

+5



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

“Análisis de los indicadores energéticos para reducir el consumo de energía eléctrica en el instituto República Federal De Alemania - Chiclayo,2019”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTOR:**

Riojas Juárez Carlos Ysidro (ORCID: 0000-0002-3101-1445)

**ASESOR:**

Dr. Salazar Mendoza Aníbal Jesús (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Distribución De Energía

**CHICLAYO- PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación se lo dedico a toda mi familia que siempre confió en mí en especial a mi madre Rosa Betty Juárez y a mi abuela Blanca Pérez que siempre estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos brindándome todo su apoyo y aconsejándome para ser una persona de bien y poder lograr mis metas y objetivos propuestos.

**Riojas Juárez, Carlos Ysidro**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer a dios por estar siempre conmigo por cuidarme y guiarme por el buen camino dándome fuerzas para salir adelante y poder culminar mi carrera como ingeniero.

A mi familia por apoyarme siempre en todo momento, por brindarme sus consejos y por corregirme para hacer una persona de bien.

A todos mis maestros por los conocimientos transmitidos durante todo el periodo de clases y a mi asesor el Dr. Ing. Aníbal J. Salazar Mendoza por apoyarme en este proyecto y poder lograr lo deseado.

A la Universidad Cesar Vallejo por brindar a los estudiantes una excelente educación y permitir a los jóvenes hacer realidad su sueño como profesional.

**Riojas Juárez, Carlos Ysidro**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
<b>I INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>12</b>
3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	12
3.2 Variables y operacionalización. ....	12
3.3 Población, Muestra y muestreo. ....	12
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5 Procedimientos.....	13
3.6 Método de análisis de datos. ....	14
<b>IV. RESULTADOS. ....</b>	<b>15</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>74</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>75</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>76</b>
<b>REFERENCIAS. ....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>78</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de los consumos de energía eléctrica KW-H.....	17
Figura 2. Evolución del consumo de potencia en HP y HFP KW .....	18
Figura 3. Evolución del consumo de energía reactiva (KVAR-H).....	19
Figura 4. Evolución de la facturación mensual de energía eléctrica S/. .....	19
Figura 5. Evolución del factor de carga.....	21
Figura 6. Evolución del consumo de energía, alumnos matriculados y consumo per cápita de energía.....	23
Figura 7. Potencia instalada de las cargas eléctricas de las áreas del ISTP RFA. ....	36
Figura 8. % de potencia instalada por tamaño de carga eléctricas .....	37
Figura 9. Comparación entre intensidad nominal y la intensidad de corriente medida a plena carga (Amperios). .....	43
Figura 10. % Motores con valores % de relación de intensidad medida y nominal .....	45
Figura 11. Triangulo de potencias .....	57
Figura 12. Periodo de hp y hfp.....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Registro de consumo de energía eléctrica. ....	16
Tabla 2. Factor de carga mensual.....	21
Tabla 3. Consumo per cápita de energía (KW-H/alumno) .....	22
Tabla 4. Inventario de cargas eléctricas por áreas en ISTP RFA.....	24
Tabla 5. % de potencia instalada de cargas eléctricas en ISTP RFA.....	35
Tabla 6. % de potencia instalada por tamaño de cargas eléctricas .....	36
Tabla 7. Potencia instalada en iluminación .....	38
Tabla 8. Áreas con mayor potencia instalada .....	39
Tabla 9. Cargas eléctricas en áreas de mayor potencia instalada .....	40
Tabla 10. % potencia instalada de cada tipo de carga .....	41
Tabla 11. Mediciones eléctricas realizadas .....	42
Tabla 12. Relación intensidad a plena carga medida/ intensidad nominal en % .....	44
Tabla 13. % Motores con valores % de relación de intensidad medida y nominal .....	45
Tabla 14. Determinación de la caída de tensión en conductor eléctrico. ....	48
Tabla 15. Conductores eléctricos con caída de tensión superior a 2 voltios.....	49
Tabla 16. Cálculo de pérdida de potencia activa .....	51
Tabla 17. Caída de tensión con propuesta de modificación de conductor eléctrico .....	52
Tabla 18. Valores de capacidad de corriente de conductores eléctricos.....	53
Tabla 19. Motores eléctricos a reemplazar.....	54
Tabla 20. Incremento de eficiencia.....	55
Tabla 21. Determinación del valor de la potencia reactiva compensadora por carga eléctrica.....	58
Tabla 22. Cálculo de la capacitancia.....	59
Tabla 23. Opciones tarifarias .....	62
Tabla 24. Datos de energía y potencia emitidos por la concesionaria.....	63
Tabla 25. Precios unitarios en MT2.....	63
Tabla 26. Facturación por pliego tarifario MT2 .....	65
Tabla 27. Precios unitarios de tarifa MT3 .....	65
Tabla 28. Factor de calificación .....	66
Tabla 29. Facturación de pliego tarifario MT3 .....	67
Tabla 30. Comparación de pliego tarifario .....	68
Tabla 31. Reemplazo de lámparas fluorescentes .....	69
Tabla 32. Inversión inicial .....	70
Tabla 33. Flujo de caja .....	72
Tabla 34. Valor Actual Neto .....	72
Tabla 35. Tasa Interna de Retorno.....	73

## RESUMEN

El instituto República Federal de Alemania está pasando por una situación energética grave debido al aumento de consumo de energía eléctrica ya que no tienen un control de sus equipos consumidores.

Es por ello que en la presente tesis denominada: "ANÁLISIS DE LOS INDICADORES ENERGÉTICOS PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL INSTITUTO REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA-CHICLAYO,2019", tiene como objeto primordial solucionar la problemática mediante propuestas que permita reducir el consumo de energía eléctrica y el mejoramiento de la eficiencia energética.

Al reducir el consumo de energía eléctrica estamos reduciendo también las emisiones de CO<sub>2</sub>, contribuyendo al medio ambiente.

Primero se hizo un diagnóstico para determinar el estado actual del consumo de energía eléctrica donde la potencia contratada es de 62 kW y el promedio de la máxima demanda es de 74 kW lo cual, nos da entender que la máxima demanda supera la potencia contratada. También se hizo un inventario de cargas por áreas, para determinar qué áreas tienen más equipos consumidores lo cual se llegó a identificar que el área más consumidora de energía eléctrica, es el área de mecánica de producción que es el 52.99% de la potencia total instalada.

Luego, se realizaron propuestas en las cuales destacan: banco de condensadores, reemplazo de conductores, reemplazo de motores eléctricos que tienen un indicador entre la intensidad de corriente medida y la intensidad de corriente nominal, inferior al 80% y por último el reemplazo de lámparas fluorescentes convencional a tecnología LED.

Finalmente se hizo una evaluación económica, la cual, determinó que el valor actual neto es de 31,712.2 Soles, una tasa interna de retorno de 3.9% mensual y una relación beneficio costo de 1.59, valores que hacen factible la propuesta.

**Palabras claves:** consumo de energía eléctrica, eficiencia energética, diagnóstico, tecnología led

## ABSTRACT

The Federal Republic of Germany Institute is going through a serious energy situation due to the increase in electricity consumption since they do not have control over their consumer equipment.

That is why in this thesis entitled: "ANALYSIS OF ENERGY INDICATORS TO REDUCE ELECTRICITY ENERGY CONSUMPTION IN THE FEDERAL REPUBLIC INSTITUTE OF GERMANY-CHICLAYO, 2019", has as its primary objective to solve the problem through proposals to reduce consumption of electric power and the improvement of energy efficiency.

By reducing the consumption of electricity, we are also reducing CO<sub>2</sub> emissions, contributing to the environment.

First a diagnosis was made to determine the current state of electric power consumption where the contracted power is 62 Kw and the average of the maximum demand is 74 Kw which, gives us understand that the maximum demand exceeds the contracted power. An inventory of loads by areas was also made, in order to determine which areas have more consumer equipment, which was identified as the area that consumes more electricity, is the area of mechanics of production that is 52.59% of the total installed power.

Then, proposals were made in which stand out: bank of capacitors, replacement of conductors, replacement of electric motors that have an indicator between the measured current intensity and the rated current, less than 80% and finally the replacement of lamps fluorescent conventional to LED technology.

Finally, an economic evaluation was made, which determined that the net present value is 31,712.2 Soles, an internal rate of return of 3.9% per month and a benefit-cost ratio of 1.59, values that make the proposal feasible.

**Keywords:** electric power consumption, energy efficiency, diagnosis, LED technology

## I INTRODUCCIÓN

Las instalaciones eléctricas en el interior de los edificios públicos en el país, presentan deficiencias debido a que en muchos casos no cumplen lo estipulado en el reglamento nacional de edificaciones, código nacional de electricidad; así como también porque datan de más de 30 años de antigüedad; siendo entre ellos, el caso la infraestructura del IST República Federal de Alemania (ISTRFA).

En el instituto República Federal De Alemania, aunque no tiene registros o mediciones sobre indicadores del sistema eléctrico, ésta tiene instalaciones que no se rigen a la normatividad en ciertos aspectos, las cargas han aumentado consistentemente a la evolución del aprendizaje que se brinda ya que este evoluciona también al mercado que se apunta, esto determina que son ampliaciones sin proyección y debido a ello no se genere la optimización de la energía que consume el instituto.

El problema energético y medioambiental en el mundo, se manifiesta por medio de un finito horizonte y próximo para los combustibles no renovables y el calentamiento del sistema planetario. Con esto se ha tenido en conveniencia distintas administraciones con la finalidad de generar e innovar medidas políticas energéticas que conlleven a promover un uso razonable de la energía eléctrica y la eficiencia energética, ya que con ello se reduce la factura energética así mismo con la intensidad energética del sistema productivo en un periodo determinado, el cual disminuye la emisión de agentes contaminantes que los combustibles fósiles generan al ser consumidos **(IDAE, 2011, p. 10)**.

En nuestro país el aumento en los costos de combustibles fósiles, no ha generado angustia para la ciudadanía ya que el estado peruano subsidio una cierta parte de dichos precios. El 56% de la matriz energética en lo que concierne al año 2007 corresponde al petróleo y el 17% al Gas Natural + LGN, lo cual son los principales hidrocarburos de dicha matriz. Se presentan interesantes alternativas energéticas bajo este escenario entre ellas tenemos las energías renovables, la mejora de la gestión energética mediante el ahorro energético y los biocombustibles. Si el precio del combustible aumenta, el precio de la energía eléctrica también aumenta. Debido a que las centrales térmicas son la mayor fuente de generación de la energía eléctrica **(Fiestas, 2011, p. 7)**.

El problema se formula: ¿El análisis de indicadores energéticos podrán reducir el consumo de energía eléctrica en el Instituto República Federal de Alemania - Chiclayo, 2019?

El trabajo de investigación, se justifica técnicamente, porque se emplearán metodologías para el análisis y la puesta en marcha de un plan que permita la reducción del índice de consumo de energía. En el ámbito social, éste radica en que el usuario final podrá acceder a un mejor producto con mejoría económica ya que las mejoras en las instalaciones con cuanto al uso eficiente de la energía repercutirá directamente en la producción de la empresa y está en el consumo del usuario final.

