



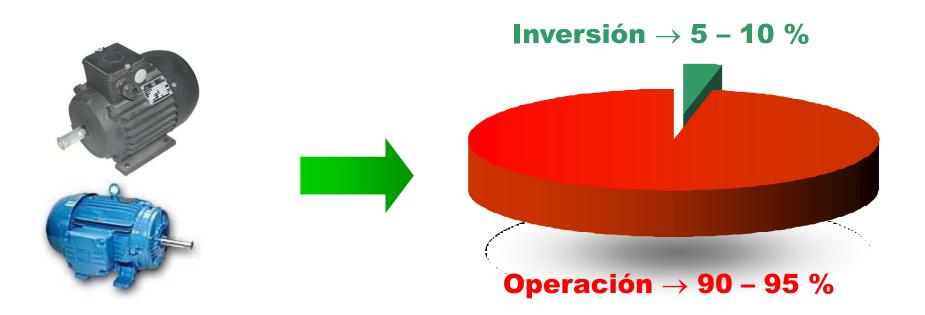
CASO 2: PROYECTO CAMBIO DE MOTORES DE BAJA EFICIENCIA POR LOS DE ALTA EFICIENCIA Y EFICIENCIA PREMIUM EN UN COMPLEJO MINERO

ING. ALBERTO SANDOVAL RODRÍGUEZ DIRECTOR DE CENYTEC SAC

ENERO 2010



Costo de inversión y operación de un motor eléctrico



Una decisión inteligente a la hora de la compra producirá beneficios por un largo período

Cálculo del Costo Operativo Anual de un Motor

El costo anual por consumo de Energía está dado por:

Costo de Energía al año=

(HP)(fc)(0,746)(T)(CE)

Eficiencia del motor

Donde:

HP= Potencia en HP

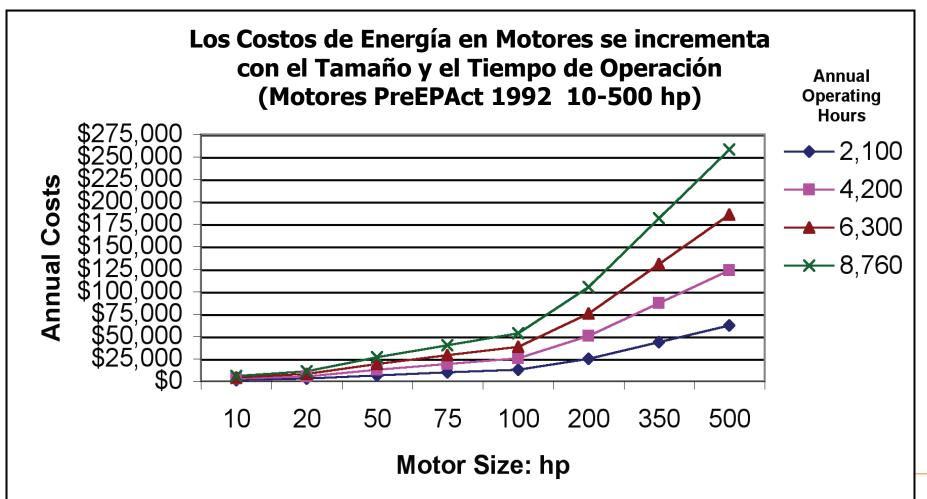
fc= Factor de Carga

T=horas de operación al año

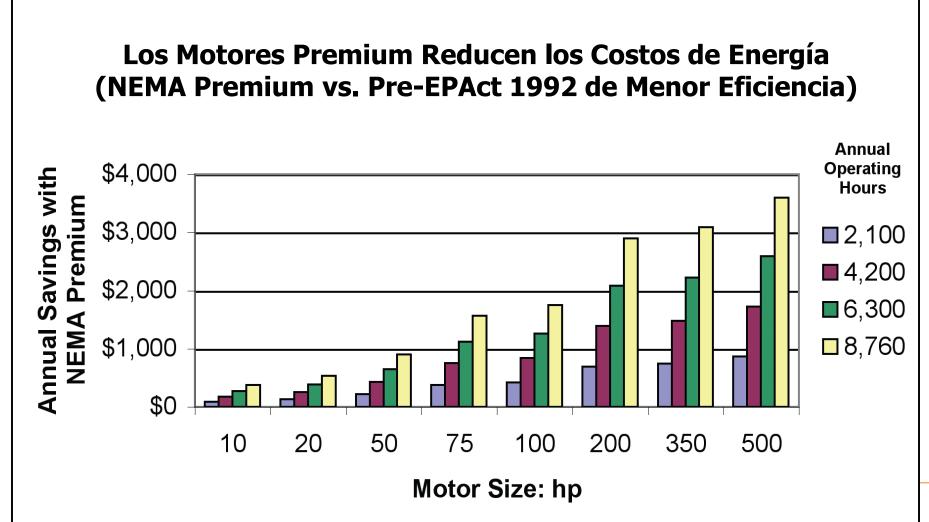
CE= Costo de la Electricidad

Para el caso de costo de la Electricidad, se considera los cargos por energía, cargos por demanda, y cargos varios adicionales.

