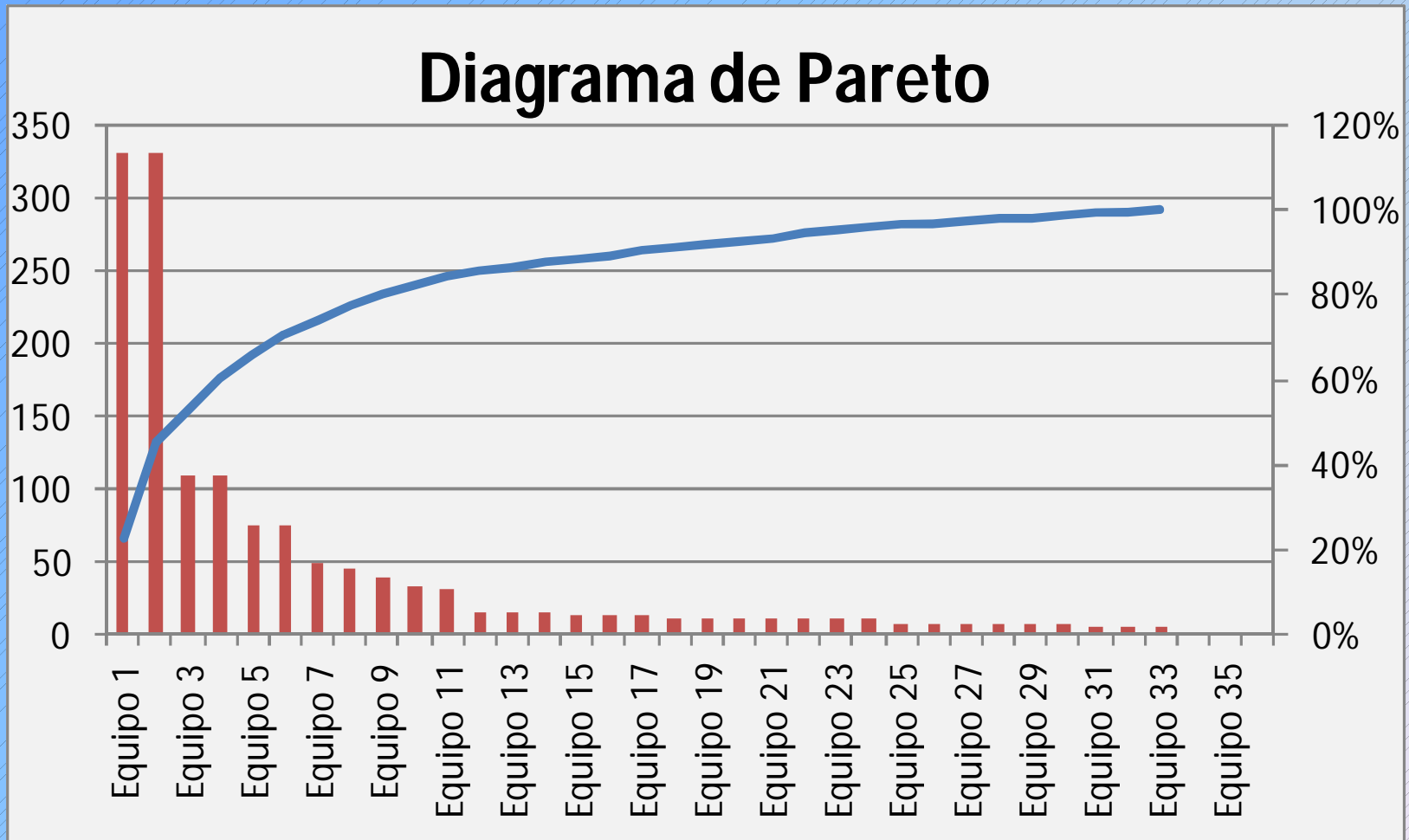
Diagrama de Flujo de masa y Energía



Diagnóstico Energético

- Equipos/sistemas/procesos relevantes en uso de energía
 - ✓ Se tabulan las potencias y/o los consumos energéticos de los equipos, sistemas o procesos para determinar los que representan consumos energéticos más significativos.
 - ✓ Diagrama de Pareto

Diagrama de Pareto



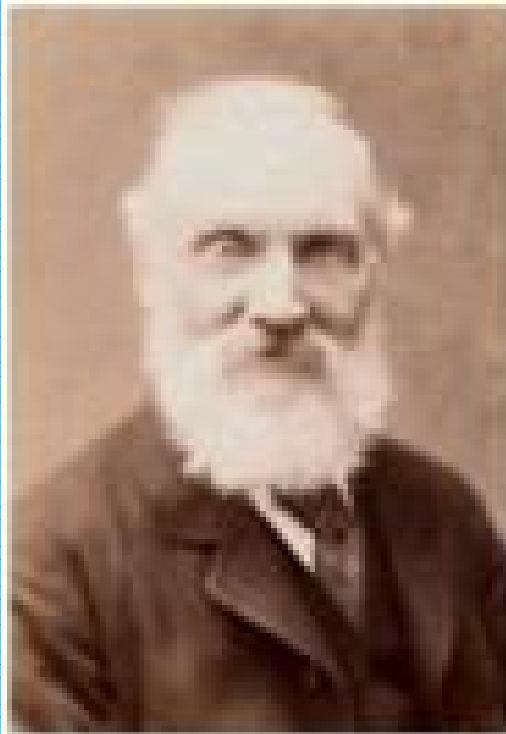
Diagnóstico Energético

- Relación del uso de energía con la actividad productiva/servicios
 - ✓ Se tabulan los consumos energéticos con los datos del proceso productivo (materia prima, productos en proceso y/o producto terminado)
 - ✓ Se determinan los indicadores más representativos del proceso productivo.