Se justifica económicamente ya que al reducir el consumo de energía eléctrica en el instituto estamos reduciendo también el pago mensual por el uso de la electricidad. Y ambientalmente se justifica la investigación porque al ser uso de energía eléctrica también se está aportando al calentamiento global, y su uso responsable es obligatorio para todas las empresas sobre todo para las empresas del sector industrial una auditoria energética es indispensable para poder llevar el control del consumo de energía de manera eficaz y responsable asimismo con esto contribuir a la disminución del calentamiento global. Teniendo en cuenta que

la matriz energética del Perú, el 54% de la potencia instalada del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional, es en centrales termoeléctricas, las cuales si tienen emisiones de CO<sub>2</sub> hacia el medio ambiente.

El objetivo general de la investigación es analizar los indicadores energéticos para reducir el consumo de energía eléctrica en el Instituto República Federal de Alemania - Chiclayo, para lo cual se plantea 4 objetivos específicos, que son:

- a) Determinar la evolución del indicador energético, específicamente del consumo per cápita de energía eléctrica, en el IST RFA.
- b) Realizar mediciones de los parámetros de las cargas eléctricas y su comparación con los valores nominales.
- c) Proponer modificaciones y acciones en las cargas eléctricas de mayor consumo a fin de disminuir la facturación eléctrica.
- d) Realizar un análisis económico utilizando indicadores tales como valor actual neto, tasa interna de retorno y relación beneficio costo.

La hipótesis de la investigación es: Si se analizan los indicadores energéticos se podrá reducir el consumo de energía eléctrica en el Instituto República Federal de Alemania - Chiclayo, 2019.

## II. MARCO TEÓRICO

Existen trabajos de investigación, en cuánto a los indicadores energéticos, realizados en diferentes lugares, en los cuales utilizan metodologías para obtener resultados que conllevan al ahorro del consumo de energía eléctrica, los cuales al aplicarse constituyen la guía para realizar modificaciones, tanto de índole físico, como administrativo; entre las investigaciones analizadas, se tiene:

**Melendez (2014)** en su trabajo de final de carrera “Análisis e interpretación de indicadores energéticos para el desarrollo sostenible de Guatemala” para optar el título de Ingeniero de la Energía, cuyo objetivo fue el análisis e interpretación de los indicadores energéticos para poder evaluar el desarrollo sostenible de Guatemala, llego a la conclusión que el país abarca un índice de sostenibilidad del 5.68 de 10 posibles lo que lo hace ubicar en el puesto 69 de 166 países estudiados, su fortificación es la sostenibilidad ambiental y revela como debilidad la equidad energética para el cual posee un índice de 4.81 de 10 posibles sus mayores deficiencias en este punto son el no acceso de la población a la electricidad y en mayor parte que los requerimientos energéticos residenciales son abastecidos por combustibles no comerciales como leña y carbón vegetal; la otra debilidad que presenta es la seguridad energética, con un índice de 5.1 de 10 posibles, debido a que el país no ha podido disociar el desarrollo económico al consumo de energía, debido a que ha sido afectado a desastres naturales y crisis económicas mundiales, sumado a esto no hay existencia de alguna norma de eficiencia energética en todos los sectores y actividades.

**Bastidas (2015)** en su tesis “Estudio y análisis de eficiencia energética del sistema eléctrico del hospital IESS-Ibarra” para obtener el título profesional de Magister en Energías Renovables cuyo objetivo fue construir el balance energético así también como implementar alternativas de eficiencia energética en el sistema eléctrico del hospital IESS –Ibarra, donde concluyo que el porcentaje de gasto en energía en comparación del costo del total de la energía consumida en el hospital

es del 44.7%, y que existe la tendencia de mejora en el hospital del 29.89%. El principal consumo de energía se debe a la climatización por las bajas temperaturas a las que llega el hospital, otro factor que afecta al consumo de energía es la falta de dirección al consumo de energías limpias tanto en el sistema eléctrico como en el sistema térmico, así como el enfoque del uso eficiente de la energía ya que según lo establece el tesista chile cuenta con un costo por kWh barato en comparación con otros países, por lo que este bajo costo lo vuelve derrochador en el recurso.

**Marcelo, La Madrid y Santa María (2013)** en su artículo científico “Evaluación mediante indicadores productivos y energéticos de tres módulos de producción de panela granulada” presentado en el onceavo LACCEI cuyo objetivo fue caracterizar de manera completa en lo productivo como energéticamente los módulos de producción de panela granulada en la sierra Piurana, concluye que se logró el objetivo planteado, a través de los indicadores se puede llegar a conocer dichos problemas que se presentan en los módulos paneleros y así tener la seguridad para la toma de decisiones respectivos dependiendo del financiamiento de cada módulo, aun así con la innovación de la tecnología sigue presentándose potencial energético que se va perdiendo con los gases de combustión, debido a temperaturas muy altas en las chimeneas y a veces debido a los excesos de aire, la aplicación de la ingeniería en la tecnología panelera implica que se puede mejorar significativamente la eficiencia energética, lo que también implica que se debe aumentar la tecnología en la sierra de Piura.

**Núñez (2015)** en su tesis “Gestión energética sostenible de edificios utilizando herramientas de medida y verificación – Caso de estudio” con la finalidad de obtener su titulación de Ingeniero Mecánico Electricista, tuvo como objetivo argumentar lo importante que es la gestión energética en el sector de edificaciones por medios de verificación internacionales y protocolo de mediciones, dando el concepto de desarrollo sostenible como base, concluye que

al verificar el estado de arte queda comprobado lo importante que es el potencial de ahorro de energía en edificaciones, debido a un crecimiento alto del sector y de su consumo lo cual representa en algunos países hasta el 40% del consumo total de energía, algunos de los instrumentos que se usan para fomentar la eficiencia en el ámbito de edificaciones son legislativos basados en códigos, leyes, políticas y programas, apoyo económico sobre estudios energéticos, acogida de alternativas de soluciones técnicas comprobadas, incentivos económicos para el uso de tecnologías limpias, formación, información y concientización, el uso de tecnologías eficaces en el mercado para el sector de edificaciones, cabe recalcar la existencia de una gran variedad con el suficiente grado de madurez y a costos que son accesibles como para permitir su implantación.

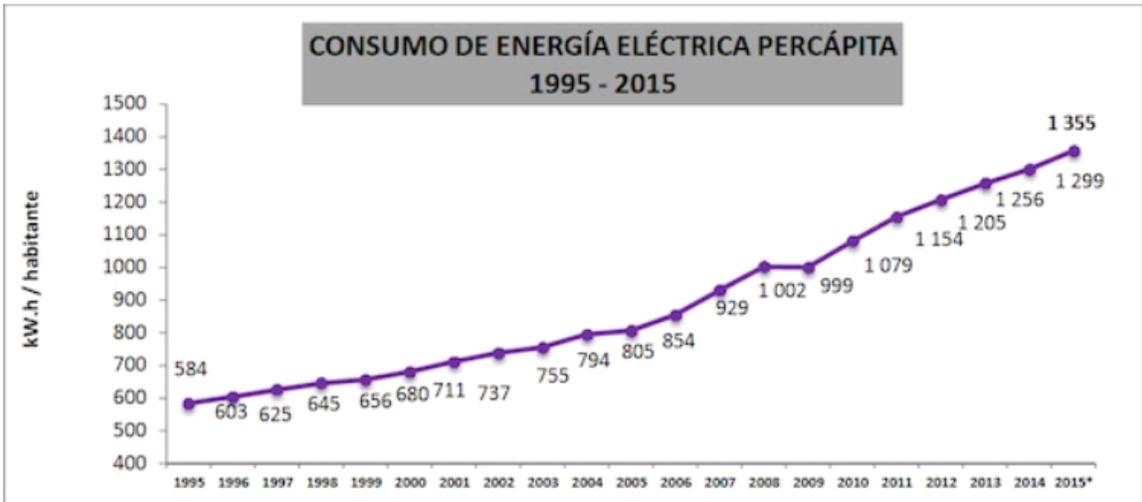
**Tapia y Gonzales (2017)** en su tesis “Reducción del índice del consumo energético en una fábrica de hielo en la ciudad de Chiclayo” para optar por el título de Ingeniero Mecánico electricista tuvo como objeto disminuir el índice de consumo de energía mediante de una Auditoria Energética en la fábrica de Hielo Santa Colonia SAC, cuyas conclusiones más importantes establecen que la auditoria determina un ratio de energía producto en este caso de 2,2764 kWh/unidad de hielo, las mejoras para disminuir este ratio o el consumo fueron mejora en el sector de iluminación, mejora en el sector de mantenimiento en lo que concierne a instalaciones eléctricas y mejoras en el sistema de facturación de del consumo energía eléctrica, con lo cual pretende disminuir el consumo energético a uno menor que el índice de consumo energético de 1.9kWh/unidad como lo propone la OLADE. Los resultados de la inversión realizada en comparación con el ahorro generado fueron positivos con un TIR de 14,457.73 y un VAN de 96%.

El consumo de energía eléctrica por cada persona que utiliza las instalaciones de una edificación, campus, edificio multifamiliar, etc. se denomina consumo per cápita de energía, en un determinado tiempo, utilizando el kW-h/usuario, como la unidad de medida. En el Perú, este indicador energético, ha ido creciendo desde

un valor de 584 kW-h por habitante en el año 1995, hasta un valor de 1355 kW-h/habitante en el 2015, es decir que cada habitante en el Perú, consume en promedio, casi tres veces más cantidad de energía eléctrica, de los que consumía hace 20 años.

En la figura 1, se muestra la evolución de este indicador energético, teniendo un crecimiento ascendente cada año.

Figura 1. Consumo de energía eléctrica per cápita 1995 - 2015



Fuente: MINEM, 2018.

La Auditoría Energética es la forma más factible para poder llegar a obtener los indicadores energéticos, a ello se le define como un estudio integral de cada uno de los aspectos, tanto económicos como técnicos, siendo estos los que afecten de forma directa o indirecta el consumo de las diferentes energías en un establecimiento, esta permite identificar los puntos críticos de baja eficiencia energética, así como establecer las posibles medidas correctoras. La Auditoría Energética Eléctrica recolecta datos sobre el consumo de energía eléctrica y suministro con la finalidad de estimar aquellas posibilidades de ahorro en cuanto a

la cuantificación y energía de las mismas; con ello la oportunidad económica de ejecutarlas es determinada por conveniencia **(Fausto, 2012, p. 4)**.

Una de las formas de evaluar este indicador, y de proponer mejoras a la infraestructura eléctrica de una edificación, es la implementación de auditorías energéticas. El Ministerio de Energía y Minas, ha establecido, procedimientos generales a fin de realizar el diagnóstico, y con ello proponer acciones inmediatas, a fin de que su implementación conlleve al ahorro de la energía eléctrica, y con ello la reducción de la máxima demanda en horas punta para el sistema eléctrico interconectado nacional (SEIN), la disminución de la facturación eléctrica que tiene relación directa a los costos operativos, y finalmente a la reducción de las emisiones de gases de escape, si la fuente de generación es de índole termoeléctrico.