Costos de Energía en Motores Dependiendo del Tamaño y Tiempo de Operación al año

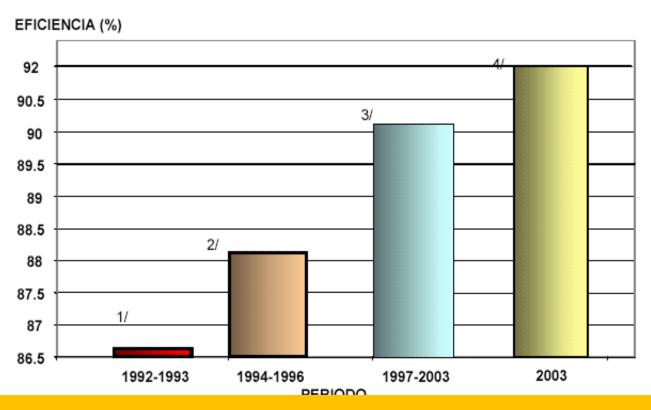


Ahorros al Año por Uso de Motores NEMA Premium





EVOLUCION DE LA EFICIENCIA DE MOTORES TRIFASICOS

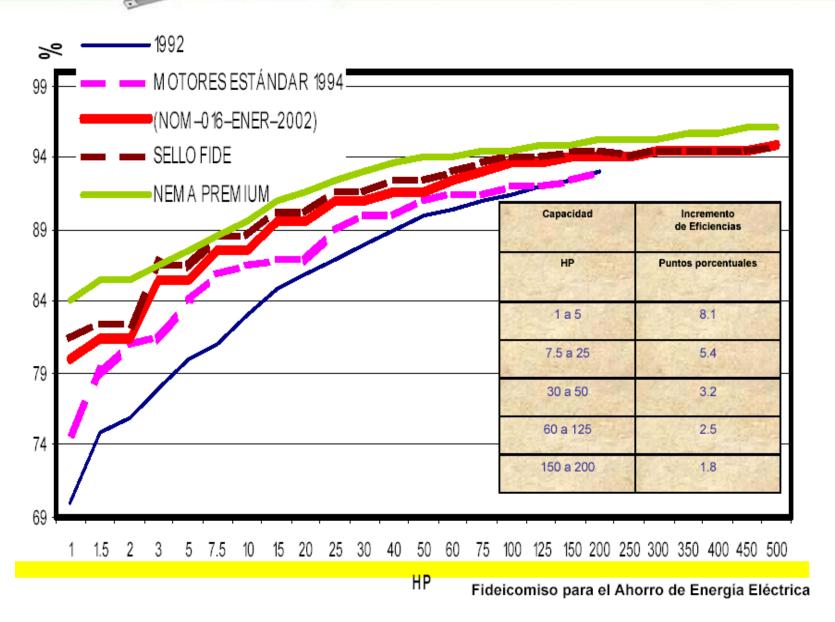


Fuentes:

- 1/ Estudio del Instituto de Investigaciones Eléctricas para establecer el Sello FIDE en motores, con información proporcionada por CANAME
- 2/ NOM-074-SCFI-1994 Motores estándar
- 3/ NOM-016-ENER-2002 Motores de Alta Eficiencia.
- 4/ NEMA PREMIUM

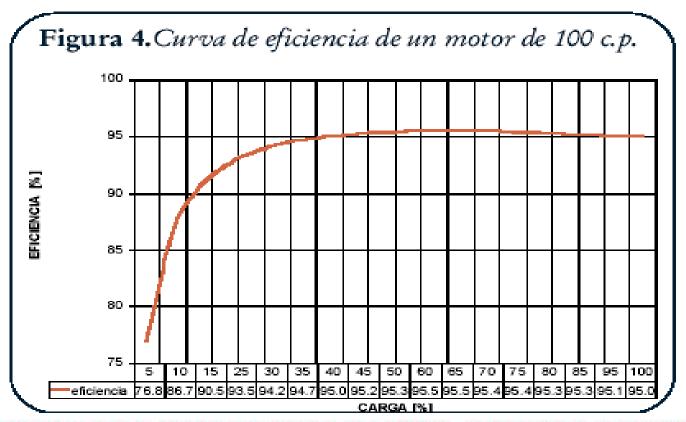
CENYTEC SAC

INGENIEROS CONSULTORES EN ENERGIA Y TECNOLOGIA





Actualmente, se fabrican motores de alta eficiencia y eficiencia Premium, los cuales tienen eficiencia de 3 a 10% superiores que la de los motores estándar. Aunque los motores de alta eficiencia son más caros que los de eficiencia estándar, es sumamente rentable su aplicación en la industria.





Costos de Energía en Motores dependiendo del Tamaño y Tiempo de Operación

Ejemplo:

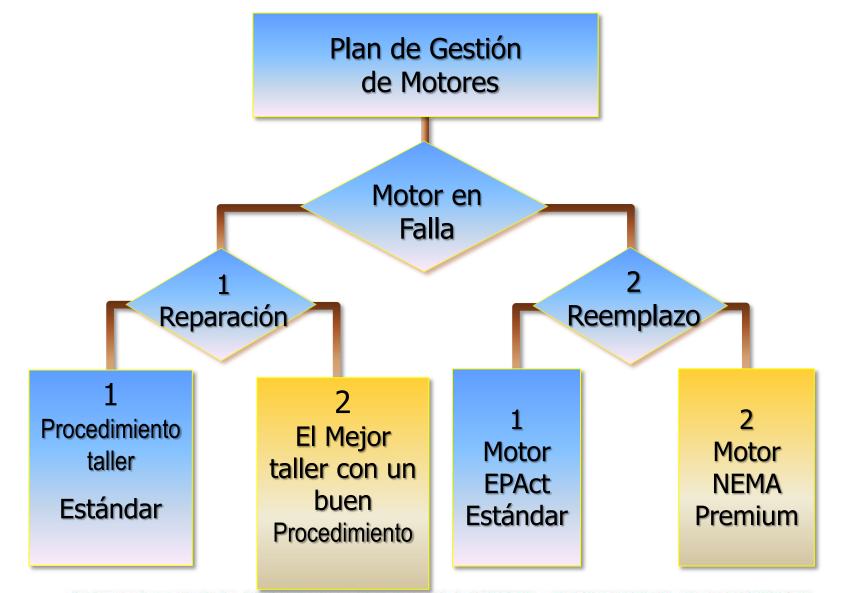
Una industria tiene un motor antiguo de 75 hp, operando 6 300 horas al año. El modelo actual es 91,61 % de eficiencia.

