

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA EN EL PARQUE DE MOTORES DE UNA PLANTA CEMENTERA

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRICISTA**

PRESENTADO POR:

ELIO GONZALO SÁNCHEZ TORIBIO

PROMOCIÓN

2008- I

LIMA –PERÚ

2012

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE AHORRO DE
ENERGÍA EN EL PARQUE DE MOTORES DE UNA
PLANTA CEMENTERA**

DEDICATORIA

A mi madre Rosa por su amor y buen ejemplo de trabajo y mi padre por su apoyo incondicional.

A mi esposa e hijos que son mi alegría y razón de existir y a Dios por saber que siempre está a mi lado cuando más lo necesito.

SUMARIO

Los estudios de eficiencia energética determinan la reducción de los costos de producción y además la mejora en la calidad de los procesos productivos; Para producir cemento intervienen diversos factores entre los que resalta el consumo de energía eléctrica, con esta necesidad fácilmente se puede observar la importancia de la reducción del consumo no productivo de energía eléctrica como una oportunidad para reducir los costos de producción.

Las acciones que conlleven a la reducción del costo de la energía eléctrica se hará mediante lo que se denomina el Plan de Ahorro de Energía y esto buscará así lograr el cumplimiento de sus principales objetivos.

En el capítulo 1 se da a conocer los objetivos y se describe el proceso productivo de la planta cementera, indicando los parámetros importantes de operación.

En el capítulo 2 se plantea las bases del programa de ahorro de energía y se presenta el comportamiento del consumo de energía eléctrica en la planta cementera obtenido mediante mediciones de potencia y energía.

En el capítulo 3, mediante el registro y evaluación de la información de operación de la planta se describe el programa y las fases de implementación del programa de ahorro.

En el capítulo 4 se formula las alternativas de mejora y se evalúa técnica, operativa y económicamente su viabilidad mencionando las líneas de acción para la implementación.

Se da a conocer los logros del proyecto con observaciones y recomendaciones para una buena operación un buen estudio de eficiencia energética.

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	
ANTECEDENTES	
1.1. Objetivos Generales	2
1.2. Características de la Carga.....	2
1.2.1 El Ciclo de la Producción del Cemento.....	2
1.2.2 Los Procesos Productivos	3
CAPÍTULO II	
PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA	
2.1. Programa de Ahorro de Energía.....	5
2.1.1. Principios (Bases) del Programa	5
2.1.2. Caracterización de la Demanda.....	5
CAPÍTULO III	
DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO	
3.1. Diagnostico Energético.....	23
3.1.1. Planeamiento del programa	23
3.1.2. Fases de la Implementación del Programa	23
CAPÍTULO IV	
IMPLANTACIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO	
4.1. Implantación de Medidas de Ahorro.....	25
4.1.1. Formulación de alternativas.....	25
4.1.2. Evaluación de Alternativas	25
4.1.3. Líneas de Acción.....	27
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
ANEXOS	32
<i>Anexo A: Equipos de Medición</i>	33
<i>Anexo B: Procedimiento de Cálculo Energético</i>	36

Anexo C: Cálculos de Ahorro48

BIBLIOGRAFÍA..... 153

PRÓLOGO

La importancia en la optimización del recurso energía ha trascendido las fronteras de los negocios y en la actualidad ha llegado a ser una preocupación mundial por estar asociada a la preservación del medio ambiente, por estar acompañado del acelerado agotamiento de los recursos no renovables como lo es el petróleo y los conflictos políticos que su manejo implica.

El gobierno del Perú impulsando el uso eficiente de la energía promulgó el 8 de septiembre de 2000, la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía Ley N° 27345, donde se manifiesta las facultades que tiene las autoridades competentes para cumplir los objetivos, además el 23 de octubre del 2007, a través del Decreto Supremo N° 053-2007-EM, se emitió el Reglamento de la Ley, en la cual se formula las disposiciones para promover el Uso Eficiente de la Energía en el país.

En la actualidad se están impulsando alternativas “limpias” de generación de electricidad pero aún esto no ha desplazado en importancia a las tradicionales, por esto incurrimos a analizar a los mayores consumidores de energía, tener en cuenta que el consumo de energía eléctrica en el sector manufactura en Perú para el año 2007 ha sido 7 088 093 MWh, lo cual representa el 28.8% de la energía eléctrica vendida además que el consumo en el subsector cementero es 2 270 458 MWh [1].

CAPÍTULO I ANTECEDENTES

1.1. Objetivos Generales

El objetivo general del estudio es encontrar las oportunidades para la reducción del consumo de energía en una planta cementera e implantar acciones que conlleven a la reducción del costo de la energía, para poder alcanzar este objetivo se requiere contar con un plan de acciones, por ello para este complejo manufacturero se debe implementar lo que se denomina el Plan de Ahorro de Energía, los objetivos específicos del proyecto son:

- ✓ Recopilar planos, diagramas unifilares, historiales de mantenimiento actualizados y seleccionar los puntos de medición de energía y potencia.
- ✓ Analizar los parámetros de demanda, tales como son la potencia activa (kW), reactiva (kvar) y aparente (MVA) a través de mediciones en los tableros de las cargas seleccionadas, para el caso las mediciones en Media Tensión se realizará de manera indirecta en los transformadores de medida o protección disponibles (TCs y TPs).
- ✓ Analizar los parámetros de consumo de energía y potencia activa (MWh, MW), energía y potencia reactiva (Mvarh, Mvar) y factor de potencia (FP) de los puntos analizados, considerando los consumos en horas punta (HP) y fuera de hora punta (FHP).
- ✓ Sustentar las actividades que finalmente se establecerán en el programa de ahorro de energía e implantar dicho programa.

1.2. Características de la Carga

1.2.1. El Ciclo de la Producción del Cemento.

Las actividades se resumen por áreas de producción y se muestra los principales parámetros del proceso productivo como sigue:

a. Explotación de Canteras (Área 100):

La materia prima se extrae y se transporta mediante volquetes hacia la Trituradora primaria en donde la producción actual es 807.7 ton/h y se reduce las rocas entre 800 – 150 mm, la potencia instalada es 222 kW a 890 r/min.

b. Trituración Secundaria (Área 200):

La materia prima traslada mediante fajas transportadoras hacia la Trituradora secundaria en donde se encuentra la Chancadora Orestein & Koppell, la cual produce actualmente 400 ton/h y se reduce las rocas entre 150 mm a menos 25 mm, la potencia instalada es 500 kW; Además se tiene la Chancadora Krupp la cual está fuera de operación, esto puede producir 250 ton/h y reducir las rocas entre 150 mm a menos 25 mm, la potencia instalada es 500 kW.

c. Transporte, almacenamiento y pre-homogenización de materiales (área 300):

Se tiene a la Trituradora de Pirita, la producción actual es 15 ton/h y se reduce las rocas entre 200 mm a menos 25 mm, la potencia instalada es 100 kW.

d. Molino de Crudo 2 (Área 400):

La producción actual es 120 ton/h, la potencia instalada es 2200 kW, 16.75 r/min.

e. Homogenización y Almacenamiento (Área 500):

Se tiene el Silo de Homogenización de dimensiones 13.5 \varnothing x 60 m donde la producción actual es 200 ton/h, como también el Silo de Almacenamiento donde se almacena actualmente 5000 ton/h.

f. Horno 2 (Área 600):

Se tiene el Filtro de Mangas By – Pass donde la producción actual es 77760 m³/h a 1700 Pa y el consumo de aire es 0.3 – 0.5 MPa, además se cuenta con el equipo Pillard Rotaflam Dual Burnet donde la producción actual es 7200 kg/h a la capacidad térmica de 17 a 22 Gcal/h; La caldera es de 2hp a 3450 r/min a la temperatura de 1000 – 1100 °C y cuenta con un Filtro Fuller (10 cámaras) donde el área filtrada es 133830 ft².

g. Enfriador y Transporte de Clinker (Área 700):

En el Filtro Enfriador la producción actual es 178 000 m³/h a 150 °C, 1700 Pa y el consumo de aire comprimido es 0.3 – 0.5 MPa; Además se tiene también el equipo Multiciclón donde el Flujo de aire desecho es 2496 m³/min – 280 °C y el equipo Fuller donde la producción actual es 1120 ton/día.

h. Molino de Cemento 2 (Área 800):

La producción actual en el molino de cemento es 40 ton/h.

i. Sistema de Extracción, Ensacado y Despacho de Cemento:

Se embolsa en paquetes y se expende.

1.2.2. Los Procesos Productivos

Se presenta una descripción general del proceso productivo de la planta cementera:

- a. Chancado y triturado: Se chanca o tritura las materias primas: la caliza, la arcilla y el hierro.
- b. Molienda de crudo: Se mezcla la materia prima y se muele; al producto se le denomina “crudo” y se almacena en silos.
- c. Homogeneización: Se homogeniza el crudo. Intercambio de calor, los gases calientes del horno transfieren su calor al crudo antes de su ingreso.
- d. Clinkerización: Se “clinkeriza” a unos 1400 °C, luego es enfriado, triturado y *almacenado*.
- e. Molienda de cemento: El cemento se obtiene de una mezcla de clinker y yeso.
- f. Almacenamiento y embolsado: Se embolsa en paquetes y se expende.

CAPÍTULO II PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA

2.1. Programa de Ahorro de Energía

2.1.1. Principios (Bases) del Programa

Las bases del Programa de Ahorro de Energía son las siguientes:

- a) Se formarán grupos de trabajo para liderar la evaluación, aprobación y cumplimiento del programa de ahorro.
- b) Se recopilará la información del estado actual de la planta, se estudiará el proceso de producción y se revisarán procedimientos de trabajos.
- c) Se presentarán propuestas de ahorro para implantarlas como medidas recomendadas para reducir el consumo de energía de tal forma que se tuviera la mayor rentabilidad así como la facilidad de ejecución para no afectar la continuidad de la operación del complejo industrial.
- d) Para la sustitución de equipos se hará un plan de inversión, obteniendo un *presupuesto de inversión* para renovar equipos e instalaciones por el *concepto de reducción* del consumo eléctrico considerando tener un retorno de la inversión más alto.
- e) Se evaluará la factibilidad en base a las necesidades y prioridades de inversión.
- f) Se concientizará a personal de producción sobre la importancia del ahorro de energía y sus implicancias en la conservación de nuestro medio ambiente.

2.1.2. Caracterización de la Demanda

Las mediciones se realizaron en los puntos estratégicos del sistema eléctrico del complejo, se inició midiendo en la acometida del suministro eléctrico para verificar las condiciones de la entrega de CHARCANI I, se continuó midiendo en los centros de control de motores con mayor carga eléctrica y finalmente se midió en los equipos de mayor capacidad.

El complejo industrial tiene una alimentación de C.H. CHARCANI I a una tensión de 33 kV, registrando una demanda máxima de 11,933 kW, un consumo promedio mensual de 7'585,845 kWh, cuenta con un transformador reductor de 31.5/6.3 kV con una potencia

de 18 MVA, distribución interna en 6 kV en dos circuitos LÍNEA N° 1 y N° 2 y el consumo se da en 440 V, además cuenta con un grupo de generador GG-4 de 2MVA, 480Vca, 1800 r/min, fdp 0.8.

La planta cementera en estudio se caracteriza por tener motores eléctricos de *grandes potencias con eficiencias bajas* debido a que es un parque de motores antiguo , a pesar de haber sido rebobinados las eficiencias no alcanzan los valores nominales.

Se muestra datos de placa de motores instalados así como las condiciones del mantenimiento y mediciones en campo en el siguiente TABLA N°2.2.

Los resultados de las mediciones de potencia y energía dentro de las 24 horas donde se calcula la máxima demanda, demanda promedio, factor de potencia, factor de carga y factor de pérdidas, considerando el funcionamiento normal del parque de motores y una producción promedio en la planta se muestra a continuación:

TABLA N°2.1: Principales Cargas Analizadas por Potencia y Energía [8]

NOMBRE DEL MEDIDOR	TAG	DENOMINACIÓN
PM\AD00	9	Celda Principal de entrada de 33 kV
LÍNEA N°1		
PM\AD01	10	Motores Molino de Cemento N° 1 (L-28 y L-29)
PM\AD03	11	Motor Molino de Crudos N° 1 (C-19)
PM\AD04	12	Motores del Horno N° 1 y Exhaustor N° 1 (F-6 y F-18)
PM\AD06	14	Alimentación Total de las Ensacadoras de Cemento
PM\AD08	16	Motor del Horno Giratorio N° 2
PM\AD09	17	Consumo Total de Chancadoras Secundarias
LÍNEA N°2		
PM\AD11	18	Motor del Molino de Cemento N° 2 (806-A)
PM\AD12	19	Motor del Separador de Cemento N° 2 (809)
PM\AD13	20	Alimentación de Auxiliares de Molino de Cemento N° 2
PM\AD14	21	Alimentación de Auxiliares del Horno N° 2
PM\AD15	22	Motor del Ventilador de Desempolvado del Horno N° 2 (602-A)
PM\AD16	23	Motor del Ventilador del Intercambiador del Horno N° 2 (602)
PM\AD17	24	Alimentación de Auxiliares de Molino de Crudos N° 2
PM\AD18	25	ALIMENTACIÓN PRINCIPAL DE LA BARRA DE 6 kV
PM\AD19	26	Motor del Separador de Crudos N° 2
PM\AD20	27	Motor del Molino de Crudos N° 2 (407-A)
PM\AD21	28	Provisional : Celda de entrada de 33 kV
PM\AD22	29	ALIMENTACIÓN DEL GRUPO ELECTRÓGENO

Ubicación	Nombre del equipo	Medido	Area	Prom	Unid	Vn	In	Corriente			Voltaje			Datos Generales				
								I1	I2	I3	V1	V2	V3	Marca	RPM	DC/AC	Año	Rotor
L28	Accionamiento principal Molino Cement	PM-AD01		850	KW	5250	114	67	66	65	6116	6116	6116	BBC	910	AC	4/1/1960	Rotor Rebob
L29	Accionamiento principal Molino Cement	PM-AD01		850	KW	5250	114	67	66	64	6116	6116	6116	BBC	910	AC	4/1/1960	Rotor Rebob
C19	Accionamiento principal Molino de Cru	PM-AD03	Molino de Crudos	850	KW	5250	114	82	77	81	6145	6106	6122	BBC	985	AC	4/1/1960	Rotor Rebob
F6	Accionamiento principal Homo 1	PM-AD04		65	KW	320	225							Brown Boven	1500	DC	4/1/1960	DC
F18	Ventilador del Sistema	PM-AD04		260	KW	320	880							Brown Boven	1500	DC	4/1/1960	DC
N7	Bomba de Recirculación	PM-AD06		18	HP	440	24	13	14	13	455	455	455	Delcrosa	1755	AC	4/1/1960	Jaula de ardilla
N2	Bombas de Agua 1	PM-AD06		25	HP	380	34	28	28	28	460	460	460	BBC	2900	AC	4/1/1960	Jaula de ardilla
N6	Bomba de Agua Línea 1	PM-AD06		25	HP	380	34	13	14	14	455	455	455	Brown Boven	3554	AC	12/6/1997	Jaula de ardilla
N8	Bomba de Agua línea 2	PM-AD06		60	HP	440	73	43	42	44	450	450	450	Delcrosa	3540	AC	12/6/1997	Jaula de ardilla
N9	Bomba de Agua línea 2	PM-AD06		60	HP	440	73	58	60	57	455	455	455	Delcrosa	3540	AC	12/6/1997	Jaula de ardilla
N12A	Compresora Denver	PM-AD06		200	HP	460	236	139	141	140	452	455	453	General electric	1700	AC	12/6/1997	Jaula de ardilla
N13	Compresor Intersol Rand	PM-AD06		200	HP	460	232	172	171	170	455	455	455	Marathon electri	1780	AC	12/6/1997	Jaula de ardilla
N3	Motor ventilador de la Torre de Enfriam	PM-AD06		15	KW	440	30	21	22	23	455	455	455	BBC	1450	AC	4/1/1960	Jaula de ardilla
609A	Accionamiento Principal Homo 2	PM-AD08		190	KW	520	385	148	145	147	450	450	450	Brown Boven	1500	DC	4/1/1980	DC
252A	Motor de zaranda	PM-AD09	CHANCADORA	30	KW	440	50	21	22	23	455	455	455	AEG	1775	AC	1/1/2000	Jaula de ardilla
202A	Volante de Chancadora Securdana	PM-AD09		155	KW	380	304	171	170	169	455	455	455	BBC	985	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
202B	Volante de Chancadora Securdana	PM-AD09		155	KW	380	304	160	162	159	454	455	455	BBC	985	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
253A	Motor principal de Trituradora O&K	PM-AD09		500	KW	6000	59.5	25	24	24	6166	6156	6120	HELMKE	1780	AC	1/1/2000	Rotor Rebob
806A	Motor principal Molino de cemento 2	PM-AD11	Molino de cemento	2400	KW	6000	285	174	170	170	6201	6187	6151	BBC	890	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
809	Separador Cemento II	PM-AD12	Molino de cemento	295	KW	6000	35	15	14	14				BBC	1778	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
811A	Ventilador de Filtro	PM-AD13	Molino de cemento	75	HP	440	124	84	78	76	460	460	460	BBC	1765	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
606B	Bomba de Petróleo N°2	PM-AD14	Homo N°2	30	HP	440	39	25	25	25	455	455	455	Siemens	1755	AC	4/1/1980	Jaula de ardilla
620D	Bomba de agua	PM-AD14	Homo N°2	2.2	KW	440	4.22	3.26	3.27	3.26				Weg	3465	AC	4/1/1980	Jaula de ardilla
610D	Cadena de arrastre	PM-AD14	Homo N°2	15	KW	380	30	14	14	14	460	460	460	BBC	1455	AC	4/1/1980	Jaula de ardilla
610B	Enfriador Pánila N°2	PM-AD14	Homo N°2	15	KW			2	8	18	170	180	180	BBC	1750	DC	4/1/1980	DC
612	Transporte de cargones	PM-AD14	Homo N°2	18.5	KW	440	33	19	19	20	455	455	455	Siemens	1765	AC	4/1/1980	Jaula de ardilla
613	Transporte de cargones	PM-AD14	Homo N°2	18.5	KW	440	33	22	22	22	460	460	460	Siemens	1765	AC	4/1/1980	Jaula de ardilla
610A	Pánila Enfriador N° 1	PM-AD14	Homo N°2	20	KW	420	55	2	20	24	140	160	160	Siemens	2300	DC	4/1/1980	DC
606A	Bomba de Petróleo N°1	PM-AD14	Homo N°2	22.2	KW	440	39	27	26	27	455	455	455	BBC	1765	AC	4/1/1980	Jaula de ardilla
610C	Trituradora de Clinker	PM-AD14	Homo N°2	37	KW	440	64	38	39	39	460	460	460	BBC	1165	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
610E	Ventilador Enfriador N°1	PM-AD14	Homo N°2	55	KW	440	92.2	58	59	59	460	460	460	Brown Boven	1755	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
610I	Ventilador Enfriador N°5	PM-AD14	Homo N°2	55	KW	440	92	68	68	69	460	460	460	BBC	1770	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
610F	Ventilador enfriador N°2	PM-AD14	Homo N°2	75	KW	440	124	101	101	105	460	460	460	Brown Boven	1765	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
610H	Ventilador Enfriador N°4	PM-AD14		75	KW	440	124	92	96	95	460	460	460	BBC	1765	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
517	Bomba Transporte Harina Intercambiad	PM-AD14		90	KW	440	169	92	93	96	450	454	455	Brown Boven	885	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
519	Bomba Transporte Harina Intercambiad	PM-AD14		90	KW	440	169	89	87	89	455	455	455	Brown Boven	885	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
610G	Ventilador Enfriador N°3	PM-AD14	Homo N°2	92	KW	440	149	103	103	104	460	460	460	Brown Boven	1770	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
518	Compresor	PM-AD14		132	KW	380	243.5	175	176	175	455	455	455		2970	AC	4/1/1980	Jaula de ardilla
520	Compresor	PM-AD14		132	KW	440	206	177	179	180	455	455	455	Brown Boven	3575	AC	4/1/1980	Jaula de ardilla
611A	Ventilador de Filtro	PM-AD14	Homo N°2	184	KW	440	322	130.8	135	134.4	460	460	460	Brown Boven	890	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
504B	Ventilador de Filtro	PM-AD14	Homo 2 GRUPO	30	KW	440	52.5	42	42	43	465	465	465	Brown Boven	1760	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
602A	Ventilador extractor Filtro de Mangas	PM-AD15	Homo N°2	370	KW	6000	48	31	31	31	6211	6201	6183	HELMKE	706	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
602	Ventilador de Intercambiador	PM-AD16	Homo N°2	740	KW	6000	89	3.9	4	4.1	450	450	450		890	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
413	Bomba fuller	PM-AD17		92	KW	440	150	98	100	105	465	465	465	Brown Boven	1175	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
405	Elevador de cargones	PM-AD17		110	KW	440	180	107	106	109	465	465	465	Brown Boven	1170	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
414	Compresor Bomba Fuller 1	PM-AD17		110	KW	440	230	180	180	181	465	465	465	Brown Boven	590	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
414A	Compresor Bomba Fuller 2	PM-AD17		110	KW	440	230	173	175	175	465	465	465	Brown Boven	590	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
410A	Ventilador elevador de Polvo	PM-AD17		150	KW	440	250	172.8	170.4	173.4	465	465	465	Brown Boven	1755	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
502	Compresor de Homogenización	PM-AD17		184	KW	440	360	162.6	163.8	163.8	465	465	465	Brown Boven	590	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
406	Separador Crudos II	PM-AD19		295	KW	6000	35	14	14	14	6159	6146	6140	BBC	1778	AC	4/1/1980	Rotor Rebob
407A	Motor Principal Molino Crudo 2	PM-AD20		2200	KW	6000	274	211	207	206	6161	6148	6141	BBC	893	AC	4/1/1980	Rotor Rebob

TABLA N°2.2: Datos de Motores [8]

Mediciones de Potencia y Energía

Medidor: AD00 Celda 33 kV

Se muestra las siguientes mediciones de potencia integradas en un día de producción normal, estas mediciones representan el trabajo normal del parque de motores en estudio.

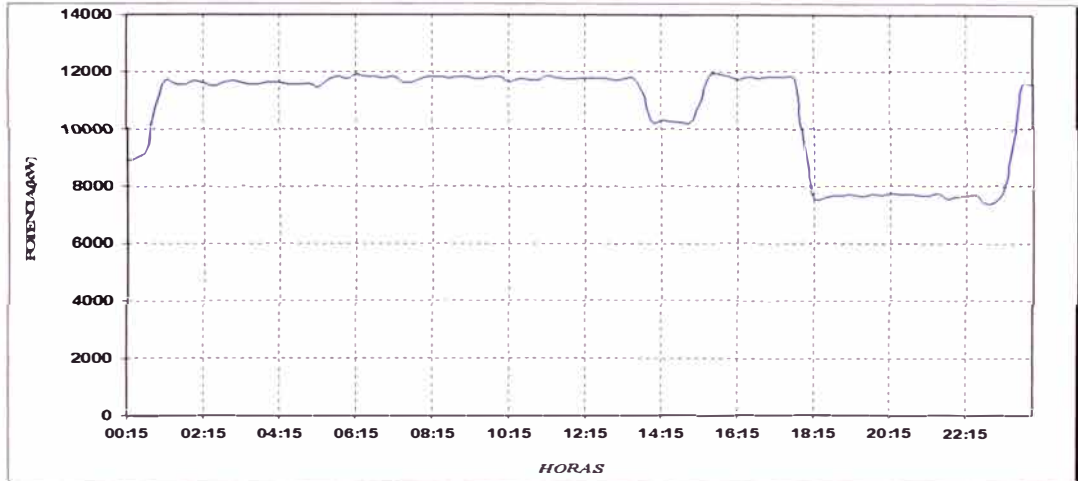


Figura N°2.1: AD00 Celda 33 kV

Se muestra el resumen de parámetros de la carga analizada, donde se ha calculado el factor de carga y factor de pérdidas, esto determinará la primera decisión para la elección de los motores a reemplazar, posterior se hará el estudio económico para determinar la factibilidad en el reemplazo.