Entre los procedimientos, que se deben tener en cuenta al momento de realizar la auditoría energética, ésta se realiza en etapas, que están claramente definidas, y que, si se cumple con lo establecido, se tendrá, resultados favorables.

La primera etapa de la auditoría es Recolección de inventarios e información como base de las instalaciones **(Fausto, 2012, p. 7)**.

- a) Determinar las áreas principales y el proceso productivo.
- b) Determinar aquellas fuentes de energía eléctrica.
- c) Identificación de horas de operación, capacidad instalada y consumidores de energía.
- d) De las facturas de los suministradores de energía obtener la información histórica.

La segunda etapa de la auditoría es para entender y conocer cómo se distribuye la energía en los diferentes aspectos del proceso productivo o áreas se debe elaborar balances, para la caracterización de la carga (Fausto, 2012, p. 7).

- a) Recopilar datos.
- b) Las mediciones y registros deben ser puntuales.
- c) En un tiempo determinado y expresadas en las mismas unidades deben estar referidas las distintas formas de energía tanto en lo que entran o salen del sistema.
- d) Según la base de la energía que aporta el sistema es idéntica al que este cede por lo que los balances deben registrarse a ello.

Las acciones para la tercera etapa de la auditoría energética es que de cada equipo o grupo de equipos se debe determinar la incidencia de consumo de energía total y el costo total que generan estos (Fausto, 2012, p. 7).

La cuarta etapa es para especificar la eficiencia energética de dichas operaciones y así mismo el potencial de ahorro de energía eléctrica se deben tener índices de consumo de energía. Entre ellos:

- a) Especificación de energía en su consumo.
- b) Factor de carga.

La quinta Etapa es para especificar aquellos potenciales de ahorro de energía por todos los aspectos ya sea áreas, equipos o centros de costos, mediante una evaluación técnica que detalle en los diferentes campos (Fausto, 2012, p. 7):

- a) Sistemas Eléctricos: evaluación de las cargas eléctricas, así como también la generación, la transformación y la distribución de la energía.

- b) Sistemas Mecánicos: evaluación de sistemas de bombeo y aire comprimido, de manejo de aire y materiales.
- c) Sistemas Térmicos: sistemas de refrigeración y aire acondicionado, generación de vapor, hornos industriales, etc.

**6 etapa:** Determinar las medidas correspondientes de ahorro de energía

**7 etapa:** En esta etapa se va a evaluar los ahorros de energía en lo que concierne a costos (evaluación económica) con base a ello se hace un análisis para luego ponerlo en práctica las recomendaciones de la auditoría **(Fausto, 2012, p. 8)**.

Las formas de ahorro energético, dentro la instalación en edificaciones pública o privada, es una necesidad constante, y más aún en instituciones en el cual realizan el uso continuo de la energía eléctrica, para realizar sus actividades académicas; entre las formas de ahorro se pueden mencionar:

**Mejora del rendimiento de los equipos.** Para la mejora del rendimiento de los equipos depende de las dimensiones de la carga y del tiempo en que este equipo este trabajando. El tener un equipo de alta eficiencia es cuando éste consume una gran potencia y el trabajo que realiza es de mayor cantidad en un determinado tiempo para lograr que las funciones de los equipos que funcionan en base a la electricidad presenten un mayor rendimiento, tenemos los siguientes **(Fiestas, 2011, p. 6)**:

- a) Un dimensionamiento apropiado
- b) Realizar el mantenimiento respectivo y apropiado
- c) Utilizar equipos de buen rendimiento

**Mejorar rendimiento de la instalación eléctrica** Las formas para mejorar una instalación eléctrica son **(Fiestas, 2011, p. 8)**:

- a) Compensación de la energía reactiva.
- b) Adecuado dimensionamiento de los conductores.
- c) Eludir fugas a tierra.

**Utilizar equipos de una manera razonable** Luego de haber hablado del aumento del rendimiento de la instalación eléctrica como también de los equipos eléctricos, este es el punto que va a permitir un ahorro energético de una manera eficaz, rápida y eficiente, permitiendo la disminución de los costos sin una inversión inicial **(Fiestas 2011, p. 10)**.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y Diseño de Investigación.**

**Tipo de Investigación:** Aplicada

**Diseño de la Investigación:** Diseño No experimental.

Se observa el fenómeno y en función a ello se plantea la solución, sin manipular ninguna variable en el funcionamiento de la empresa.

#### **3.2 Variables y operacionalización.**

**Independiente:** Indicadores energéticos.

**Dependiente:** Consumo De Energía Eléctrica.

En el anexo 2, se tiene el cuadro de operacionalización de variables.

#### **3.3 Población, Muestra y muestreo.**

**Población:** Está por las cargas eléctricas que están instalados en el Campus del Instituto República Federal de Alemania.

**Muestra:** La muestra del estudio, coincide con la población.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

En esta investigación se aplicaron las técnicas de recolección de datos: entrevista, observación, análisis documental. Asimismo, los instrumentos de recolección de datos a utilizar serán:

Análisis Documental para determinar los estándares de consumo precipite de energía eléctrica.

Guías de observación para realizar las mediciones de parámetros eléctricos.

### **3.5 Procedimientos.**

El procedimiento para la obtención de la información, se hizo con información histórica de consumo de energía eléctrica y niveles de producción. Así mismo se hizo la medición correspondiente de dichos motores eléctricos de las principales máquinas herramientas con que cuenta la institución, mediante un protocolo de mediciones previamente establecido, utilizando equipos de medición eléctrica calibrados. Las mediciones se realizaron con el asesoramiento de personal especializado en ahorro energético, así como también por parte de personal autorizado del IST RFA.

### **3.6 Método de análisis de datos.**

En este método los datos se van a analizar haciendo uso de ecuaciones matemáticas que vinculan valores de eficiencia, así como también valores de potencia (activa, reactiva y aparente), frecuencia, voltaje, intensidad de corriente, factor de potencia, factor de carga, así como la vinculación con las variables eléctricas, por lo cual es utilizado el Software Microsoft Excel y calculo numérico para el desarrollo del mismo.

### **3.7 Aspectos éticos.**

Se utilizó lo datos del funcionamiento de las instalaciones eléctricas, solo con fines académico, con la debida autorización de la empresa. La propuesta se presentó a la Dirección de la institución con la finalidad de su evaluación y posterior aplicación.

#### **IV. RESULTADOS.**

#### **4.1. Determinar la evolución del indicador energético, específicamente del consumo per cápita de energía eléctrica, en el IST RFA.**

##### **4.1.1. Suministro de Energía Eléctrica.**

###### Características del suministro

- La alimentación de energía eléctrica del instituto República Federal De Alemania es brindada por la red suministrada por la empresa concesionaria ENSA.
- El instituto República Federal De Alemania tiene una opción tarifaria tipo BT4 en baja tensión de 220v trifásico, modalidad potencia variable con calificación de horas punta y con clase de suministro trifásica- aérea(C4-1).
- El instituto República Federal De Alemania hace un desembolso promedio en pagos de consumo de energía un total de s/10.599,60 nuevos soles al mes, ya que se está cogiendo como base la facturación de los 12 últimos meses (2018-2019).
- La potencia contratada del instituto República Federal De Alemania es de 62 kW.
- No cuenta con un mantenimiento apropiado
- No registra con un plan de gestión energético eléctrica, por lo que los equipos consumidores no son controlados, se consume empíricamente, lo que conlleva al desperdicio de la energía eléctrica.
- Falta de orientación al alumnado sobre el uso adecuado de un equipo o máquina.

#### Fuente de Suministro

- Tarifa BT4
- Medición Baja Tensión
- Tensión 220
- Tipo de suministro Trifásica- Aérea(C4-1)
- Modalidad Potencia Variable
- Código de suministro 25596985

#### 4.1.2. Registro de consumo de energía eléctrica.

Se tiene el registro de consumo eléctrica en un periodo de 12 meses, observándose en la tabla siguiente 1.

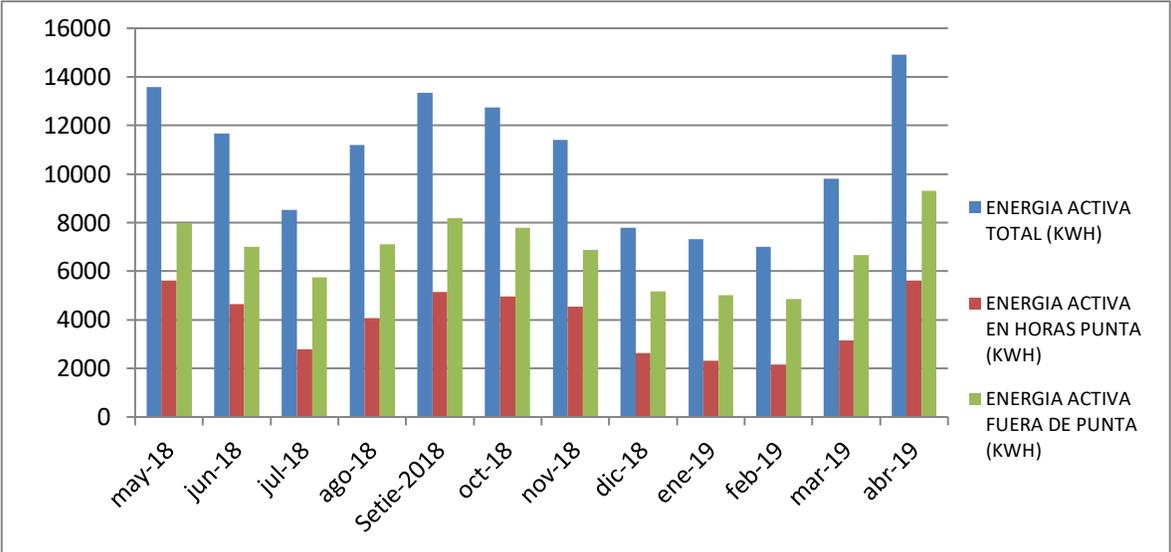
Tabla 1. Registro de consumo de energía eléctrica.

FECHA	ENERGIA ACTIVA TOTAL (KWH)	ENERGIA ACTIVA EN HORAS PUNTA (KWH)	ENERGIA ACTIVA FUERA DE PUNTA (KWH)	ENERGIA REACTIVA (KVAR-H)	POTENCIA HORA PUNTA (KW)	POTENCIA FUERA DE PUNTA (KW)	IMPORTE S/:
may-18	13590	5615.6	7974.4	6660.4	78.8	49.2	12800.7
jun-18	11670.8	4655.6	7015.2	5337.2	67.2	42.4	11559.8
jul-18	8514.4	2774	5740.4	3543.2	56.8	31.2	8707.4
ago-18	11184.4	4067.2	7117.2	4912	76	42.8	10095
Setie-2018	13345.2	5154.8	8190.4	6204.4	71.2	44.4	12421.4
oct-18	12745.2	4966.8	7778.4	5385.2	68.4	41.2	12088.7
nov-18	11405.6	4539	6866	4275.2	68.4	40.8	11590.3
dic-18	7801.2	2630.4	5170.8	2550	60.8	35.6	8478.9
ene-19	7327.6	2321.2	5006.4	2044.8	33.6	22.4	8511.8
feb-19	7001.6	2157.2	4844.4	1916.8	32	22	8182.7
mar-19	9804.4	3142	6662.4	2961.6	66	38.4	9035.2
abr-19	14928	5621.6	9306.4	5652	82.4	56	13723.3

Fuente: ENSA, 2019.

