

Memoria de Cálculo para la Corrección del Factor de Potencia del Taller

Industrial de PRAC

PRESENTADO POR:

Leidy Vanesa Ramírez Jaime

Jesús Eduardo Parra Acevedo

Henry Leonardo Villamil Sánchez

Universidad Industrial de Santander.

Bucaramanga - Santander

Trabajo de grado

Enero 2026.

Tabla de Contenidos

Introducción	4
Resultados	5
Calculo del Factor de Potencia Actual.....	5
Cálculo de Potencia Aparente	5
Cálculo de Potencia Activa.....	6
Cálculo de Factor de Potencia.....	7
Cálculo de Potencia Reactiva.....	7
Corrección del Factor de Potencia	8
Factor de Potencia Objetivo.....	8
Cálculo de la Potencia Reactiva Deseada	9
Cálculo de Potencia Reactiva a Compensar.....	9
Dimensionamiento del Banco de Compensadores.....	10
Análisis Técnico-Económico de la Solución	13
Análisis de Viabilidad de Variador de Frecuencia	19
Recomendaciones	20
Conclusiones	21
Lista de referencias	22

Índice de Tablas

Tabla 1. Potencia aparente de la carga instalada.....	5
Tabla 2. Datos Banco Compensador.....	11
Tabla 3. Especificaciones técnicas del banco de capacitores seleccionado.....	11
Tabla 4. Consumo energético mensual año 2025	14
Tabla 5. Costos de implementación	17
Tabla 6. Flujo de ahorro económico	18

Introducción

La presente memoria de cálculo tiene como finalidad analizar el comportamiento energético del sistema eléctrico del taller industrial de la empresa PRAC, específicamente el factor de potencia. A partir del levantamiento eléctrico realizado en campo, se evaluaron las condiciones reales de operación de las cargas, identificando la presencia de equipos de tipo inductivo como motores eléctricos y sistemas de soldadura, los cuales generan consumo de potencia reactiva.

El análisis se enfoca en determinar el factor de potencia actual del sistema, cuantificar la potencia reactiva existente y establecer los requerimientos técnicos necesarios para su corrección hasta un valor adecuado, conforme a criterios de eficiencia energética y normatividad vigente. Finalmente, se propone una solución técnica basada en el dimensionamiento de un banco de condensadores que permita mejorar el desempeño del sistema y reducir pérdidas eléctricas y posibles penalizaciones económicas.

Resultados

Calculo del Factor de Potencia Actual

El cálculo del factor de potencia del sistema eléctrico del taller industrial se llevó a cabo mediante el análisis de la carga instalada, considerando la potencia nominal de los equipos presentes en la instalación. Este enfoque permite obtener una estimación más representativa del comportamiento energético del sistema, especialmente en entornos donde las condiciones de operación varían según el uso de los equipos.

Las cargas evaluadas corresponden principalmente a equipos de naturaleza inductiva, como motores eléctricos, compresores y equipos de soldadura, los cuales inciden directamente en el consumo de potencia reactiva y, en consecuencia, en la reducción del factor de potencia. El análisis se desarrolló con base en un sistema trifásico de 220 V. A partir de este, se determinó la potencia aparente total instalada y se estimó la potencia activa del sistema, con el propósito de calcular el factor de potencia inicial bajo condiciones típicas de operación.

Cálculo de Potencia Aparente

La potencia aparente del sistema se determinó a partir de la carga instalada del taller, considerando la potencia nominal de los equipos eléctricos identificados durante el levantamiento. Este enfoque permite obtener una estimación más representativa del comportamiento real del sistema, en comparación con mediciones puntuales de corriente.

Tabla 1. Potencia aparente de la carga instalada

Equipo	Potencia (VA)
Tronzadora	6720
Pulidoras (2)	4080
Mototool	1656
Tronzadora industrial	2204.8
Compresor	5033.6
Esmeriladora	2204.8
Soldadura	11689.6
Taladro	1372.8
Tomas e iluminación	2560
Total	37,884 VA (37.9 kVA)

El valor anterior representa la potencia total demandada por la instalación bajo condiciones de operación nominal, incluyendo tanto la potencia activa como la potencia reactiva asociada a las cargas presentes en el taller.