Tabla N° 2.3: AD00 Celda 33 kV [8]

PARÁMETROS REGISTRADOS					
MÁXIMA DEMANDA			DEMANDA PROMEDIO		
H.P	7769.7	kW	H.P	7656.7	kW
H.F.P	11933.3	kW	H.F.P	11395.1	kW
DIA	11933.3	kW	DIA	10616.3	kW
ENERGÍA ACTIVA			ENERGÍA REACTIVA		
H.P	38284	kWh	H.P	27590	kvarh
H.F.P	216507	kWh	H.F.P	157890	kvarh
DIA	254791	kWh	DIA	185480	kvarh
PARÁMETROS CALCULADOS					
FACTOR DE CARGA			FACTOR DE PÉRDIDAS		
H.P	0.99		H.P	0.41	
H.F.P	0.95		H.F.P	0.92	
DIA	0.89		DIA	0.81	
FACTOR DE POTENCIA (promedio del día)				0.81	Inductivo

Medidor: AD01 Motor Cemento 1

Se muestra las siguientes mediciones de potencia integradas en un día de producción normal, estas mediciones representan el trabajo normal del parque de motores en estudio.

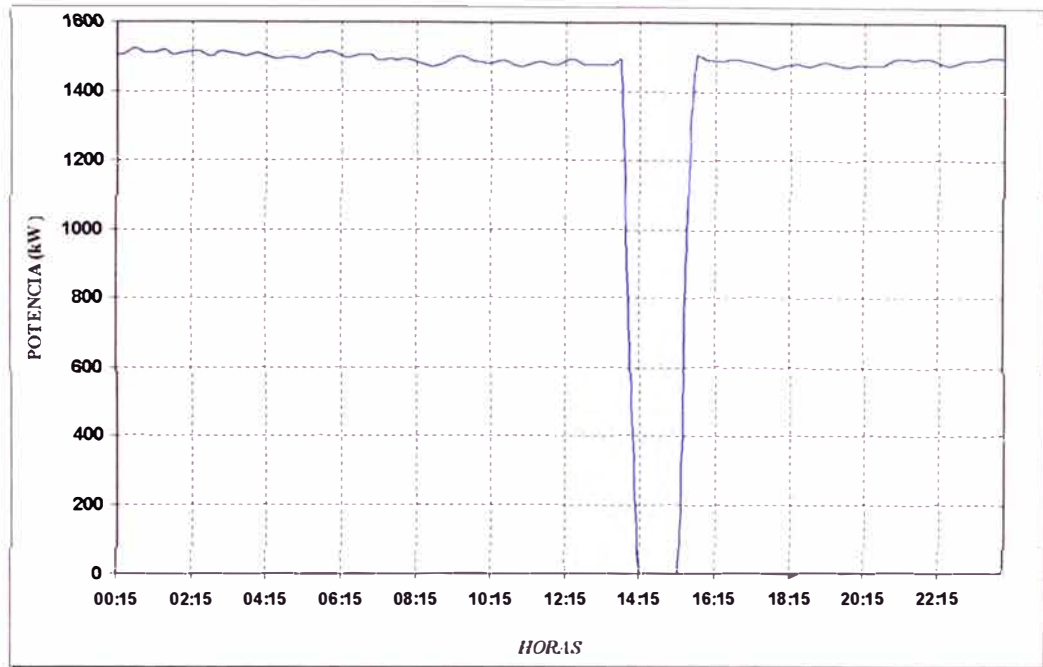


Figura N°2.2: AD01 Motor Cemento 1

Se muestra el resumen de parámetros de la carga analizada, donde se ha calculado el factor de carga y factor de pérdidas, esto determinará la primera decisión para la elección de los motores a reemplazar, posterior se hará el estudio económico para determinar la factibilidad en el reemplazo.

Tabla N° 2.4: AD01 Motor Cemento 1 [8]

PARÁMETROS REGISTRADOS					
MÁXIMA DEMANDA			DEMANDA PROMEDIO		
H.P	1498.7	kW	H.P	1483.1	kW
H.F.P	1519.7	kW	H.F.P	1376.0	kW
DIA	1519.7	kW	DIA	1398.3	kW
ENERGÍA ACTIVA			ENERGÍA REACTIVA		
H.P	7415	kWh	H.P	5349	kvarh
H.F.P	26144	kWh	H.F.P	18919	kvarh
DIA	33560	kWh	DIA	24268	kvarh
PARÁMETROS CALCULADOS					
FACTOR DE CARGA			FACTOR DE PÉRDIDAS		
H.P	0.99		H.P	0.95	
H.F.P	0.91		H.F.P	0.88	
DIA	0.92		DIA	0.90	
FACTOR DE POTENCIA (promedio del día)				0.81	Inductivo

Medidor: AD03 Motor Crudos 1

Se muestra las siguientes mediciones de potencia integradas en un día de producción normal, estas mediciones representan el trabajo normal del parque de motores en estudio.

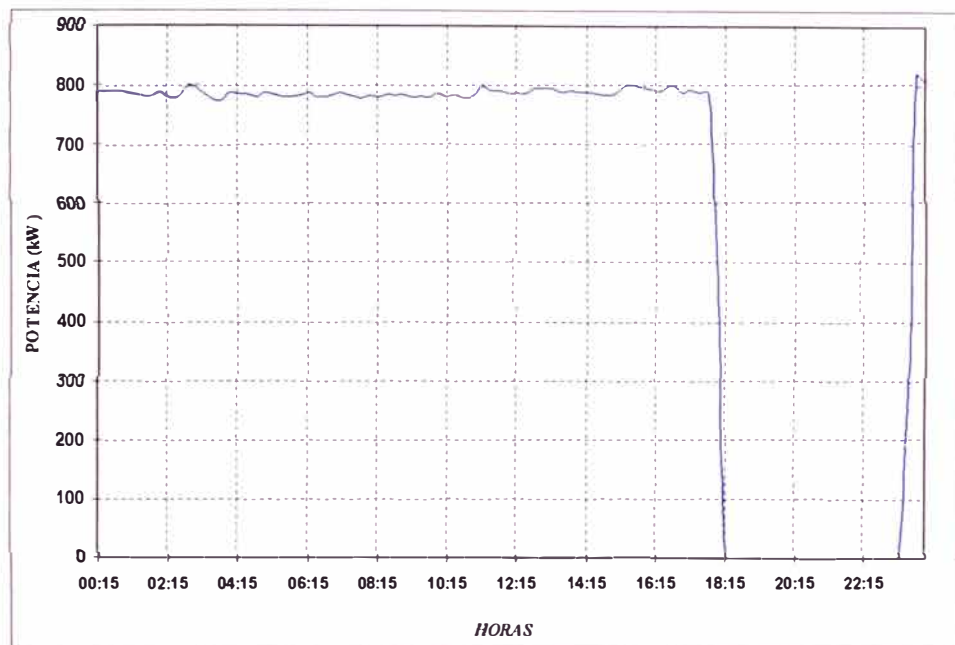


Figura N°2.3: Medidor: AD03 Motor Crudos 1

Se muestra el resumen de parámetros de la carga analizada, donde se ha calculado el factor de carga y factor de pérdidas, esto determinará la primera decisión para la elección de los motores a reemplazar, posterior se hará el estudio económico para determinar la factibilidad en el reemplazo.

Tabla N° 2.5: Medidor: AD03 Motor Crudos 1 [8]

PARÁMETROS REGISTRADOS					
MÁXIMA DEMANDA			DEMANDA PROMEDIO		
H.P	0.0	kW	H.P	0.0	kW
H.F.P	818.3	kW	H.F.P	766.7	kW
DIA	818.3	kW	DIA	607.0	kW
ENERGÍA ACTIVA			ENERGÍA REACTIVA		
H.P	0	kWh	H.P	0	kvarh
H.F.P	14568	kWh	H.F.P	11020	kvarh
DIA	14568	kWh	DIA	11020	kvarh
PARÁMETROS CALCULADOS					
FACTOR DE CARGA			FACTOR DE PÉRDIDAS		
H.P			H.P	0.00	
H.F.P	0.94		H.F.P	0.90	
DIA	0.74		DIA	0.71	
FACTOR DE POTENCIA (promedio del día)			0.80	Inductivo	

Medidor: AD04 Horno 1 F6 F18

Se muestra las siguientes mediciones de potencia integradas en un día de producción normal, estas mediciones representan el trabajo normal del parque de motores en estudio.

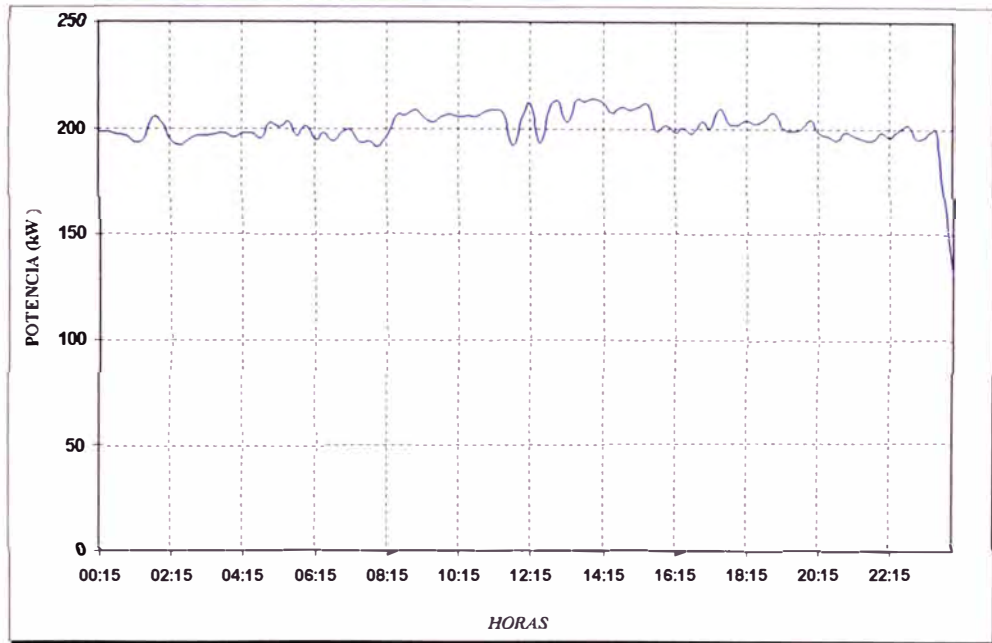


Figura N°2.4: AD04 Horno 1 F6 F18

Se muestra el resumen de parámetros de la carga analizada, donde se ha calculado el factor de carga y factor de pérdidas, esto determinará la primera decisión para la elección de los motores a reemplazar, posterior se hará el estudio económico para determinar la factibilidad en el reemplazo.

Tabla N° 2.6: AD04 Horno 1 F6 F18 [8]

PARÁMETROS REGISTRADOS					
MÁXIMA DEMANDA			DEMANDA PROMEDIO		
H.P	207.7	kW	H.P	199.3	kW
H.F.P	214.0	kW	H.F.P	200.3	kW
DIA	214.0	kW	DIA	200.1	kW
ENERGÍA ACTIVA			ENERGÍA REACTIVA		
H.P	997	kWh	H.P	841	kvarh
H.F.P	3806	kWh	H.F.P	3208	kvarh
DIA	4803	kWh	DIA	4049	kvarh
PARÁMETROS CALCULADOS					
FACTOR DE CARGA			FACTOR DE PÉRDIDAS		
H.P	0.96		H.P	0.87	
H.F.P	0.94		H.F.P	0.88	
DIA	0.94		DIA	0.88	
FACTOR DE POTENCIA (promedio del día)				0.76	Inductivo

Medidor: AD05 Barra Rio y pueblo

Se muestra las siguientes mediciones de potencia integradas en un día de producción normal, estas mediciones representan el trabajo normal del parque de motores en estudio.

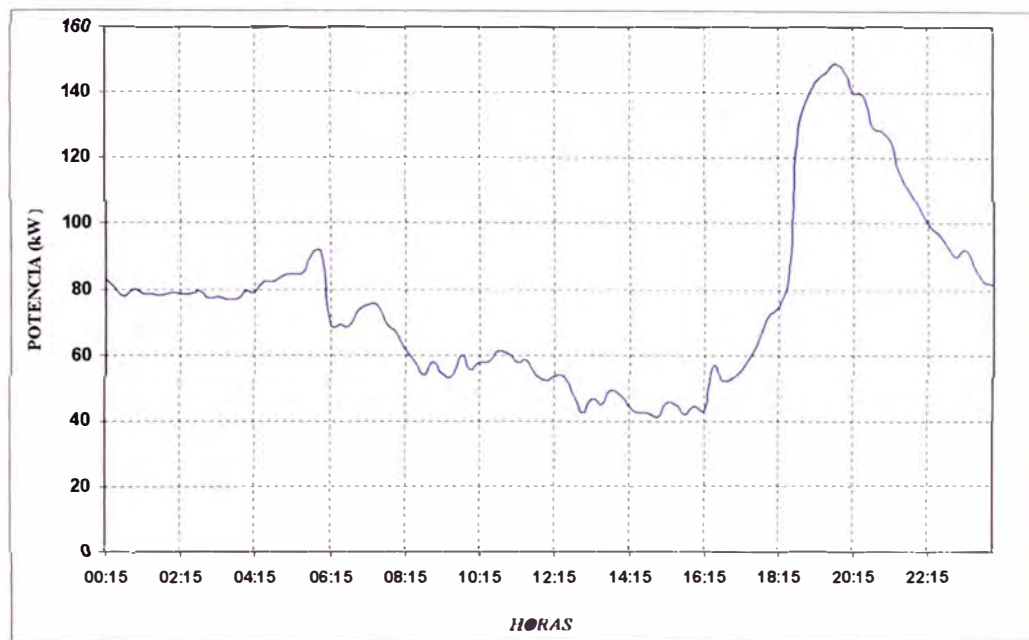


Figura N°2.5: AD05 Barra Rio y pueblo

Se muestra el resumen de parámetros de la carga analizada, donde se ha calculado el factor de carga y factor de pérdidas, esto determinará la primera decisión para la elección de los motores a reemplazar, posterior se hará el estudio económico para determinar la factibilidad en el reemplazo.

Tabla N° 2.7: AD05 Barra Rio y pueblo [8]

PARÁMETROS REGISTRADOS					
MÁXIMA DEMANDA			DEMANDA PROMEDIO		
H.P	149.0	kW	H.P	119.1	kW
H.F.P	92.0	kW	H.F.P	65.2	kW
DIA	149.0	kW	DIA	76.4	kW
ENERGÍA ACTIVA			ENERGÍA REACTIVA		
H.P	596	kWh	H.P	429	kvarh
H.F.P	1238	kWh	H.F.P	907	kvarh
DIA	1834	kWh	DIA	1335	kvarh
PARÁMETROS CALCULADOS					
FACTOR DE CARGA			FACTOR DE PÉRDIDAS		
H.P	0.80		H.P	0.66	
H.F.P	0.71		H.F.P	0.20	
DIA	0.51		DIA	0.30	
FACTOR DE POTENCIA (promedio del día)				0.81	Inductivo

Medidor: AD09 Chancadora secundaria

Se muestra las siguientes mediciones de potencia integradas en un día de producción normal, estas mediciones representan el trabajo normal del parque de motores en estudio.

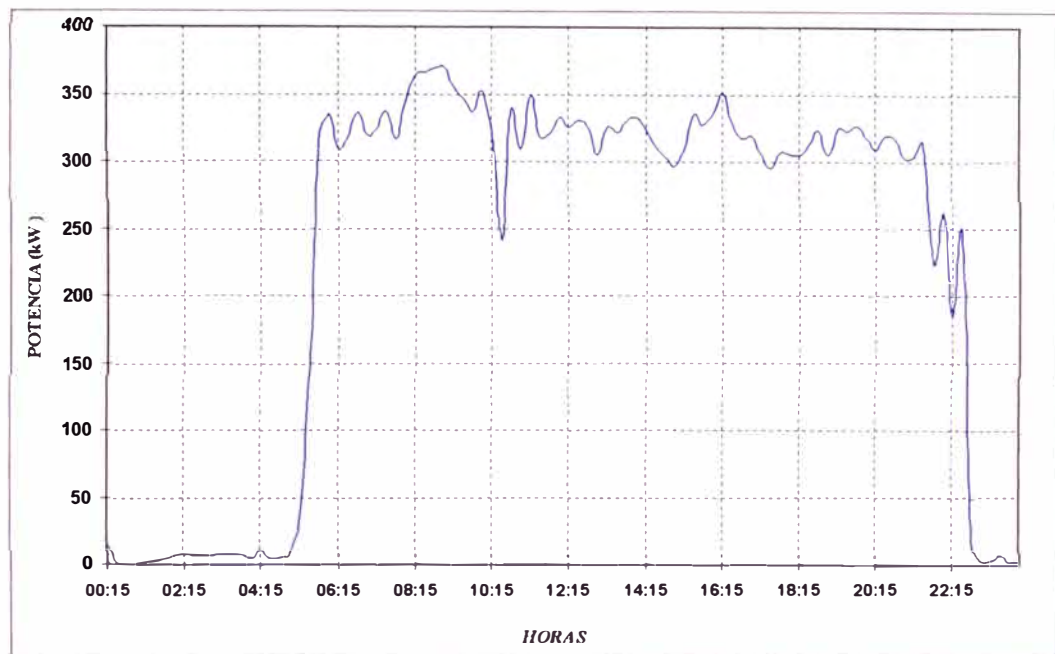


Figura N°2.6: AD09 Chancadora secundaria

Se muestra el resumen de parámetros de la carga analizada, donde se ha calculado el factor de carga y factor de pérdidas, esto determinará la primera decisión para la elección de los motores a reemplazar, posterior se hará el estudio económico para determinar la factibilidad en el reemplazo.

Tabla N° 2.8: AD09 Chancadora secundaria [8]

PARÁMETROS REGISTRADOS					
MÁXIMA DEMANDA			DEMANDA PROMEDIO		
H.P	327.0	kW	H.P	267.2	kW
H.F.P	370.3	kW	H.F.P	218.8	kW
DIA	370.3	kW	DIA	228.8	kW
ENERGÍA ACTIVA			ENERGÍA REACTIVA		
H.P	1336	kWh	H.P	1008	kvarh
H.F.P	4156	kWh	H.F.P	3115	kvarh
DIA	5492	kWh	DIA	4123	kvarh
PARÁMETROS CALCULADOS					
FACTOR DE CARGA			FACTOR DE PÉRDIDAS		
H.P	0.82		H.P	0.58	
H.F.P	0.59		H.F.P	0.52	
DIA	0.62		DIA	0.53	
FACTOR DE POTENCIA (promedio del día)				0.80	Inductivo

Medidor: AD07 Auxiliares Línea 1

Se muestra las siguientes mediciones de potencia integradas en un día de producción normal, estas mediciones representan el trabajo normal del parque de motores en estudio.

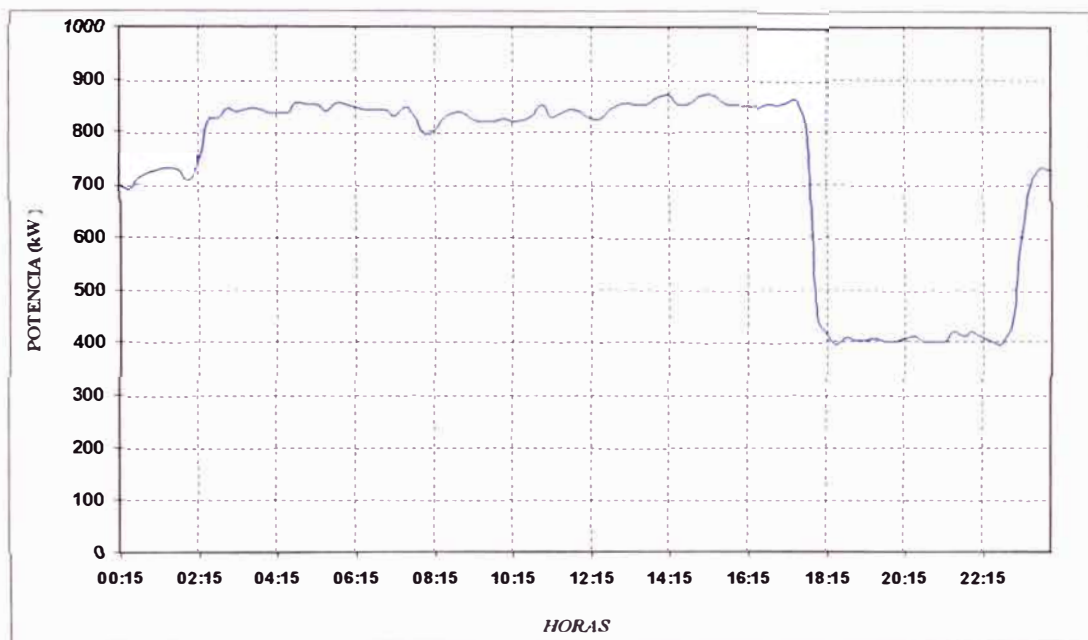


Figura N°2.7: AD07 Auxiliares Línea 1

Se muestra el resumen de parámetros de la carga analizada, donde se ha calculado el factor de carga y factor de pérdidas, esto determinará la primera decisión para la elección de los motores a reemplazar, posterior se hará el estudio económico para determinar la factibilidad en el reemplazo.

Tabla N° 2.9: AD07 Auxiliares Línea 1 [8]

PARÁMETROS REGISTRADOS					
MÁXIMA DEMANDA			DEMANDA PROMEDIO		
H.P	439.0	kW	H.P	407.1	kW
H.F.P	872.0	kW	H.F.P	813.5	kW
DIA	872.0	kW	DIA	728.8	kW
ENERGÍA ACTIVA			ENERGÍA REACTIVA		
H.P	2035	kWh	H.P	1613	kvarh
H.F.P	15457	kWh	H.F.P	10982	kvarh
DIA	17492	kWh	DIA	12595	kvarh
PARÁMETROS CALCULADOS					
FACTOR DE CARGA			FACTOR DE PÉRDIDAS		
H.P	0.93		H.P	0.22	
H.F.P	0.93		H.F.P	0.88	
DIA	0.84		DIA	0.74	
FACTOR DE POTENCIA (promedio del día)				0.81	Inductivo

Medidor: AD11 Motor Cemento 2

Se muestra las siguientes mediciones de potencia integradas en un día de producción normal, estas mediciones representan el trabajo normal del parque de motores en estudio.