En la tabla 1, se observa los registros de los consumos tanto de energía y de potencia en HP Y HFP, así como también los registros de energía reactiva KVAR-H, notando variabilidad en el consumo debido a la frecuencia de las actividades que se realizan en el Instituto, dedicado a la enseñanza técnica, en el cual utilizan laboratorios y talleres para la demostración y simulación de los sistemas.

Figura 1. Evolución de los consumos de energía eléctrica KW-H



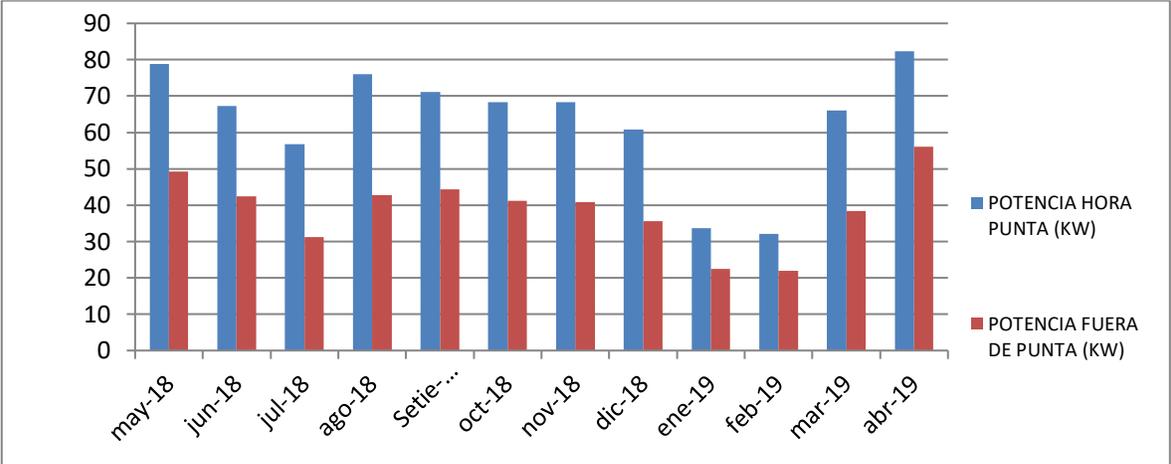
Fuente: ENSA, 2019.

En la figura 1, se Observa la evolución de los consumos de energía activa total, y de la energía en horas punta(HP) y fuera de punta(HFP), mostrando que existe un mayor consumo entre los meses Marzo - Junio y Agosto - Diciembre, siendo meses en los cuales tienen más incidencia las prácticas en talleres y laboratorios de la Institución.

Los horarios de actividades en la Institución son 2, el horario diurno que empieza a las 7.30 am y concluye a las 13.30, y el horario nocturno empieza a las 17.00 horas y concluye a las 22.30 horas. Entre las 13.30 y 17.00 horas existe un horario de no utilización de los laboratorios, aulas, talleres y oficinas administrativas. El taller de maestranza está alquilado a un tercero, el cual realiza sus actividades

entre las 8.00 y 18.00 horas, las canchas de fútbol tienen iluminación y son utilizadas en horas de la noche desde las 19.00 hasta las 23.00 horas.

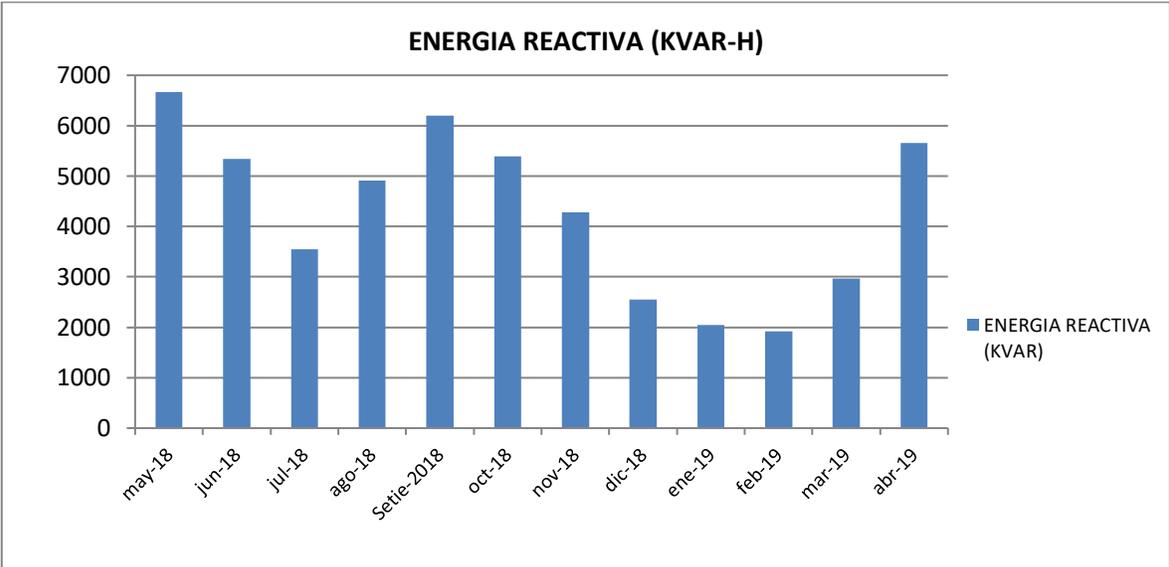
Figura 2. Evolución del consumo de potencia en HP y HFP KW



Fuente: ENSA, 2019.

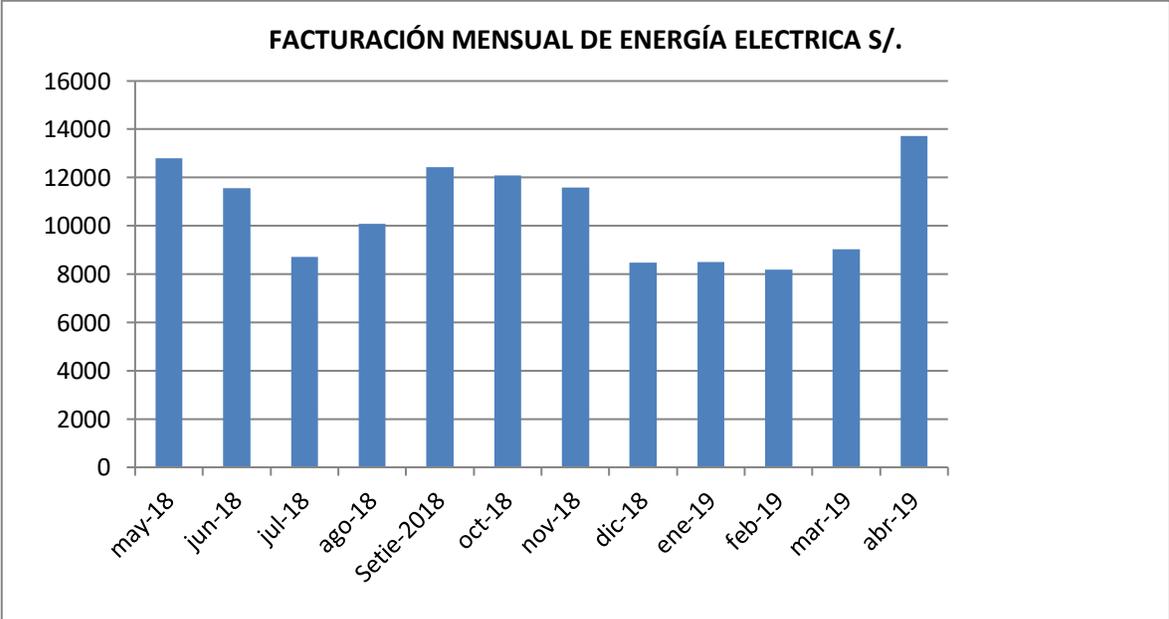
En la figura 2, se muestra la evolución de la potencia en horas punta(HP) y fuera de punta(HFP), notándose que en entre los meses de Enero y Febrero, no existe actividades académicas, solo las de preparación y nivelación académica, taller de maestranza alquilado, y las canchas de futbol. La mayor potencia ocurre en los meses de Abril y Mayo, con valores de alrededor de 80 KW.

Figura 3. Evolución del consumo de energía reactiva (KVAR-H)



Fuente: ENSA, 2019.

Figura 4. Evolución de la facturación mensual de energía eléctrica S/.



Fuente: ENSA, 2019.

En la figura 4, se muestra que la facturación mensual de energía es variable, y oscila entre los 8000 y 14000 Soles, importe que es significativo para los costos de operación de la Institución. Este egreso es solventado por el pago que realizan la empresa que opera el taller de maestranza y por los ingresos de alquiler de canchas de fútbol en horas de la noche. El resto son egresos propios de la institución por labores inherentes a su función de enseñanza académica.

#### 4.1.3. Factor de Carga.

El factor de carga es un indicador lo cual permite determinar la eficiencia del consumo de la energía por las cargas eléctricas existentes en el interior de las viviendas; y se calcula con la expresión matemática:

$$F_c = \frac{E_c}{MD * t}$$

Dónde:

Ec: energía consumida (Kilowatt-Hora por mes).

Fc: Factor de Carga.