Diagnóstico Energético

- Definición de Indicadores Energéticos (globales y por procesos)

Mediciones



**“Lo que no se define, no se
puede medir.
Lo que no se mide, no se
puede mejorar.
Lo que no se mejora, se
degrada siempre.”**

Lord Kelvin

Mediciones

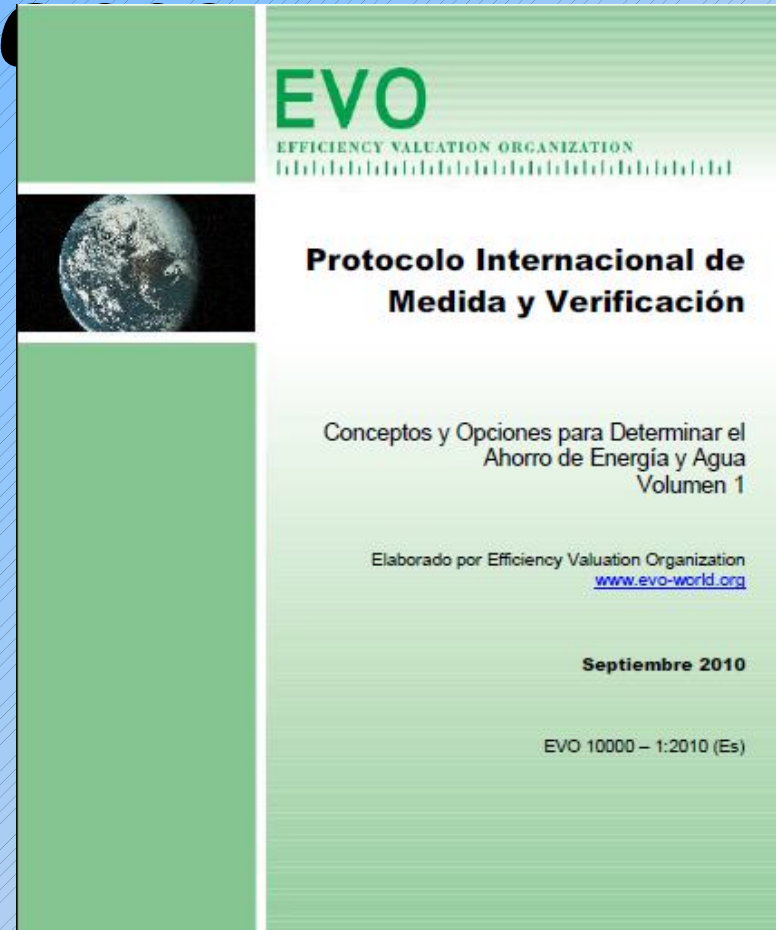
- La medición, registro y análisis de los parámetros energéticos y los relacionados con ellos son fundamentales para lograr una buena gestión de la energía.

Mediciones

- ¿qué parámetros son los que se deben medir y registrar?
 - Parámetros energéticos directos e indirectos
 - Parámetros dependientes e independientes
 - Condiciones de borde:
 - ambientales
 - estacionales
 - anomalías de operación
 - otras.

Medición

IPMVP (International Performance
Measurement and Verification
Protocol)



<http://evo-world.org/en/library/download-protocol-documents-mainmenu-en/volume-i-2012/1543-2012-ipmvp-volume-i-in-english-27-20/file>

Mediciones

- **IPMVP** (International Performance Measurement and Verification Protocol)
 - establece bases y procedimientos para medir y verificar ahorros energéticos como consecuencia de medidas de eficiencia energética
 - sirve como garantía tanto para el cliente como para el proveedor evitando posibles conflictos derivados de la medida y sus resultados.

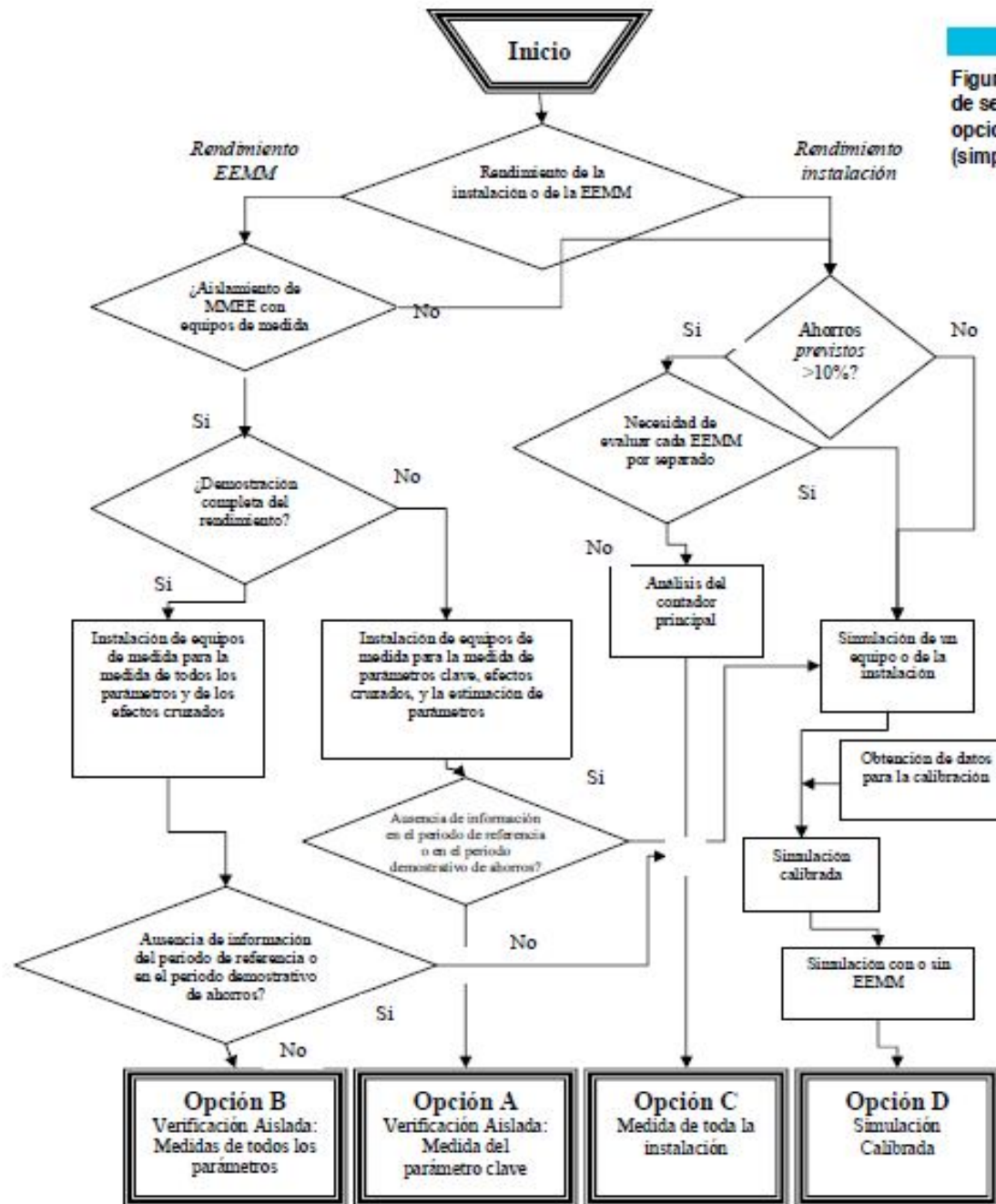


Figura 3 Proceso de selección de las opciones (simplificado)