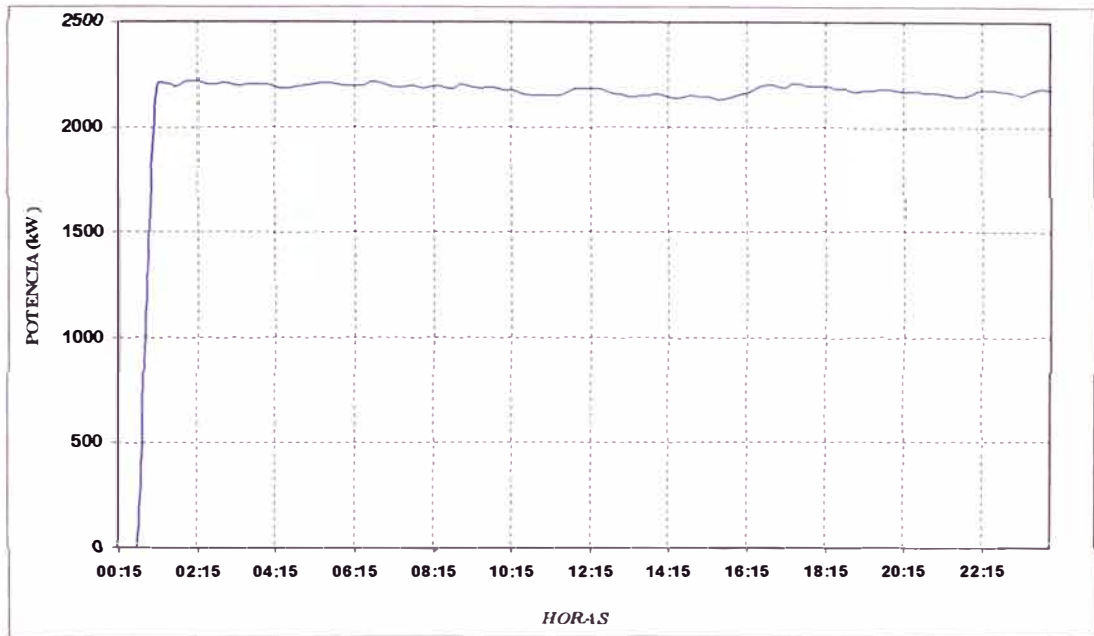


Figura N°2.8: AD11 Motor Cemento 2

Se muestra el resumen de parámetros de la carga analizada, donde se ha calculado el factor de carga y factor de pérdidas, esto determinará la primera decisión para la elección de los motores a reemplazar, posterior se hará el estudio económico para determinar la factibilidad en el reemplazo.

Tabla N° 2.10: AD11 Motor Cemento 2 [8]

PARÁMETROS REGISTRADOS				
MÁXIMA DEMANDA			DEMANDA PROMEDIO	
H.P	2194.3	kW	H.P	2171.5 kW
H.F.P	2215.0	kW	H.F.P	2086.2 kW
DIA	2215.0	kW	DIA	2103.9 kW
ENERGÍA ACTIVA			ENERGÍA REACTIVA	
H.P	10857	kWh	H.P	7933 kvarh
H.F.P	39637	kWh	H.F.P	28983 kvarh
DIA	50495	kWh	DIA	36916 kvarh
PARÁMETROS CALCULADOS				
FACTOR DE CARGA			FACTOR DE PÉRDIDAS	
H.P	0.99		H.P	0.96
H.F.P	0.94		H.F.P	0.93
DIA	0.95		DIA	0.93
FACTOR DE POTENCIA (promedio del día)			0.81	Inductivo

Medidor: AD12 Motor separador CE2

Se muestra las siguientes mediciones de potencia integradas en un día de producción normal, estas mediciones representan el trabajo normal del parque de motores en estudio.

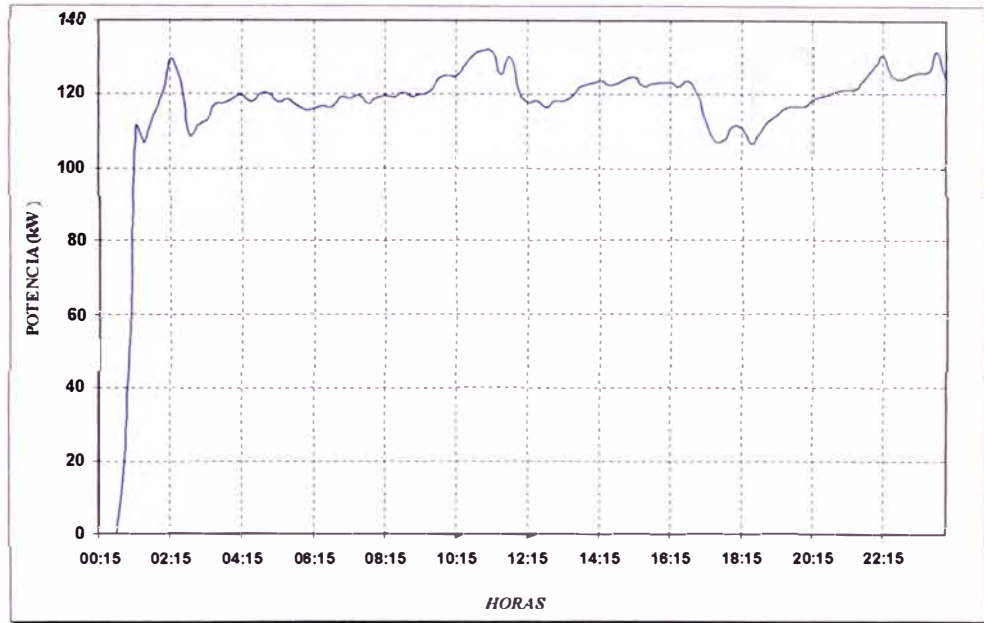


Figura N°2.9: AD12 Motor separador CE2

Se muestra el resumen de parámetros de la carga analizada, donde se ha calculado el factor de carga y factor de pérdidas, esto determinará la primera decisión para la elección de los motores a reemplazar, posterior se hará el estudio económico para determinar la factibilidad en el reemplazo.

Tabla N° 2.11: AD12 Motor separador CE2 [8]

PARÁMETROS REGISTRADOS					
MÁXIMA DEMANDA			DEMANDA PROMEDIO		
H.P	130.7	kW	H.P	119.4	kW
H.F.P	132.0	kW	H.F.P	114.3	kW
DIA	132.0	kW	DIA	115.4	kW
ENERGÍA ACTIVA			ENERGÍA REACTIVA		
H.P	597	kWh	H.P	442	kvarh
H.F.P	2172	kWh	H.F.P	1608	kvarh
DIA	2769	kWh	DIA	2050	kvarh
PARÁMETROS CALCULADOS					
FACTOR DE CARGA			FACTOR DE PÉRDIDAS		
H.P	0.91		H.P	0.82	
H.F.P	0.87		H.F.P	0.79	
DIA	0.87		DIA	0.80	
FACTOR DE POTENCIA (promedio del día)				0.80	Inductivo

Medidor: AD17 Auxiliar Crudos 2

Se muestra las siguientes mediciones de potencia integradas en un día de producción normal, estas mediciones representan el trabajo normal del parque de motores en estudio.

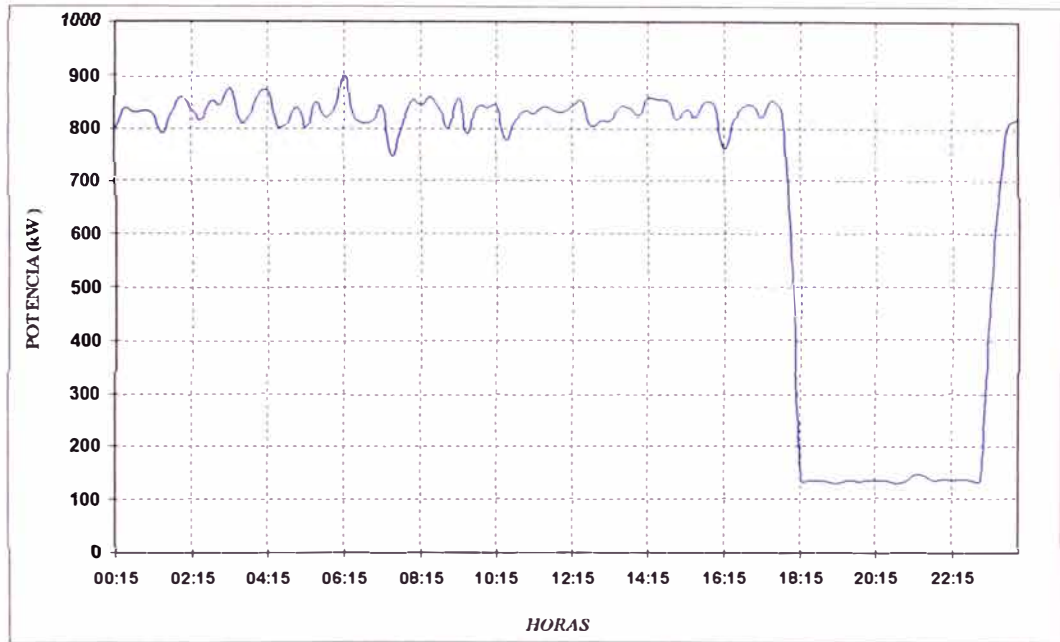


Figura N°2.10: AD17 Auxiliar Crudos 2

Se muestra el resumen de parámetros de la carga analizada, donde se ha calculado el factor de carga y factor de pérdidas, esto determinará la primera decisión para la elección de los motores a reemplazar, posterior se hará el estudio económico para determinar la factibilidad en el reemplazo.

Tabla N° 2.12: AD17 Auxiliar Crudos 2 [8]

PARÁMETROS REGISTRADOS				
MÁXIMA DEMANDA			DEMANDA PROMEDIO	
H.P	148.0	kW	H.P	136.9 kW
H.F.P	898.3	kW	H.F.P	819.3 kW
DIA	898.3	kW	DIA	677.1 kW
ENERGÍA ACTIVA			ENERGÍA REACTIVA	
H.P	685	kWh	H.P	502 kvarh
H.F.P	15566	kWh	H.F.P	11360 kvarh
DIA	16251	kWh	DIA	11863 kvarh
PARÁMETROS CALCULADOS				
FACTOR DE CARGA			FACTOR DE PÉRDIDAS	
H.P	0.93		H.P	0.02
H.F.P	0.91		H.F.P	0.84
DIA	0.75		DIA	0.67
FACTOR DE POTENCIA (promedio del día)			0.81	Inductivo

Medidor: AD18 Barra 6 kV

Se muestra las siguientes mediciones de potencia integradas en un día de producción normal, estas mediciones representan el trabajo normal del parque de motores en estudio.

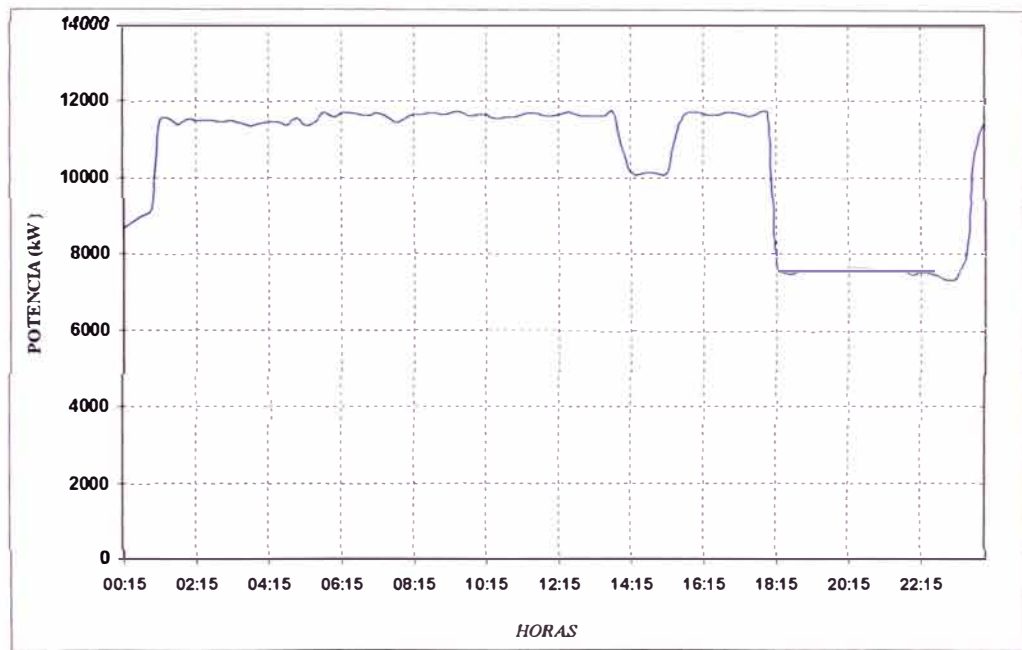


Figura N°2.11: AD18 Barra 6 kV

Se muestra el resumen de parámetros de la carga analizada, donde se ha calculado el factor de carga y factor de pérdidas, esto determinará la primera decisión para la elección de los motores a reemplazar, posterior se hará el estudio económico para determinar la factibilidad en el reemplazo.

Tabla N° 2.13: AD18 Barra 6 kV [8]

PARÁMETROS REGISTRADOS				
MÁXIMA DEMANDA			DEMANDA PROMEDIO	
H.P	7706.3	kW	H.P	7565.6 kW
H.F.P	11736.0	kW	H.F.P	11221.1 kW
DIA	11736.0	kW	DIA	10459.5 kW
ENERGÍA ACTIVA			ENERGÍA REACTIVA	
H.P	37828	kWh	H.P	27535 kvarh
H.F.P	213201	kWh	H.F.P	155900 kvarh
DIA	251029	kWh	DIA	183435 kvarh
PARÁMETROS CALCULADOS				
FACTOR DE CARGA			FACTOR DE PÉRDIDAS	
H.P	0.98		H.P	0.42
H.F.P	0.96		H.F.P	0.92
DIA	0.89		DIA	0.81
FACTOR DE POTENCIA (promedio del día)			0.81	Inductivo

Medidor: AD19 Motor separador CR2

Se muestra las siguientes mediciones de potencia integradas en un día de producción normal, estas mediciones representan el trabajo normal del parque de motores en estudio.

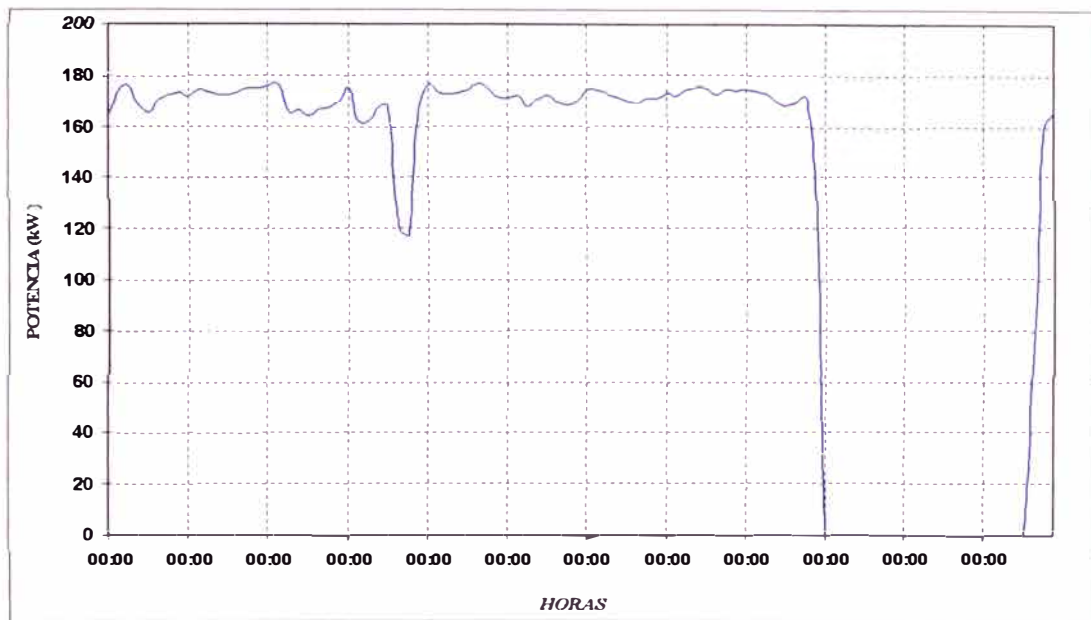


Figura N°2.12: AD19 Motor separador CR2

Se muestra el resumen de parámetros de la carga analizada, donde se ha calculado el factor de carga y factor de pérdidas, esto determinará la primera decisión para la elección de los motores a reemplazar, posterior se hará el estudio económico para determinar la factibilidad en el reemplazo.

Tabla N° 2.14: AD19 Motor separador CR2 [8]

PARÁMETROS REGISTRADOS					
MÁXIMA DEMANDA			DEMANDA PROMEDIO		
H.P	0.0	kW	H.P	0.0	kW
H.F.P	177.0	kW	H.F.P	165.9	kW
DIA	177.0	kW	DIA	131.4	kW
ENERGÍA ACTIVA			ENERGÍA REACTIVA		
H.P	0	kWh	H.P	0	kvarh
H.F.P	3153	kWh	H.F.P	2299	kvarh
DIA	3153	kWh	DIA	2299	kvarh
PARÁMETROS CALCULADOS					
FACTOR DE CARGA			FACTOR DE PÉRDIDAS		
H.P			H.P	0.00	
H.F.P	0.94		H.F.P	0.90	
DIA	0.74		DIA	0.71	
FACTOR DE POTENCIA (promedio del día)				0.81	Inductivo

Medidor: AD20 Motor Crudos 2

Se muestra las siguientes mediciones de potencia integradas en un día de producción normal, estas mediciones representan el trabajo normal del parque de motores en estudio.

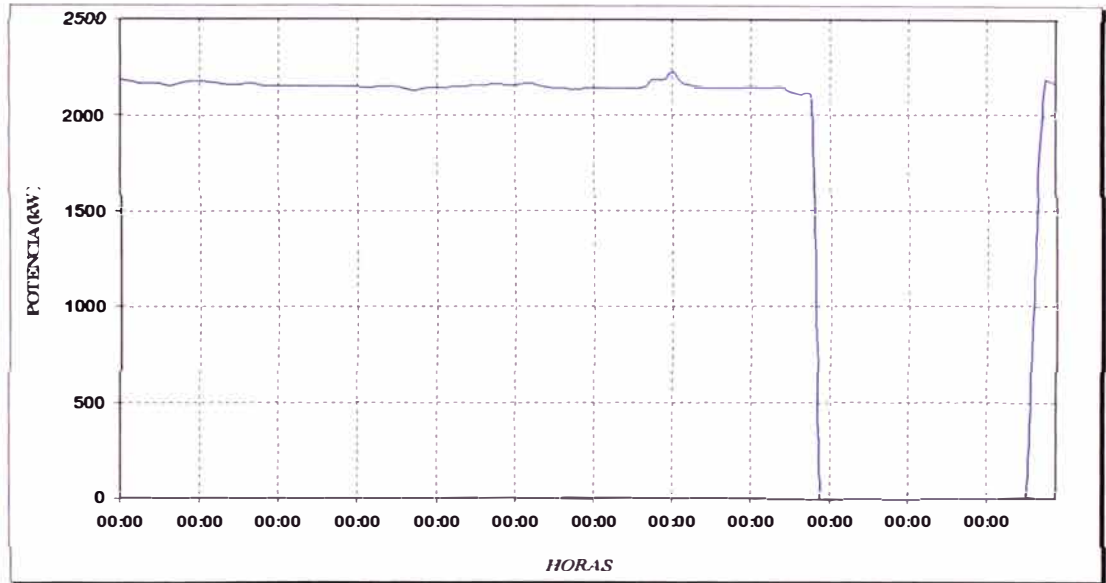


Figura N°2.13: AD20 Motor Crudos 2

Se muestra el resumen de parámetros de la carga analizada, donde se ha calculado el factor de carga y factor de pérdidas, esto determinará la primera decisión para la elección de los motores a reemplazar, posterior se hará el estudio económico para determinar la factibilidad en el reemplazo.

Tabla N° 2.15: AD20 Motor Crudos 2 [8]

PARÁMETROS REGISTRADOS					
MÁXIMA DEMANDA			DEMANDA PROMEDIO		
H.P	0.0	kW	H.P	0.0	kW
H.F.P	2231.3	kW	H.F.P	2086.4	kW
DIA	2231.3	kW	DIA	1651.7	kW
ENERGÍA ACTIVA			ENERGÍA REACTIVA		
H.P	0	kWh	H.P	0	kvarh
H.F.P	39641	kWh	H.F.P	29300	kvarh
DIA	39641	kWh	DIA	29300	kvarh
PARÁMETROS CALCULADOS					
FACTOR DE CARGA			FACTOR DE PÉRDIDAS		
H.P			H.P	0.00	
H.F.P	0.94		H.F.P	0.90	
DIA	0.74		DIA	0.71	
FACTOR DE POTENCIA (promedio del día)				0.80	Inductivo

Medidor: Motor Horno 2

Se muestra las siguientes mediciones de potencia integradas en un día de producción normal, estas mediciones representan el trabajo normal del parque de motores en estudio.

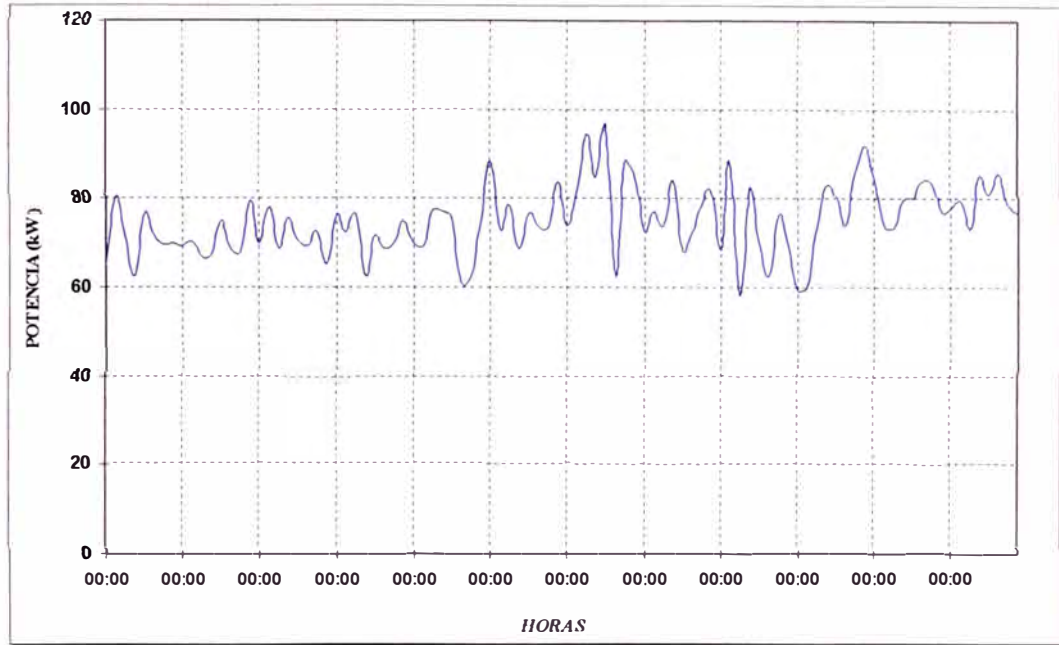


Figura N°2.14: Motor Horno 2

Se muestra el resumen de parámetros de la carga analizada, donde se ha calculado el factor de carga y factor de pérdidas, esto determinará la primera decisión para la elección de los motores a reemplazar, posterior se hará el estudio económico para determinar la factibilidad en el reemplazo.