MD: Máxima Demanda (Kilowatt).

t: Tiempo de funcionamiento (Horas), se considera 24 horas, 6 días por semana (576 horas)

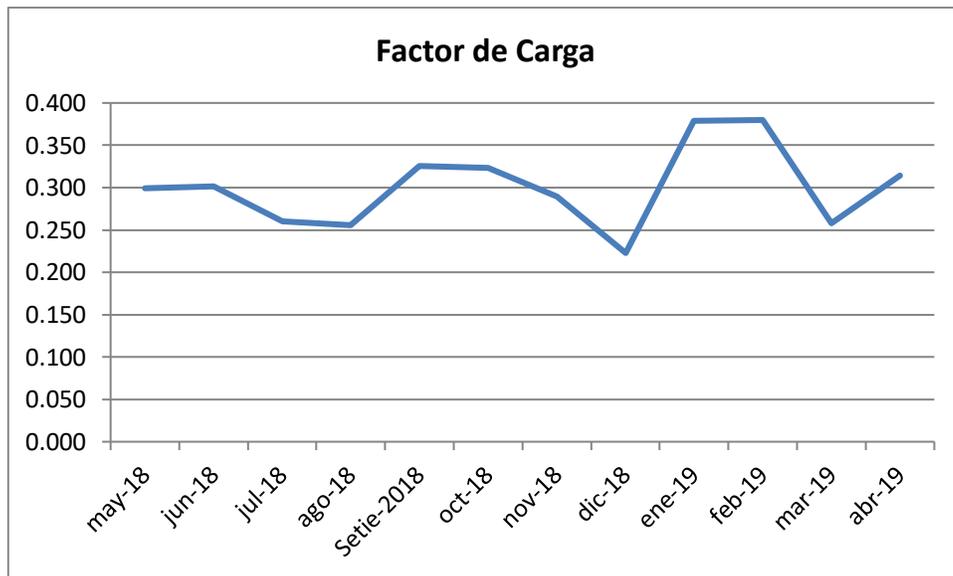
Reemplazando valores:

Tabla 2. Factor de carga mensual

FECHA	ENERGIA ACTIVA TOTAL (KWH)	MÁXIMA DEMANDA (KW)	Factor de Carga
may-18	13590	78.8	0.299
jun-18	11670.8	67.2	0.302
jul-18	8514.4	56.8	0.260
ago-18	11184.4	76	0.255
Setie-2018	13345.2	71.2	0.325
oct-18	12745.2	68.4	0.323
nov-18	11405.6	68.4	0.289
dic-18	7801.2	60.8	0.223
ene-19	7327.6	33.6	0.379
feb-19	7001.6	32	0.380
mar-19	9804.4	66	0.258
abr-19	14928	82.4	0.315

Fuente: ENSA, 2019

Figura 5. Evolución del factor de carga



Fuente: ENSA, 2019

#### 4.1.4. Consumo per cápita de energía en el ISTP RFA

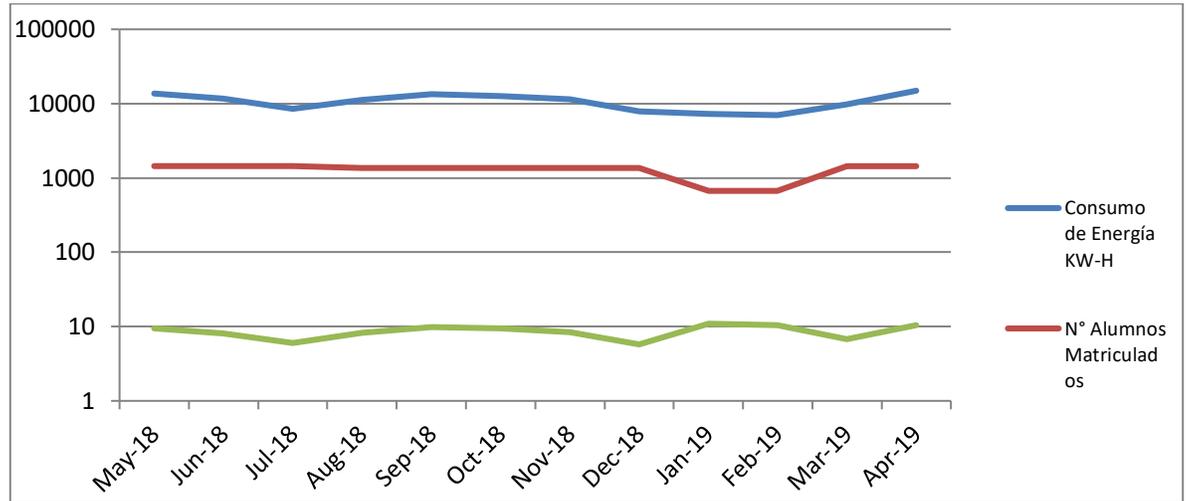
Se tiene el registro de alumnos matriculados en todas las especialidades en el semestre 2018-I, 2018 II, y 2019, que utilizan las aulas y talleres para realizar sus prácticas, en el cual se determinó el consumo de energía por cada estudiante.

Tabla 3. Consumo per cápita de energía (KW-H/alumno)

Mes	Consumo de Energía KW-H	N° Alumnos Matriculados	Energía / Alumno (KW-H/Alumno - mes)
may-18	13590	1430	9.503
jun-18	11670.8	1430	8.161
jul-18	8514.4	1430	5.954
ago-18	11184.4	1355	8.254
sep-18	13345.2	1355	9.849
oct-18	12745.2	1355	9.406
nov-18	11405.6	1355	8.417
dic-18	7801.2	1355	5.757
ene-19	7327.6	670	10.937
feb-19	7001.6	670	10.450
mar-19	9804.4	1439	6.813
abr-19	14928	1439	10.374

Fuente: Área Administrativa de ISTP RFA.

Figura 6. Evolución del consumo de energía, alumnos matriculados y consumo per cápita de energía



Fuente: Área Administrativa de ISTP RFA.

#### 4.1.5. Cargas Eléctricas en la Institución.

Se realizó un inventario de todas las cargas eléctricas que existen en la Institución, para lo cual se ha establecido áreas para la clasificación de las cargas en la Institución.

Tabla 4. Inventario de cargas eléctricas por áreas en ISTP RFA

a) Laboratorio de Electrónica Industrial.

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS DEL AREA DE LABORATORIO DE ELECTROTÉCNIA INDUSTRIAL				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	LAMPARAS FLUORESCENTES	74	220	36	2.664
2	COMPUTADORAS	36	220	150	5.4
3	MOTORES MONOFASICOS	6	220	1492	8.952
4	MOTORES TRIFASICOS	6	220	746	4.476
5	ELECTROBOMBAS MONOFASICAS	3	220	373	1.119
6	TV	1	220	150	0.15
7	PROYECTOR	1	220	250	0.25
TOTAL					23.011

b) Aulas Electrotecnia Industrial

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS DE LAS AULAS DE ELECTROTÉCNIA INDUSTRIAL				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	LAMPARAS FLUORESCENTES	28	220	36	1.008
2	TV	3	220V	150	0.45
3	COMPUTADORA	1	220	150	0.15
TOTAL					1.608

c) Taller 1 Mecánica de Producción

ÍTEMS	CARGAS ELECTRICAS DE TALLER 1 MECÁNICA DE PRODUCCIÓN				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	TORNO 3 Ø	10	220	6000	60
2	TORNO 3 Ø	8	220	6000	48
3	FRESADORA 3Ø	4	220	1492	5.968
5	ESMERIL BOSCH 1 Ø	2	230	700	1.4
6	CEPILLO LIMADOR 3Ø	1	220	3000	3
7	CEPILLO LIMADOR 3Ø (SHAPER BC 6050)	1	220	3000	3
8	TALADRO FRESADOR 3Ø A632-1	1	220	746	0.746
9	TALADRO COLUMNA 3Ø	1	220	560	0.56
10	TALADRO COLUMNA 3 Ø REXON	1	220	1492	1.492
12	FLUORESCENTES	85	220	30	2.55
13	MAQUINAS DE SOLDAR 1Ø	2	220	3000	6
TOTAL					132.716

d) Taller 2 Mecánica de Producción

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS DEL TALLER 2 DE MECÁNICA DE PRODUCCIÓN				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
01	LAMPARAS FLUORESCENTES LED	78	220v	16	1.248
02	TALADRO DE COLUMNA	1	220	746	0.746
03	HORNO ELECTRICO DE TRATAMIENTOS 1Ø	1	220	4500	4.5
05	MAQUINA DE SOLDARMIG (ORIGO) 3Ø	2	220	7500	15
06	MAQUINA DE SOLDAR MULTRIPOCESO 3Ø(WARRIOR)	2	220	7000	14
07	Máquina de soldar TIP( BUDY TIP) 1Ø	5	220	3500	17.5
08	MAQUINA DE SOLDAR POR ARCO ES 300i 3Ø	5	220	3000	15
TOTAL					67.99

e) Centro de Cómputo y Aulas de Producción

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS EN CENTRO DE COMPUTO Y AULAS DE PRODUCCIÓN				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	LAMPARAS FLUORESCENTES	60	220	36	2.16
2	TV	2	220	150	0.3
3	PROYECTOR	2	220	250	0.5
4	COMPUTADORAS	36	220	150	5.4
TOTAL					8.36

f) Taller de maqui centro

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS EN EL TALLER DE MAQUICENTRO				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	MAQUINA DE CIGUEÑALES 3Ø	Motor 1	220	7500	7.5
		Motor2	220	1100(P)	1.1
		Moto3	220	550(P)	0.55
2	Rectificador de bielas 3Ø	1	220		3
3	FUNDIDORA DE CILINDROS 3Ø	1	220	1700	1.7
4	RECTIFICADOR DE CILINDROS 3Ø	1	220	2400	2.4
5	BARRENADORA DE BANCADA 3Ø	1	220	1100	1.1
6	LAMPARAS FLUORESCENTE	42	220	36	1.512
7	COMPUTADORA	1	220	150	0.15
TOTAL					19.012

g) Taller de mecánica automotriz

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS TALLER DE AUTOMOTRIZ				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	LAMPARAS FLUORESCENTES	190	220	36	6.84
2	COMPUTADORA	2	220	150	0.3
3	ELEVADOR AUTOMOTRIZ 1Ø	2	220	2200	4.4
4	COMPRESOR 3Ø	2	220	3700	7.4
5	TALADRO DE COLUMNA 1Ø	1	220	560	0.56
TOTAL					19.5

h) Aulas de mecánica automotriz

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS AULAS DE AUTOMOTRIZ				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	LAMPARAS FLUORESCENTES	43	220	36	1.548
2	TV	2	220	150	0.3
3	PROYECTOR	2	220	250	0.5
TOTAL					2.348

i) Laboratorio de Electrónica

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS EN EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	LAMPARAS FLUORESCENTES	24	220	36	0.864
2	MOTORES TRIFASICOS	4	220	750(p)	3
3	MOTORES MONOFASICOS	3	220	370(p)	1.11
4	COMPUTADORA	1	220	150	0.15
TOTAL					5.124

j) Aulas Electrónica.