Mediciones

Características del proyecto de implantación de las medidas de eficiencia	Opciones recomendadas			
	A	B	C	D
Hay que evaluar cada una de las medidas de eficiencia de forma independiente	X	X		X
Sólo se necesita evaluar el rendimiento de toda la instalación			X	X
El ahorro energético está por debajo del 10% respecto del consumo del equipo de medida de la empresa de suministro.	X	X		X
Hay varias medidas de eficiencia implementadas	X		X	X
No está claro cuál es el significado de algunas variables que influyen sobre la energía.		X	X	X
Los efectos cruzados de las medidas de eficiencia son significativos y no se pueden medir			X	X
Se esperan muchos cambios dentro del límite de medida.	X			X
Hay que evaluar el rendimiento en un periodo de tiempo largo.	X		X	
No se disponen de datos de referencia				X
Hay que preparar los informes para que sean entendidos por personas que no tiene formación técnica.	X	X	X	
Habilidades sobre medida.	X	X		
Habilidades sobre simulación por ordenador.				X
Se posee experiencia en la lectura de las facturas de la empresa de suministro y en realizar análisis de regresión.			X	

Fuente:
IPMVP

Indicadores

- Los indicadores son datos que muestran el estado de una actividad. En el término amplio de la palabra, estos pueden medir cualquier cosa.
- En el caso de ser indicadores clave, se llaman **KPI** (Key Performance Indicators).
- Ejemplos de indicadores:
 - Velocidad media (m/s)
 - Consumo de combustible. (km/L),
 - Costo o consumo de material por unidad de producto
 - TIR, VAN, PRI
 - % de defectos
 - Tiempo de entrega
 - Tasa de accidentabilidad

Indicadores

- Permiten :
 - Conocer el estado actual de una operación o proceso y obtener datos de su comportamiento, permitiendo su seguimiento en periodos determinados.
 - Verificar la evolución del desempeño del proceso, mantener un control estadístico del proceso sobre todo si hay condiciones o causas asignables de variación.

Indicadores

- Además,
 - La información obtenida permite tomar decisiones operacionales o de inversión y su seguimiento así como la identificación de resultados anormales o de tendencias positivas o negativas.
 - En base a ellos podemos fijar objetivos y valores de referencia para saber si nuestras actividades funcionan correctamente, o si debemos hacer cambios.

Indicadores

- **Definición de un indicador:**
 - Describir lo que se desea medir
 - Establecer el indicador
 - Propósito del indicador
 - Determinar cómo se medirá y sus unidades
 - Establecer la periodicidad con que se medirá
 - Indicar el proceso al que está asociado
 - Responsable de su obtención, cálculo y registro
 - Soporte en que se mantendrá el registro y plazo de almacenamiento
 - Grupos de interés y destinatarios del indicador

Indicadores

- Posteriormente, se pueden establecer:
 - **Valor Objetivo:** Valor que se desea alcanzar . Debe estar cuantificado y acotado en el tiempo.
 - **Expectativa:** Valor ideal del indicador... aunque no siempre es alcanzable.
 - **Límites legales:** Límite impuesto por una norma que debe ser cumplido
 - **Límite de aceptabilidad:** Una vez que se conoce el proceso se puede fijar valores límites dentro de los cuales el proceso funciona "normalmente". Fuera de estos límites se presume que hay alguna causa que está afectándolo y es necesario tomar acciones.

Indicadores

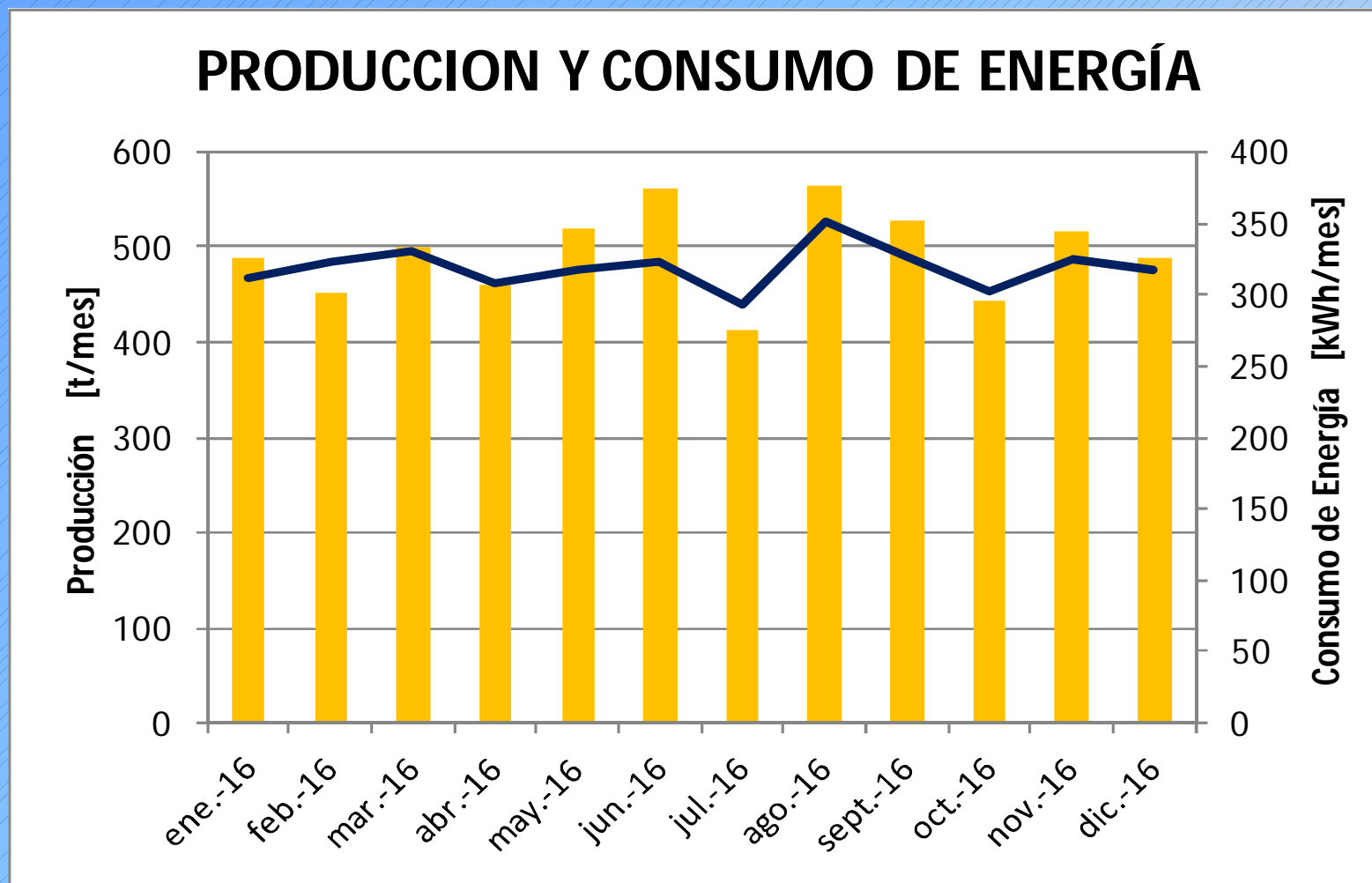
DATOS DE PRODUCCION Y CONSUMO DE ENERGÍA