Tabla N° 2.16: Motor Horno 2 [8]

PARÁMETROS REGISTRADOS				
MÁXIMA DEMANDA			DEMANDA PROMEDIO	
H.P	92.0	kW	H.P	78.0 kW
H.F.P	96.3	kW	H.F.P	74.1 kW
DIA	96.3	kW	DIA	74.9 kW
ENERGÍA ACTIVA			ENERGÍA REACTIVA	
H.P	390	kWh	H.P	281 kvarh
H.F.P	1408	kWh	H.F.P	1013 kvarh
DIA	1798	kWh	DIA	1294 kvarh
PARÁMETROS CALCULADOS				
FACTOR DE CARGA			FACTOR DE PÉRDIDAS	
H.P	0.85		H.P	0.66
H.F.P	0.77		H.F.P	0.60
DIA	0.78		DIA	0.61
FACTOR DE POTENCIA (promedio del día)			0.81	Inductivo

Medidor: AD22 Alimentación sacadoras

Se muestra las siguientes mediciones de potencia integradas en un día de producción normal, estas mediciones representan el trabajo normal del parque de motores en estudio.

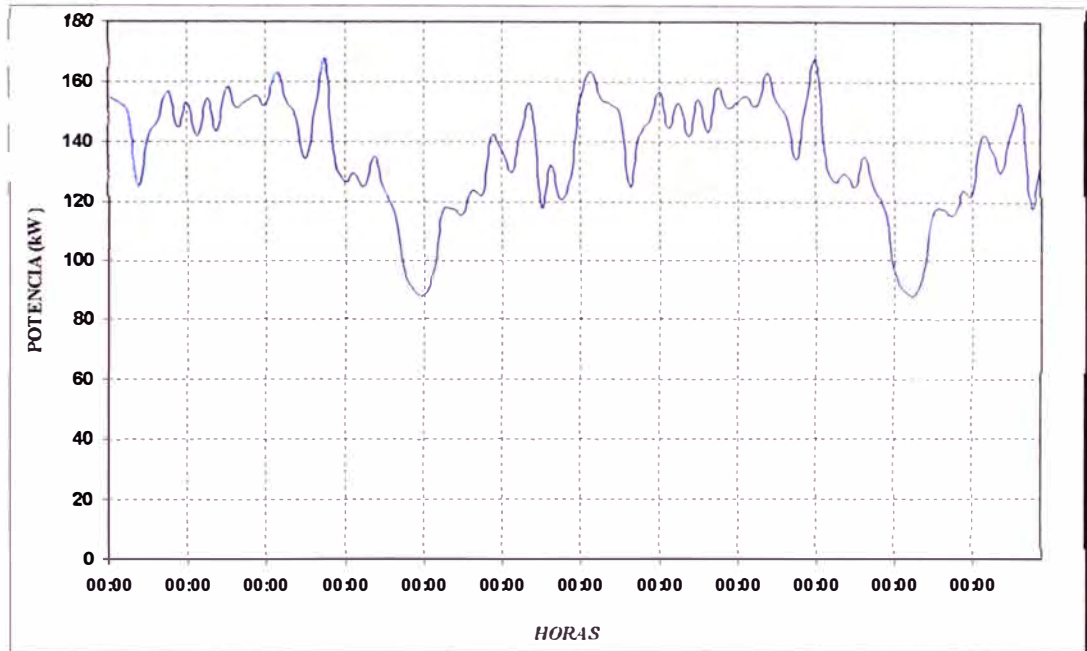


Figura N°2.15: AD22 Alimentación sacadoras

Se muestra el resumen de parámetros de la carga analizada, donde se ha calculado el factor de carga y factor de pérdidas, esto determinará la primera decisión para la elección de los motores a reemplazar, posterior se hará el estudio económico para determinar la factibilidad en el reemplazo.

Tabla N° 2.17: AD22 Alimentación sacadoras [8]

PARÁMETROS REGISTRADOS					
MÁXIMA DEMANDA			DEMANDA PROMEDIO		
H.P	167.3	kW	H.P	121.7	kW
H.F.P	167.3	kW	H.F.P	140.3	kW
DIA	167.3	kW	DIA	136.4	kW
ENERGÍA ACTIVA			ENERGÍA REACTIVA		
H.P	609	kWh	H.P	478	kvarh
H.F.P	2665	kWh	H.F.P	2012	kvarh
DIA	3274	kWh	DIA	2489	kvarh
PARÁMETROS CALCULADOS					
FACTOR DE CARGA			FACTOR DE PÉRDIDAS		
H.P	0.73		H.P	0.54	
H.F.P	0.84		H.F.P	0.71	
DIA	0.82		DIA	0.68	
FACTOR DE POTENCIA (promedio del día)			0.80	Inductivo	

CAPÍTULO III DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

3.1. Diagnostico Energético

Mediante el análisis de los parámetros se ha realizado lo siguiente:

3.1.1. Planeamiento del programa

- a. En la 1ª etapa, eliminar los desperdicios, se establecieron 5 actividades específicas:
 - Cancelar lo innecesario.
 - Respetar los horarios de producción.
 - Parar equipos no requeridos por Producción.
 - Reparar equipos fuera de norma de operación.
- b. En la 2ª etapa, Establecer el Estándar, se definieron las actividades de:
 - Medición de las condiciones actuales
 - Obtención de la eficiencia del equipo
 - Comparación con estándares internaciones
- c. En la 3ª etapa, Respetar el Estándar, las actividades son:
 - Difusión de los estándares del proceso
 - Revisión periódica de las condiciones de operación
 - Evaluación del cumplimiento del estándar del proceso
- d. En la 4ª etapa, Mejorar el Estándar, las actividades son:
 - Análisis de las condiciones de operación
 - Propuestas de mejora de ahorro
 - Evaluación de las mejoras de ahorro
 - Aprobación de las mejoras de ahorro
- e. Las actividades especiales son:
 - Capacitación especializada a los ingenieros de procesos
 - Desarrollo de nuevas tecnologías y sistemas de trabajo
 - Renovación de equipo por equipos de alta eficiencia

3.1.2. Fases de la Implementación del Programa

a. Campaña de Sensibilización a todo el personal operativo:

Durante la etapa de diagnóstico revisarán derroches de energía por malos hábitos en la utilización de algunos equipos, como también en la iluminación y operación *inútil* de equipos. La medida de ahorro de energía consiste en la implantación de una campaña interna de sensibilización, la cual se basará en la difusión de mejores prácticas de uso de la energía.

b. Reemplazo de Motores de baja eficiencia:

Mediante el estudio técnico y económico se determina motores existentes a reemplazar y dimensionamiento del motor de alta eficiencia (ver Anexo C).

c. Procedimiento de Operación de Equipos:

Como medida para evitar que se quedara operando el equipo en forma innecesaria se realizó un procedimiento para la operación de equipo mayor fuera de los horarios de producción.

CAPÍTULO IV IMPLANTACIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO

4.1. Implantación de Medidas de Ahorro

4.1.1. Formulación de alternativas

De las mediciones realizadas durante el diagnóstico y del análisis de los diversos procesos de la planta, se detectaron áreas con potencial de ahorros de energía interesantes, las cuales se resumen en:

- a. Control de Operación de equipos: Se detectaron dispendios de energía al operar equipos sin ser necesarios para el proceso. También durante los tiempos de descanso dichos equipos continuaban en operación debiendo estar apagados.
- b. Monitoreo de la energía: Se tenía el equipo instalado en la subestación principal, pero éste no era analizado y solo se registraba para ser archivado, es decir, no se le daba ningún uso a la información.
- c. Sensibilización del personal: Se detectaron desperdicios de energía provenientes de malos hábitos de los operadores.
- d. Control de Operación de los Sistemas de iluminación: No contaban con facilidades para poder controlar las lámparas y equipos fuera de los horarios de producción, *tampoco contaban con procedimientos para ello.*
- e. Reemplazo de motores: Los Motores de gran potencia presentan baja eficiencia debido a la antigüedad y a los rebobinados realizados.

4.1.2. Evaluación de alternativas

a) Técnica

Se observa la oportunidad de reemplazo de motores, esta evaluación se hace en bases al estudio de los parámetros que influyen en la eficiencia, esto representa un ahorro en potencia de 105.47 kW y en energía de 776 156 kWh/año, a continuación se muestra el resumen de ahorros por equipo conseguidos mediante el análisis del comportamiento de la carga, mediciones de tensiones, corriente, factor de potencia, datos de placa , historial de mantenimiento (ver Anexo B “Procedimiento de Cálculo Energético” [2]).

TABLA 4.1: “Resumen de ahorro” y las hojas de cálculo [8]:

Tag	Nombre del equipo	Motor existente			Ahorro Obtenidos			
		Pnom	Unid	Vn	kW	kWh /año	US\$ /año	PSR
N7	Bomba de Recirculación	18	hp	440	0,55	4.437	231	2,85
N2	Bombas de Agua 1	25	hp	380	1,52	12.169	633	1,79
N6	Bomba de Agua Línea 1	25	hp	380	0,84	6.690	348	1,63
N8	Bomba de Agua línea 2	60	hp	440	1,65	13.226	688	2,28
N9	Bomba de Agua línea 2	60	hp	440	2,14	17.092	889	2,28
N12A	Compresora Denver	200	hp	460	3,57	28.567	1.485	2,76
N13	Compresor Ingersoll Rand	200	hp	460	3,74	29.892	1.554	3,33
N3	Mot ventilado Torre Enfriam	15	kW	440	0,68	5.436	283	3,06
252A	Mot de zaranda	30	kW	440	0,93	5.554	311	3,36
202A	Volante de Chancadora Sec	155	kW	380	8,31	49.889	2.794	3,61
202B	Volante de Chancadora Sec	155	kW	380	7,86	47.144	2.640	3,82
811A	Ventilador de Filtro	75	hp	440	2,51	20.044	1.042	3,94
606B	Bomba de Petróleo N°2	30	hp	440	0,75	5.986	311	4,03
610D	Cadena de arrastre	15	kW	380	0,90	7.183	374	1,76
612	Transporte de cangilones	18,5	kW	440	0,58	4.615	240	4,36
613	Transporte de cangilones	18,5	kW	440	0,62	4.941	257	4,07
606A	Bomba de Petróleo N°1	22,2	kW	440	0,77	6.159	320	3,92
610C	Trituradora de Clinker	37	kW	440	1,41	11.311	588	5,75
610E	Ventilador Enfriador N°1	55	kW	440	2,08	16.631	865	3,81
610I	Ventilador Enfriador N°5	55	kW	440	2,08	16.631	865	3,81
610F	Ventilador enfriador N°2	75	kW	440	3,15	25.201	1.310	3,95
610H	Ventilador Enfriador N°4	75	kW	440	2,95	23.611	1.228	4,21
517	Bom Trans Harina Intercam	90	kW	440	2,38	19.002	988	5,58
519	Bom Trans Harina Intercam	90	kW	440	2,32	18.593	967	5,70
610G	Ventilador Enfriador N°3	92	kW	440	3,55	28.418	1.478	3,50
518	Compresor	132	kW	380	10,38	83.011	4.317	2,02
520	Compresor	132	kW	440	5,69	45.488	2.365	3,68
611A	Ventilador de Filtro	184	kW	440	2,99	23.920	1.244	5,64
504B	Ventilador de Filtro	30	kW	440	1,72	13.760	716	2,67
413	Bomba fuller	92	kW	440	3,62	22.429	1.244	4,16
405	Elevador de cangilones	110	kW	440	3,48	21.597	1.198	4,32
414	Compresor Bomba Fuller 1	110	kW	440	5,73	35.518	1.971	5,12
414A	Compresor Bomba Fuller 2	110	kW	440	5,73	35.518	1.971	5,12
410A	Ventilador elimin de Polvo	160	kW	440	4,37	34.985	1.819	5,55
502	Compresor Homogenización	184	kW	440	3,94	31.511	1.639	5,02

b) Operativa

El reemplazo de motores implica una mayor confiabilidad del sistema de eléctrico de la planta en análisis debido a que el parque de motores antiguo presenta los siguientes frecuentes problemas:

- Desbalance eléctrico del motor: Elevado consumo de potencia eléctrica, vibración anormal.
- Velocidad de rotación baja: Caudal y presión insuficiente.
- Velocidad de rotación alta: Elevado consumo de potencia eléctrica.

c) Económica

Se muestra el estudio económico de la implementación de nuevos motores de alta eficiencia cambiando los motores del parque antiguo más críticos (ver anexo C).

TABLA 4.2: Resumen Económico -Implementación de motores Alta Eficiencia

Inversión Total (US\$)	Ahorro Total			
	kW	kWh/año	US\$/año	PSR
158.399,57	105,47	776.156,84	41.171,37	3,85

4.1.3. Líneas de Acción

- a. Implantación De Nuevas Tecnologías: Instalación de equipo de medición marca Power Logic (Schneider Electric, Square D). En el anexo A se muestra el catálogo del equipo.
- b. Capacitación: Se recomienda la capacitación en los propios procesos:
 - Ingenieros de manufactura: Difusión de la metodología y herramientas para el uso racional de la energía.
 - Interpretación de datos de la facturación de energía eléctrica (costos, horarios, conceptos, etc.).
 - Capacitación especializada a mantenimiento: Análisis de redes eléctricas, medición de armónicas, factor de potencia, detección de puntos calientes en redes eléctricas, detección de transitorios y picos de voltaje, análisis de vibración, alineación de equipos, medición de espesores por ultrasonido.
 - Difusión a todo el personal: Establecimiento de objetivos sobre ahorro de energía a todo el personal administrativo.
- c. Establecimiento del Comité de Ahorro de Energía desde el nivel gerencial hasta el nivel operativo.

- d. Establecimiento de buzón de sugerencia de ahorro y mejoras en general.
- e. Difusión de consejos de ahorro a través de la revista de comunicación interna.
- f. Implementación de proyecto de reemplazo de motores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

1. Con el presente proyecto se pretende instaurar una política energética, la concientización del buen uso de la energía y la reducción del consumo de energía eléctrica en el complejo industrial.
2. Al implementar las actividades de ahorro con la participación del personal, se aplicará la cultura de ahorro y a su vez la preocupación por extender los logros en otros rubros tales como: el consumo de agua, generación de basura, acumulación de incidentes, productividad, etc.
3. El consumo de energía eléctrica en plantas cementeras es muy significativo e incide directamente en el costo de producción, esto es un factor determinante para impulsar proyectos de ahorro de energía.
4. Las oportunidades de ahorro de energía se pueden clasificar en buenas prácticas y en reemplazo de equipos que requieren un grado de inversión con plazos de retorno de inversión muy atractivos.
5. Los criterios para la selección técnica de motores de alta eficiencia son una continua actualización y evaluación de la información existente, que una vez definidas forman parte de su política de eficiencia energética.
6. La decisión de adquirir un motor de alta eficiencia en lugar de un motor de eficiencia estándar es más favorable a medida que se incrementan las horas de operación *del motor y/o aumenta el precio de la energía eléctrica*.
7. La adquisición de nuevos motores de alta eficiencia en lugar de motores de eficiencia estándar a medida que se va renovando el parque industrial, debería ser parte de una política energética empresarial en el contexto de mejoramiento continuo y la reducción de impacto ambiental.
8. El ahorro de energía eléctrica no solo depende de la mejora en eficiencia de los motores utilizados, sino de la mejora en la eficiencia de todo el sistema, esto se logra con el entrenamiento del personal involucrado al personal operativo.

9. Adicionalmente a las características de eficiencia intrínsecas a los motores, existen otros factores que afectan su rendimiento: las instalaciones eléctricas en malas condiciones pueden generar diferencia y desbalance de tensión, lo cual redundaría en pérdida en la eficiencia.

10. En el accionamiento de motores eléctricos, se encuentran importantes oportunidades de aumentar la eficiencia energética debido al avance en el diseño y construcción de los motores de alta eficiencia.

11. *Para evitar que disminuya la eficiencia, las instalaciones mecánicas también deben estar en óptimas condiciones, es decir, bandas bien tensadas, anclajes adecuados, buena circulación de aire y lubricación.*

12. El reemplazo hacia un nuevo parque de motores de alta eficiencia sumado con la concientización del personal determina un alto índice de confiabilidad en la operación de la planta.

Recomendaciones:

1. Los ingenieros y técnicos del departamento de proyectos y/o mantenimiento de toda planta industrial deben evaluar sus procesos de manufactura, de tal manera que mediante modificaciones en el sistema eléctrico y/o del sistema de control permitan producir ahorro de la energía eléctrica.

2. En el caso de las buenas prácticas en el consumo de energía, las recomendaciones están asociadas con una mínima inversión y pueden en algunos casos ser implementadas por el propio personal de la planta.

3. En el caso de reemplazo de equipos que requieren un grado de inversión mayor, las recomendaciones estarán asociadas con retornos de inversión, de preferencia menores a 2 o 4 años, que podrá requerir asesoría especializada para su implementación.

4. A fin de promover el uso eficiente de la energía se recomienda la conformación de un comité el cual deberá estar presidido por un representante de la alta gerencia y en el cual deberán estar debidamente representados las áreas de finanzas y de producción, siendo deseable incorporar también a las áreas de mantenimiento y recursos humanos.

5. Se recomienda establecer una política de gestión de la energía utilizando indicadores de consumo de energía en función al volumen de producción, mediante lo cual se identificará la línea base y los impactos que tendrán en ella las mejoras a ejecutar, esto debe ser liderado por la gerencia con el apoyo del personal técnico y el estudio de los estándares de producción internacionales.

6. Se recomienda empezar por las acciones relacionadas con buenas prácticas con el objetivo de motivar a todos los involucrados en la formulación de ideas e implementación de proyectos relacionados con el uso eficiente de la energía.
7. Se debe tomar en cuenta la experiencia del personal de mantenimiento de la planta para la evaluación de los fabricantes de motores y el soporte técnico que brindan dentro de la región y/o país.
8. Se recomienda usar una sola tecnología para la adquisición de los motores, esto *para asegurar un stock* de repuestos accesible para el mantenimiento *correctivo, preventivo* o cuando sea requerido.
9. Al estudiar el reemplazo de motores se deben tener en cuenta las condiciones climáticas y el grado de corrosión del ambiente de trabajo, además medir los parámetros de funcionamiento en un plazo que nos permita ser más precisos en el dimensionamiento de los motores, conocer a profundidad el proceso productivo que se desarrolla, y tomar en consideración las recomendaciones del fabricante para un buen mantenimiento.
10. Se recomienda una buena conservación del ambiente de trabajo ya sea en el proceso de instalación, operación y mantenimiento.
11. Posterior a la etapa del reemplazo de motores se debe tomar en cuenta hacer un estudio de calidad de energía para conocer los parámetros que puedan influenciar en la eficiencia de los motores y proponer soluciones ante un problema como podrían ser armónicos, picos de corriente, consumo de reactivos, etc.
12. Adopte una selección apropiada: el uso eficiente de la energía eléctrica en motores comienza en el momento de la selección. Siempre existe un motor adecuado a las necesidades requeridas, tanto en lo que respecta a tu tipo, por condiciones ambientales de operación, por condiciones de arranque o regulación de velocidad, así como por su tamaño o potencia.
13. Evite, tanto el sobredimensionar, como también subdimensionar con respecto a cobertura de las necesidades.
14. Analice en detalle el costo-beneficio real asociado con la adquisición de motores eficientes, relacionándolo con otros factores, tales como características de operación, mantenimiento, factor de carga, y mediciones de campo.
15. Realice mediciones de los parámetros de calidad de energía periódicamente, de ser posible asesorarse con empresas especializadas que cuenten con equipos de última *tecnología en las mediciones de dichos parámetros*.

ANEXOS

Anexo A: Equipos de Medición

Los equipos Analizadores de Redes usados para las mediciones de energía y Potencia fueron de la marca Unilyzer 902 Clase A según IEC 61000-4-30.

Se ha utilizado analizadores clase A para tener mayor confiabilidad en las mediciones y el periodo de medición fue una semana, esto para acercarnos al comportamiento habitual del consumo de energía de la planta.

Se muestran los equipos utilizados y se muestra las características técnicas del analizador de redes.

- Laptop TOSHIBA.
- Pinzas Amperimétricas (5-10-30-100-2000 A).
- Telurómetro.
- Megómetro.
- Pirómetro.
- Otros. A1.

TABLA A1: UNILYZER 902. Clase A (De acuerdo a la Norma IEC 61000-4-7) [9]

ITEM	CARACTERÍSTICAS GENERALES	UNI	UNILYZER 902
1.00	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
1.01	Tipo		Portátil para intemperie IP65
1.02	Canales de Entrada Analógicos		8 Canales
1.03	Entrada de corriente		Sí
1.04	Configuración Delta , Estrella <i>monofásico</i>		Delta, estrella para 3 y 4 hilos
1.05	Entrada de Tensión Trifásico, neutro , tierra		700 V
1.06	Memoria disponible para almacenar		8 Mb (40 Días) Circular
1.07	Clase de Precisión		mejor o igual a 0.5
	Voltaje		<0.1%, mejor que la IEC 61000-4-7 Clase A
	Corriente		<0.1%, mejor que la IEC 61000-4-7 Clase A
1.08	Frecuencia		50 - 60 Hz
1.09	Norma		EN 50160
1.10	Periodo de integración		Configurable (mayor a 1 segundo)

1.11	Peso	kg	2.6
1.12	Interrogación en sitio		Tiempo Real
1.13	Puerto comunicación		RS 232, modem interno, Ethernet
1.14	Software sistema operativo		Windows 98/ME/2000/XP/NT
1.15	Exportación		Excel
1.16	Software de reportes		Figuras e histogramas de umbrales
2.00	CONDICIONES ESPECIFICAS		
2.01	OSCILOSCOPIO DIGITAL		
	Número de canales		8
	Captura de forma de onda	Hz	7,700
	Visualización en pantalla		Por ciclo o fracción
	Verificación de la conexión en tiempo real.		Relación de transformación, secuencia de fases y voltaje nominal de la instalación
2.02	REGISTRO DE HUECOS Y SOBREVOLTAJE		
	Eventos		Monofásicos y Trifásicos en RMS
	Captura de eventos		Según valores RMS verdaderos
	Registro de eventos		Fecha, hora, duración, valor promedio, mínimos, máximos v
2.03	TENSION		
	Rango de Medición	Vac.	0-500
	Tensión TRMS (3 \square) y por fase		Si
2.04	CORRIENTE		
	Rango de Medición	A	10, 30 , 500, 2000
2.05	ENERGÍA		
	Registro simultáneo de la energía		Si
	Energía Activa, Reactiva , Aparente		Si
	Potencia Activa, FP, Cos 0		Si
	Período de medición independiente de cada parámetro		Sí
	Periodo de medición		Programable 5,10 15... minutos
2.06	Frecuencia		
			Si
2.07	Armónicas		
	*Referencia		Norma IEC 61000-4-7
	*THD(V)	%	Si

	* Armónicos individuales THD(v) y THD(i) THD (p)		Hasta 50 ava
	* Identifica direccionalidad armónica		Si
2.08	Flicker		
	* Referencia		Norma IEC 868
	* Medición y/o Registro		en Pst, Plt , Ifl
2.09	Transitorios		1 microsegundo - 1 MHz
2.10	Interrupciones		Si
2.11	Desbalance de fases		Si
2.12	Análisis en tiempo real : modo osciloscopio		Si
	Modo Fasorial		Si
2.13	Descargas intermedias		Si
2.14	Resolución		14 bits
2.15	Curva CBEMA		Si con Software adicional
3.00	REPORTES		
3.01	Reporte de máximos, mínimos y promedios de Todos		Si
	Parámetros		Si
3.02	Figura de Frecuencia		Si
3.03	Figura de Tensión vs. tiempo		Si
3.04	Figura de THD (v) THD(i) THD(p)% e individuales		Si
3.05	Figura de Flicker (Pst)		Si
3.06	Gráfico de energía	kWh.	Si
3.07	Grafico potencia activa, reactiva, aparente y cos 0	kW. kvar	Si
3.08	Análisis de post-procesamiento de todos los parámetros		Si
4.00	COMUNICACIÓN		
4.01	Puerto comunicación		RS 232, built in modem , Ethernet
5	OTROS		
5.01	Peso	kg	2,6
5.02	Tamaño	mm	340x337x85mm
5.03	Temperatura	C	-10 a 55
5.04	Grado de protección		IP 65
5.05	Consumo	VA	10

Anexo B: Procedimiento de Cálculo Energético [2]:

Se ha tomado como referencia las recomendaciones dadas por el FIDE para el cálculo del reemplazo de motores de baja eficiencia a motores de alta eficiencia, se muestra el procedimiento.