Se quiere reemplazar este motor por otro cuya eficiencia es de 95,4 % y corresponde a un modelo NEMA Premium. Este cambio nos permite ahorrar más de \$1,100 anualmente.

Sobre un período de 10 años, este monto asciende a más de US\$11 000.

Si la industria tuviera diez de estos motores, los ahorros se incrementarían rápidamente.







Procedimiento para un monitoreo Efectivo de Motores

Los pasos básicos incluyen:

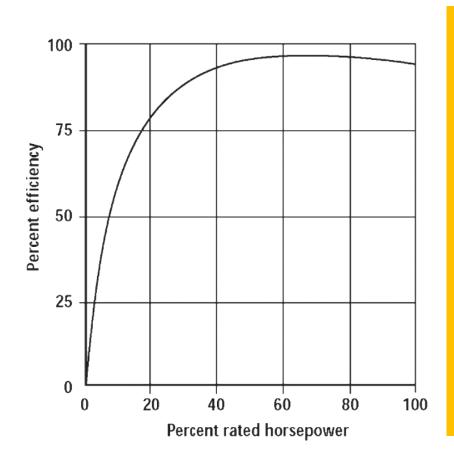
- 1. Creación de un programa de inspección y seguimiento para los motores.
- 2. Desarrollo de directrices para decisiones proactivas de reparo o reemplazo.
- 3. Preparación para falla de motores a través de inventario de repuestos.
- 4. Desarrollo de una especificación de compra.
- 5. Desarrollo de una especificación de reparación.
- 6. Desarrollo e Implementación de un Programa de Mantenimiento Preventivo y Predictivo.

Fuente: Motor Planning Kit Versión 2.1 por Consortium for Energy Effciciency Inc.

Tomando Decisiones Proactivas sobre Motores

- La toma de decisiones proactivas ayudarán a minimizar el tiempo de inactividad no programada y mejorar en general la rentabilidad.
- Tomar decisiones proactivas significa pensar en las decisiones de falla del motor antes que ocurra la falla.
- Con una planificación proactiva se puede calcular la sustitución de un motor más rentable; las decisiones son basadas en la economía y no en la disponibilidad del motor.

Eficiencia Típica vs. Curva de Carga para Motores de Inducción Polifásicos



EL sobredimensionar resulta ineficiente.

La eficiencia del motor disminuye bruscamente por debajo de 40 % de la carga nominal y la operación del motor en este rango está muy por debajo de su eficiencia de placa.

Como regla general, es mejor seleccionar un motor que funciona con un factor de carga entre 60% y 85%.



ESTRATEGIA EN LA TOMA DE DECISIONES

ESTRATEGIA A: DESARROLLAR UN SET DE REGLAS GENERALES DE DECISIONES

Ejemplo de reglas de decisión:

- 1. Reemplazar motores que operan un determinado número de horas por motores de alta eficiencia o NEMA Premium, o cuando el payback calculado llegue a un valor aceptable de acuerdo a un criterio especificado.
- 2. Reemplazar motores con falla cuando el costo de reparación excede un determinado porcentaje del motor, por ejemplo más de 60%.



ESTRATEGIA EN LA TOMA DE DECISIONES

ESTRATEGIA B: DESARROLLAR ESPECIFICACIONES PARA DECISIONES DE REEMPLAZO/REPARACIÓN DE MOTORES INDIVIDUALES

Ejemplo:

1. Algunas compañías deciden enfocarse en los motores más importantes en la industria, tales como los motores más grandes o los de operación más crítica. Los motores críticos pueden incluir también que éstos ofrecen las mayores oportunidades de ahorros, ejemplo los motores de uso intensivo.



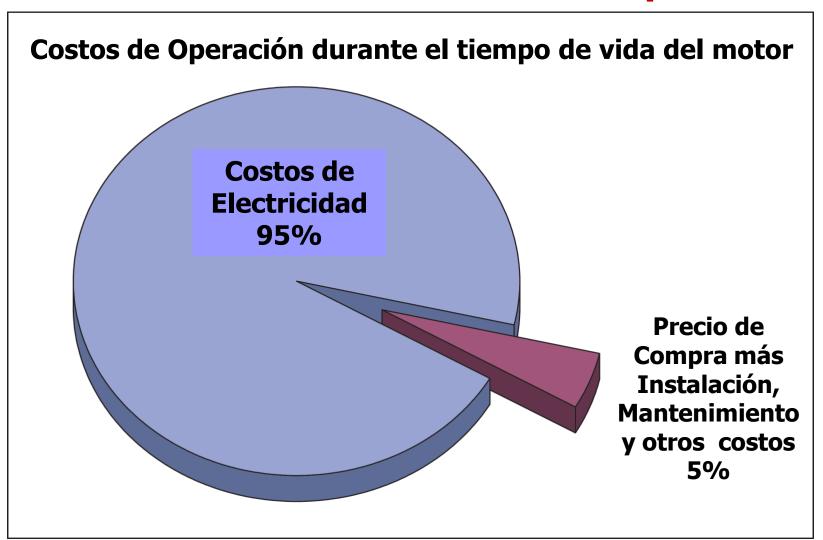
ESTRATEGIA EN LA TOMA DE DECISIONES

ESTRATEGIA C: DESARROLLAR UN INVENTARIO INTEGRAL DE MOTORES

Este punto expande la estrategia B, Requiere la evaluación de cada motor o tipo de motor desarrollando una apropiada respuesta de reparación/reemplazo para cada aplicación, e implementar un plan de administración de inventario para asegurar que cuando un motor falla, se tiene disponible inmediatamente la solución más rentable.