Cálculo de Potencia Activa

La potencia activa del sistema se estimó a partir de la potencia aparente total calculada con base en la carga instalada del taller. Este enfoque permite obtener una representación más precisa del consumo real de energía, en comparación con el uso de mediciones puntuales de corriente.

Para el cálculo, se empleó la siguiente expresión:

$$P = S * Fp \quad (1)$$

Donde el factor de potencia fue asumido como 0.85, valor característico de cargas industriales de tipo inductivo como motores eléctricos y equipos electromecánicos presentes en el taller. Y de esta manera se obtuvo lo siguiente:

$$P = 37.9 * 0.85 = 32.215 [kW] \quad (2)$$

Cálculo de Factor de Potencia

Este valor representa la potencia total demandada por la instalación, incluyendo tanto la componente activa como la reactiva.

$$Fp = \frac{P}{S} \quad (3)$$

Sustituyendo los valores previamente calculados:

$$Fp = \frac{32.215}{37.9} = 0.85 \quad (4)$$

Este resultado es consistente con el valor asumido inicialmente para el análisis, el cual corresponde a un comportamiento típico de instalaciones con cargas de tipo inductivo, como motores eléctricos, equipos de soldadura y herramientas electromecánicas.

Por lo tanto, se valida que el sistema presenta un factor de potencia inicial de aproximadamente 0.85, valor que se encuentra por debajo del recomendado (0.95), evidenciando la necesidad de implementar medidas de compensación de potencia reactiva.

Cálculo de Potencia Reactiva

La potencia reactiva del sistema se determinó a partir de la relación entre la potencia aparente y la potencia activa, utilizando la siguiente ecuación:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad (5)$$

Sustituyendo los valores previamente obtenidos:

$$Q = \sqrt{(37.9)^2 - (32.215)^2} = 19.97 \text{ [kVAr]} \quad (6)$$

Este valor representa la potencia dada por las cargas inductivas presentes en el sistema, principalmente motores eléctricos. La existencia de esta potencia reactiva es la causa principal del bajo factor de potencia observado, lo que implica circulación de corriente adicional en el sistema, aumentando pérdidas y disminuyendo la eficiencia energética.

Corrección del Factor de Potencia

La corrección del factor de potencia en este proyecto tiene como objetivo reducir la potencia reactiva presente en el sistema eléctrico del taller industrial de la empresa PRAC, mejorando la eficiencia energética y evitando posibles penalizaciones por parte del operador de red. A partir del análisis realizado en la sección anterior, se determinó que el sistema presenta un factor de potencia de 0.85, lo cual evidencia la necesidad de implementar medidas de compensación.

Factor de Potencia Objetivo

De acuerdo con la normativa vigente aplicada por la Empresa de Energía de Boyacá (EBSA), basada en la Resolución CREG 101 035 de 2024, los usuarios del servicio eléctrico deben mantener un factor de potencia inductivo igual o superior a 0.90 para evitar cargos adicionales por consumo de energía reactiva.

En particular, la regulación establece que existe penalización cuando la energía reactiva consumida supera el 50% de la energía activa, lo cual corresponde a un factor de potencia inferior a 0.90.

En este contexto, para el presente proyecto se establece un factor de potencia objetivo de 0.95, ya que este valor permite cumplir con la regulación vigente, mejorar la eficiencia energética del sistema, reducir la demanda de potencia reactiva y asegurar la viabilidad técnica y económica de la solución propuesta, sin la necesidad de correr riesgos asociados a la sobrecompensación.