Paso 1: Evaluar la potencia estándar demandada a partir de las mediciones eléctricas

$$\text{Pot}_{\text{STD ele}} = \frac{(\sqrt{3})(V_{\text{STD p}})(I_{\text{STD p}})(\text{FP}_{\text{STD p}})}{1.000} \dots [\text{kW}]$$

Fórmula B.1 Cálculo de la potencia consumida

Paso 2: Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC}_{\text{STD}} = \left[\frac{(\text{Pot}_{\text{STD ele}})(\eta)}{(\text{hp}_{\text{placa}})(0.746)} \right]$$

Fórmula B.2: Cálculo del factor de carga

Cuando la eficiencia del motor no esté indicada en la placa o no dispone del catálogo del fabricante, se tomarán los datos de eficiencia del Tabla B.2, de ser necesario se procederá con una interpolación lineal entre el factor de carga inmediato inferior y el superior, de acuerdo a la fórmula B.3 y la información del Tabla B.2.

$$\eta_{\text{STD}} = \left(\frac{\text{FC}_{\text{STD}} - \text{FC}_1}{\text{FC}_2 - \text{FC}_1} \right) (\eta_2 - \eta_1) + \eta_1$$

Fórmula B.3: Cálculo de la eficiencia a partir del Factor de Carga

Paso 3: Efectuar los ajustes a la eficiencia

El ajuste a la eficiencia del motor actual se realiza por medio de la fórmula B.4.

$$\eta_{\text{STD ajustada}} = \text{FA}_{\text{dv}} (\eta_{\text{STD}} + \text{FA}_{\text{vv}} - \text{FA}_{\text{re}})$$

Fórmula B.4: Cálculo de la eficiencia real

FA_{vv}- Factor de ajuste por diferencia de tensión

La diferencia de tensión se define como la relación de la tensión trifásica promedio de línea y la indicada en la placa (fórmula B5).

$$\text{VV}_{\text{STD}} = \left(\frac{V_{\text{STD p}}}{V_{\text{STD placa}}} - 1 \right)$$

Fórmula B.5: Cálculo de la variación de tensión

Una vez determinada la diferencia en tensión se puede calcular el factor de ajuste por medio de la fórmula B.6.

$$FA_{vv} = (VV_{STD}) \left[0.07 - 1.334(VV_{STD}) \right] - 0.0009$$

Fórmula B.6: Cálculo del factor de ajuste de diferencia de tensión

FA_{dv}- Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

El desbalanceo en tensión se define como la máxima desviación de la tensión de línea, al valor promedio del sistema, entre la tensión promedio (fórmula B.7).

$$DV_{STD} = \left(\frac{\text{Max} \{ (V_{STDmax} - V_{STDp}) \text{ ó } (V_{STDp} - V_{STDmin}) \}}{V_{STDp}} \right)$$

Fórmula B.7: Cálculo del desbalance de tensión

Una vez determinado el desbalanceo en tensión el factor de ajuste por desbalanceo en tensión, se puede calcular con la fórmula B.8.

$$FA_{dv} = 1 - (DV_{STD}) \left[0.0113 + 0.0073(DV_{STD}) \right]$$

Fórmula B.8: Cálculo del factor de ajuste por desbalance

FA_{re}- **Factor de ajuste por rebobinados**

Todo motor que ha sido rebobinado, sufre deterioro en su eficiencia. Cuando se realiza en talleres sin las características necesarias o no cuenta con la calidad de los materiales, las pérdidas pueden ser de 4.2% o más. En la tabla B.1 se muestra la relación de pérdida unitaria de la eficiencia en función de la temperatura aplicada durante la reparación del motor.

Es importante destacar que la corrección a la eficiencia por rebobinados solo se deberá aplicar en una sola ocasión, independientemente del número de rebobinados.

TABLA N° B.1

Temperatura (°C)	Reducción de la eficiencia FA re
663	0.0053
683	0.0117
733(soplete)	0.025

Paso 4: Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$\text{Pot}_{\text{STD}_{\text{mec}}} = (\eta_{\text{STD}_{\text{ajustada}}}) (\text{Pot}_{\text{STD}_{\text{ele}}}) \dots [\text{kW}, \text{hp}]$$

Fórmula B.9: Cálculo de la potencia al freno

En este caso $\text{Pot}_{\text{STD}_{\text{mec}}}$ es la energía mecánica entregada al sistema motriz accionado por el motor actual y será la misma para el motor de alta eficiencia.

Paso 5 Proponer nuevo motor de Alta Eficiencia

Una vez conocida la potencia al freno se selecciona el motor de alta eficiencia para que trabaje cerca del 75% de carga.

$$\text{Pot}_{\text{AE}_{\text{mec}}} = \left[\frac{\text{Pot}_{\text{STD}_{\text{mec}}}}{0.75} \right] \dots [\text{hp}, \text{kW}]$$

Fórmula B.10: Cálculo de la potencia en kW

Una vez determinada la potencia necesaria en el motor de alta eficiencia se debe calcular el factor de carga al cual trabajará a través de la siguiente relación:

$$\text{FC}_{\text{AE}} = \left(\frac{\text{Pot}_{\text{STD}_{\text{mec}}}}{\text{Pot}_{\text{AE}_{\text{placa}}}} \right)$$

Fórmula B.11: Cálculo de factor de carga

Donde $\text{Pot}_{\text{AE}_{\text{placa}}}$ estará determinada por la potencia del motor inmediato superior a la obtenida por la fórmula B.10.

Paso 6: Determinar la eficiencia del nuevo motor

Con base al factor de carga se determina la eficiencia del nuevo motor de acuerdo al catálogo de fabricante o bien del Tabla B.2.

Como no coinciden los valores del factor de carga con los datos del Tabla B.2, será necesario interpolar con la siguiente ecuación y los valores correspondientes

$$\eta_{\text{AE}} = \left(\frac{\text{FC}_{\text{AE}} - \text{FC}_1}{\text{FC}_2 - \text{FC}_1} \right) (\eta_2 - \eta_1) + \eta_1$$

Fórmula B.12: Cálculo de la eficiencia mediante factor de carga

Paso 7: Efectuar los ajustes a la eficiencia

La siguiente ecuación se derivada de la fórmula B.4, con $\text{FA}_{\text{re}}=0$, por ser un motor nuevo, $\eta_{\text{AE}}=0.9486$ y $\text{FA}_{\text{dv}} = 0.9999$; FA_{vv} se tendrá que determinar con las fórmulas B5 y B6 de acuerdo a los datos de placa del motor de alta eficiencia.

$$\eta_{AE \text{ ajustada}} = FA_{dv} (\eta_{AE} + FA_{vv})$$

Fórmula B.13: Cálculo de la eficiencia real

Paso 8: Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

Con la eficiencia, la potencia de placa y el factor de carga al que trabajará el nuevo motor se calculan la potencia eléctrica que demandará.

$$Pot_{AE \text{ ele}} = \frac{(Pot_{AE \text{ mec}})(FC_{AE})(0.746)}{\eta_{AE \text{ ajustada}}} \dots [kW]$$

Fórmula B.14: Cálculo de la potencia en kW

Paso 9: Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

Para obtener el ahorro se resta el valor de la potencia que demandará el nuevo motor de alta eficiencia a la demanda el motor actual.

$$A_D = Pot_{STD \text{ ele}} - Pot_{AE \text{ ele}} \dots [kW]$$

Fórmula B.15: Cálculo del ahorro en Potencia

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = (A_D)(\text{hora de operación al año}) \dots [kWh/año]$$

Fórmula B.16: Cálculo de ahorro en Energía.

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = (12)(A_D)(Costo_D) + (A_C)(Costo_C \text{ Ponderado}) \dots [$/año]$$

Fórmula B.17: Calculo del ahorro en US\$

Donde el Costo_D se obtiene de los datos de facturación.

Paso 10: Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

$$P.S.R. = \frac{\text{Inversión}}{A_E} \dots [\text{años}]$$

Fórmula B.18: Cálculo de periodo de recuperación de capital

Donde se considera como inversión el precio del motor a implementar.

Con el fin de hacer un análisis más profundo se desarrollara el mismo procedimiento ahora con un nuevo motor de alta eficiencia.

Paso 5: Proponer el nuevo de alta eficiencia

Se propone un motor inmediato inferior según Tabla B.2 al propuesto inicialmente en el Paso 5, con la condición que este nuevo motor pueda suministrar lo calculado en el Paso 4 $Pot_{STD\ mec}$.

$$FC_{AE} = \left(\frac{Pot_{STD\ mec}}{Pot_{AE\ placa}} \right)$$

Fórmula B.11: Cálculo de factor de carga

Paso 6: Determinar la eficiencia del nuevo motor de alta eficiencia en el Tabla B.2

$$\eta_{AE} = \left(\frac{FC_{AE} - FC_1}{FC_2 - FC_1} \right) (\eta_2 - \eta_1) + \eta_1$$

Fórmula B.12: Cálculo de la eficiencia mediante factor de carga

Paso 7: Efectuar los ajustes a la eficiencia

Con FA_{dv} y FA_{vv} iguales a los calculados con anterioridad (fórmula B.13).

$$\eta_{AE\ ajustada} = FA_{dv} (\eta_{AE} + FA_{vv})$$

Fórmula B.13: Cálculo de la eficiencia real

Paso 8: Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE\ ele} = \frac{(Pot_{AE\ mec} \times FC_{AE} \times 0.746)}{\eta_{AE\ ajustada}} \dots [kW]$$

Fórmula B.14: Cálculo de la potencia en kW

Paso 9: Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = Pot_{STD\ ele} - Pot_{AE\ ele} \dots [kW]$$

Fórmula B.15: Cálculo del ahorro en Potencia

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = (A_D) (\text{hora de operación al año}) \dots [kWh/año]$$

Fórmula B.16: Cálculo de ahorro en Energía.

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = (12)(A_D)(Costo_D) + (A_C)(Costo_C\ Ponderado) \dots [$/año]$$

Fórmula B.17: Cálculo del ahorro en US\$

Paso 10: Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

Donde se considera como inversión el precio del motor a implementar.

$$\text{P.S.R.} = \frac{\text{Inversión}}{A_E} \dots [\text{años}]$$

Fórmula B.18: Cálculo de periodo de recuperación de capital

Comparación entre las dos soluciones:

Para comparar los dos casos analizados, se puede utilizar el índice de rendimiento de inversión que permite identificar con claridad el ahorro en función de la inversión:

$$\$/\text{kWh}_{\text{ahorrado}} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{A_C}$$

Fórmula B.19: Cálculo de índice de rendimiento

Se escogerá como solución el que tenga el menor factor ($\$/\text{kWh}_{\text{ahorrado}}$).

Dónde:

A: Ahorro

FA: Factor de ajuste

FC: Factor de carga

FP: Factor de potencia

Pot: Potencia demandada (kW)

H: Eficiencia

AE: Referente al motor de alta eficiencia

C: Consumo

D: Demanda

Dv: Referente a desbalanceo de tensión

E: Económico

Ele: Eléctrica

Max: Valor máximo de una serie

Mec: Mecánica

Min: Valor mínimo de una serie

P: Promedio

Ponderado: Se refiere a una ponderación

Re: Relativo a rebobinado

STD: Referente al motor de eficiencia estándar

VV: Referente a diferencia de tensión

Tabla B.2: Eficiencia de Motores Estándar y de Alta Eficiencia

HP	tipo	Carcaza	Polos	r/min	Ef 0.25	Ef 0.50	Ef 0.75	Ef 1.00	\$ USD
5	STD	abierto	2	3600	0,7615	0,8247	0,8374	0,827	259,74
5	STD	abierto	4	1800	0,7435	0,8152	0,8422	0,832	255,81
5	STD	abierto	6	1200	0,7735	0,8118	0,8285	0,8383	389,54
5	STD	abierto	8	900	0,702	0,8003	0,8267	0,8218	704,44
5	STD	cerrado	2	3600	0,7633	0,8424	0,8608	0,8575	323,35
5	STD	cerrado	4	1800	0,784	0,8528	0,8633	0,8549	292,05
5	STD	cerrado	6	1200	0,7674	0,8204	0,8443	0,847	520,09
5	STD	cerrado	8	900	0,723	0,809	0,8365	0,835	1027,65
5	AE	abierto	2	3600	0,808	0,8637	0,8797	0,8753	421,2
5	AE	abierto	4	1800	0,8358	0,8927	0,8963	0,8898	390,98
5	AE	abierto	6	1200	0,8266	0,8793	0,89	0,8891	500,69
5	AE	abierto	8	900	0,817	0,8845	0,8965	0,89	867,53
5	AE	cerrado	2	3600	0,8267	0,8811	0,8938	0,8894	466,61
5	AE	cerrado	4	1800	0,8429	0,8963	0,9055	0,8959	427,51
5	AE	cerrado	6	1200	0,8375	0,8918	0,9014	0,8931	676,06
5	AE	cerrado	8	900	0,813	0,8828	0,8945	0,89	917,31
7,5	STD	abierto	2	3600	0,809	0,8563	0,8616	0,8483	323,58
7,5	STD	abierto	4	1800	0,8044	0,8523	0,8588	0,8492	328,05
7,5	STD	abierto	6	1200	0,7675	0,846	0,857	0,8488	601,33
7,5	STD	abierto	8	900	0,743	0,8358	0,8506	0,8498	906,86
7,5	STD	cerrado	2	3600	0,7933	0,8619	0,8758	0,8586	433,72
7,5	STD	cerrado	4	1800	0,7985	0,8679	0,8783	0,8722	438,13
7,5	STD	cerrado	6	1200	0,7941	0,8449	0,8595	0,8567	729,14
7,5	STD	cerrado	8	900	0,742	0,8332	0,8743	0,8329	1155,98
7,5	AE	abierto	2	3600	0,863	0,9066	0,9057	0,8897	531,52
7,5	AE	abierto	4	1800	0,8431	0,9019	0,9088	0,906	459,55
7,5	AE	abierto	6	1200	0,8362	0,8933	0,9034	0,9029	702,41
7,5	AE	abierto	8	900	0,836	0,8945	0,901	0,894	1047,37
7,5	AE	cerrado	2	3600	0,8495	0,8993	0,908	0,9024	566
7,5	AE	cerrado	4	1800	0,8561	0,9077	0,915	0,9102	577,99
7,5	AE	cerrado	6	1200	0,8482	0,9017	0,9111	0,9078	924,33
7,5	AE	cerrado	8	900	0,8294	0,8867	0,896	0,8857	1388,4
10	STD	abierto	2	3600	0,8123	0,8649	0,8783	0,8684	336,32
10	STD	abierto	4	1800	0,8181	0,8653	0,8696	0,8539	394,32
10	STD	abierto	6	1200	0,8513	0,8646	0,8808	0,8747	663,3
10	STD	abierto	8	900	0,795	0,8562	0,8676	0,857	1021,28
10	STD	cerrado	2	3600	0,8328	0,8866	0,8873	0,868	533,5
10	STD	cerrado	4	1800	0,8274	0,878	0,8843	0,8754	516,29
10	STD	cerrado	6	1200	0,8035	0,8613	0,8741	0,8689	888,81

10	STD	cerrado	8	900	0,798	0,863	0,8735	0,865	1513,53
10	AE	abierto	2	3600	0,8345	0,898	0,9054	0,8995	523,75
10	AE	abierto	4	1800	0,8697	0,9137	0,9162	0,9083	533,1
10	AE	abierto	6	1200	0,8633	0,913	0,9187	0,914	920,04
10	AE	abierto	8	900	0,8585	0,9053	0,9113	0,905	1223,95
10	AE	cerrado	2	3600	0,8723	0,9119	0,9177	0,911	687,38
10	AE	cerrado	4	1800	0,8758	0,9142	0,9196	0,9092	658,21
10	AE	cerrado	6	1200	0,8634	0,9066	0,914	0,9094	1102,71
10	AE	cerrado	8	900	0,8333	0,8989	0,9069	0,9008	1717,37
15	STD	abierto	2	3600	0,8605	0,8886	0,8919	0,8726	532,03
15	STD	abierto	4	1800	0,8477	0,8902	0,8943	0,8815	534,83
15	STD	abierto	6	1200	0,7973	0,8643	0,8731	0,8675	810,49
15	STD	abierto	8	900	0,8135	0,8708	0,8764	0,86	1314,82
15	STD	cerrado	2	3600	0,8219	0,8728	0,8878	0,877	662,58
15	STD	cerrado	4	1800	0,8028	0,8713	0,8853	0,879	746,1
15	STD	cerrado	6	1200	0,7954	0,8578	0,8761	0,8763	1173,98
15	STD	cerrado	8	900	0,7683	0,8785	0,8815	0,866	1851,85
15	AE	abierto	2	3600	0,8754	0,9136	0,9149	0,9049	604,68
15	AE	abierto	4	1800	0,8728	0,9261	0,9298	0,9253	763,59
15	AE	abierto	6	1200	0,8634	0,9134	0,9199	0,9186	1079,71
15	AE	abierto	8	900	0,8665	0,91	0,913	0,905	1560,87
15	AE	cerrado	2	3600	0,8691	0,9119	0,9206	0,9159	903,84
15	AE	cerrado	4	1800	0,8964	0,9236	0,9276	0,9243	865,01
15	AE	cerrado	6	1200	0,8738	0,9155	0,922	0,9258	1451,13
15	AE	cerrado	8	900	0,8488	0,9066	0,9102	0,9008	2130,05
20	STD	abierto	2	3600	0,8736	0,9002	0,9037	0,8886	560,07
20	STD	abierto	4	1800	0,8339	0,8857	0,8888	0,8789	649,26
20	STD	abierto	6	1200	0,8606	0,8902	0,8945	0,8844	1004,07
20	STD	abierto	8	900	0,8045	0,8783	0,8883	0,88	1542,78
20	STD	cerrado	2	3600	0,814	0,8798	0,8934	0,8981	811,25
20	STD	cerrado	4	1800	0,8294	0,8876	0,897	0,888	919,57
20	STD	cerrado	6	1200	0,8181	0,8849	0,8912	0,8841	1386,78
20	STD	cerrado	8	900	0,8493	0,883	0,8908	0,8818	2082,49
20	AE	abierto	2	3600	0,8754	0,91	0,9137	0,9004	699,8
20	AE	abierto	4	1800	0,8926	0,9295	0,9314	0,9216	825,67
20	AE	abierto	6	1200	0,8827	0,9239	0,9272	0,9202	1330,42
20	AE	abierto	8	900	0,887	0,921	0,923	0,9144	1858,19
20	AE	cerrado	2	3600	0,8898	0,9208	0,9277	0,9195	1134,27
20	AE	cerrado	4	1800	0,8964	0,9301	0,9341	0,928	1045,6
20	AE	cerrado	6	1200	0,8857	0,9242	0,9269	0,9178	1733,34
20	AE	cerrado	8	900	0,88	0,9164	0,9201	0,9088	2652,33

25	STD	abierto	2	3600	0,851	0,895	0,9017	0,8886	720,77
25	STD	abierto	4	1800	0,8714	0,9056	0,9085	0,8932	756,75
25	STD	abierto	6	1200	0,8544	0,8932	0,899	0,8913	1205,28
25	STD	abierto	8	900	0,843	0,8818	0,8913	0,8825	1800,5
25	STD	cerrado	2	3600	0,8406	0,8907	0,9021	0,8883	955,5
25	STD	cerrado	4	1800	0,8691	0,9121	0,9171	0,9055	1073,55
25	STD	cerrado	6	1200	0,8411	0,8901	0,8994	0,8915	1630,81
25	STD	cerrado	8	900	0,789	0,872	0,885	0,8817	2516,8
25	AE	abierto	2	3600	0,8804	0,9271	0,9305	0,9264	966,96
25	AE	abierto	4	1800	0,8919	0,9357	0,9387	0,9331	1011,44
25	AE	abierto	6	1200	0,891	0,935	0,9372	0,9281	1548,08
25	AE	abierto	8	900	0,8905	0,9237	0,926	0,9147	2182,27
25	AE	cerrado	2	3600	0,8835	0,922	0,9292	0,9234	1334
25	AE	cerrado	4	1800	0,9109	0,9372	0,9401	0,9352	1254,78
25	AE	cerrado	6	1200	0,905	0,9348	0,9366	0,9274	2183,35
25	AE	cerrado	8	900	0,8833	0,9195	0,9216	0,9084	2946,94
30	STD	abierto	2	3600	0,8651	0,8998	0,9043	0,8916	847,99
30	STD	abierto	4	1800	0,8821	0,9168	0,9157	0,8986	897,26
30	STD	abierto	6	1200	0,9073	0,9068	0,9093	0,9019	1370,92
30	STD	abierto	8	900	0,8355	0,8865	0,896	0,8868	2030,6
30	STD	cerrado	2	3600	0,8543	0,8956	0,9049	0,893	1071,69
30	STD	cerrado	4	1800	0,8871	0,9168	0,921	0,909	1221,27
30	STD	cerrado	6	1200	0,8387	0,9009	0,9078	0,8994	1902,79
30	STD	cerrado	8	900	0,833	0,8894	0,8952	0,883	2907,32
30	AE	abierto	2	3600	0,8726	0,9218	0,9275	0,929	1125,62
30	AE	abierto	4	1800	0,9001	0,938	0,9411	0,9334	1166,14
30	AE	abierto	6	1200	0,9003	0,9377	0,9383	0,9338	1748,5
30	AE	abierto	8	900	0,896	0,926	0,9298	0,9251	2518,83
30	AE	cerrado	2	3600	0,8827	0,9237	0,929	0,9244	1565,49
30	AE	cerrado	4	1800	0,9138	0,9406	0,9424	0,9358	1495,02
30	AE	cerrado	6	1200	0,9092	0,9352	0,937	0,9296	2505,96
30	AE	cerrado	8	900	0,883	0,9246	0,9296	0,9234	3604,64
40	STD	abierto	2	3600	0,8883	0,909	0,9111	0,897	1093,72
40	STD	abierto	4	1800	0,8939	0,9028	0,9109	0,9046	1137,34
40	STD	abierto	6	1200	0,8718	0,9063	0,9122	0,9058	1973,21
40	STD	abierto	8	900	0,85	0,8975	0,9035	0,8935	2410,85
40	STD	cerrado	2	3600	0,845	0,8833	0,8945	0,8919	1623,7
40	STD	cerrado	4	1800	0,877	0,9011	0,9119	0,9131	1641,83
40	STD	cerrado	6	1200	0,8523	0,8933	0,9021	0,8995	2771,64
40	STD	cerrado	8	900	0,865	0,9036	0,908	0,8986	3556,28
40	AE	abierto	2	3600	0,8879	0,9316	0,9363	0,9331	1473,55