Algunas organizaciones deciden externalizar el desarrollo de sus inventarios integrales, siendo expertos consultores o fabricantes/distribuidores de motores los que llevan a cabo esta tarea.

Costo de Inversión vs. Costo de Operación



CASO II: CONSIDERACIONES PARA EL ANÁLISIS DE RENTABILIDAD POR REEMPLAZO DE MOTORES EFICIENTES EN UN COMPLEJO MINERO

- Información de Campo: registros de (V, I) para obtención de potencia efectiva y factor de carga; relación de motores por área y sus respectivos datos de placa (HP, V, I, Hz, velocidad en rpm).
- Se considera reemplazo de motores de eficiencia estándar por motores de alta eficiencia y eficiencia Premium;
- La evaluación se ha realizado por áreas de proceso productivo.
- Se analizan dos casos:

Caso I: Considerando la venta de motores usados a ser reemplazados;

Caso II: Depreciando los costos por motores usados.

CONSIDERACIONES PARA EL ANÁLISIS DE RENTABILIDAD POR REEMPLAZO DE MOTORES EFICIENTES EN EL COMPLEJO MINERO ...(CONT.)

- Se ha evaluado el reemplazo de los motores de 1-200 HP de potencia, para las distintas áreas del complejo minero.
- Para el análisis se ha calculado el porcentaje de carga del orden de 75% (de acuerdo a los valores medidos); y los valores de eficiencia correspondientes a este porcentaje de carga se han obtenido de las tablas de fabricantes y Normas NEMA, dependiendo de la potencia, la tensión y del número de polos de cada uno de los motores en evaluación.
- Asimismo se ha tenido en cuenta los precios de motores de Alta Eficiencia y Eficiencia Premium de marca General Electric (costos relativamente mayores al promedio del mercado), por tanto se presenta un escenario pesimista para el análisis de rentabilidad.



CENYTEC SAC CONSULTORES EN ENERGIA Y TECNOLOGIA SAC

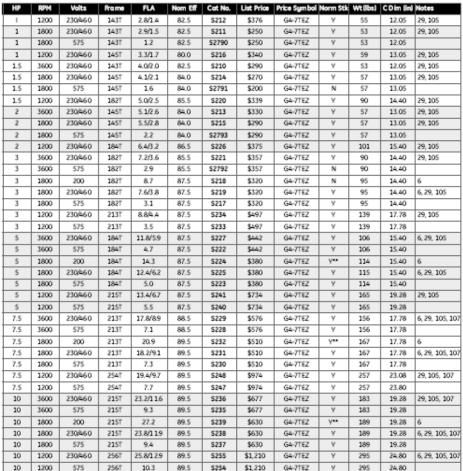
EPAct

Value Line™ Totally Enclosed Fan-Cooled

Pricing

Volts: 200, 230/460, 460, 575

HP: 1-250



NEMA Premium® X\$D ULTRA®

Pricing

Volts: 230/460, 460, 575



ecomagination:

| HP: | I-300 | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------|---------|-------|---------|------------|------------------|------------|---------------|-----------------|----------|----------|--------|-------|
| НР | RPM | Volts | Frame | FLA | Nom Eff | Guar. Min Eff | Cat No. | List Price | Price Symbol | Norm Stk | Wt (lbs) | C D im | Notes |
| Τ | 1200 | 230/460 | 143T | 2.8/1.4 | 80.0 | 78.5 | M480 | \$653 | G4-7U1 | N | 43 | 13.40 | |
| 1 | 1200 | 575 | 143T | 1.1 | 80.0 | 78.5 | M481 | \$653 | G4-7U1 | N | 43 | 13.40 | |
| 1 | 900 | 230/460 | 145T | 3.8/1.9 | 72.0 | 70.0 | M460 | \$901 | G4-7U1 | N | 50 | 13.40 | |
| 1 | 900 | 575 | 145T | 1.5 | 72.0 | 70.0 | M477 | \$901 | G4-7U1 | N | 50 | 13.40 | |
| 1 | 3600 | 230/460 | 143T | 2.8/1.4 | 87.5 | 86.5 | M462 | \$618 | G4-7U1 | N | 43 | 13.40 | 55 |
| 1 | 3600 | 575 | 143T | 1.1 | 87.5 | 86.5 | M463 | \$618 | G4-7U1 | N | 43 | 13.40 | 55 |
| 1 | 1800 | 230/460 | 143T | 2.8/1.4 | 86.5 | 85.5 | M482 | \$559 | G4-7U1 | Y | 43 | 11.60 | |
| 1 | 1800 | 460 | 143T | 1.4 | 86.5 | 85.5 | M475 | \$559 | G4-7U1 | Y | 43 | 11.60 | |
| 1 | 1800 | 575 | 143T | 1.1 | 86.5 | 85.5 | M483 | \$559 | G4-7U1 | N | 43 | 11.60 | |
| 1 | 1200 | 230/460 | 145T | 3.6/1.8 | 82.5 | 81.5 | M484 | \$693 | G4-7U1 | N | 50 | 13.40 | |
| 1 | 1200 | 460 | 145T | 1.8 | 82.5 | 81.5 | M476 | \$693 | G4-7U1 | N | 50 | 13.40 | |
| 1 | 1200 | 575 | 145T | 1.5 | 82.5 | 81.5 | M485 | \$693 | G4-7U1 | N | 50 | 13.40 | |
| 1 | 900 | 230/460 | 182T | 4.4/2.2 | 80.0 | 78.5 | M9871 | \$819 | G4-7U1 | Y | 76 | 15.90 | 55 |
| 1 | 900 | 460 | 182T | 2.2 | 80.0 | 78.5 | M9887 | \$819 | G4-7U1 | Y | 76 | 15.90 | 55 |
| 1 | 900 | 575 | 182T | 1.8 | 80.0 | 78.5 | M9872 | \$819 | G4-7U1 | N | 76 | 15.90 | 55 |
| 1.5 | 3600 | 230/460 | 143T | 4.0/2.0 | 87.5 | 86.5 | M486 | \$649 | G4-7U1 | N | 43 | 11.60 | 55 |
| 1.5 | 3600 | 575 | 143T | 1.6 | 87.5 | 86.5 | M487 | \$649 | G4-7U1 | N | 43 | 11.60 | 55 |
| 1.5 | 1800 | 230/460 | 145T | 4.2/2.1 | 86.5 | 85.5 | M492 | \$621 | G4-7U1 | Y | 50 | 11.60 | |
| 1.5 | 1800 | 460 | 145T | 2.1 | 86.5 | 85.5 | M464 | \$621 | G4-7U1 | N | 50 | 11.60 | |
| 1.5 | 1800 | 575 | 145T | 1.7 | 86.5 | 85.5 | M493 | \$621 | G4-7U1 | N | 50 | 11.60 | |
| 1.5 | 1200 | 230/460 | 182T | 4.8/2.4 | 87.5 | 86.5 | M9702 | \$604 | G4-7U1 | Y | 76 | 15.90 | |
| 1.5 | 1200 | 460 | 182T | 2.4 | 87.5 | 86.5 | M9943 | \$604 | G4-7U1 | Y | 76 | 15.90 | |
| 1.5 | 1200 | 575 | 182T | 1.9 | 87.5 | 86.5 | M9703 | \$604 | G4-7U1 | N | 76 | 15.90 | |
| 1.5 | 900 | 230/460 | 184T | 6.4/3.2 | 80.0 | 78.5 | M9873 | \$967 | G4-7U1 | Y | 101 | 15.90 | |
| 1.5 | 900 | 460 | 184T | 3.2 | 80.0 | 78.5 | M9888 | \$967 | G4-7U1 | Y | 101 | 15.90 | |
| 1.5 | 900 | 575 | 184T | 2.6 | 80.0 | 78.5 | M9874 | \$967 | G4-7U1 | Y | 101 | 15.90 | |
| 2 | 3600 | 230/460 | 145T | 5.4/2.7 | 86.5 | 85.5 | M490 | \$692 | G4-7U1 | N | 50 | 11.60 | 55 |
| 2 | 3600 | 460 | 143T | 2.7 | 86.5 | 85.5 | M465 | \$692 | G4-7U1 | N | 43 | 11.60 | 55 |
| 2 | 3600 | 575 | 145T | 2.2 | 86.5 | 85.5 | M491 | \$692 | G4-7U1 | N | 50 | 11.60 | 55 |
| 2 | 1800 | 230/460 | 145T | 5.4/2.7 | 86.5 | 85.5 | M488 | \$684 | G4-7U1 | Y | 50 | 13.40 | |
| 2 | 1800 | 460 | 145T | 2.7 | 86.5 | 85.5 | M494 | \$684 | G4-7U1 | Y | 50 | 13.40 | |
| 2 | 1800 | 575 | 145T | 2.2 | 86.5 | 85.5 | M489 | \$684 | G4-7U1 | N | 50 | 13.40 | |
| 2 | 1200 | 230/460 | 184T | 6.0/3.0 | 88.5 | 87.5 | M9704 | \$675 | G4-7U1 | Y | 101 | 15.90 | |
| 2 | 1200 | 460 | 184T | 3.0 | 88.5 | 87.5 | M9944 | \$675 | G4-7U1 | Y | 101 | 15.90 | |
| 2 | 1200 | 575 | 184T | 2.5 | 88.5 | 87.5 | M9706 | \$675 | G4-7U1 | Y | 101 | 15.90 | |
| 2 | 900 | 230/460 | 213T | 7.6/3.8 | 86.5 | 85.5 | M9875 | \$1,155 | G4-7U1 | Y | 200 | 20.10 | |
| 2 | 900 | 460 | 213T | 3.8 | 86.5 | 85.5 | M9705 | \$1,155 | G4-7U1 | Y | 200 | 20.10 | |
| 2 | 900 | 575 | 213T | 3.0 | 86.5 | 85.5 | M9876 | \$1,155 | G4-7U1 | N | 200 | 20.10 | |

Usable on 200 Volts, 60Hz at 1.0 service factor Usable on 200/40 0V 5 0Hz at 1.0 service factor Y-Start/Delta-Run Capable

TOW Construction

Fuente: Datos del Fabricante – General Electric



MOTORES DE ALTA EFICIENCIA Y EFICIENCIA PREMIUM VS. MOTORES DE EFICIENCIA ESTÁNDAR

$$S = PxCEAxTx \left[\left(\frac{100}{E_1} \right) - \left(\frac{100}{E_2} \right) \right]$$

- S = Ahorro Anual (US\$)
- P = Potencia del motor
- CEA = Costo de energía eléctrica (US\$/kWh)
- T = Horas de operación al año
- E1=Eficiencia del motor estándar (M1=Motor de Eficiencia Estándar)
- E2=Eficiencia del motor de alta eficiencia (M2=Motor de Alta Eficiencia)

Recuperación = (\$M2 - \$M1) / Anual

Los ahorros son determinados a partir del análisis de comparación en base a costos por concepto de energía, potencia eléctrica y horas de operación al año.