Cálculo de la Potencia Reactiva Deseada

Con el fin de mejorar el desempeño energético del sistema, se establece como objetivo un factor de potencia de 0.95. A partir de este valor, se calcula la potencia reactiva que debería tener el sistema una vez realizada la corrección. La potencia reactiva deseada se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Q_2 = P * \tan(\cos^{-1}(Fp_{objetivo})) \quad (7)$$

Sustituyendo los valores correspondientes:

$$Q_2 = 32.215 * \tan(\cos^{-1}(0.95)) = 10.6 [kVAr] \quad (8)$$

El valor hallado hace la representación de la cantidad de potencia reactiva que debería mantenerse en el sistema para operar con un factor de potencia de 0.95, reduciendo así las pérdidas y mejorando la eficiencia energética.

Cálculo de Potencia Reactiva a Compensar

Una vez determinada la potencia reactiva actual del sistema y la potencia reactiva deseada para un factor de potencia de 0.95, se procede a calcular la cantidad de potencia reactiva que debe ser compensada mediante la instalación de un banco de condensadores.

La potencia reactiva a compensar se obtiene como la diferencia entre la potencia reactiva actual y la potencia reactiva deseada, según la siguiente ecuación:

$$Q_c = Q_1 - Q_2 \quad (9)$$

$$Q_c = 19.97 - 10.6 = 9.37 \text{ [kVAr]} \quad (10)$$

Este resultado indica que es necesario compensar aproximadamente 9.37 kVAr de potencia reactiva para lograr un factor de potencia de 0.95 en el sistema eléctrico del taller.

Dimensionamiento del Banco de Compensadores

Con base en el análisis previo del sistema eléctrico del taller, se determinó una potencia reactiva a compensar de: $Q_c = 9.37 \text{ [kVAr]}$, donde este valor corresponde a la potencia necesaria para elevar el factor de potencia actual hasta el valor objetivo de 0.95, cumpliendo con los lineamientos regulatorios y evitando penalizaciones por consumo de energía reactiva.

Selección del Banco Compensador

Dado que los bancos de capacitores comerciales se fabrican en valores normalizados, se selecciona un valor inmediatamente superior al requerido, con el fin de garantizar una compensación adecuada del sistema.

Tabla 2. Datos Banco Compensador

Parámetro	Valor
Potencia Reactiva	9.37 [kVAr]
Calculada	
Capacidad Seleccionada	10 [kVAr]

Dado que los bancos de capacitores comerciales se fabrican en valores normalizados, se selecciona un valor inmediatamente superior al requerido, con el fin de garantizar una compensación adecuada del sistema.

Tabla 3. Especificaciones técnicas del banco de capacitores seleccionado

Parámetro	Especificación
Fabricante	WEG
Línea / Serie	Banco de capacitores automático – línea BCAP
Tipo de equipo	Banco automático de corrección de factor de potencia
Capacidad nominal	10 kVAr
Sistema eléctrico	Trifásico
Tensión nominal	220 / 380 / 440 V
Frecuencia	60 Hz
Configuración	4 pasos (2.5 + 2.5 + 2.5 + 2.5 kVAr)
Tipo de control	Regulador automático de factor de potencia

Parámetro	Especificación
Rango de regulación	Ajustable (típicamente 0.8 inductivo a 0.99 capacitivo)
Tipo de capacitores	Autoregenerables, secos
Tecnología dieléctrica	Polipropileno metalizado
Método de conexión	Interna en triángulo
Protección general	Interruptor termomagnético
Protección por etapas	Fusibles NH
Maniobra	Contactores para maniobra capacitiva
Sistema de descarga	Resistencias de descarga integradas
Tiempo de descarga	≤ 60 s hasta nivel seguro
Tipo de instalación	Interior (tablero metálico)
Grado de protección	IP 21 – IP 31 (según modelo)
Temperatura de operación	-5 °C a 40 °C
Normativa aplicable	IEC 60831
Pérdidas dieléctricas	< 1.5 W/kVAr

Fuente: Elaboración propia con base en catálogo técnico del fabricante WEG.