MES	Producción [kg]	Producción [t]	Energía Eléctrica [kWh]	Diesel [litros]	Total Energía [MWh]
ene-16	490.100	490,1	311.580	0	312
feb-16	452.987	453,0	322.470	0	322
mar-16	499.755	499,8	330.540	0	331
abr-16	461.411	461,4	275.270	9.000	309
may-16	518.932	518,9	263.120	14.617	318
jun-16	562.961	563,0	262.320	16.362	323
jul-16	413.310	413,3	243.910	12.940	292
ago-16	565.121	565,1	311.690	10.800	352
sept-16	529.251	529,3	291.800	9.600	328
oct-16	445.057	445,1	301.860	0	302
nov-16	517.932	517,9	324.660	0	325
dic-16	489.024	489,0	318.030	0	318

Generador: 35% 3,73 kWh/L
 Diesel 10,65 kWh/L

Fuente:
Elaboración
Propia

Indicadores



Fuente:
Elaboración
Propia

Indicadores

DATOS DE PRODUCCION Y CONSUMO DE ENERGÍA

MES	Producción [kg]	Producción [t]	Energía Eléctrica [kWh]	Diesel [litros]	Total Energía [MWh]
ene-16	490.100	490,1	311.580	0	312
feb-16	452.987	453,0	322.470	0	322
mar-16	499.755	499,8	330.540	0	331
abr-16	461.411	461,4	275.270	9.000	309
may-16	518.932	518,9	263.120	14.617	318
jun-16	562.961	563,0	262.320	16.362	323
jul-16	413.310	413,3	243.910	12.940	292
ago-16	565.121	565,1	311.690	10.800	352
sept-16	529.251	529,3	291.800	9.600	328
oct-16	445.057	445,1	301.860	0	302
nov-16	517.932	517,9	324.660	0	325
dic-16	489.024	489,0	318.030	0	318

Fuente:
Elaboración
Propia

Generador: 35% 3,73 kWh/L
Diesel 10,65 kWh/L

Indicadores

DATOS DE PRODUCCION Y CONSUMO DE ENERGÍA

MES	Producción [kg]	Producción [t]	Energía Eléctrica [kWh]	Diesel [litros]	Total Energía [MWh]	Indicador [kWh/kg PT]
ene-16	490.100	490	311.580	0	312	0,636
feb-16	452.987	453	322.470	0	322	0,712
mar-16	499.755	500	330.540	0	331	0,661
abr-16	461.411	461	275.270	9.000	309	0,669
may-16	518.932	519	263.120	14.617	318	0,612
jun-16	562.961	563	262.320	16.362	323	0,574
jul-16	413.310	413	243.910	12.940	292	0,707
ago-16	565.121	565	311.690	10.800	352	0,623
sept-16	529.251	529	291.800	9.600	328	0,619
oct-16	445.057	445	301.860	0	302	0,678
nov-16	517.932	518	324.660	0	325	0,627
dic-16	489.024	489	318.030	0	318	0,650