CALCULO DE LA RENTABILIDAD POR REEMPLAZO DE MOTORES: MÉTODO DEL DESLIZAMIENTO (S).





MOTORES DE ALTA EFICIENCIA vs. MOTORES DE EFICIENCIA ESTÁNDAR

REEMPLAZO DE MOTORES ESTÁNDAR POR MOTORES DE ALTA EFICIENCIA

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD - ALTERNATIVA I: CONSIDERANDO VENTA DE MOTORES USADOS

AREA: RECUPERACIÓN DE AGUA

| HP | CANT | V | RPM | Precio Unitario AE (*) | Costo del Motor Usado | Diferencia de Costos | Sub Total Inversión MAE (US\$) | Sub Total Inversión Instalación (US\$) | Sub Total Ahorros AE (US\$) | Sub Total Ahorros Potencia (US\$) | Pay-back |
|-----|------|-----|------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---|-----------------------------------|--|----------|
| 150 | 1 | 460 | 1800 | 7847 | 3139 | 4708 | 4708 | 141.25 | 1459.44 | 482.92 | 2.50 |
| 75 | 2 | 460 | 1800 | 4047 | 1619 | 2428 | 4857 | 145.70 | 1611.67 | 533.29 | 2.33 |
| 25 | 2 | 460 | 1800 | 1139 | 456 | 684 | 1367 | 41.01 | 494.82 | 163.73 | 2.14 |
| 7.5 | 2 | 460 | 1800 | 408 | 163 | 245 | 490 | 14.69 | 178.35 | 59.02 | 2.12 |

Total Inversión por Uso de Motores de Alta Eficiencia (US\$) 11,421.60

Total Inversión por Concepto de Instalación (US\$) 342.65

Total Ahorros anuales en Energía : 69,53 MWh (US\$) 3,744.29

Total Ahorros anuales en Potencia: 8,7 kW (US\$) 1,238.96

PAYBACK 2.36

Costo Medio de Energía US\$/kWh 0,05385; Costo por Potencia US\$ /kW 11.88; Tipo de Cambio 2,906

(*) Fuente: Precio Lista Fabricante GENERAL ELECTRIC - GE





MOTORES DE ALTA EFICIENCIA vs. MOTORES DE EFICIENCIA ESTÁNDAR

REEMPLAZO DE MOTORES ESTÁNDAR POR MOTORES DE ALTA EFICIENCIA

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD – ALTERNAT.IVA II: DEPRECIANDO TOTALMENTE LOS COSTOS DE LOS MOTORES USADOS

AREA: RECUPERACION DE AGUA

| HP | CANT | V | RPM | Precio Unitario AE (*) | Diferencia de Costos | Sub Total Inversión MAE (US\$) | Sub Total Inversión Instalación (US\$) | Sub Total Ahorros AE (US\$) | Sub Total Ahorros Potencia (US\$) | Pay- back |
|-----|------|----------|------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------|
| 150 | 1 | 460 | 1800 | 7847 | 7847 | 7847 | 235,42 | 1459,44 | 482,92 | 4,16 |
| 75 | 2 | 460 | 1800 | 4047 | 4047 | 8094 | 242,83 | 1611,67 | 533,29 | 3,89 |
| 25 | 2 | 460 | 1800 | 1139 | 1139 | 2278 | 68,35 | 494,82 | 163,73 | 3,56 |
| 7,5 | 2 | 460 | 1800 | 408 | 408 | 816 | 24,48 | 178,35 | 59,02 | 3,54 |

Total Inversión por Uso de Motores de Alta Eficiencia (US\$) 19 036,00

Total Inversión por Concepto de Instalación (US\$) 571,08

Total Ahorros anuales en Energía: 69,53 MWh (US\$) 3 744,29

Total Ahorros anuales en Potencia: 8,7 kW (US\$) 238,96

PAYBACK 3,93

Costo Medio de Energía US\$/kWh 0,05385; Costo por Potencia US\$ /kW 11.88; Tipo de Cambio 2,906

(*) Fuente: Precio Lista Fabricante GNERAL ELECTRIC - GE

24



MOTORES DE EFICIENCIA PREMIUM vs. MOTORES DE EFICIENCIA ESTÁNDAR

REEMPLAZO DE MOTORES ESTÁNDAR POR MOTORES DE EFICIENCIA PREMIUM

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD - ALTERNATIVA I: CONSIDERANDO VENTA DE MOTORES USADOS

AREA: RECUPERACIÓN DE AGUA

| HP | CANT | ٧ | RPM | Precio Unitario AE (*) | Costo del Motor Usado | Diferencia de Costos | Sub Total Inversión Premium (US\$) | Sub Total Inversión Instal. (US\$) | Sub Total Ahorros AE (US\$) | Sub Total Ahorros Potencia (US\$) | Pay- back |
|-----|------|-----|------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|---|---|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------|
| 150 | 1 | 460 | 1800 | 10552 | 3139 | 7413 | 7413,12 | 222,39 | 1564,29 | 517,61 | 3,67 |
| 75 | 2 | 460 | 1800 | 5582 | 1619 | 3963 | 7925,44 | 237,76 | 2039,03 | 674,70 | 3,01 |
| 25 | 2 | 460 | 1800 | 1730 | 456 | 1274 | 2547,84 | 76,44 | 568,51 | 188,12 | 3,47 |
| 7,5 | 2 | 460 | 1800 | 739 | 163 | 576 | 1152,00 | 34,56 | 277,66 | 91,88 | 3,21 |