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS EN LAS AULAS DE ELECTRÓNICA				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	Lámparas fluorescentes	46	220	36	1.656
2	Tv	3	220	150	0.45
3	proyector	2	220	250	0.5
	TOTAL				2.606

k) Laboratorio de enfermería técnica

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS EN EL LABORATORIO DE ENFERMERIA				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	LAMPARAS FLUORESCENTES	30	220	36	1.08
2	TV	1	220	150	0.15
3	COMPUTADORA	1	220	150	0.15
1	PROYECTOR	1	220	250	0.25
	TOTAL				1.63

l) Aulas de enfermería técnica

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS EN LAS AULAS DE ENFERMERIA				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	LAMPARAS FLUORESCENTES	34	220	36	1.224
2	TV	2	220	150	0.3
3	PROYECTOR	2	220	250	0.5
TOTAL					2.024

m) Área de computación e informática

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS EN LAS ÁREA DE COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	LAMPARAS FLUORESCENTES	24	220	36	0.864
2	PROYECTOR	3	220	250	0.75
3	COMPUTADORAS	108	220	150	16.2
TOTAL					17.814

n) Área de la carrera de administración

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS EN EL ÁREA DE ADMINISTRACIÓN				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	LMPARAS FLUORESCENTES	50	220	36	1.476
2	PROYECTOR	4	220	250	1
3	TV	2	220	150	0.3
4	COMPUTADORA	73	220	150	10.95
	TOTAL				13.726

o) Área de la carrera de contabilidad

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS EN EL ÁREA DE CONTABILIDAD				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	LAMPARAS FLUORESCENTES	76	220	36	2.736
2	PROYECTOR	3	220	250	0.75
3	TV	2		150	0.3
4	COMPUTADORA	73	220	150	10.95
	TOTAL				14.736

p) Área de soporte y desarrollo

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS EN EL ÁREA DE SOPORTE Y DESARROLLO				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	LAMPARAS FLUORESCENTES	4	220	36	0.114
2	SERVIDORES	3	220	150	0.45
	TOTAL				0.564

q) Área de oficinas

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS EN EL ÁREA DE OFICINAS				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	LAMPARAS FLUORESCENTES	60	220	36	2.16
2	COMPUTADORAS	10	220	150	1.5
3	TV	1		150	0.15
4	FOTOCOPIADORA IMPRESORA	2	220	1500	3
	TOTAL				6.81

r) Área de gimnasio

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS EN EL ÁREA DE GIMNASIO				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	Lámparas fluorescentes	20	220	36	0.72
Total					0.72

s) Área de cancha sintética

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS EN EL ÁREA CANCHA SINTÉTICA				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	REFLECTORES	24	220	400	9.6
Total					9.6

t) Área de cancha de plataforma

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS EN EL ÁREA CANCHA DE PLATAFORMA				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	REFLECTORES	8	220	400	3.2
Total					3.2

u) Área de biblioteca

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS EN EL ÁREA DE BIBLIOTECA				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	LAMPARAS FLUORESCENTES	42	220	36	1.512
2	COMPUTADORA	1	220	150	0.15
	TOTAL				1.662

v) Área de baños

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS EN EL ÁREA DE BAÑOS				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	LAMPARAS FLUORESCENTES	60	220V	9	0.54
	TOTAL				0.54

w) Área de cafetín

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS EN EL ÁREA DEL CAFETIN				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	LAMPARAS FLUORESCENTES	24	220	36	0.864
2	LICUADORA	1	220	300	0.3
3	CAFETERA	1	220	800	0.8
4	COCINA ELECTRICA	1	220	4500	4.5
5	CONGELADORA	2	220	350	0.7
TOTAL					7.164

x) Otras áreas

ÍTEMS	CARGAS ELÉCTRICAS EN OTRAS ÁREAS				
	DESCRIPCIÓN	CANT	VOLTAJE	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
1	ELECTROBOMBA TRIFASICA	1	220	1492	1.492
2	REFLECTORES	22	220	400	8.8
3	LAMPARAS DE ALOGENURO	46	220	50	2.24
2	LAMPARAS FLUORESCENTES	10	220	36	0.36
3	COMPUTADORA	2	220	150	0.3
4	FOTOCOPIADORA IMPRESORA	2	220	1500	3
	TOTAL				16.19

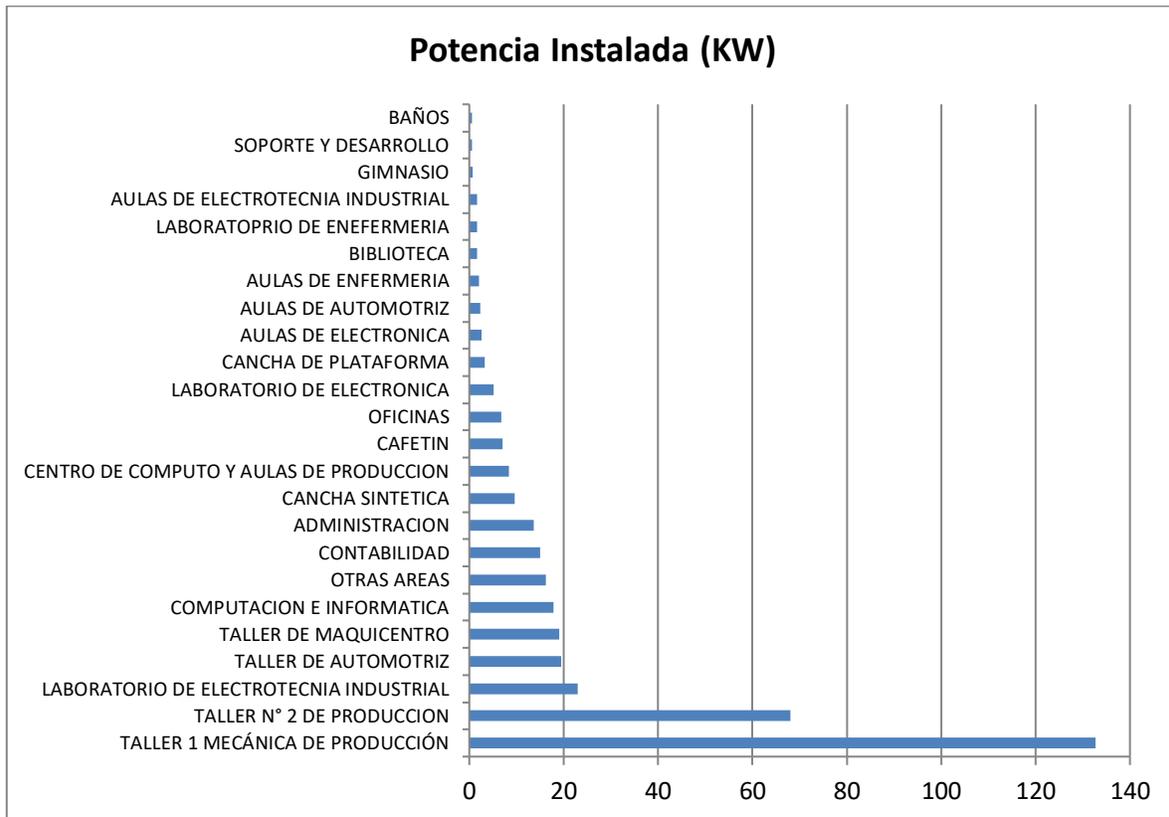
En resumen, se obtiene en la tabla 5, la potencia instalada de dichas cargas eléctricas de cada área de la Institución, así como también el porcentaje de potencia que representa cada área. La potencia instalada de todas las cargas es de 378.55 KW

Tabla 5. % de potencia instalada de cargas eléctricas en ISTP RFA

Área	Potencia Instalada (KW)	% de Potencia Instalada
TALLER 1 MECÁNICA DE PRODUCCIÓN	132.716	35.04
TALLER N° 2 DE PRODUCCION	67.99	17.95
LABORATORIO DE ELECTROTECNIA INDUSTRIAL	23.011	6.08
TALLER DE AUTOMOTRIZ	19.5	5.15
TALLER DE MAQUICENTRO	19.012	5.02
COMPUTACION E INFORMATICA	17.814	4.70
OTRAS AREAS	16.19	4.27
CONTABILIDAD	15	3.96
ADMINISTRACION	13.726	3.62
CANCHA SINTETICA	9.6	2.53
CENTRO DE COMPUTO Y AULAS DE PRODUCCION	8.36	2.21
CAFETIN	7	1.85
OFICINAS	6.81	1.80
LABORATORIO DE ELECTRONICA	5.124	1.35
CANCHA DE PLATAFORMA	3.2	0.84
AULAS DE ELECTRONICA	2.606	0.69
AULAS DE AUTOMOTRIZ	2.348	0.62
AULAS DE ENFERMERIA	2.024	0.53
BIBLIOTECA	1.662	0.44
LABORATOPRIO DE ENEFERMERIA	1.63	0.43
AULAS DE ELECTROTECNIA INDUSTRIAL	1.608	0.42
GIMNASIO	0.72	0.19
SOPORTE Y DESARROLLO	0.564	0.15
BAÑOS	0.54	0.14
<b>TOTAL POTENCIA INSTALADA</b>	<b>378.755</b>	<b>100</b>

Fuente: Guía de Observación

Figura 7. Potencia instalada de las cargas eléctricas de las áreas del ISTP RFA.



Fuente: Guía de observación.

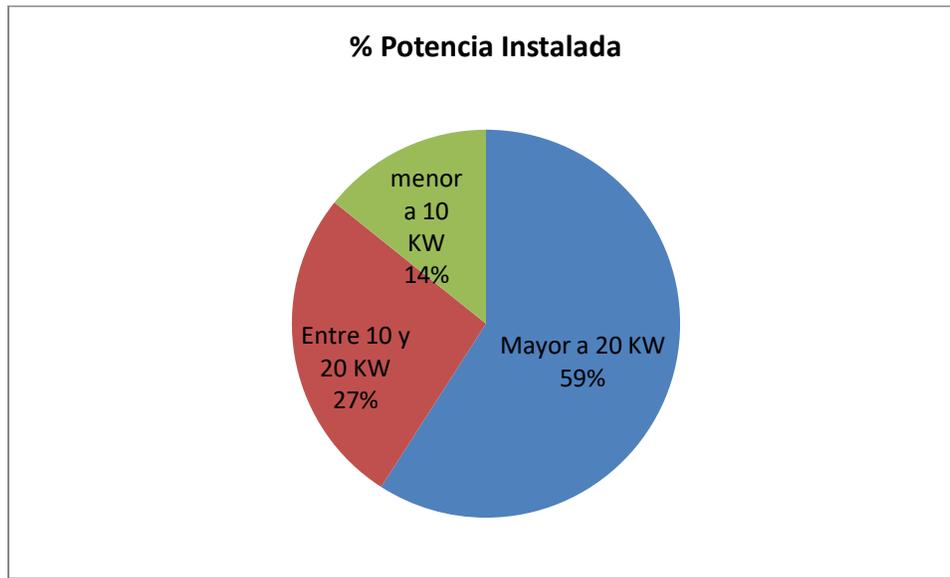
Agrupando las cargas eléctricas de las diferentes áreas, se tiene que existen áreas que poseen una potencia instalada superior a los 20 KW, cargas con potencia instalada entre 10 y 20 KW, y cargas eléctricas con potencias instaladas menores a 10 KW.

Tabla 6. % de potencia instalada por tamaño de cargas eléctricas

Cargas Eléctricas	Número de áreas de las cargas	Potencia Instalada KW	% Potencia Instalada
Mayor a 20 KW	3	223.71	59.1
Entre 10 y 20 KW	6	100.98	26.7
menor a 10 KW	15	53.96	14.2
Total	24	378.75	100

Fuente: Guía de observación.

Figura 8. % de potencia instalada por tamaño de carga eléctricas



Fuente: guía de observación.