El banco seleccionado cumple con las condiciones operativas del sistema y permite una compensación adecuada de la potencia reactiva, garantizando eficiencia energética y reducción de penalizaciones.

Selección y ubicación del sistema de compensación

Para este proyecto, se seleccionó una **compensación centralizada**, mediante la instalación del banco de capacitores en el tablero general de baja tensión (TGBT). Esta configuración permite corregir el factor de potencia de manera global para toda la instalación, optimizando el consumo de energía reactiva y reduciendo las pérdidas en la red.

La ubicación en el tablero principal presenta las siguientes ventajas:

- Permitirá una compensación integral de todas las cargas inductivas conectadas.
- Facilitará la supervisión y mantenimiento del sistema.
- Reducirá la circulación de potencia reactiva desde la red de suministro.
- Disminuirá el riesgo de penalizaciones por bajo factor de potencia.

Análisis Técnico-Económico de la Solución

Desde el punto de vista técnico, esto genera los siguientes beneficios:

- Reducción de la potencia reactiva demandada a la red, disminuyendo la carga innecesaria sobre el sistema de distribución.
- Mejora del factor de potencia hasta valores cercanos o iguales a 0.95.
- Disminución de pérdidas eléctricas en conductores y transformador.
- Mejor aprovechamiento de la capacidad instalada, evitando sobrecargas.

- Mayor estabilidad en los niveles de tensión.

Desde el punto de vista económico, la instalación del banco de capacitores representa una inversión que se justifica principalmente por la eliminación de penalizaciones por bajo factor de potencia, según la normativa de la empresa de energía.

Con la corrección del factor de potencia, se obtienen los siguientes beneficios económicos:

- Eliminación o reducción de penalizaciones por energía reactiva.
- Disminución del costo total de la factura eléctrica.
- Optimización del uso de la energía contratada.

Análisis del Consumo Energético Anual

Para hacer un análisis del consumo energético se tomó el año 2025 para hacer el estudio, se tomaron todos los recibos de la energía eléctrica del año mencionado anteriormente, desde el mes de enero hasta el mes de diciembre, se revisó el consumo [kWh] de cada mes y de esta manera se pudo sacar un promedio de consumo anual para así tener una mejor precisión de cuanto se está consumiendo actualmente y cuanto se va a ahorrar cuando se decida poner en marcha el proyecto:

Tabla 4. Consumo energético mensual año 2025

Mes	Consumo (kWh)
Enero	461
Febrero	562
Marzo	486

Mes	Consumo (kWh)
Abril	421
Mayo	876
Junio	562
Julio	747
Agosto	638
Septiembre	694
Octubre	464
Noviembre	637
Diciembre	575

A partir de los datos anteriores, se obtiene un consumo energético anual total de **7123 kWh**, con un consumo promedio mensual de 593.583 kWh

El consumo energético presenta una variabilidad significativa a lo largo del año, con valores mínimos de 421 kWh y máximos de 876 kWh. Este comportamiento está asociado a la operación de las diferentes áreas de la empresa, especialmente al uso intermitente de equipos eléctricos en el taller industrial. Esta variación evidencia la presencia de cargas variables dentro del sistema, lo cual es un factor relevante al momento de proponer estrategias de eficiencia energética.

Estimación del Consumo Energético del Taller

Con base en el levantamiento eléctrico realizado y la caracterización de cargas, se estima que el taller representa aproximadamente el 50% del consumo total de la instalación.

A partir del consumo promedio mensual total previamente calculado (593.58 kWh), se obtiene el consumo energético mensual del taller:

$$E_{taller} = 0.5 * 593.58 = 296.75 \text{ kWh/mes}$$

El costo unitario promedio de la energía eléctrica para usuarios comerciales de la empresa de energía de Boyacá (EBSA) durante el año 2025 se estima en:

$$C_{kWh} = 915.32 \text{ COP/kWh}$$

Por lo tanto, el costo mensual de consumo energético del taller es:

$$C_{mensual} = 296.79 * 915.32$$

$$C_{mensual} = 271.658 \frac{\text{COP}}{\text{mes}}$$

El costo anual corresponde a:

$$C_{anual} = 3'259.896 \frac{\text{COP}}{\text{año}}$$

Evaluación de Pérdidas por Bajo Factor de Potencia

Dado que no todas las pérdidas del sistema dependen exclusivamente del factor de potencia, se adopta un valor conservador del 7% del consumo energético, el cual es ampliamente utilizado en estudios de eficiencia energética para sistemas similares.