Generador: 35% 3,73 kWh/L

Diesel 10,65 kWh/L

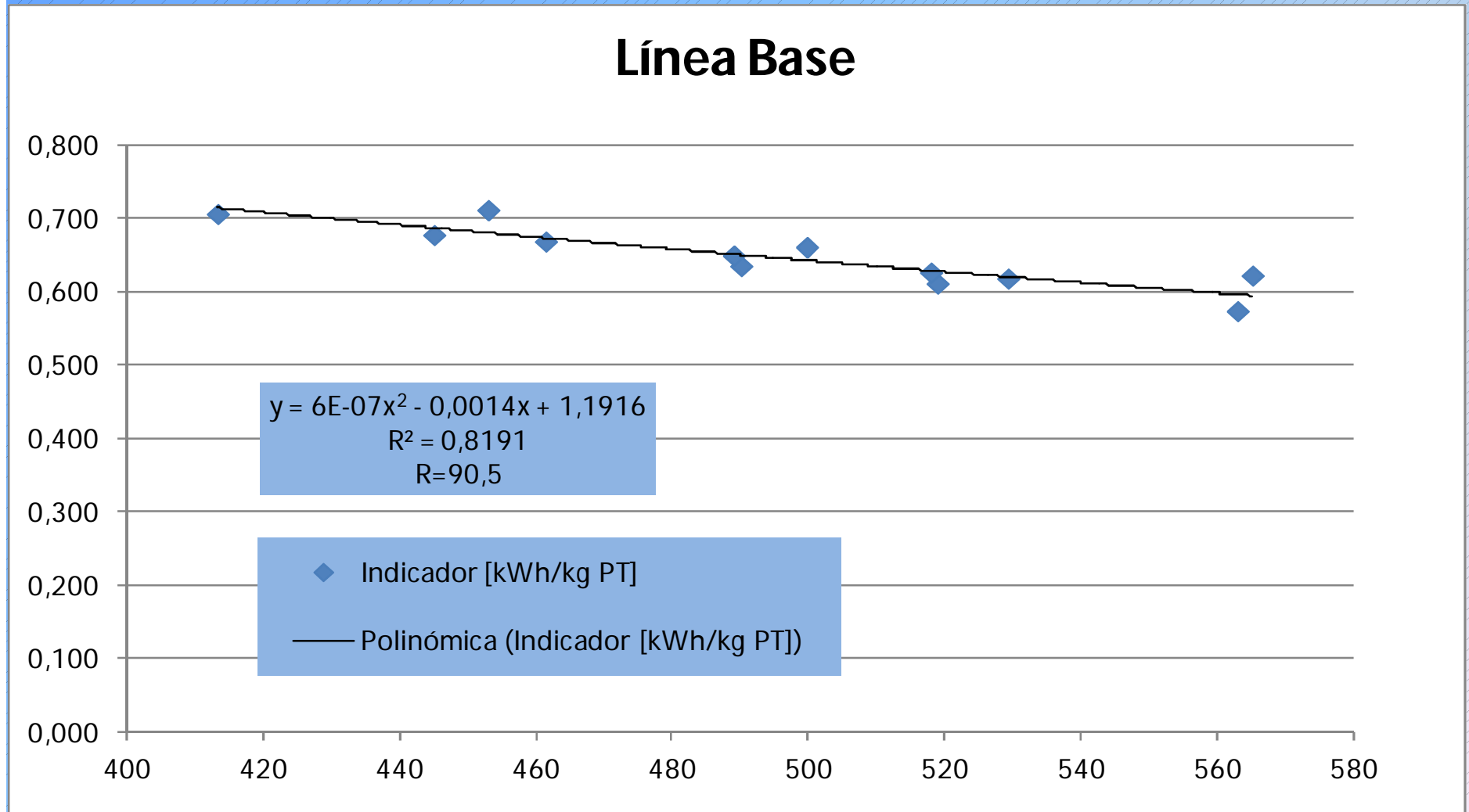
Fuente:
Elaboración
Propia

Diagnóstico Energético

- Determinación de Línea Base energética

Línea Base

Línea Base

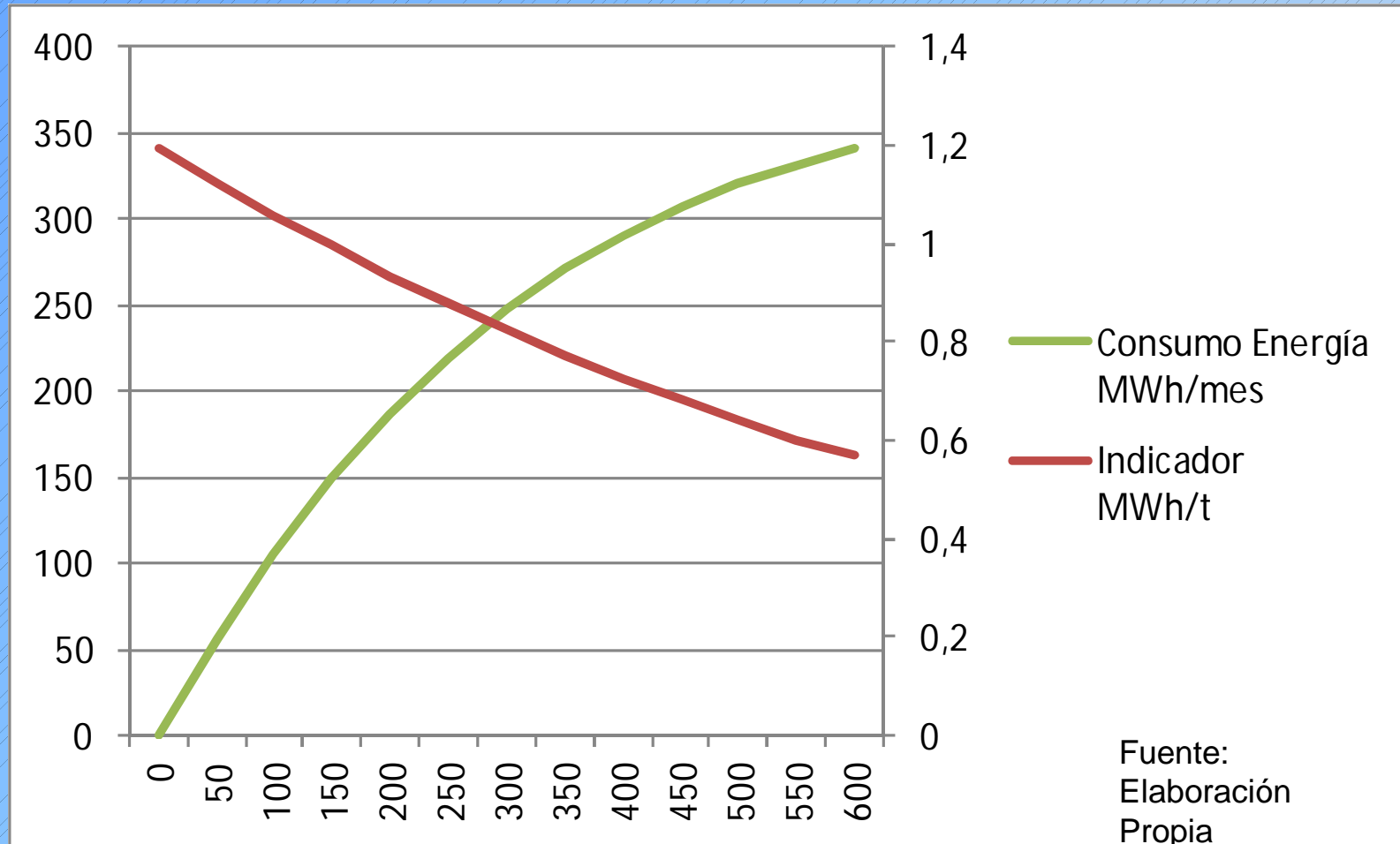


Línea Base

Producción t/mes	Indicador MWh/t	Consumo Energía MWh/mes
0	1,1916	0
50	1,1231	56
100	1,0576	106
150	0,9951	149
200	0,9356	187
250	0,8791	220
300	0,8256	248
350	0,7751	271
400	0,7276	291
450	0,6831	307
500	0,6416	321
550	0,6031	332
600	0,5676	341