En la figura 8 se puede analizar lo siguiente:

- Las cargas con más de 20 KW de potencia instalada, están distribuidas en 3 áreas de la institución con una potencia instalada total de 223.71 KW, y representa el 59.1% del total de la potencia instalada.
- Las cargas entre 10 y 20 KW de potencia instalada, están distribuidas en 6 áreas de la institución, con una potencia instalada total de 100.98 KW, y representa el 26.7% del total de la potencia instalada.
- Las cargas menores a 10 KW de potencia instalada, están distribuidas en 15 áreas de la institución con una potencia instalada total de 53.94 KW, y representa el 14.2% del total de la potencia instalada.
- Las cargas mayores a 10 KW de potencia instalada están distribuidas en 9 áreas de la institución, con una potencia instalada total de  $223.71 + 100.98 = 324.69$  KW, y representan el 86% de la potencia instalada total, por lo tanto, serán en ésta 9 áreas en donde se realice el análisis de los indicadores a fin de reducir el consumo de energía eléctrica.

En lo referente a iluminación se tiene la siguiente distribución de potencia instalada.

Tabla 7. Potencia instalada en iluminación

Área	Potencia Instalada en Iluminación KW			
	Cantidad	Potencia KW	Potencia Total KW	% Iluminación
LABORATORIO DE ELECTROTECNIA INDUSTRIAL	74	0.036	2.66	5.38
AULAS DE ELECTROTECNIA INDUSTRIAL	28	0.036	1.01	2.04
TALLER 1 MECÁNICA DE PRODUCCIÓN	10	0.036	0.36	0.73
TALLER N° 2 DE PRODUCCION	78	0.036	2.81	5.68
CENTRO DE COMPUTO Y AULAS DE PRODUCCION	60	0.036	2.16	4.37
MAQUICENTRO	42	0.036	1.51	3.06
TALLER DE AUTOMOTRIZ	190	0.036	6.84	13.82
AULAS DE AUTOMOTRIZ	43	0.036	1.55	3.13
LABORATORIO DE ELECTRONICA	24	0.036	0.86	1.75
AULAS DE ELECTRONICA	46	0.036	1.66	3.35
LABORATOPRIO DE ENFERMERIA	30	0.036	1.08	2.18
AULAS DE ENFERMERIA	34	0.036	1.22	2.47
AREA DE COMPUTACION E INFORMATICA	24	0.036	0.86	1.75
AREA DE ADMINISTRACION	50	0.036	1.80	3.64
AREA DE CONTABILIDAD	76	0.036	2.74	5.53
AREA DE SOPORTE Y DESARROLLO	4	0.036	0.14	0.29
AREA DE OFICINAS	60	0.036	2.16	4.37
AREA DE GIMNASIO	20	0.036	0.72	1.46
CANCHA SINTETICA	24	0.4	9.60	19.40
CANCHA DE PLATAFORMA	8	0.4	3.20	6.47
AREA DE BIBLIOTECA	42	0.036	1.51	3.06
AREA DE BAÑOS	60	0.036	2.16	4.37
CAFETIN	24	0.036	0.86	1.75
TOTAL			49.48	100.0

Fuente: Guía de observación.

Se puede analizar que la mayor potencia instalada se encuentra en la cancha sintética y la cancha de plataforma, ambas constituyen el 25% de la potencia instalada en iluminación.

En el resto de áreas están equipados con equipos de iluminación de 36 watt, los cuales representan el 75% de la carga en iluminación con un valor de potencia instalada de 36.68 KW.

## 4.2. Realizar mediciones de los parámetros de las cargas eléctricas y su comparación con los valores nominales.

### 4.2.1. Cargas eléctricas a realizar mediciones.

En el ítem 3.1.3, se realizó el análisis de la potencia instalada de las cargas eléctricas de las áreas de la institución, y se determinó que el 86% de la potencia instalada se encuentran en 9 áreas, distribuidas en 9 cargas eléctricas siendo las que se observan en la tabla 8.

Tabla 8. Áreas con mayor potencia instalada

Área	Potencia Instalada (KW)
TALLER 1 MECÁNICA DE PRODUCCIÓN	132.716
TALLER N° 2 DE PRODUCCION	67.99
LABORATORIO DE ELECTROTECNIA INDUSTRIAL	23.011
TALLER DE AUTOMOTRIZ	19.5
TALLER DE MAQUICENTRO	19.012
COMPUTACION E INFORMATICA	17.814
OTRAS AREAS	16.19
CONTABILIDAD	15
ADMINISTRACION	13.726

Fuente: Guía de Observación.

Las cargas eléctricas de las áreas descritas en la tabla 8, se muestran en la tabla 9, siendo éstas distribuidas en tres tipos, iluminación, máquinas herramientas y equipos de oficina.

Tabla 9. Cargas eléctricas en áreas de mayor potencia instalada

ITEMS		CARGAS ELECTRICAS			
		DESCRIPCION	CANT	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
Iluminación	1	LAMPARAS FLUORESCENTES	631	36	22.716
Máquinas Herramientas	2	TORNO 3 Ø	18	6000	108
	3	FRESADORA 3Ø	4	1492	5.968
	4	ESMERIL BOSCH 1 Ø	2	700	1.4
	5	CEPILLO LIMADOR 3Ø	2	3000	6
	6	TALADRO FRESADOR 3Ø	2	746	1.492
	7	TALADRO COLUMNA 3 Ø	2	1492	2.984
	8	MAQUINAS DE SOLDAR 1Ø	2	3000	6
	9	HORNO ELECTRICO DE TRATAMIENTOS 1Ø	1	4500	4.5
	10	MAQUINA DE SOLDARMIG (ORIGO) 3Ø	2	7500	15
	11	MAQUINA DE SOLDAR MULTRIPOCESO 3Ø(WARRIOR)	2	7000	14
	12	Máquina de soldar TIP( BUDY TIP) 1Ø	5	3500	17.5
	13	MAQUINA DE SOLDAR POR ARCO ES 300i 3Ø	5	3000	15
	14	MOTORES MONOFASICOS	6	1492	8.952
	15	MOTORES TRIFASICOS	6	746	4.476
	16	ELECTROBOMBAS MONOFASICAS	3	373	1.119
	17	ELEVADOR AUTOMOTRIZ 1Ø	2	2200	4.4
	18	COMPRESOR3Ø	2	3700	7.4
	19	TALADRO DE COLUMNA 1Ø	1	560	0.56
	20	MAQUINA DE CIGUEÑALES 3Ø	Motor 1	7500	7500
	21		Motor2	1100	1100
	22		Motor 3	550	550
	23	Rectificador de bielas 3Ø	1	3000	3
	24	FUNDIDORA DE CILINDROS 3Ø	1	1700	1.7
	25	RECTIFICADOR DE CILINDROS 3Ø	1	2400	2.4
	26	BARRENADORA DE BANCADA 3Ø	1	1100	1.1
	27	ELECTROBOMBA TRIFASICA	1	1492	1.492
	Equipo de Oficina	28	FOTOCOPIADORA	2	1500
29		IMPRESORA	8	250	2
30		PROYECTOR	11	250	2.75
31		TV	5	150	0.75
32		COMPUTADORAS	220	150	33

Fuente: Guía de observación.

En la tabla 9, se agruparon las cargas en tres tipos, así como también en tabla 10, se observan el porcentaje de la potencia instalada de cada tipo de carga

Tabla 10. % potencia instalada de cada tipo de carga

Tipo de Carga Eléctrica	Potencia Instalada (KW)	% Potencia Instalada
Iluminación	22.71	7.59
Máquinas Herramientas	243.59	81.39
Equipos de oficina	33	11.03

Fuente: Guía de Observación

Las mediciones eléctricas se realizan a los motores eléctricos de las máquinas herramientas descritas en la tabla 10.

#### **4.2.2. Mediciones realizadas.**

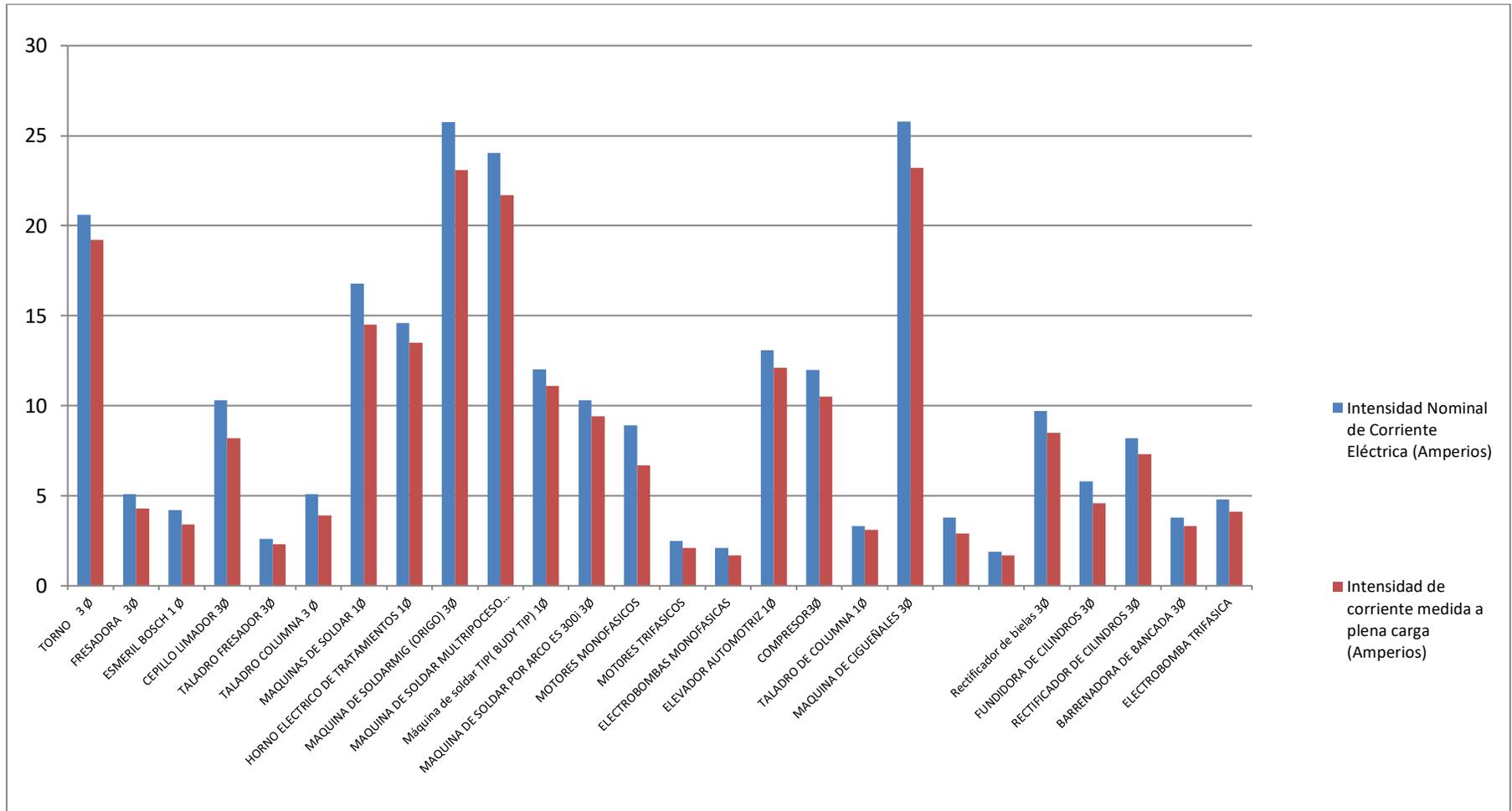
Se hicieron las mediciones eléctricas de todos los motores eléctricos analizadas en el ítem 3.2.1. para lo cual se utilizó un voltímetro para la lectura de la tensión de alimentación del motor eléctrico, una pinza amperimétrica para la lectura de la intensidad que consume cada motor eléctrico, un medidor de factor de potencia (cosfímetro); todas las lecturas se realizan haciendo que el motor opere a plena carga.