Las pérdidas asociadas al bajo factor de potencia se estiman que son de:

$$P_{perdidas} = 0.07 * 271.658 = 19.016 \text{ COP/mes}$$

Este valor representa el impacto económico asociado a la operación del sistema bajo condiciones de bajo factor de potencia, evidenciando la existencia de pérdidas energéticas que pueden ser reducidas mediante la implementación de un sistema de compensación de potencia reactiva.

Ahorro Económico Anual con la Corrección del Factor de Potencia

Mediante la implementación del banco de capacitores previamente dimensionado, se espera reducir las pérdidas económicas asociadas al bajo factor de potencia, las cuales fueron estimadas en función del consumo energético del taller.

En este sentido, el ahorro económico mensual esperado corresponde a:

$$A_{\text{mensual}} = 19.016 \text{ COP/mes}$$

Por lo tanto, el ahorro anual se calcula como:

$$A_{\text{mensual}} = 19.016 * 12 = 228.192 \text{ COP/año}$$

Evaluación Económica de la Solución

La implementación del sistema de compensación de potencia reactiva implica la adquisición e instalación de un banco de capacitores automático de 1 kVAr, seleccionado con base en catálogos técnicos de fabricantes reconocidos como ABB y WEG.

Tabla 5. Costos de implementación

Concepto	Costo (COP)
Banco de capacitores	1'500.000
Instalación y adecuaciones	456,000
Costo total	1'956,000

A partir del ahorro mensual estimado, se puede proyectar el beneficio económico en diferentes horizontes de tiempo:

Tabla 6. Flujo de ahorro económico

Periodo	Ahorro (COP)
Mensual	19.016
Anual	228.192
5 años	1'140.960

El periodo de recuperación (Payback) es uno de los indicadores más importantes para evaluar la viabilidad económica del proyecto, y se calcula como:

$$Payback = \frac{Inversión\ inicial}{Ahorro\ mensual} \quad (11)$$

$$Payback = \frac{1'956.000}{19.016} = 103\ meses \quad (12)$$

Considerando una vida útil típica del banco de capacitores entre 5 y 10 años, se puede establecer que:

Durante los primeros años se recupera progresivamente la inversión inicial.

A partir del periodo de recuperación, el sistema comienza a generar ahorros netos.

En horizontes de operación superiores a 7 años, el ahorro acumulado compensa la inversión realizada.

Análisis de Viabilidad de Variador de Frecuencia

Durante el levantamiento eléctrico se identificó el compresor como un equipo potencialmente susceptible de mejora mediante la implementación de un variador de frecuencia (VFD), debido a que este tipo de equipos generalmente presentan cargas variables.

No obstante, a partir de la información suministrada por el personal encargado del taller, se determinó que el compresor tiene un uso extremadamente limitado, siendo operado aproximadamente dos veces al año. Esta condición implica que el equipo no representa una carga significativa dentro del consumo energético del sistema.