Fuente:
 Elaboración
 Propia

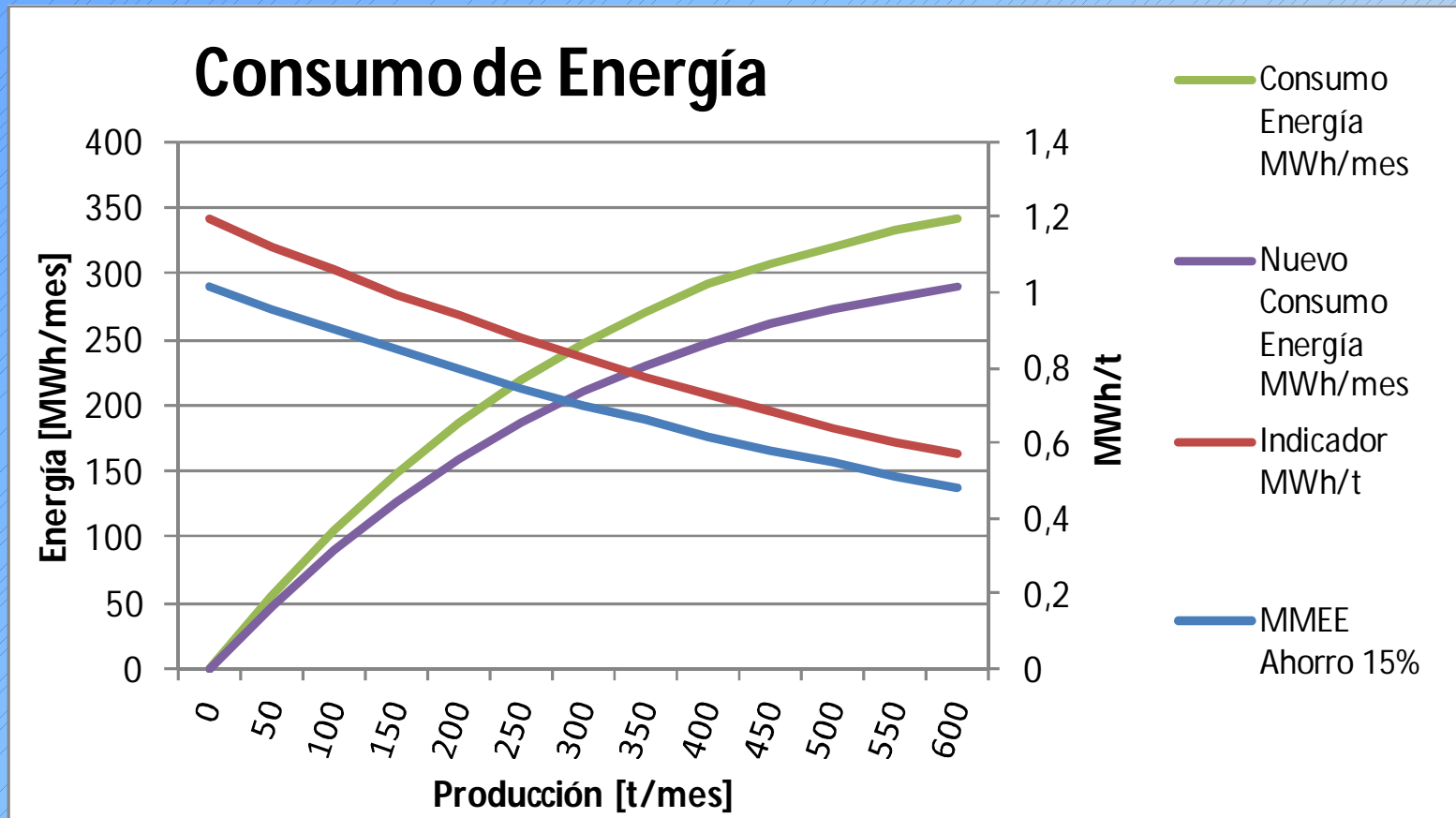
Línea Base



Línea Base

Producción t/mes	Indicador MWh/t	Consumo Energía MWh/mes	MMEE Ahorro 15%	Nuevo Consumo Energía MWh/mes
0	1,1916	0	1,0129	0
50	1,1231	56	0,9546	48
100	1,0576	106	0,8990	90
150	0,9951	149	0,8458	127
200	0,9356	187	0,7953	159
250	0,8791	220	0,7472	187
300	0,8256	248	0,7018	211
350	0,7751	271	0,6588	231
400	0,7276	291	0,6185	247
450	0,6831	307	0,5806	261
500	0,6416	321	0,5454	273
550	0,6031	332	0,5126	282
600	0,5676	341	0,4825	289