Total Inversión por Empleo de Motores Premium (US\$) 19 038,40

Total Inversión por Concepto de Instalación (US\$) 571,15

Total Ahorros anuales en Energía : 82,62 MWh (US\$) 4 449,47

Total Ahorros anuales en Potencia: 10,3 kW (US\$) 1 472,30

Pay - back 3,31

Costo Medio de Energía US\$/kWh 0,05385; Costo por Potencia US\$ /kW 11.88; Tipo de Cambio 2,906

^(*) Fuente: Precio Lista Fabricante GE



MOTORES DE EFICIENCIA PREMIUM vs. MOTORES DE EFICIENCIA ESTÁNDAR

REEMPLAZO DE MOTORES ESTÁNDAR POR MOTORES DE EFICIENCIA PREMIUM

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD – ALTERNATIVA. II: DEPRECIANDO TOTALMENTE LOS COSTOS DE MOTORES USADOS

AREA: RECUPERACIÓN DE AGUA

| HP | CANT | V | RPM | Precio Unitario AE (*) | Diferencia de Costos | Sub Total Inversión Premium (US\$) | Sub Total Inversión Instal. (US\$) | Sub Total Ahorros AE (US\$) | Sub Total Ahorros Potencia (US\$) | Pay-back |
|-----|------|-----|------|------------------------------|-------------------------|---|---|-----------------------------------|--|----------|
| 150 | 1 | 460 | 1800 | 10552 | 10552 | 10552,00 | 316,56 | 1564,29 | 517,61 | 5,22 |
| 75 | 2 | 460 | 1800 | 5582 | 5582 | 11163,20 | 334,90 | 2039,03 | 674,70 | 4,24 |
| 25 | 2 | 460 | 1800 | 1730 | 1730 | 3459,20 | 103,78 | 568,51 | 188,12 | 4,71 |
| 7,5 | 2 | 460 | 1800 | 739 | 739 | 1478,40 | 44,35 | 277,66 | 91,88 | 4,12 |

Total Inversión por Empleo de Motores Premium (US\$) 26 652,80

Total Inversión por Concepto de Instalación (US\$) 799,58

Total Ahorros anuales en Energía: 82,62 MWh (US\$) 4 449,47

Total Ahorros anuales en Potencia: 10,3 kW (US\$) 1 472,30

Pay – back 4,64

Costo Medio de Energía US\$/kWh 0,05385; Costo por Potencia US\$ /kW 11.88; Tipo de Cambio 2,906

^(*) Fuente: Precio Lista Fabricante GE



RESUMEN DE AHORROS

Alternativa I – Considerando la Venta de los Motores Usados

| AREAS | TIPO DE TECNOLOGIA A | AHORRO EN ENERGIA | | AHORRO EN POTENCIA | | CANTIDAD DE | INVERSIÓN | PAY | |
|---------------|-------------------------|----------------------|------------|-----------------------|-----------|----------------|------------|------|--|
| | IMPLEMENTAR | MWh | US\$ | kW | US\$ | MOTORES | US\$ | BACK | |
| PTA. | ALTA EFICIENCIA | 1 846,31 | 99 431,27 | 213,69 | 30 464,09 | 190 | 344 172,60 | 2,65 | |
| CONCENTRADORA | PREMIUM | 2 066,14 | 111 269,98 | 239,14 | 34 091,27 | 190 | 625 832,28 | 4,31 | |
| RECUPERACIÓN | ALTA EFICIENCIA | 69,53 | 3 744,29 | 8,69 | 1 238,96 | 7 | 11 764,25 | 2,36 | |
| DE AGUA | PREMIUM | 82,62 | 4 449,47 | 10,33 | 1 472,30 | 7 | 19 609,55 | 3,31 | |
| TOTAL | ALTA EFICIENCIA | 1 915,83 | 103 175,56 | 222,38 | 31 703,05 | 197 | 355 936,85 | 2,64 | |
| | PREMIUM | 2 148,76 | 115 719,45 | 249,46 | 35 563,58 | 197 | 645 441,84 | 4,27 | |

Fuente: Análisis de Información - Evaluación de motores a ser reemplazados



RESUMEN DE AHORROSAlternativa II - Depreciando los Costos por Motores Usados

| AREAS | TIPO DE TECNOLOGIA A | AHORRO EN ENERGIA | | AHORRO EN POTENCIA | | CANTIDAD DE | INVERSIÓN | PAY | |
|--------------------------|-------------------------|----------------------|------------|-----------------------|-----------|----------------|------------|------|--|
| , \ _ , | IMPLEMENTAR | MWh | US\$ | kW | US\$ | MOTORES | US\$ | BACK | |
| PTA. CONCENTRADOR | ALTA EFICIENCIA | 1 846,31 | 99 431,27 | 213,69 | 30 464,09 | 190 | 573 621,01 | 4,42 | |
| А | PREMIUM | 2 066,14 | 111 269,98 | 239,14 | 34 091,27 | 190 | 855 280,69 | 5,88 | |
| RECUPERACIÓ N DE AGUA | ALTA EFICIENCIA | 69,53 | 3 744,29 | 8,69 | 1 238,96 | 7 | 19 607,08 | 3,93 | |
| N DE AGOA | PREMIUM | 82,62 | 4 449,47 | 10,33 | 1 472,30 | 7 | 27 452,38 | 4,64 | |
| TOTAL | ALTA EFICIENCIA | 1 915,83 | 103 175,56 | 222,38 | 31 703,05 | 197 | 593 228,09 | 4,40 | |
| | PREMIUM | 2 148,76 | 115 719,45 | 249,46 | 35 563,58 | 197 | 882 733,07 | 5,83 | |