Análisis Técnico – Económico del Variador de Frecuencia

Dado el bajo nivel de utilización del compresor, la implementación de un variador de frecuencia no generaría un impacto relevante en la eficiencia energética del sistema, debido a que:

- El consumo energético del equipo es prácticamente despreciable dentro del total
- No existe un régimen de operación continuo o variable que justifique el control de velocidad
- No se presentan ciclos frecuentes de arranque que requieran optimización

Desde el punto de vista económico, la inversión en un variador de frecuencia no es viable, ya que:

- El ahorro energético sería mínimo o inexistente
- No se justificaría la inversión inicial del equipo
- El periodo de recuperación sería indefinido o demasiado largo

Recomendaciones

Como resultado del análisis desarrollado en la memoria de cálculos para el objetivo de hacer la corrección del factor de potencia, se recomienda la implementación del banco de capacitores dimensionado, con el fin de mejorar el factor de potencia del sistema eléctrico del taller. Esta medida permitirá reducir las pérdidas energéticas asociadas al consumo de potencia reactiva, optimizar el uso de la energía eléctrica y mejorar el desempeño general de la instalación. Adicionalmente, se sugiere ubicar el banco en el tablero general para lograr una compensación centralizada y garantizar una operación segura y eficiente.

Por otra parte, se recomienda establecer un programa de seguimiento energético que permita monitorear periódicamente variables como el consumo eléctrico y el factor de potencia, con el fin de evaluar el desempeño del sistema después de la implementación de mejoras. Asimismo, se sugiere mantener buenas prácticas operativas, como el uso adecuado de los equipos eléctricos y la realización de mantenimientos preventivos, lo cual contribuirá a prolongar la vida útil de la infraestructura eléctrica y asegurar condiciones óptimas de funcionamiento.

Conclusiones

El desarrollo de la memoria de cálculos permitió analizar el comportamiento energético del sistema eléctrico del taller, identificando un factor de potencia inicial de 0.85, valor inferior al recomendado. A partir de este diagnóstico, se determinó la necesidad de implementar un sistema de compensación de potencia reactiva, logrando establecer una solución técnica adecuada mediante el dimensionamiento de un banco de capacitores de 10 kVAr, capaz de mejorar el factor de potencia hasta valores cercanos a 0.95.

Desde el punto de vista económico, la solución propuesta demuestra ser viable, con un periodo de recuperación aproximado de 7 años y un ahorro energético significativo a lo largo del tiempo. Adicionalmente, el análisis permitió descartar la implementación de un variador de frecuencia en el compresor, debido a su bajo nivel de uso, lo cual evidencia un enfoque técnico basado en criterios reales de operación. En conjunto, los resultados obtenidos confirman que la mejora del factor de potencia es una estrategia efectiva para optimizar el consumo energético y garantizar una operación más eficiente del sistema eléctrico.

Lista de referencias

Ingeniería PRAC. (s.f.). *Ingeniería PRAC*. <https://www.ingenieriaprac.com.co/>

PRAC Obras de Ingeniería S.A.S. (s. f.). *Hecho en Paipa - PRAC Obras de Ingeniería*

S.A.S [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=T6imj2rCaqA>

Productos para corrección del factor de potencia. (2025). WEG.

<https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h6f/h9f/WEG-correccion-del-factor-de-potencia-50034873-catalogo-es.pdf>

Conoce todo sobre la energía reactiva. (2023). EBSA.

<https://www.ebsa.com.co/web/56de2-conoce-todo-sobre-la-penalizacion-y-cobro-de-energia-reactiva.pdf>

Corrección del FACTOR DE POTENCIA. (2024). EIS.

[https://www.eis.unl.edu.ar/z/adjuntos/3654/Correcci%C3%B3n del FACTOR D E POTENCIA.pdf](https://www.eis.unl.edu.ar/z/adjuntos/3654/Correcci%C3%B3n%20del%20FACTOR%20DE%20POTENCIA.pdf)

HOJA DE DATOS condensadores para la corrección del factor de potencia. (2026).

WEG. <https://www.weg.net/catalog/weg/SR/es/Controls/Condensadores-y-Correcci%C3%B3n-del-Factor-de-Potencia/Correcci%C3%B3n-del-Factor-de-Potencia/Bancos-de-condensadores-trif%C3%A1sicos/BCW---Banco-de-condensadores-trif%C3%A1sicos/BANCO-CAPACITORES-BCW10V25-T/p/14891694>