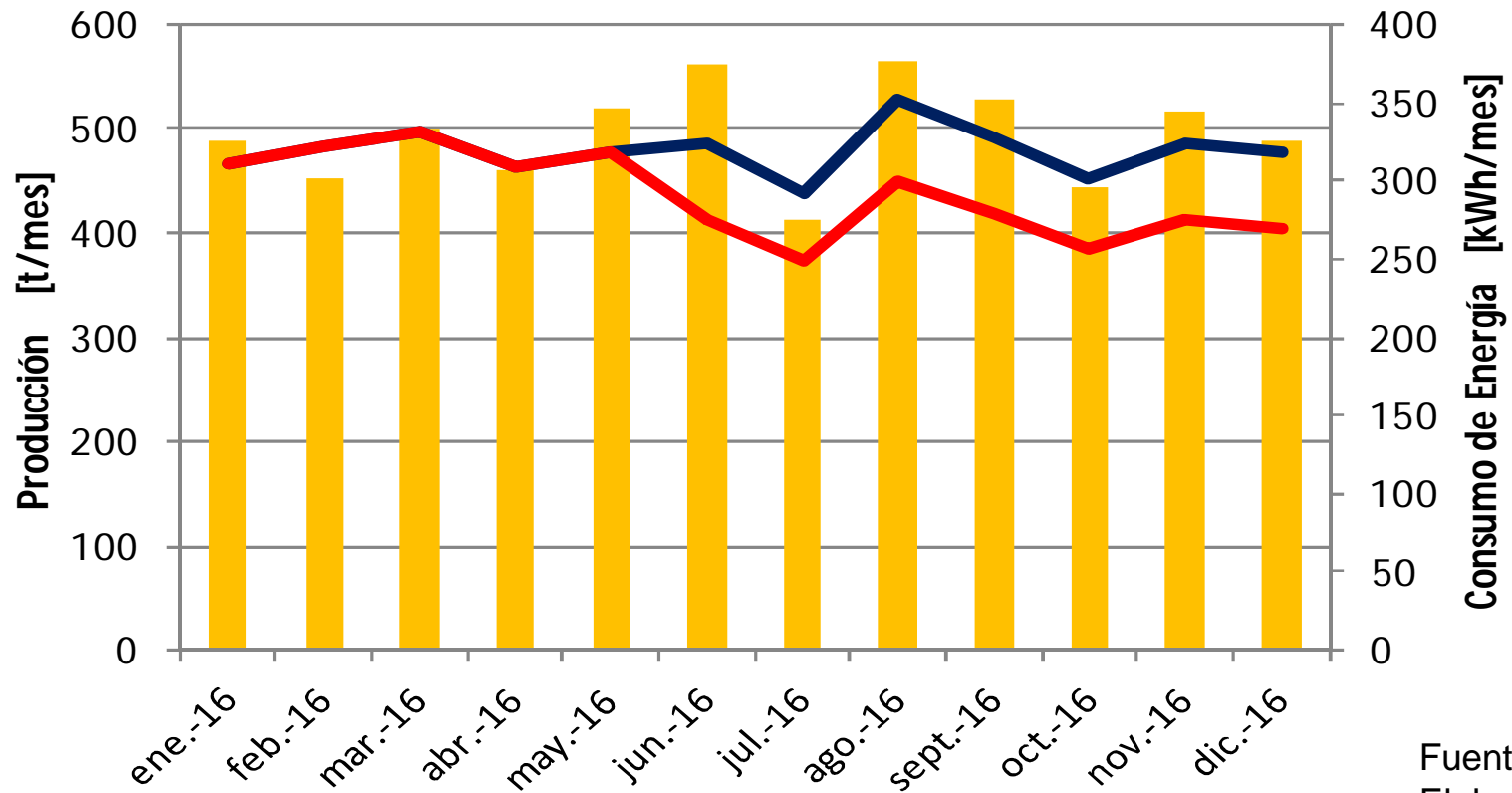
Línea Base



Fuente:
 Elaboración
 Propia

Línea Base

PRODUCCION Y CONSUMO DE ENERGÍA

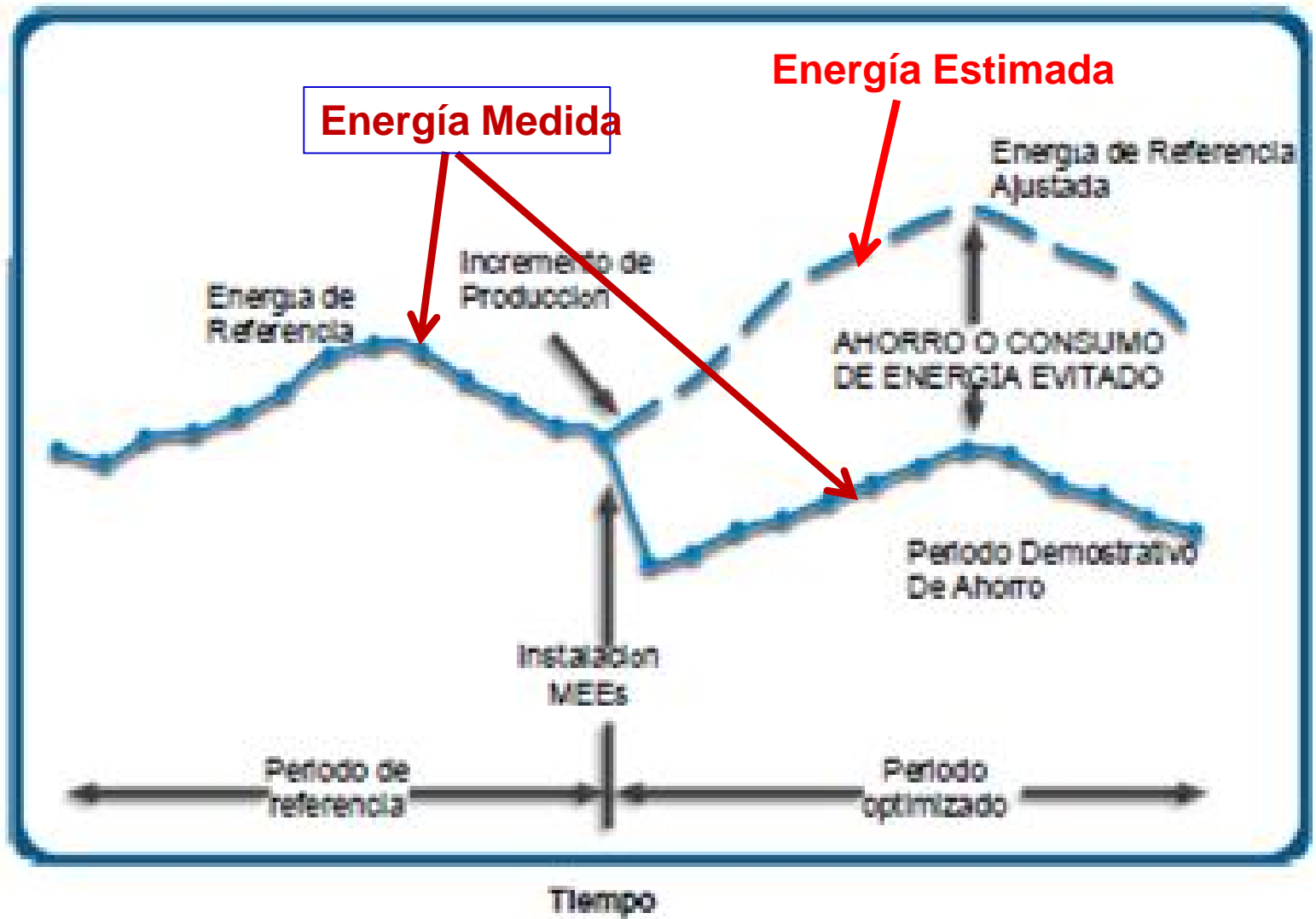


Fuente:
Elaboración
Propia

a

Base

Uso de energía



Fuente:
IPMVP

Diagnóstico Energético

- Oportunidades de mejoramiento del desempeño energético

Medidas de mejoramiento de eficiencia energética: MMEE

Disminuir la demanda de energía

Ejemplo caso
Iluminación:
Iluminar acorde a las
necesidades,
eliminando el exceso

Incorporar sistemas y tecnologías eficientes que satisfagan la demanda con la mayor eficiencia energética

Ejemplo caso
Iluminación:
Cambiar ampolletas
incandescentes por
LED

Sustituir fuentes convencionales de suministro de energía por fuentes alternativas de energía o aprovechar el suministro de energía

Ejemplo caso
Iluminación:
Mejorar las entradas
de luz

Beneficios de MMEE

Beneficios directos

Menor consumo de energía

Menor gasto variable en abastecimiento energético

Menor consumo de otros recursos ligados al abastecimiento energético

Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero

Reducción de contaminantes atmosféricos

Flujo de caja de inversiones menos sensible a fluctuaciones en los precios de los combustibles y electricidad

Beneficios de MMEE

Beneficios indirectos

Mejoras en la operación y mantenimiento de los sistemas lo que conlleva a: mayor confiabilidad, mayor productividad y reducción de costos de producción.