20



REDUCCIÓN EN EMISIONES DE CO2

Considerando que para generar 1kWh de energía se producen 0.59 kg de CO2(*), al dejar de generar 1 MWh se reduce la emisión de CO2 en 0,59 toneladas (t) de CO2.

| REDUCCIÓN EN EMISIONES DE | ALTA EFICIENCIA | 1 915,83 | MWh | 1 130,34 t de CO2 (*) |
|------------------------------|--------------------|----------|-----|-----------------------|
| CO2 | PREMIUM | 2 148,76 | MWh | 1 267,77 t de CO2 (*) |

(*) Fuente: Indicadores de Normas Ambientales y Emisión de Residuos.

Análisis de Rentabilidad por Reemplazo de Motores Eficientes

| Datos Financieros | | | | | | | | |
|-------------------------------|------------|--|--|--|--|--|--|--|
| Tasa de descuento | 12,00% | | | | | | | |
| CO&M (US\$/anual) | 14 262,75 | | | | | | | |
| Tasa incremento CO&M | 2% | | | | | | | |
| Tasa incremento costo energía | 7% | | | | | | | |
| Inversión | 344 172,60 | | | | | | | |

| VALOR ACTUAL NETO | VAN | \$ 558 189,51 |
|----------------------------|-----|---------------|
| TASA INTERNA DE RETORNO | TIR | 40,09% |
| INDICE DE RENTABILIDAD | IR | 2,62 |

| Calendario | Ahorros por Consumo de Energía | Costo de Operación y Mantenimiento | Inversión | Diferencia de Flujos | VAN |
|------------|--------------------------------|------------------------------------|-----------|-------------------------|------------|
| Año cero | | | 344 172,6 | -344 172,6 | -344 172,6 |
| Año 1 | 134 878,6 | 14 262,8 | | 120 615,9 | 120 615,9 |
| Año 2 | 144 320,1 | 14 548,0 | | 129 772,1 | 103 453,5 |
| Año 3 | 154 422,5 | 14 839,0 | | 139 583,6 | 99 352,8 |
| Año 4 | 165 232,1 | 15 135,7 | | 150 096,4 | 95 388,9 |
| Año 5 | 176 798,3 | 15 438,5 | | 161 359,9 | 91 559,9 |
| Año 6 | 189 174,2 | 15 747,2 | | 173 427,0 | 87 863,5 |
| Año 7 | 202 416,4 | 16 062,2 | | 186 354,3 | 84 297,2 |
| Año 8 | 216 585,6 | 16 383,4 | | 200 202,2 | 80 858,3 |
| Año 9 | 231 746,6 | 16 711,1 | | 215 035,5 | 77 544,0 |
| Año 10 | 247 968,8 | 17 045,3 | | 230 923,5 | 74 351,2 |



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los ahorros más significativos se dan en las áreas de Planta concentradora - Sulfuros y área de Recuperación de Agua, por tratarse de motores antiguos.
- El área de óxidos es una nueva línea de producción y ya cuenta con motores de Alta Eficiencia y Eficiencia Premium, por tanto no se ha evaluado su reemplazo.
- Los Ahorros en Energía por reemplazo de motores de alta eficiencia y motores Premium son del orden de 1 915,83 MWh y 2 148,76 MWh, respectivamente. Y una reducción de potencia en 0,22 MW y 0,25 MW por motores de alta eficiencia y eficiencia Premium, respectivamente.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los ahorros por energía son del orden de US\$ 103 175,56 y US\$ 115 719,45, por reemplazo de motores de alta eficiencia y eficiencia Premium, respectivamente. En cuanto a ahorros por potencia, son del orden de US\$ 31 703,05 y US\$ 35 563,58; respectivamente.
- Estos resultados deben ser comprobados mediante un auditoría energética la cual incluirá registros de carga en los motores involucrados en el proyecto.
- Pay back (Motores de Alta Eficiencia): 1 a 3 años, salvo motor de 200 HP en 1200 RPM (payback de 6 años), debido al elevado precio de inversión en los motores de baja velocidad (1200 RPM ó 900 RPM).
- El reemplazo por motores de Alta Eficiencia es el caso más rentable, para un horizonte de 10 años el VAN es de \$ 558 189,51 indicando que el proyecto es aceptable, la TIR es de 40,09% indicando que la aplicación de este proyecto es rentable.
 Jr. Francisco de Zela № 2118 Lince Telefax: 51-1-4700082 Telef: 2661370: Nextel:837*2859

32



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El ahorro en la emisión de CO2, será del orden de 1130,3 toneladas de CO2, para el caso de reemplazo por motores de Alta Eficiencia; y 1 267,8 toneladas de CO2, para el caso de reemplazo por motores de Eficiencia Premium, que representa un ahorro significativo respecto a protección del medioambiente y desarrollo sostenible.
- La implementación del proyecto trae consigo la mejor organización de gastos en el complejo, produciéndose un remanente de dinero por la buena administración del consumo de energía eléctrica, la familiarización con la utilización eficiente de la energía así como el empleo de tecnologías eficientes significa un valor agregado que se refleja en calidad de producto y cuidado al medio ambiente. Proceso productivo eficiente, calidad de producto, reducción de costos operativos, reducción de pérdidas, y mayor competitividad.



Ing. Alberto Sandoval Rodríguez www.cenytec.com

gerencia@cenytec.com

cenytec@infonegocio.net.pe