40	AE	abierto	4	1800	0,911	0,9484	0,95	0,9407	1481,48
40	AE	abierto	6	1200	0,9083	0,9376	0,9434	0,9401	2368,84
40	AE	abierto	8	900	0,899	0,927	0,9294	0,9221	2957,7
40	AE	cerrado	2	3600	0,8854	0,9249	0,9338	0,9321	2023,95
40	AE	cerrado	4	1800	0,9147	0,9428	0,9462	0,9411	1911,28
40	AE	cerrado	6	1200	0,905	0,938	0,943	0,9384	3381,76
40	AE	cerrado	8	900	0,8905	0,9273	0,9318	0,9228	4347,79
50	STD	abierto	2	3600	0,8704	0,8997	0,9122	0,9055	1441
50	STD	abierto	4	1800	0,8892	0,9116	0,9167	0,9091	1278,77
50	STD	abierto	6	1200	0,8833	0,92	0,9129	0,9133	2367,43
50	STD	abierto	8	900	0,879	0,9113	0,9113	0,8988	3055,49
50	STD	cerrado	2	3600	0,8571	0,8892	0,9047	0,9018	2049
50	STD	cerrado	4	1800	0,8853	0,9198	0,9259	0,9208	2073,4
50	STD	cerrado	6	1200	0,868	0,9121	0,9178	0,913	3240,71
50	STD	cerrado	8	900	0,8716	0,9069	0,9121	0,9036	4414,52
50	AE	abierto	2	3600	0,8982	0,9291	0,9348	0,9326	1685,74
50	AE	abierto	4	1800	0,9133	0,9487	0,9484	0,9409	1671,03
50	AE	abierto	6	1200	0,9123	0,9399	0,9445	0,9408	2704
50	AE	abierto	8	900	0,908	0,9363	0,9373	0,9274	3648,04
50	AE	cerrado	2	3600	0,9049	0,9349	0,9397	0,935	2613,5
50	AE	cerrado	4	1800	0,9275	0,9494	0,9489	0,943	2276,15
50	AE	cerrado	6	1200	0,9113	0,9342	0,9428	0,9377	3823,19
50	AE	cerrado	8	900	0,901	0,9387	0,941	0,9299	5430,02
60	STD	abierto	2	3600	0,8856	0,9157	0,9185	0,9084	1661,08
60	STD	abierto	4	1800	0,8507	0,9079	0,9156	0,9141	1790,62
60	STD	abierto	6	1200	0,882	0,9166	0,9184	0,9108	2627,38
60	STD	abierto	8	900	0,9043	0,9275	0,9277	0,9179	3689,31
60	STD	cerrado	2	3600	0,8697	0,8835	0,8999	0,9035	2992,55
60	STD	cerrado	4	1800	0,8824	0,9175	0,9252	0,9237	2728,27
60	STD	cerrado	6	1200	0,8618	0,9101	0,9174	0,9135	4008,46
60	STD	cerrado	8	900	0,8695	0,9148	0,919	0,91	4971,85
60	AE	abierto	2	3600	0,9113	0,9346	0,9394	0,9376	1990,71
60	AE	abierto	4	1800	0,9125	0,9469	0,9499	0,9485	2012,35
60	AE	abierto	6	1200	0,911	0,9459	0,9495	0,9466	3365,62
60	AE	abierto	8	900	0,914	0,9428	0,944	0,9362	4338,62
60	AE	cerrado	2	3600	0,8977	0,9311	0,9412	0,9395	3424,97
60	AE	cerrado	4	1800	0,9224	0,947	0,9511	0,9463	3295,43
60	AE	cerrado	6	1200	0,9044	0,941	0,9467	0,9434	4521,67
60	AE	cerrado	8	900	0,9005	0,9365	0,9375	0,9264	5947,62
75	STD	abierto	2	3600	0,8675	0,9066	0,9163	0,9105	2289,58
75	STD	abierto	4	1800	0,8788	0,9224	0,9255	0,9192	2154,75

75	STD	abierto	6	1200	0,889	0,9234	0,9224	0,9132	3038,24
75	STD	abierto	8	900	0,858	0,9135	0,9188	0,9112	4240,21
75	STD	cerrado	2	3600	0,8698	0,8867	0,9047	0,9113	3577,94
75	STD	cerrado	4	1800	0,8966	0,9173	0,9293	0,9272	3553,95
75	STD	cerrado	6	1200	0,8905	0,9121	0,9189	0,9184	4510,27
75	STD	cerrado	8	900	0,834	0,906	0,9127	0,9047	6612,23
75	AE	abierto	2	3600	0,9042	0,9369	0,943	0,9438	2641,17
75	AE	abierto	4	1800	0,9248	0,9512	0,9542	0,9509	2402,93
75	AE	abierto	6	1200	0,915	0,9487	0,9489	0,9483	3816,87
75	AE	abierto	8	900	0,907	0,9422	0,9464	0,9435	5073,49
75	AE	cerrado	2	3600	0,9061	0,94	0,9454	0,9427	4382,14
75	AE	cerrado	4	1800	0,9283	0,9482	0,9523	0,95	4101,98
75	AE	cerrado	6	1200	0,9098	0,943	0,9487	0,9463	5510,17
75	AE	cerrado	8	900	0,8991	0,9388	0,9433	0,9391	7658,52
100	STD	abierto	2	3600	0,8903	0,9212	0,9248	0,9158	2770,17
100	STD	abierto	4	1800	0,8858	0,9221	0,9268	0,9184	2469,84
100	STD	abierto	6	1200	0,8735	0,9216	0,9276	0,9233	3721,41
100	STD	abierto	8	900	0,8685	0,9157	0,92	0,9183	5534,26
100	STD	cerrado	2	3600	0,8843	0,8987	0,911	0,9147	4703,18
100	STD	cerrado	4	1800	0,891	0,9267	0,934	0,9337	4890,6
100	STD	cerrado	6	1200	0,868	0,9211	0,9297	0,926	5859,82
100	STD	cerrado	8	900	0,879	0,9215	0,9265	0,9155	8448,7
100	AE	abierto	2	3600	0,909	0,9364	0,9403	0,9386	3212,21
100	AE	abierto	4	1800	0,9293	0,9516	0,9546	0,9508	3060,77
100	AE	abierto	6	1200	0,905	0,9427	0,948	0,9462	4694,63
100	AE	abierto	8	900	0,917	0,946	0,949	0,9437	6430,45
100	AE	cerrado	2	3600	0,8927	0,9347	0,9437	0,9442	5699,27
100	AE	cerrado	4	1800	0,927	0,9502	0,9551	0,9518	5172,45
100	AE	cerrado	6	1200	0,919	0,9446	0,9505	0,9476	7186,4
100	AE	cerrado	8	900	0,911	0,942	0,9452	0,9373	9552,08
125	STD	abierto	2	3600	0,884	0,9195	0,9255	0,9199	3658,28
125	STD	abierto	4	1800	0,922	0,9373	0,9373	0,9318	3290,95
125	STD	abierto	6	1200	0,8855	0,9272	0,9275	0,9224	4535,98
125	STD	abierto	8	900	0,9182	0,9417	0,9422	0,9356	10267,8
125	STD	cerrado	2	3600	0,8808	0,9069	0,9234	0,9278	6759,57
125	STD	cerrado	4	1800	0,883	0,9222	0,9314	0,9318	5632,68
125	STD	cerrado	6	1200	0,89	0,93	0,9363	0,9323	6445,89
125	STD	cerrado	8	900	s/d	0,931	0,932	0,924	12537,2
125	AE	abierto	2	3600	0,8957	0,945	0,9485	0,9475	4574,54
125	AE	abierto	4	1800	0,9308	0,9549	0,955	0,9523	3553,83
125	AE	abierto	6	1200	0,9145	0,948	0,9503	0,9465	5455,02

125	AE	abierto	8	900	0,922	0,949	0,924	0,9463	7262,45
125	AE	cerrado	2	3600	0,906	0,943	0,9496	0,9494	7464,76
125	AE	cerrado	4	1800	0,9271	0,9494	0,9559	0,9545	7019,23
125	AE	cerrado	6	1200	0,9238	0,9484	0,9538	0,9497	8424,06
125	AE	cerrado	8	900	0,924	0,9478	0,9492	0,9414	11217,2
150	STD	abierto	2	3600	0,8943	0,9215	0,9263	0,9213	4673,5
150	STD	abierto	4	1800	0,911	0,9254	0,9343	0,9323	3604,85
150	STD	abierto	6	1200	0,9	0,9295	0,9325	0,93	5117,84
150	STD	abierto	8	900	0,927	0,945	0,942	0,962	10900,5
150	STD	cerrado	2	3600	0,877	0,9103	0,9256	0,928	8060,94
150	STD	cerrado	4	1800	0,8995	0,9295	0,9375	0,9376	6741,48
150	STD	cerrado	6	1200	0,908	0,9398	0,942	0,9343	8304,62
150	STD	cerrado	8	900	0,902	0,945	0,942	0,924	15356,9
150	AE	abierto	2	3600	0,9193	0,9442	0,9474	0,945	4843,67
150	AE	abierto	4	1800	0,9238	0,9532	0,9578	0,9572	5335,59
150	AE	abierto	6	1200	0,92	0,9504	0,9534	0,9507	6087,16
150	AE	abierto	8	900	0,9185	0,9483	0,9507	0,948	8396,31
150	AE	cerrado	2	3600	0,9173	0,947	0,9523	0,95	8706,23
150	AE	cerrado	4	1800	0,9302	0,95	0,9563	0,9569	8222,63
150	AE	cerrado	6	1200	0,931	0,9525	0,9569	0,9551	10097
150	AE	cerrado	8	900	0,9193	0,9488	0,9502	0,9452	13502,3
200	STD	abierto	2	3600	0,8843	0,9244	0,9338	0,9325	6545,93
200	STD	abierto	4	1800	0,9106	0,9389	0,9421	0,9351	5107,57
200	STD	abierto	6	1200	0,919	0,928	0,9413	0,9318	7430,48
200	STD	abierto	8	900	s/d	0,9363	0,9383	0,9253	8193,25
200	STD	cerrado	2	3600	0,9113	0,9157	0,9287	0,9308	10239,8
200	STD	cerrado	4	1800	0,898	0,9408	0,9473	0,9427	8708,7
200	STD	cerrado	6	1200	0,9251	0,9429	0,9451	0,9357	12997,2
200	STD	cerrado	8	900	s/d	0,9423	0,949	0,942	13734,7
200	AE	abierto	2	3600	0,938	0,948	0,9533	0,9498	8135,08
200	AE	abierto	4	1800	0,9313	0,9591	0,963	0,9588	6695,58
200	AE	abierto	6	1200	0,933	0,9548	0,9604	0,951	7700,55
200	AE	abierto	8	900	s/d	0,9578	0,9573	0,9503	9718,71
200	AE	cerrado	2	3600	0,9178	0,9438	0,9518	0,9527	10994,9
200	AE	cerrado	4	1800	0,9407	0,9553	0,9591	0,9586	10410,6
200	AE	cerrado	6	1200	0,935	0,9548	0,9579	0,9545	13542,4
200	AE	cerrado	8	900	0,925	0,9514	0,9541	0,9483	14367,9

Anexo C: Cálculos de Ahorro

La evaluación técnica y económica del reemplazo por alta eficiencia se hace según el método FIDE mostrado en el anexo B, a continuación se muestra el resumen de ahorro.

Bomba de Recirculación

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
N7	PM-AD06		20	HP	440	24	0,888
Marca		R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor	
Delcrosa		1755	4	AC		Jaula de ardilla	

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
455	455	455	13,34	0,67

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	Tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,25	Ef 0,5	\$ USD
20	STD	cerrado	4	1800	0,8294	0,8876	919,57
HP	Tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
15	AE	cerrado	4	1800	0,9236	0,9276	865,01
HP	Tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
10	AE	cerrado	4	1800	0,9196	0,9092	658,21

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 7,04 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,4192 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,8688 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0341 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0001 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$DV_{STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,8437 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 5,94 \text{ kW} = 7,97 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 7,92 \text{ kW} = 10,62 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 10,62 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 15 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,5311 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9241 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = -0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9223 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 6,44 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 0,60 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 8,52\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 4799 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 250 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Periodo Simple de Recuperación

P.S.R.	=	3,47 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 15 HP en el Anexo B2

Pot AE placa = 10 HP

FC AE = 0,7966 (Fórmula B.11)

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

n AE = 0,9177 (Fórmula B.12)

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

FA vv = -0,0018 (Fórmula B.6)

FA dv = 1,00000 (Fórmula B.8.)

n AE Ajust = 0,9158 (Fórmula B.13)

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

Pot AE elec = 6,49 kW (Fórmula B.14)

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

A D = 0,55 kW (Fórmula B.15)

A D% = 7,87%

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

A C = 4437 kWh/año (Fórmula B.16)

Cálculo del ahorro económico

A E = 231 \$/año (Fórmula B.17)

Paso 10 Periodo de amortización o Periodo Simple de Recuperación

P.S.R.	=	2,85 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

Para 15 HP = $\frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,19$ \$/kWh ahorrado

Para 10 HP = $\frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,15$ \$/kWh ahorrado

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\$/año	
20,00	7,04	10	0,55	4437	231	2,85
		15	0,60	4799	250	3,47

ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR : 10 HP

Bombas de Agua 1

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
N2	PM-AD06		25	HP	380	34	0,8883

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
BBC	2900	2	AC	01/04/1960	Jaula de ardilla

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
460	460	460	28	0,67

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
25	STD	cerrado	2	3600	0,8907	0,9021	955,5

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
25	AE	cerrado	2	3600	0,922	0,9292	1334

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
20	AE	cerrado	2	3600	0,9277	0,9195	1134,27

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 14,95 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,7119 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9004 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,2105 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0453 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$\text{FA re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n \text{ STD ajust} = 0,8301 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$\text{Pot STD mec} = 12,41 \text{ kW} = 16,63 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$\text{Pot AE mec} = 16,54 \text{ kW} = 22,17 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 22,17 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 25 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,6652 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9268 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$\text{FA re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$\text{VV} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$\text{FA vv} = -0,0009 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9259 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 13,40 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A D = 1,55 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A D\% = 10,35\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A C = 12370 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A E = 643 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	2,07 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 25 HP en el Anexo B2

Pot AE placa	=	20 HP
--------------	---	-------

FC AE	=	0,8315	(Fórmula B.11)
-------	---	--------	----------------

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

n AE	=	0,9250	(Fórmula B.12)
------	---	--------	----------------

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

FA vv	=	-0,0009	(Fórmula B.6)
-------	---	---------	---------------

FA dv	=	1,00000	(Fórmula B.8.)
-------	---	---------	----------------

n AE Ajust	=	0,9241	(Fórmula B.13)
------------	---	--------	----------------

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

Pot AE elec	=	13,43 kW	(Fórmula B.14)
-------------	---	----------	----------------

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

A D	=	1,52 kW	(Fórmula B.15)
-----	---	---------	----------------

A D%	=	10,18%
------	---	--------

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

A C	=	12169 kWh/año	(Fórmula B.16)
-----	---	---------------	----------------

Cálculo del ahorro económico

A E	=	633 \$/año	(Fórmula B.17)
-----	---	------------	----------------

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	1,79 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

Para 25 HP =	$\frac{103,21%*(Inversión)}{AC}$	=	0,11	\$/kWh ahorrado
--------------	----------------------------------	---	------	-----------------

Para 20 HP =	$\frac{103,21%*(Inversión)}{AC}$	=	0,10	\$/kWh ahorrado
--------------	----------------------------------	---	------	-----------------

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\$/año	
25,00	14,95	20	1,52	12169	633	1,79
		25	1,55	12370	643	2,07
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			20	HP		

Bomba de Agua Línea 1

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
N6	PM-AD06		25	HP	380	34	0,8883

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
Brown Boveri	3554	2	AC		Jaula de ardilla

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
455	455	455	13,34	0,67

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,25	Ef 0,5	\$ USD
25	STD	cerrado	2	3600	0,8406	0,8907	955,5

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
10	AE	cerrado	2	3600	0,9119	0,9177	687,38

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
7,5	AE	cerrado	2	3600	0,908	0,9024	566

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

Pot STD elec = 7,04 kW (Fórmula B1)

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

FC STD = 0,3355 (Fórmula B.2)

n STD = 0,8577 (Fórmula B.3)

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

VV STD = 0,1974 (Fórmula B.5)

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

FA vv = -0,0390 (Fórmula B.6)

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$\text{FA re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n \text{ STD ajust} = 0,7937 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$\text{Pot STD mec} = 5,59 \text{ kW} = 7,49 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$\text{Pot AE mec} = 7,45 \text{ kW} = 9,99 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 9,99 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 10 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,7494 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9177 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$\text{FA re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$\text{VV} = -0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$\text{FA vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9159 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 6,10 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$\text{A D} = 0,94 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$\text{A D\%} = 13,34\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$\text{A C} = 7517 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$\text{A E} = 391 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	1,76 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 10 HP en el Anexo B2

Pot AE placa	=	7,5 HP	
FC AE	=	0,9992	(Fórmula B.11)

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

n AE	=	0,9024	(Fórmula B.12)
------	---	--------	----------------

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

FA vv	=	-0,0018	(Fórmula B.6)
-------	---	---------	---------------

FA dv	=	1,00000	(Fórmula B.8.)
-------	---	---------	----------------

n AE Ajust	=	0,9006	(Fórmula B.13)
------------	---	--------	----------------

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

Pot AE elec	=	6,21 kW	(Fórmula B.14)
-------------	---	---------	----------------

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

A D	=	0,84 kW	(Fórmula B.15)
-----	---	---------	----------------

A D%	=	11,87%	
------	---	--------	--

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

A C	=	6690 kWh/año	(Fórmula B.16)
-----	---	--------------	----------------

Cálculo del ahorro económico

A E	=	348 \$/año	(Fórmula B.17)
-----	---	------------	----------------

Paso 10 Periodo de amortización o Periodo Simple de Recuperación

P.S.R.	=	1,63 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

Para 10 HP =	$\frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{AC}$	=	0,09	\$/kWh ahorrado
--------------	--	---	------	-----------------

AC

Para 7,5 HP =	$\frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{AC}$	=	0,09	\$/kWh ahorrado
---------------	--	---	------	-----------------

AC

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\$/año	
25,00	7,04	7,5	0,84	6690	348	1,63
		10	0,94	7517	391	1,76
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			7,5	HP		

Bomba de Agua línea 2

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
N8	PM-AD06		60	HP	440	73	0,9035

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
Delcrosa	3540	2	AC		Jaula de ardilla

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
450	450	450	43	0,67

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,25	Ef 0,5	\$ USD
60	STD	cerrado	2	3600	0,8697	0,8835	2992,55

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
40	AE	cerrado	2	3600	0,9249	0,9338	2023,95

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
30	AE	cerrado	2	3600	0,929	0,9244	1565,49

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 22,45 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,4533 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,8809 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0227 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$DV_{STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,8559 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 19,22 \text{ kW} = 25,76 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 25,63 \text{ kW} = 34,35 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 34,35 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 40 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6441 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9300 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = -0,0217 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0031 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9270 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 20,73 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 1,72 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 7,67\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 13770 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 716 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Periodo Simple de Recuperación

P.S.R.	=	2,83 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 40 HP en el Anexo B2

Pot AE placa	=	30 HP
--------------	---	-------

FC AE	=	0,8588	(Fórmula B.11)
-------	---	--------	----------------

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

n AE	=	0,9270	(Fórmula B.12)
------	---	--------	----------------

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

FA vv	=	-0,0031	(Fórmula B.6)
-------	---	---------	---------------

FA dv	=	1,00000	(Fórmula B.8.)
-------	---	---------	----------------

n AE Ajust	=	0,9239	(Fórmula B.13)
------------	---	--------	----------------

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

Pot AE elec	=	20,80 kW	(Fórmula B.14)
-------------	---	----------	----------------

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

A D	=	1,65 kW	(Fórmula B.15)
-----	---	---------	----------------

A D%	=	7,36%
------	---	-------

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

A C	=	13226 kWh/año	(Fórmula B.16)
-----	---	---------------	----------------

Cálculo del ahorro económico

A E	=	688 \$/año	(Fórmula B.17)
-----	---	------------	----------------

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	2,28 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

Para 40 HP =	$\frac{103,21\%*(Inversión)}{AC}$	=	0,15	\$/kWh ahorrado
--------------	-----------------------------------	---	------	-----------------

Para 30 HP =	$\frac{103,21\%*(Inversión)}{AC}$	=	0,12	\$/kWh ahorrado
--------------	-----------------------------------	---	------	-----------------

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\$/año	
60,00	22,45	30	1,65	13226	688	2,28
		40	1,72	13770	716	2,83
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			30	HP		

Bomba de Agua línea 2

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
N9	PM-AD06		60	HP	440	73	0,9035

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
Delcrosa	3540	2	AC		Jaula de ardilla

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
455	455	455	58,33	0,67

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
60	STD	cerrado	2	3600	0,8835	0,8999	2992,55

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
50	AE	cerrado	2	3600	0,9349	0,9397	2613,5

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
40	AE	cerrado	2	3600	0,9338	0,9321	2023,95

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 30,80 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,6217 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,8915 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0341 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0001 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$\text{FA re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$\text{n STD ajust} = 0,8664 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$\text{Pot STD mec} = 26,68 \text{ kW} = 35,77 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$\text{Pot AE mec} = 35,58 \text{ kW} = 47,69 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 47,69 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 50 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,7154 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$\text{n AE} = 0,9390 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$\text{FA re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$\text{VV} = -0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$\text{FA vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{n AE Ajust} = 0,9372 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 28,47 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Calculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$\text{A D} = 2,33 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$\text{A D\%} = 7,55\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$\text{A C} = 18612 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$\text{A E} = 968 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	2,70 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 50 HP en el Anexo B2

Pot AE placa = 40 HP

FC AE = 0,8942 (Fórmula B.11)

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

n AE = 0,9328 (Fórmula B.12)

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

FA vv = -0,0018 (Fórmula B.6)

FA dv = 1,00000 (Fórmula B.8.)

n AE Ajust = 0,9310 (Fórmula B.13)

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

Pot AE elec = 28,66 kW (Fórmula B.14)

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

A D = 2,14 kW (Fórmula B.15)

A D% = 6,94%

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

A C = 17092 kWh/año (Fórmula B.16)

Cálculo del ahorro económico

A E = 889 \$/año (Fórmula B.17)

Paso 10 Periodo de amortización o Periodo Simple de Recuperación

P.S.R.	=	2,28 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

Para 50 HP = $\frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,14$ \$/kWh ahorrado

Para 40 HP = $\frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,12$ \$/kWh ahorrado

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\$/año	
60,00	30,80	40	2,14	17092	889	2,28
		50	2,33	18612	968	2,70
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			40	HP		

Compresora Denver

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
N12A	PM-AD06		200	HP	460	236	0,9427

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
General electric	1700	4	AC		Jaula de ardilla

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
452	455	453	100	0,67

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,25	Ef 0,5	\$ USD
200	STD	cerrado	4	1800	0,898	0,9408	8708,7

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
100	AE	cerrado	4	1800	0,9502	0,9551	5172,45

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
75	AE	cerrado	4	1800	0,9523	0,95	4101,98

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 52,61 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,3324 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9121 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = -0,0145 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0022 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0037 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 0,99996 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,8849 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 46,55 \text{ kW} = 62,40 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 62,07 \text{ kW} = 83,20 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 83,19 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 100 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6240 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9526 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 0,99996 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = -0,0145 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0022 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9504 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 48,98 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 3,63 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 6,89\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 29015 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 1509 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	3,43 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 100 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 75 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,8320 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9515 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0022 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 0,99996 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9493 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 49,04 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A D = 3,57 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A D\% = 6,79\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A C = 28567 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A E = 1485 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Periodo Simple de Recuperación

$$\text{P.S.R.} = 2,76 \text{ años} \quad (\text{Fórmula B.18})$$

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 100 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,18 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 75 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,15 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
200,00	52,61	75	3,57	28567	1485	2,76
		100	3,63	29015	1509	3,43

ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR : 75 HP

Compresor Ingersoll Rand

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
N13	PM-AD06		200	HP	460	232	0,9427

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
Marathon electric	1780	4	AC		Jaula de ardilla

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
455	455	455	120	0,67

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,25	Ef 0,5	\$ USD
200	STD	cerrado	4	1800	0,898	0,9408	8708,7

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
125	AE	cerrado	4	1800	0,9494	0,9559	7019,23

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
100	AE	cerrado	4	1800	0,9551	0,9518	5172,45

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 63,36 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,4003 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9237 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = -0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,8969 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 56,83 \text{ kW} = 76,18 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 75,77 \text{ kW} = 101,57 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 101,57 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 125 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6094 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9522 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = -0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9504 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 59,79 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 3,57 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 5,63\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 28537 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 1484 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	4,73 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 125 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 100 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,7618 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$\eta \text{ AE} = 0,9549 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$\eta \text{ AE Ajust} = 0,9531 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 59,62 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$\text{A D} = 3,74 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$\text{A D\%} = 5,90\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$\text{A C} = 29892 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$\text{A E} = 1554 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

$$\text{P.S.R.} = 3,33 \text{ años} \quad (\text{Fórmula B.18})$$

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 125 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,25 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 100 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,18 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

			Ahorro			
HP	KW Requ	HP new	kW	kWh/año	\\$/año	PSR
200,00	63,36	100	3,74	29892	1554	3,33
		125	3,57	28537	1484	4,73

ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR : 100 HP

Motor ventilador de la Torre de Enfriamiento

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
N3	PM-AD06		15	KW	440	30	0,888
Marca		R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor	
BBC		1450	4	AC		Jaula de ardilla	

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
455	455	455	22	0,67

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: $V=$ 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
20	STD	cerrado	4	1800	0,8876	0,897	919,57

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
20	AE	cerrado	4	1800	0,9301	0,9341	1045,6

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
15	AE	cerrado	4	1800	0,9276	0,9243	865,01

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 11,62 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,6914 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,8948 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0341 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0001 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,8697 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 10,10 \text{ kW} = 13,54 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 13,47 \text{ kW} = 18,06 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 18,05 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 20 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6771 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9329 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = -0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9311 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 10,85 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 0,77 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 6,59\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 6126 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 319 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	3,28 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 20 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 15 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,9028 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9256 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9238 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 10,94 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A D = 0,68 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A D\% = 5,85\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A C = 5436 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A E = 283 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

$$\text{P.S.R.} = 3,06 \text{ años} \quad (\text{Fórmula B.18})$$

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 20 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,18 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 15 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,16 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
20,00	11,62	15	0,68	5436	283	3,06
		20	0,77	6126	319	3,28

ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR : 15 HP

Motor de zaranda

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
252A	PM-AD09	CHANCADORA O&K PE	30	KW	440	50	0,9131

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
AEG	1775	4	AC	36526	Jaula de ardilla

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
455	455	455	22	0,8

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 6000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef0,25	Ef 0,5	\$ USD
40	STD	cerrado	4	1800	0,877	0,9011	1641,83

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
25	AE	cerrado	4	1800	0,9372	0,9401	1254,78

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef0,75	Ef 1	\$ USD
20	AE	cerrado	4	1800	0,9341	0,928	1045,6

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

Pot STD elec = 13,87 kW (Fórmula B.1)

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

FC STD = 0,4244 (Fórmula B.2)

n STD = 0,8938 (Fórmula B.3)

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

VV STD = 0,0341 (Fórmula B.5)

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

FA vv = -0,0001 (Fórmula B.6)

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

DV STD = 0,0000 (Fórmula B.7)

FA dv	=	1,00000	(Fórmula B.8.)
Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados			
FA re	=	0,025	(Tabla B1)
n STD ajust	=	0,8687	(Fórmula B.4)
Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)			
Pot STD mec	=	12,05 kW = 16,15 HP	(Fórm. B.9)
Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia			
Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%			
Pot AE mec	=	16,07 kW = 21,54 HP	(Fór.B.10.)
Seleccionando motor inmediato superior de 21,53 HP en el Anexo B2			
Pot AE placa	=	25 HP	
FC AE	=	0,6461	(Fórmula B.11)
Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor			
n AE	=	0,9389	(Fórmula B.12)
Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia			
El motor en análisis es nuevo, entonces:			
FA re	=	0	(Tabla B1)
FA dv	=	1,00000	(Fórmula B.8.)
VV	=	-0,0109	(Fórmula B.5)
FA vv	=	-0,0018	(Fórmula B.6)
n AE Ajust	=	0,9371	(Fórmula B.13)
Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor			
Pot AE elec	=	12,86 kW	(Fórmula B.14)
Paso 9 Calculo de ahorro energético y económico			
Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)			
A D	=	1,01 kW	(Fórmula B.15)
A D%	=	7,29%	
Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)			
A C	=	6068 kWh/año	(Fórmula B.16)
Cálculo del ahorro económico			
A E	=	340 \$/año	(Fórmula B.17)
Paso			
10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación			
P.S.R.	=	3,69 años	(Fórmula B.18)

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 25 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 20 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,8076 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9327 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9309 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 12,94 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Calculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A D = 0,93 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A D\% = 6,67\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A C = 5554 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A E = 311 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso**10** Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	3,36 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 25 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,21 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 20 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,19 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

HP	kW Req	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
40,00	13,87	20	0,93	5554	311	3,36
		25	1,01	6068	340	3,69
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			20	HP		

Volante de Chancadora Secundaria

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
202A	PM-AD09		150	KW	380	304	0,9357

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
BBC	985	6	AC	15/04/1980	Rotor Rebobinado

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
455	455	455	170	0,8

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 6000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
200	STD	cerrado	6	1200	0,9429	0,9451	12997,2

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
200	AE	cerrado	6	1200	0,9548	0,9579	13542,4

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
150	AE	cerrado	6	1200	0,9569	0,9551	10097

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 107,18 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,6721 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9444 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,1974 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0390 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,8804 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 94,35 \text{ kW} = 126,48 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 125,81 \text{ kW} = 168,64 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 168,64 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 200 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6324 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9564 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = -0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9546 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 98,84 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 8,34 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 7,78\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 50022 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 2801 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	4,83 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 200 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 150 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,8432 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$\text{n AE} = 0,9562 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$\text{n AE Ajust} = 0,9544 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 98,86 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Calculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$\text{A D} = 8,31 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$\text{A D\%} = 7,76\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$\text{A C} = 49889 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$\text{A E} = 2794 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	3,61 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 200 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,28 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 150 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,21 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
200,00	107,18	150	8,31	49889	2794	3,61
		200	8,34	50022	2801	4,83

ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR : 150 HP

Volante de Chancadora Secundaria

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
202B	PM-AD09		150	KW	380	304	0,9357

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
BBC	985	6	AC	15/04/1980	Rotor Rebobinad

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
454	455	455	160,34	0,8

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 6000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
200	STD	cerrado	6	1200	0,9429	0,9451	12997,2

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
200	AE	cerrado	6	1200	0,9548	0,9579	13542,4

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
150	AE	cerrado	6	1200	0,9569	0,9551	10097

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 101,01 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,6335 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9441 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,1965 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0386 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0015 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 0,99998 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,8804 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 88,93 \text{ kW} = 119,21 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 118,58 \text{ kW} = 158,95 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 158,94 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 200 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,5961 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9560 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 0,99998 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = -0,0116 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0019 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9541 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 93,21 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 7,80 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 7,72\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 46801 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 2621 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	5,17 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 200 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 150 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,7947 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9566 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0019 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 0,99998 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9547 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 93,15 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A D = 7,86 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A D\% = 7,78\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A C = 47144 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A E = 2640 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

$$\text{P.S.R.} = 3,82 \text{ años} \quad (\text{Fórmula B.18})$$

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 200 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,30 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 150 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,22 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
200,00	101,01	150	7,86	47144	2640	3,82
		200	7,80	46801	2621	5,17
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			150	HP		

Ventilador de Filtro

Datos de Placa:

Tag	Medid	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
811A	AD13	Molino cemento2 (C. AUX)	75	HP	440	124	0,927

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
BBC	1765	4	AC	04/1980	Rotor Rebobi

Mediciones:

V1	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
460	460	460	79,34	0,79

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
75	STD	cerrado	4	1800	0,9293	0,927	3553,9

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
100	AE	cerrado	4	1800	0,9502	0,955	5172,4

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
75	AE	cerrado	4	1800	0,9523	0,95	4101,9

Cálculos:

P 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 49,94 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B1})$$

P 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,8276 \quad (\text{Fórm. B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9286 \quad (\text{Fórm. B.3})$$

P 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0455 \quad (\text{Fórm. B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = 0,0005 \quad (\text{Fórm. B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórm. B.7})$$

FA dv	=	1,0000	(Fórm. B.8.)
Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados			
FA re	=	0,025	(Tabla B1)
n STD ajust	=	0,9032	(Fórm. B.4)
P 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)			
Pot STD mec	=	45,10 kW = 60,46 HP	(B.9)
P 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia			
Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%			
Pot AE mec	=	60,14 kW = 80,61 HP	(B.10.)
Seleccionando motor inmediato superior de 80,61 HP en el Anexo B2			
Pot AE placa	=	100 HP	
FC AE	=	0,6046	(Fórm. B.11)
P 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor			
n AE	=	0,9522	(Fórm. B.12)
P 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia			
El motor en análisis es nuevo, entonces:			
FA re	=	0	(Tabla B1)
FA dv	=	1,0000	(Fórm. B.8.)
VV	=	0,000	(Fórm. B.5)
FA vv	=	0,0009	(Fórm. B.6)
n AE Ajust	=	0,9513	(Fórm. B.13)
P 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor			
Pot AE elec	=	47,41 kW	(Fórm. B.14)
P 9 Cálculo de ahorro energético y económico			
Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)			
A D	=	2,53 kW	(Fórm. B.15)
A D%	=	5,06%	
Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)			
A C	=	20230 kWh/a	(Fórm. B.16)
Cálculo del ahorro económico			
			(Fórmula
A E	=	1052 \$/año	B.17)
P 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación			

P.S.R.	=	4,92 años	(Fórm. B.18)
--------	---	-----------	--------------

P 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 100 HP en el Anexo B2

Pot AE placa	=	75 HP
--------------	---	-------

FC AE	=	0,8061	(Fórm. B.11)
-------	---	--------	--------------

P 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

n AE	=	0,9518	(Fórm. B.12)
------	---	--------	--------------

P 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

FA vv	=	0,0009	(Fórm. B.6)
-------	---	--------	-------------

FA dv	=	1,0000	(Fórm. B.8.)
-------	---	--------	--------------

n AE Ajust	=	0,9509	(Fórm. B.13)
------------	---	--------	--------------

P 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

Pot AE elec	=	47,43 kW	(Fórm. B.14)
-------------	---	----------	--------------

P 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

A D	=	2,51 kW	(Fórm. B.15)
-----	---	---------	--------------

A D%	=	5,02%
------	---	-------

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

A C	=	20044 kWh/a	(Fórm. B.16)
-----	---	-------------	--------------

Cálculo del ahorro económico

A E	=	1042 \$/año	(Fórm. B.17)
-----	---	-------------	--------------

P 10 Periodo de amortización o Periodo Simple de Recuperación

P.S.R.	=	3,94 años	(Fórm. B.18)
--------	---	-----------	--------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

Para 100 HP = $\frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{AC}$	0,26	\$/kWh ahorra
--	------	---------------

Para 75 HP = $\frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{AC}$	0,21	\$/kWh ahorra
---	------	---------------

Resumen:

HP	kW	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/añ	\$/año	
75,00	49,94	75	2,51	20044	1042	3,94
		100	2,53	20230	1052	4,92
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			75	HP		

Bomba de Petróleo N°2

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
606B	PM-AD14	Horno N°2	30	HP	440	39	0,909

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
Siemens	1755	4	AC	29326	Jaula de ardilla

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
455	455	455	25	0,82

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
30	STD	cerrado	4	1800	0,9168	0,921	1221,27

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
30	AE	cerrado	4	1800	0,9406	0,9424	1495,02

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
25	AE	cerrado	4	1800	0,9401	0,9352	1254,78

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 16,16 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,6562 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9194 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0341 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0001 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,8944 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 14,45 \text{ kW} = 19,37 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 19,26 \text{ kW} = 25,82 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 25,82 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 30 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6456 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9416 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = -0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9398 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 15,37 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 0,78 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 4,84\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 6253 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 325 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

$$\boxed{P.S.R.} = 4,60 \text{ años} \quad (\text{Fórmula B.18})$$

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 30 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 25 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,7747 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9396 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9378 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 15,41 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$\text{A D} = 0,75 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$\text{A D\%} = 4,63\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$\text{A C} = 5986 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$\text{A E} = 311 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	4,03 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 30 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,25 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

AC

$$\text{Para 25 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,22 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

AC

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
30,00	16,16	25	0,75	5986	311	4,03
		30	0,78	6253	325	4,60
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			25	HP		

Cadena de arrastre

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
610D	PM-AD14	Horno N°2	15	KW	380	30	0,888

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
BBC	1455	4	AC	15/04/1980	Jaula de ardilla

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
460	460	460	14	0,82

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
20	STD	cerrado	4	1800	0,8876	0,897	919,57

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
15	AE	cerrado	4	1800	0,9236	0,9276	865,01

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
10	AE	cerrado	4	1800	0,9196	0,9092	658,21

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

Pot STD elec = 9,15 kW (Fórmula B1)

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

FC STD = 0,5444 (Fórmula B.2)

n STD = 0,8893 (Fórmula B.3)

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

VV STD = 0,2105 (Fórmula B.5)

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

FA vv = -0,0453 (Fórmula B.6)

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

DV STD = 0,0000 (Fórmula B.7)

FA dv = 1,00000 (Fórmula B.8.)

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B.1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,8190 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 7,49 \text{ kW} = 10,04 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

HP (Fórm.

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 9,99 \text{ kW} = 13,39 \text{ B.10.)}$$

Seleccionando motor inmediato superior de 13,38 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 15 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6694 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9263 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B.1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0009 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9254 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 8,09 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 1,05 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 11,50\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 8415 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 438 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	1,98 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 15 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 10 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 1,0041 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9090 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0009 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9081 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 8,25 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A \text{ D} = 0,90 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A \text{ D}\% = 9,82\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A \text{ C} = 7183 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A \text{ E} = 374 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	1,76 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 15 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{AC} = 0,11 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 10 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{AC} = 0,09 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
20,00	9,15	10	0,90	7183	374	1,76
		15	1,05	8415	438	1,98
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			10			HP

Transporte de cangilones

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
612	PM-AD14	Horno N°2	18,5	KW	440	33	0,9055
Marca		R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor	
Siemens		1765	4	AC	15/04/1980	Jaula de ardilla	

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
455	455	455	19,34	0,82

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
25	STD	cerrado	4	1800	0,9121	0,9171	1073,55

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
20	AE	cerrado	4	1800	0,9301	0,9341	1045,6

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
15	AE	cerrado	4	1800	0,9276	0,9243	865,01

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 12,50 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,6068 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9142 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0341 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0001 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,8892 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 11,11 \text{ kW} = 14,90 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 14,82 \text{ kW} = 19,86 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 19,86 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 20 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,7448 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9340 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = -0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9322 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 11,92 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 0,58 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 4,62\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 4615 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 240 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	4,36 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 20 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 15 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,9931 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9244 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9226 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 12,05 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A D = 0,45 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A D\% = 3,62\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A C = 3620 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A E = 188 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Periodo Simple de Recuperación

P.S.R.	=	4,60 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 20 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{AC} = 0,23 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 15 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{AC} = 0,25 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
25,00	12,50	15	0,45	3620	188	4,60
		20	0,58	4615	240	4,36

ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR : 20 HP

Transporte de cangilones

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
613	PM-AD14	Horno N°2	18,5	KW	440	33	0,9055

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
Siemens	1765	4	AC	15/04/1980	Jaula de ardilla

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
460	460	460	22	0,82

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
25	STD	cerrado	4	1800	0,9121	0,9171	1073,55

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
25	AE	cerrado	4	1800	0,9372	0,9401	1254,78

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
20	AE	cerrado	4	1800	0,9341	0,928	1045,6

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 14,37 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,6978 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9161 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0455 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0005 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,8906 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 12,80 \text{ kW} = 17,16 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 17,07 \text{ kW} = 22,88 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 22,87 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 25 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6863 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9394 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0009 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9385 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 13,64 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 0,73 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 5,10\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 5866 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 305 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Periodo Simple de Recuperación

P.S.R.	=	4,11 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 25 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 20 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,8579 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9315 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0009 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9306 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 13,76 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A D = 0,62 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A D\% = 4,30\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A C = 4941 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A E = 257 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

$$\text{P.S.R.} = 4,07 \text{ años} \quad (\text{Fórmula B.18})$$

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 25 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,22 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 20 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,22 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
25,00	14,37	20	0,62	4941	257	4,07
		25	0,73	5866	305	4,11

ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR : 20 HP

Bomba de Petróleo N°1

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
606A	PM-AD14	Horno N°2	22,2	KW	440	39	0,909

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
BBC	1765	4	AC	15/04/1980	Jaula de ardilla

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
455	455	455	27	0,82

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
30	STD	cerrado	4	1800	0,9168	0,921	1221,27

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
30	AE	cerrado	4	1800	0,9406	0,9424	1495,02

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
25	AE	cerrado	4	1800	0,9401	0,9352	1254,78

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 17,45 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,7087 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9203 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0341 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0001 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,8952 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 15,62 \text{ kW} = 20,94 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 20,83 \text{ kW} = 27,92 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 27,91 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 30 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6979 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9420 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = -0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9402 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 16,61 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 0,83 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 4,78\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 6675 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 347 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	4,31 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 30 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 25 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,8375 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9384 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9366 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 16,68 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A D = 0,77 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A D\% = 4,41\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A C = 6159 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A E = 320 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

$$\text{P.S.R.} = 3,92 \text{ años} \quad (\text{Fórmula B.18})$$

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 30 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,23 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 25 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,21 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
30,00	17,45	25	0,77	6159	320	3,92
		30	0,83	6675	347	4,31
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			25	HP		

Trituradora de Clinker

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
610C	PM-AD14	Horno N°2	37	KW	440	64	0,913

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
BBC	1165	6	AC	15/04/1980	Rotor Rebobinado

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
460	460	460	38,67	0,82

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
50	STD	cerrado	6	1200	0,9121	0,9178	3240,71

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
50	AE	cerrado	6	1200	0,9342	0,9428	3823,19

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
40	AE	cerrado	6	1200	0,943	0,9384	3381,76

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 25,26 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,6184 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9148 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0455 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0005 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,8893 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 22,47 \text{ kW} = 30,12 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 29,96 \text{ kW} = 40,16 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 40,15 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 50 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6023 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9377 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0009 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9368 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 23,98 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 1,28 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 5,07\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 10247 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 533 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	7,18 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 50 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 40 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,7529 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9429 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0009 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9420 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 23,85 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A \text{ D} = 1,41 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A \text{ D}\% = 5,60\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A \text{ C} = 11311 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A \text{ E} = 588 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	5,75 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 50 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{AC} = 0,39 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

AC

$$\text{Para 40 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{AC} = 0,31 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

AC

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
50,00	25,26	40	1,41	11311	588	5,75
		50	1,28	10247	533	7,18
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			40	HP		

Ventilador Enfriador N°1

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
610E	PM-AD14	Horno N°2	55	KW	440	92,2	0,9272
Marca		R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor	
Brown Boveri		1755	4	AC	15/04/1980	Rotor Rebobinado	

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
460	460	460	58,67	0,82

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
75	STD	cerrado	4	1800	0,9173	0,9293	3553,95

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
75	AE	cerrado	4	1800	0,9482	0,9523	4101,98

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
60	AE	cerrado	4	1800	0,9511	0,9463	3295,43

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 38,33 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,6352 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9238 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0455 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0005 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,8983 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 34,43 \text{ kW} = 46,16 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 45,91 \text{ kW} = 61,54 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 61,54 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 75 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6154 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9501 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0009 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9492 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 36,28 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 2,05 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 5,36\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 16436 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 855 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	4,80 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 75 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 60 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,7693 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9507 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0009 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9498 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 36,25 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Calculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A D = 2,08 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A D\% = 5,42\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A C = 16631 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A E = 865 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

$$\text{P.S.R.} = 3,81 \text{ años} \quad (\text{Fórmula B.18})$$

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 75 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,26 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

AC

$$\text{Para 60 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,20 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

AC

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
75,00	38,33	60	2,08	16631	865	3,81
		75	2,05	16436	855	4,80
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			60	HP		

Ventilador Enfriador N°5

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Area	Pnom	Unid	Vn	In	n
610I	PM-AD14	Horno N°2	55	KW	440	92	0,9272

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
BBC	1770	4	AC	15/04/1980	Rotor Rebobina

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
460	460	460	58,67	0,82

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
75	STD	cerrado	4	1800	0,9173	0,9293	3553,95

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
75	AE	cerrado	4	1800	0,9482	0,9523	4101,98

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
60	AE	cerrado	4	1800	0,9511	0,9463	3295,43

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 38,33 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,6352 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9238 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0455 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0005 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,8983 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 34,43 \text{ kW} = 46,16 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 45,91 \text{ kW} = 61,54 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 61,54 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 75 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6154 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9501 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0009 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9492 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 36,28 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 2,05 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 5,36\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 16436 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 855 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	= 4,80 años	(Fórmula B.18)
--------	-------------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 75 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 60 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,7693 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9507 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0009 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9498 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 36,25 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$\text{A D} = 2,08 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$\text{A D\%} = 5,42\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$\text{A C} = 16631 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$\text{A E} = 865 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	3,81 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 75 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,26 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 60 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,20 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
75,00	38,33	60	2,08	16631	865	3,81
		75	2,05	16436	855	4,80
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR:			60	HP		

Ventilador enfriador N°2

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
610F	PM-AD14	Horno N°2	75	KW	440	124	0,9337
Marca		R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor	
Brown Boveri		1765	4	AC	15/04/1980	Rotor Rebobinad	

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
460	460	460	102,3	0,82

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
100	STD	cerrado	4	1800	0,934	0,9337	4890,6
HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
125	AE	cerrado	4	1800	0,9494	0,9559	7019,23
HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
100	AE	cerrado	4	1800	0,9551	0,9518	5172,45

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 66,83 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,8365 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9339 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0455 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0005 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,9084 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 60,71 \text{ kW} = 81,38 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 80,95 \text{ kW} = 108,51 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 108,51 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 125 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6511 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9533 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0009 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9524 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 63,75 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 3,09 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 4,62\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 24704 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 1285 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	5,46 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 125 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 100 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,8138 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9543 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0009 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9534 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 63,68 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A D = 3,15 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A D\% = 4,71\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A C = 25201 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A E = 1310 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	3,95 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 125 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,29 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 100 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,21 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

Resumen:			Ahorro			
			kW	kWh/año	\\$/año	PSR
HP	KW Requ	HP new				
100,00	66,83	100	3,15	25201	1310	3,95
		125	3,09	24704	1285	5,46
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			100	HP		

Ventilador Enfriador N°4

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
610H	PM-AD14		75	KW	440	124	0,9337

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
BBC	1765	4	AC	15/04/1980	Rotor Rebobinado

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
460	460	460	94,34	0,82

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
100	STD	cerrado	4	1800	0,934	0,9337	4890,6