Mejora la imagen corporativa de la empresa

Mejor confort ambiental y calidad de vida del personal en su puesto de trabajo

Reducción de los riesgos de accidentes

Beneficios de MMEE

Beneficios nacionales

Mayor seguridad de abastecimiento energético

Mayor independencia energética, por reducción en las importaciones

Mayor confiabilidad de los sistemas eléctricos centralizados

Extensión del periodo de disponibilidad de combustibles fósiles en Chile y el mundo.

Reducción de impactos ambientales: contaminación atmosférica, residuos industriales, entre otros.

Disminución de enfermedades asociadas a emisiones atmosféricas

Diagnóstico Energético

- Evaluación de Medidas de desempeño energético (LCCA)

Diagnóstico Energético

- Evaluación de Medidas de desempeño energético (LCCA)
 - Flujo de Caja

FLUJO DE CAJA	Periodo (años)					
	0	1	2	3	4	5
Ingresos/ahorros		28,9	28,9	28,9	28,9	28,9
Costo Operacional		2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Inversión	-79,2					
Flujo (MM\$)	-79,2	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7
Tasa	12%					
VAN (MM\$)	64,1					
TIR	32%					
Pay back (años)	3,9					

Diagnóstico Energético

- Evaluación de Medidas de desempeño energético (LCCA)
 - VPN de cada alternativa

Evaluación LCCA Situación existente

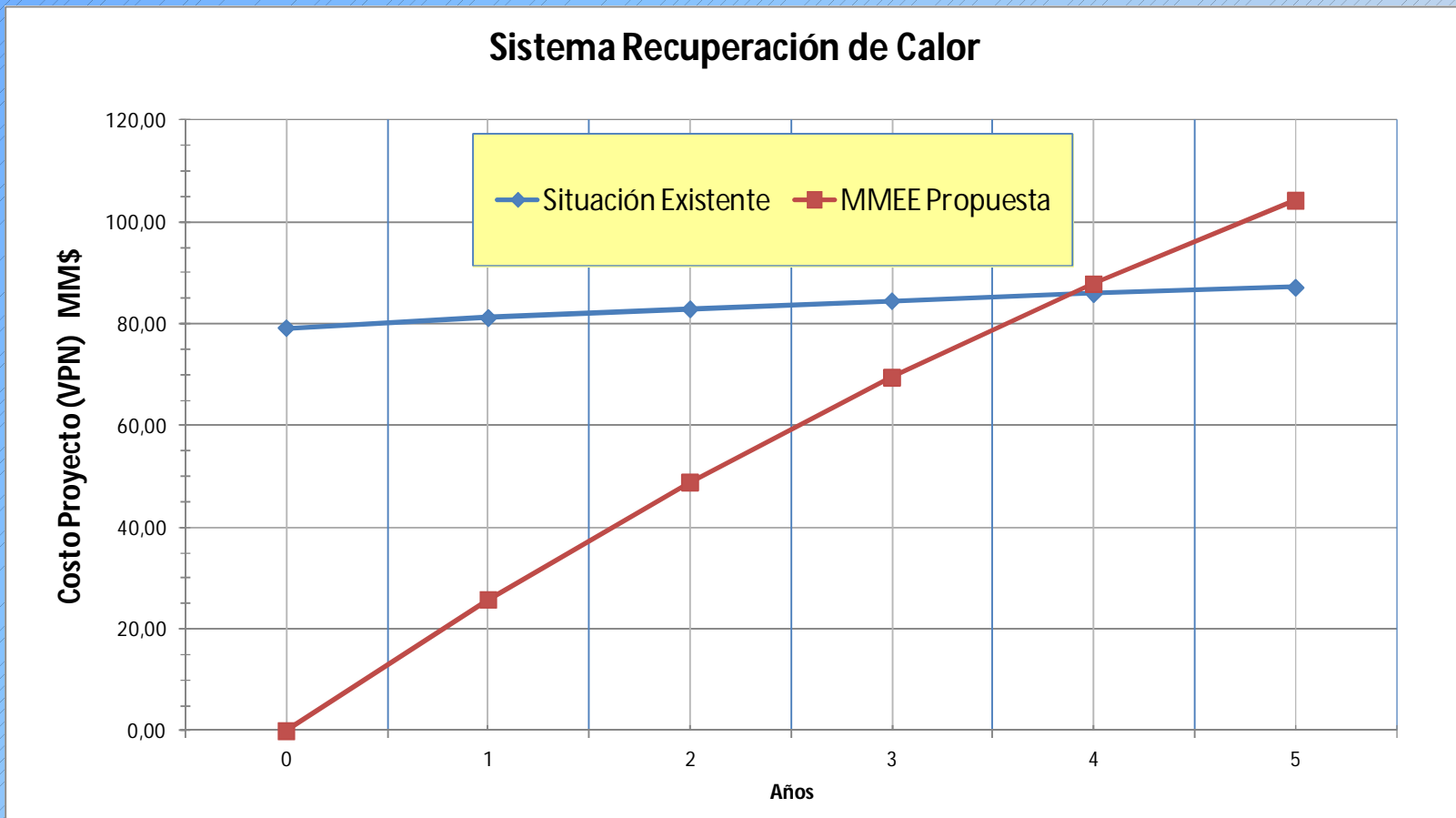
tasa	12% anual					
periodo (años)	0	1	2	3	4	5
factor		0,8929	1,6901	2,4018	3,0373	3,6048
VPN (MM\$)=	0,00	25,82	48,87	69,45	87,82	104,23

Evaluación LCCA MMEE propuesta

tasa	12% anual					
periodo (años)	0	1	2	3	4	5
factor		0,8929	1,6901	2,4018	3,0373	3,6048
VPN (MM\$)	79,20	81,16	82,92	84,48	85,88	87,13

Diagnóstico Energético

- Evaluación de Medidas de desempeño energético (LCCA)
 - ✓ Comparación de alternativas



Ricardo Cereceda O.
Ingeniero Civil Químico - UCV
RCEE – CAPE – CMVP – CEM(AEE)
Gerente de Proyectos
INGENIERIA PROQUILAB LTDA.

r.cereceda@proquilab.cl

+56 9 9919 7132

+56 2 2716 4774



Muchas Gracias
por su atención