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
125	AE	cerrado	4	1800	0,9494	0,9559	7019,23

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
100	AE	cerrado	4	1800	0,9551	0,9518	5172,45

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 61,63 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,7714 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9340 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0455 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0005 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,9085 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 55,99 \text{ kW} = 75,06 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 74,66 \text{ kW} = 100,08 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 100,07 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 125 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6005 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9520 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0009 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9511 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 58,87 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 2,76 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 4,48\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 22091 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 1149 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	6,11 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 125 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 100 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,7506 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9551 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0009 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9542 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 58,68 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$\text{A D} = 2,95 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$\text{A D\%} = 4,79\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$\text{A C} = 23611 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$\text{A E} = 1228 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	4,21 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 125 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,33 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 100 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,23 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

Resumen:			Ahorro			
			kW	kWh/año	\\$/año	PSR
100,00	61,63	100	2,95	23611	1228	4,21
		125	2,76	22091	1149	6,11
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			100	HP		

Bomba Transporte Harina Intercambiador

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
517	PM-AD14		90	KW	440	169	0,9323

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
Brown Boveri	885	6	AC	15/04/1980	Rotor Rebobinado

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
455	455	455	93,67	0,82

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: $V=$ 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
125	STD	cerrado	6	1200	0,93	0,9363	6445,89

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
100	AE	cerrado	6	1200	0,9446	0,9505	7186,4

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
75	AE	cerrado	6	1200	0,9487	0,9463	5510,17

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 60,53 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,6052 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9327 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0341 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0001 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,9076 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 54,94 \text{ kW} = 73,64 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 73,25 \text{ kW} = 98,19 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 98,18 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 100 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,7364 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9502 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = -0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9484 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 57,93 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 2,60 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 4,30\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 20820 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 1083 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Periodo Simple de Recuperación

P.S.R.	=	6,64 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 100 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 75 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,9819 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$\eta \text{ AE} = 0,9465 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$\eta \text{ AE Ajust} = 0,9447 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 58,16 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$\text{A D} = 2,38 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$\text{A D}\% = 3,92\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$\text{A C} = 19002 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$\text{A E} = 988 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Periodo Simple de Recuperación

P.S.R.	=	5,58 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 100 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,36 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 75 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,30 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

Resumen:			Ahorro			
			kW	kWh/año	\\$/año	PSR
125,00	60,53	75	2,38	19002	988	5,58
		100	2,60	20820	1083	6,64
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			75	HP		

Bomba Transporte Harina Intercambiador

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
519	PM-AD14		90	KW	440	169	0,9323

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
Brown Boveri	885	6	AC	15/04/1980	Rotor Rebobinado

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
455	455	455	88,34	0,82

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
125	STD	cerrado	6	1200	0,93	0,9363	6445,89

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
100	AE	cerrado	6	1200	0,9446	0,9505	7186,4

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
75	AE	cerrado	6	1200	0,9487	0,9463	5510,17

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 57,09 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,5707 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9318 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0341 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0001 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,9067 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 51,76 \text{ kW} = 69,38 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 69,01 \text{ kW} = 92,51 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 92,51 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 100 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6938 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9492 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = -0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9474 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 54,64 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 2,45 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 4,29\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 19590 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 1019 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	7,05 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 100 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 75 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,9251 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9470 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9452 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 54,76 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$\text{A D} = 2,32 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$\text{A D}\% = 4,07\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$\text{A C} = 18593 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$\text{A E} = 967 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	5,70 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 100 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,38 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 75 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,31 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
125,00	57,09	75	2,32	18593	967	5,70
		100	2,45	19590	1019	7,05
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			75	HP		

Ventilador Enfriador N°3

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
610G	PM-AD14	Horno N°2	92	KW	440	149	0,9318

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
Brown Boveri	1770	4	AC	15/04/1980	Rotor Rebobina

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
460	460	460	103,34	0,82

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: $V=$ 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
125	STD	cerrado	4	1800	0,9222	0,9314	5632,68

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
125	AE	cerrado	4	1800	0,9494	0,9559	7019,23

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
100	AE	cerrado	4	1800	0,9551	0,9518	5172,45

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 67,51 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,6746 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9286 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0455 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0005 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,9032 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 60,97 \text{ kW} = 81,74 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 81,30 \text{ kW} = 108,98 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 108,98 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 125 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6539 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9534 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0009 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9525 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 64,02 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 3,50 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 5,18\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 27983 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 1455 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	4,82 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 125 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 100 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,8174 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9542 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0009 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9533 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 63,96 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$\text{A D} = 3,55 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$\text{A D}\% = 5,26\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$\text{A C} = 28418 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$\text{A E} = 1478 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	3,50 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 125 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,26 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 100 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,19 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

Resumen:			Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
HP	KW Requ	HP new				
125,00	67,51	100	3,55	28418	1478	3,50
		125	3,50	27983	1455	4,82

ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR : 100 HP

Compresor

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
518	PM-AD14		150	KW	380	243,5	0,9308

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
	2970	2	AC	15/04/1980	Jaula de ardilla

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
455	455	455	175,34	0,82

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
200	STD	cerrado	2	3600	0,9157	0,9287	10239,8

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
200	AE	cerrado	2	3600	0,9438	0,9518	10994,9

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
150	AE	cerrado	2	3600	0,9523	0,95	8706,23

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 113,31 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,7069 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9265 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,1974 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0390 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,8624 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 97,72 \text{ kW} = 130,99 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 130,29 \text{ kW} = 174,65 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 174,64 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 200 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6549 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9488 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = -0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9469 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 103,19 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Calculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 10,11 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 8,93\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 80917 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 4208 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	2,61 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 200 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 150 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,8732 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9512 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9493 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 102,93 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$\text{A D} = 10,38 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$\text{A D\%} = 9,16\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$\text{A C} = 83011 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$\text{A E} = 4317 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Periodo Simple de Recuperación

P.S.R.	=	2,02 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 200 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,14 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 150 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,11 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

Resumen:			Ahorro			
			kW	kWh/año	\\$/año	PSR
200,00	113,31	150	10,38	83011	4317	2,02
		200	10,11	80917	4208	2,61

ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR : 150 HP

Ventilador de Filtro

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
520	PM-AD14		150	KW	440	206	0,9308

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
Brown Boveri	3575	2	AC	15/04/1980	Jaula de ardilla

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
455	455	455	178,67	0,82

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
200	STD	cerrado	2	3600	0,9157	0,9287	10239,8

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
200	AE	cerrado	2	3600	0,9438	0,9518	10994,9

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
150	AE	cerrado	2	3600	0,9523	0,95	8706,23

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 115,46 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,7203 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9272 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0341 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0001 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,9021 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 104,15 \text{ kW} = 139,62 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 138,87 \text{ kW} = 186,16 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 186,15 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 200 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6981 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9501 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = -0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9483 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 109,83 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 5,63 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 4,87\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 45027 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 2341 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	4,70 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 200 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 150 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,9308 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9506 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0018 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9488 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 109,77 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$\text{A D} = 5,69 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$\text{A D\%} = 4,92\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$\text{A C} = 45488 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$\text{A E} = 2365 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	3,68 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 200 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,25 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 150 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,20 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

Resumen:			Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
HP	KW Requ	HP new	kW	kWh/año	\\$/año	PSR
200,00	115,46	150	5,69	45488	2365	3,68
		200	5,63	45027	2341	4,70
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			150	HP		

Ventilador de Filtro

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
611A	PM-AD14	Horno N°2	184	KW	440	322	0,95

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
Brown Boveri	890	4	AC	15/04/1980	Rotor Rebobina

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
460	460	460	133,4	0,82

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: $V=$ 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,25	Ef 0,5	\$ USD
250	STD	cerrado	4	1800	0,9461	0,9474	14246

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
150	AE	cerrado	4	1800	0,95	0,9563	8222,63

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
125	AE	cerrado	4	1800	0,9559	0,9545	7019,23

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 87,15 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,4439 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9471 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0455 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0005 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,9216 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 80,32 \text{ kW} = 107,67 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 107,10 \text{ kW} = 143,56 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 143,56 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 150 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,7178 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9555 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0009 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9546 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 84,14 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 3,01 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 3,45\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 24069 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 1252 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	6,57 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 150 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 125 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,8614 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9553 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0009 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9544 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 84,16 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$\text{A D} = 2,99 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$\text{A D\%} = 3,43\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$\text{A C} = 23920 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$\text{A E} = 1244 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	5,64 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 150 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,35 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 125 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,30 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
250,00	87,15	125	2,99	23920	1244	5,64
		150	3,01	24069	1252	6,57
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			125	HP		

Ventilador de Filtro

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
504B	AD14	Horno 2 GRUPO 500	30	KW	440	52,5	0,9131

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
Brown Boveri	1760	4	AC	15/04/1980	Rotor Rebobina

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
465	465	465	42,34	0,82

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
40	STD	cerrado	4	1800	0,9119	0,9131	1641,83

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
50	AE	cerrado	4	1800	0,9494	0,9489	2276,15

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
40	AE	cerrado	4	1800	0,9462	0,9411	1911,28

Cálculos:
Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 27,96 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,8556 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9124 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0568 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0012 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,8862 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 24,78 \text{ kW} = 33,22 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

HP (Fórm.

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 33,04 \text{ kW} = 44,29 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 44,28 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 50 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6643 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9491 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = 0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0003 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9488 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 26,12 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 1,84 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 6,60\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 14759 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 767 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	2,97 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 50 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 40 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,8304 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9446 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0003 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9443 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 26,24 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A D = 1,72 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A D\% = 6,15\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A C = 13760 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A E = 716 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	2,67 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 50 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{AC} = 0,16 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 40 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{AC} = 0,14 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

HP	KW Req	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
40,00	27,96	40	1,72	13760	716	2,67
		50	1,84	14759	767	2,97
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			40	HP		

Bomba fuller

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
413	PM-AD17		92	KW	440	150	0,9318

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
Brown Boveri	1175	4	AC	15/04/1980	Rotor Rebobinado

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
465	465	465	101	0,81

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 6200 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
125	STD	cerrado	4	1800	0,9222	0,9314	5632,68

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
125	AE	cerrado	4	1800	0,9494	0,9559	7019,23

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
100	AE	cerrado	4	1800	0,9551	0,9518	5172,45

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 65,89 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,6584 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9280 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0568 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0012 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,9018 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 59,42 \text{ kW} = 79,65 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 79,22 \text{ kW} = 106,20 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 106,19 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 125 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6372 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9530 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = 0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0003 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9527 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 62,37 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 3,52 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 5,34\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 21813 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 1210 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	5,80 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 125 HP en el Anexo B2

Pot AE placa = 100 HP

FC AE = 0,7965 (Fórmula B.11)

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

n AE = 0,9545 (Fórmula B.12)

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

FA vv = -0,0003 (Fórmula B.6)

FA dv = 1,00000 (Fórmula B.8.)

n AE Ajust = 0,9542 (Fórmula B.13)

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

Pot AE elec = 62,27 kW (Fórmula B.14)

Paso 9 Calculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

A D = 3,62 kW (Fórmula B.15)

A D% = 5,49%

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

A C = 22429 kWh/año (Fórmula B.16)

Cálculo del ahorro económico

A E = 1244 \$/año (Fórmula B.17)

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	4,16 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

Para 125 HP = $\frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{AC}$ = 0,33 \$/kWh ahorrado

Para 100 HP = $\frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{AC}$ = 0,24 \$/kWh ahorrado

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\$/año	
125,00	65,89	100	3,62	22429	1244	4,16
		125	3,52	21813	1210	5,80

ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR : 100 HP

Elevador de cangilones

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
405	PM-AD17		110	KW	440	180	0,9376
Marca		R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor	
Brown Boveri		1170	4	AC	15/04/1980	Rotor Rebobinado	

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
465	465	465	107,34	0,81

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 6200 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
150	STD	cerrado	4	1800	0,9295	0,9375	6741,48

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
125	AE	cerrado	4	1800	0,9494	0,9559	7019,23

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
100	AE	cerrado	4	1800	0,9551	0,9518	5172,45

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

Pot STD elec = 70,02 kW (Fórmula B.1)

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

FC STD = 0,5867 (Fórmula B.2)

n STD = 0,9323 (Fórmula B.3)

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

VV STD = 0,0568 (Fórmula B.5)

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

FA vv = -0,0012 (Fórmula B.6)

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

DV STD = 0,0000 (Fórmula B.7)

FA dv = 1,00000 (Fórmula B.8.)

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,9060 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 63,45 \text{ kW} = 85,05 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 84,59 \text{ kW} = 113,40 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 113,39 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 125 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6804 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9541 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = 0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0003 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9538 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 66,52 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 3,51 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 5,01\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 21734 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 1206 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	5,82 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 125 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 100 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,8505 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9538 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0003 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9535 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 66,54 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$\text{A D} = 3,48 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$\text{A D\%} = 4,97\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$\text{A C} = 21597 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$\text{A E} = 1198 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	4,32 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 125 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,33 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 100 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{\text{AC}} = 0,25 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
150,00	70,02	100	3,48	21597	1198	4,32
		125	3,51	21734	1206	5,82

ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR : 100 HP

Compresor Bomba Fuller 1

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
414	PM-AD17		110	KW	440	230	0,9343

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
Brown Boveri	590	6	AC	15/04/1980	Rotor Rebobinado

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
465	465	465	180,34	0,81

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 6200 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
150	STD	cerrado	6	1200	0,942	0,9343	8304,62

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
200	AE	cerrado	6	1200	0,9548	0,9579	13542,4

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
150	AE	cerrado	6	1200	0,9569	0,9551	10097

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 117,65 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,9823 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9348 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0568 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0012 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,9086 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 106,90 \text{ kW} = 143,29 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 142,53 \text{ kW} = 191,06 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 191,05 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 200 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,7165 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9575 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = 0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0003 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9572 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 111,68 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 5,97 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 5,07\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 37012 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 2054 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	6,59 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 200 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 150 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,9553 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9554 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0003 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9551 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 111,92 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A D = 5,73 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A D\% = 4,87\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A C = 35518 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A E = 1971 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	5,12 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 200 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,38 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 150 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,29 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

Resumen:			Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
HP	KW Requ	HP new				
150,00	117,65	150	5,73	35518	1971	5,12
		200	5,97	37012	2054	6,59
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			150	HP		

Compresor Bomba Fuller 2

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
414A	PM-AD17		110	KW	440	230	0,9343

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
Brown Boveri	590	6	AC	15/04/1980	Rotor Rebobinado

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
465	465	465	180,34	0,81

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 6200 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
150	STD	cerrado	6	1200	0,942	0,9343	8304,62

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
200	AE	cerrado	6	1200	0,9548	0,9579	13542,4

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
150	AE	cerrado	6	1200	0,9569	0,9551	10097

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 117,65 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,9823 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9348 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0568 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0012 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,9086 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 106,90 \text{ kW} = 143,29 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 142,53 \text{ kW} = 191,06 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 191,05 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 200 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,7165 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9575 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = 0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0003 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9572 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 111,68 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 5,97 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 5,07\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 37012 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 2054 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	6,59 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 200 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 150 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,9553 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9554 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0003 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9551 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 111,92 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A D = 5,73 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A D\% = 4,87\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A C = 35518 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A E = 1971 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	5,12 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 200 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{AC} = 0,38 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 150 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{AC} = 0,29 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

Resumen:			Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
HP	KW Requ	HP new				
150,00	117,65	150	5,73	35518	1971	5,12
		200	5,97	37012	2054	6,59
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			150	HP		

Ventilador eliminador de Polvo

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
410A	PM-AD17		150	KW	440	250	0,9357

Marca	R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor
Brown Boveri	890	6	AC	15/04/1980	Rotor Rebobinado

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
465	465	465	172,2	0,82

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: V= 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
200	STD	cerrado	6	1200	0,9429	0,9451	12997,2

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
200	AE	cerrado	6	1200	0,9548	0,9579	13542,4

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
150	AE	cerrado	6	1200	0,9569	0,9551	10097

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 113,72 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,7132 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9448 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0568 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0012 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,9185 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 104,46 \text{ kW} = 140,03 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 139,28 \text{ kW} = 186,70 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 186,7 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 200 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,7001 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9573 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = 0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0003 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9570 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 109,16 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 4,57 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 4,02\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 36542 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 1900 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	7,13 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 200 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 150 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,9335 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9556 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0003 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9553 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 109,35 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A D = 4,37 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A D\% = 3,85\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A C = 34985 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A E = 1819 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

$$\text{P.S.R.} = 5,55 \text{ años} \quad (\text{Fórmula B.18})$$

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 200 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,38 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 150 HP} = \frac{103,21\% * (\text{Inversión})}{AC} = 0,30 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
200,00	113,72	150	4,37	34985	1819	5,55
		200	4,57	36542	1900	7,13

ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR : 150 HP

Compresor de Homogenización

Datos de Placa:

Tag	Medidor	Área	Pnom	Unid	Vn	In	n
502	PM-AD17		184	KW	440	360	0,95
Marca		R/MIN	Polos	DC/AC	Año	Rotor	
Brown Boveri		890	4	AC	15/04/1980	Rotor Rebobinado	

Mediciones:

V1(V)	V2(V)	V3(V)	I p(A)	FP p
465	465	465	163,4	0,82

Datos de operación:

Tiempo de operación año: 8000 horas

Datos de Facturación de Potencia y Energía:

Costo D :	8	(US\$/kW)
Costo C pond :	0,04	(US\$/kWh)
Paridad :	1	(\$/USD)

De la Tabla B2: $V=$ 460 Voltios

HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
250	STD	cerrado	4	1800	0,9474	0,9487	14246
HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,5	Ef 0,75	\$ USD
200	AE	cerrado	4	1800	0,9553	0,9591	10410,6
HP	tipo	Carcasa	Polos	r/min	Ef 0,75	Ef 1	\$ USD
150	AE	cerrado	4	1800	0,9563	0,9569	8222,63

Cálculos:

Paso 1 Evaluar la potencia estándar

$$\text{Pot STD elec} = 107,91 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.1})$$

Paso 2 Evaluar el factor de carga y la eficiencia del motor actual

$$\text{FC STD} = 0,5497 \quad (\text{Fórmula B.2})$$

$$n \text{ STD} = 0,9477 \quad (\text{Fórmula B.3})$$

Paso 3 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{VV STD} = 0,0568 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

Calculamos el Factor de ajuste por diferencia de voltaje

$$\text{FA vv} = -0,0012 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

Calculamos el Factor de ajuste por desbalanceo de tensión

$$\text{DV STD} = 0,0000 \quad (\text{Fórmula B.7})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

Calculamos el Factor de ajuste por rebobinados

$$FA_{re} = 0,025 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$n_{STD \text{ ajust}} = 0,9214 \quad (\text{Fórmula B.4})$$

Paso 4 Determinar la potencia al freno del motor actual (estándar)

$$Pot_{STD \text{ mec}} = 99,43 \text{ kW} = 133,29 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.9})$$

Paso 5 Proponer un nuevo motor de Alta Eficiencia

Se propone un motor de alta eficiencia de factor de Carga = 75%

$$Pot_{AE \text{ mec}} = 132,58 \text{ kW} = 177,72 \text{ HP} \quad (\text{Fórm. B.10.})$$

Seleccionando motor inmediato superior de 177,71 HP en el Anexo B2

$$Pot_{AE \text{ placa}} = 200 \text{ HP}$$

$$FC_{AE} = 0,6664 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n_{AE} = 0,9578 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

El motor en análisis es nuevo, entonces:

$$FA_{re} = 0 \quad (\text{Tabla B1})$$

$$FA_{dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$VV = 0,0109 \quad (\text{Fórmula B.5})$$

$$FA_{vv} = -0,0003 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$n_{AE \text{ Ajust}} = 0,9575 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$Pot_{AE \text{ elec}} = 103,84 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A_D = 4,07 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A_{D\%} = 3,77\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A_C = 32551 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A_E = 1693 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	6,15 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Paso 5 Proponer el nuevo motor de alta eficiencia

Seleccionando un motor inmediato inferior de 200 HP en el Anexo B2

$$\text{Pot AE placa} = 150 \text{ HP}$$

$$\text{FC AE} = 0,8886 \quad (\text{Fórmula B.11})$$

Paso 6 Determinar la eficiencia del nuevo motor

$$n \text{ AE} = 0,9566 \quad (\text{Fórmula B.12})$$

Paso 7 Efectuar los ajustes a la eficiencia

$$\text{FA vv} = -0,0003 \quad (\text{Fórmula B.6})$$

$$\text{FA dv} = 1,00000 \quad (\text{Fórmula B.8.})$$

$$n \text{ AE Ajust} = 0,9563 \quad (\text{Fórmula B.13})$$

Paso 8 Calcular la potencia demandada por el nuevo motor

$$\text{Pot AE elec} = 103,97 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.14})$$

Paso 9 Cálculo de ahorro energético y económico

Cálculo del ahorro en Potencia (Demanda)

$$A D = 3,94 \text{ kW} \quad (\text{Fórmula B.15})$$

$$A D\% = 3,65\%$$

Cálculo del ahorro en Energía (Consumo)

$$A C = 31511 \text{ kWh/año} \quad (\text{Fórmula B.16})$$

Cálculo del ahorro económico

$$A E = 1639 \text{ \$/año} \quad (\text{Fórmula B.17})$$

Paso 10 Periodo de amortización o Período Simple de Recuperación

P.S.R.	=	5,02 años	(Fórmula B.18)
--------	---	-----------	----------------

Conclusión:

Utilizando el índice de rendimiento de inversión (\$/kWh):

$$\text{Para 200 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{AC} = 0,33 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

$$\text{Para 150 HP} = \frac{103,21\% \cdot (\text{Inversión})}{AC} = 0,27 \text{ \$/kWh ahorrado}$$

Resumen:

HP	KW Requ	HP new	Ahorro			PSR
			kW	kWh/año	\\$/año	
250,00	107,91	150	3,94	31511	1639	5,02
		200	4,07	32551	1693	6,15
ALTA EFICIENCIA A SELECCIONAR :			150	HP		

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Dirección General de Electricidad, “ GUÍA N° 05: Elaboración de Proyectos de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético”.
Ministerio de Energía y Minas - Perú, Mayo 2008.
- [2] Fideicomiso de Apoyo al Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (FIDE),
“Procedimiento de Evaluación para la Sustitución de Motores Eléctricos de Eficiencia Estándar por Motores de Alta Eficiencia”.
<http://www.baldordistribuidora.com/procedimientomotores.pdf>
- [3] Decreto Supremo N° 053-2007-EM, “Aprueban Reglamento de la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía”.
Ministerio de Energía y Minas – 2007.
- [4] IEEE Std 141-1993, “Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants”.
The Institute of Electrical and Electronics Engineers, NY 10017-2394, USA 1993.
- [5] IEEE Std 112-1996, “Standard Test Procedure for Polyphase Induction Motors & Generators”.
The Institute of Electrical and Electronics Engineers, NY 10017-2394, USA 1996.
- [6] IEC 60034-1 Eleventh edit 2004-04, “Rotating electrical machines Part 1: Rating & performance”.
International Electrotechnical Commission, Geneva 20, Switzerland 2004.
- [7] EN 60034-2-1:2007: Rotating Electrical Machines-Part 2-1: Standard Methods for Determining Losses and Efficiency from Tests (Excluding Machines for Traction Vehicles) (IEC 60034-2-1:2007 (EQV)).
International Electrotechnical Commission - Geneva 20, Switzerland 2007.
- [8] Reporte de Registros de Mediciones de la planta cementera Yura.
- [9] Catálogo de Producto UNILYZER 902.
<http://www.unipower.com.pe>