En la tabla 11 se tiene las medidas de las variables de funcionamiento de los motores eléctricos de las máquinas herramientas.

Tabla 11. Mediciones eléctricas realizadas

Motor Eléctrico de	Valores Nominales				Valores Medidos		
	Potencia de Placa(W)	Tensión (Voltios)	Factor de potencia	Intensidad Nominal de Corriente Eléctrica (Amperios)	Tensión Medida	Factor de Potencia	Intensidad de corriente medida a plena carga (Amperios)
TORNO 3 Ø	6000	220	0.85	20.6	217	0.83	19.2
FRESADORA 3Ø	1492	220	0.85	5.1	216	0.85	4.3
ESMERIL BOSCH 1 Ø	700	220	0.85	4.2	215	0.82	3.4
CEPILLO LIMADOR 3Ø	3000	220	0.85	10.3	217	0.83	8.2
TALADRO FRESADOR 3Ø	746	220	0.85	2.6	216	0.84	2.3
TALADRO COLUMNA 3 Ø	1492	220	0.85	5.1	214	0.82	3.9
MAQUINAS DE SOLDAR 1Ø	3000	220	0.9	16.8	27	0.86	14.5
HORNO ELECTRICO DE TRATAMIENTOS 1Ø	4500	220	0.9	14.60	216	0.87	13.5
MAQUINA DE SOLDAR MIG (ORIGO) 3Ø	7500	220	0.85	25.76	214	0.84	23.1
MAQUINA DE SOLDAR MULTRIPOCESO 3Ø(WARRIOR)	7000	220	0.85	24.04	214	0.83	21.7
Máquina de soldar TIP( BUDY TIP) 1Ø	3500	220	0.85	12.02	217	0.82	11.1
MAQUINA DE SOLDAR POR ARCO ES 300i 3Ø	3000	220	0.85	10.30	218	0.84	9.4
MOTORES MONOFASICOS	1492	220	0.85	8.9	215	0.81	6.7
MOTORES TRIFASICOS	746	220	0.87	2.5	215	0.84	2.1
ELECTROBOMBAS MONOFASICAS	373	220	0.9	2.1	215	0.84	1.7
ELEVADOR AUTOMOTRIZ 1Ø	2200	220	0.85	13.1	220	0.85	12.1
COMPRESOR3Ø	3700	220	0.9	12	220	0.86	10.5
TALADRO DE COLUMNA 1Ø	560	220	0.85	3.3	218	0.83	3.1
MAQUINA DE CIGUEÑALES 3Ø	7500	220	0.85	25.8	216	0.82	23.2
	1100	220	0.85	3.8	214	0.82	2.9
	550	220	0.85	1.9	216	0.81	1.7
Rectificador de bielas 3Ø	3000	220	0.9	9.7	217	0.83	8.5
FUNDIDORA DE CILINDROS 3Ø	1700	220	0.85	5.8	215	0.83	4.6
RECTIFICADOR DE CILINDROS 3Ø	2400	220	0.85	8.2	215	0.82	7.3
BARRENADORA DE BANCADA 3Ø	1100	220	0.85	3.8	216	0.83	3.3
ELECTROBOMBA TRIFASICA	1492	220	0.9	4.8	216	0.82	4.1

Figura 9. Comparación entre intensidad nominal y la intensidad de corriente medida a plena carga (Amperios).



Fuente: Mediciones realizadas.

Se realizó una comparación por medio de porcentaje entre las mediciones de corriente nominal e intensidad de corriente eléctrica; y se establece que motores eléctricos están por debajo de un valor aceptable de funcionalidad. Tabla 12, se tiene los resultados de los valores de comparación porcentuales.

Tabla 12. Relación intensidad a plena carga medida/ intensidad nominal en %

Motor Eléctrico de	Valores Nominales	Valores Medidos	Relación Intensidad a plena carga medida / Intensidad nominal ( %)
	Intensidad Nominal de Corriente Eléctrica (Amperios)	Intensidad máxima de corriente medida a plena carga (Amperios)	
TORNO 3 Ø	20.6	19.2	93.20
FRESADORA 3Ø	5.1	4.3	84.31
ESMERIL BOSCH 1 Ø	4.2	3.4	80.95
CEPILLO LIMADOR 3Ø	10.3	8.2	79.61
TALADRO FRESADOR 3Ø	2.6	2.3	88.46
TALADRO COLUMNA 3 Ø	5.1	3.9	76.47
MAQUINAS DE SOLDAR 1Ø	16.8	14.5	86.31
HORNO ELECTRICO DE TRATAMIENTOS 1Ø	14.6	13.5	92.49
MAQUINA DE SOLDARMIG (ORIGO) 3Ø	25.8	23.1	89.68
MAQUINA DE SOLDAR MULTRIPOCESO 3Ø(WARRIOR)	24.0	21.7	90.26
Máquina de soldar TIP( BUDY TIP) 1Ø	12.0	11.1	92.34
MAQUINA DE SOLDAR POR ARCO ES 300i 3Ø	10.3	7.99	77.63
MOTORES MONOFASICOS	8.9	6.7	75.28
MOTORES TRIFASICOS	2.5	2.1	84.00
ELECTROBOMBAS MONOFASICAS	2.1	1.7	80.95
ELEVADOR AUTOMOTRIZ 1Ø	13.1	12.1	92.37
COMPRESOR3Ø	12.0	10.5	87.50
TALADRO DE COLUMNA 1Ø	3.3	3.1	93.94
MAQUINA DE CIGUEÑALES 3Ø	25.8	23.2	89.92
	3.8	2.9	76.32
	1.9	1.7	89.47
Rectificador de bielas 3Ø	9.7	8.5	87.63
FUNDIDORA DE CILINDROS 3Ø	5.8	4.6	79.31
RECTIFICADOR DE CILINDROS 3Ø	8.2	7.3	89.02
BARRENADORA DE BANCADA 3Ø	3.8	3.3	86.84
ELECTROBOMBA TRIFASICA	4.8	4.1	85.42

Fuente: Autoría Propia.

Interpretación:

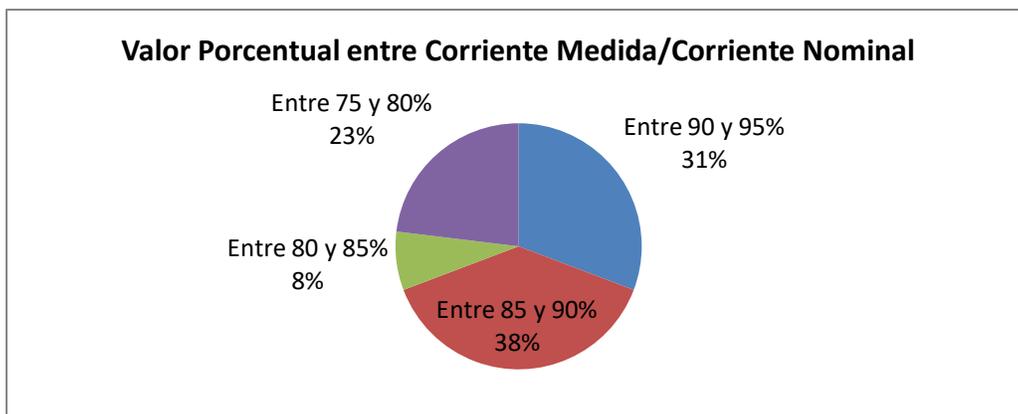
De la relación de valores entre la corriente nominal y lo medido a plena carga, es un valor que indica la capacidad que tiene el motor eléctrico de alcanzar valores nominales a plena carga, que es un indicador a analizar dentro de un rango aceptable de funcionalidad.

Tabla 13. % Motores con valores % de relación de intensidad medida y nominal

Valor Porcentual entre Corriente Medida/Corriente Nominal	N° Motores Eléctricos	% de Motores
Entre 90 y 95%	8	30.8
Entre 85 y 90%	10	38.5
Entre 80 y 85%	2	7.7
Entre 75 y 80%	6	23.1
Número de motores eléctricos	26	100.0

Fuente: Mediciones realizadas

Figura 10. % Motores con valores % de relación de intensidad medida y nominal



Fuente: Mediciones realizadas.

Interpretación:

El 23.1% de los motores eléctricos registran la relación corriente medida/corriente nominal entre 75 y 80%, el 7.7% registran relación corriente medida/corriente nominal entre 80 y 85%, el 38.5% de los motores eléctricos tienen la relación corriente medida/corriente nominal entre 85 y 90%, y solo el 30.8% de los motores eléctricos tienen ésta relación superior al 90%.

#### **4.3. Proponer modificaciones y acciones en las cargas eléctricas de mayor consumo a fin de disminuir la facturación eléctrica.**

Las acciones que se proponen implementar en el sistema eléctrico del instituto están en función al análisis del:

- a) Dimensionado adecuado de los conductores eléctricos de todo circuito de alimentación a los motores eléctricos.
- b) Reemplazo o cambio de los motores eléctricos que tienen un indicador entre la intensidad de corriente eléctrica medida y la intensidad de corriente nominal, inferior al 80%.
- c) Propuesta de Instalación de banco de condensadores a fin de disminuir el pago por energía reactiva.
- d) Capacitación al Personal docente, administrativo y estudiantes del ISTP, en lo referente al uso eficiente de la energía.

##### **4.3.1 Dimensionado adecuado de los conductores de todo circuito de alimentación a los motores eléctricos.**

El dimensionado de los conductores eléctricos se realiza bajo los siguientes criterios:

- a) Por caída de tensión.
- b) Por capacidad de Corriente eléctrica.

a) Por caída de tensión.

La ecuación matemática para determinar la caída de tensión es la siguiente:

$$\Delta U = \frac{1000 * c * \rho * P * L}{S * U}$$

Dónde:

$\Delta U$ : Caída de tensión máxima dado en voltios.

S: Sección del conductor dado en mm<sup>2</sup>.

$\rho$ : Resistividad del conductor a temperatura de servicio. (0.01786 Ohmios-mm<sup>2</sup>/m), a temperatura ambiente que es de 23°C.

c: Valor de 2 para monofásico y 1 para trifásico.

P: Potencia activa (Kilowatt).

L: Longitud dado en metros.

U: Tensión o voltaje Nominal, en voltios.

Tabla 14, se observan los valores de las caídas de voltaje en los conductores eléctricos en cada uno de los motores eléctricos, los cuales se ha determinado con la expresión de la caída de tensión, teniendo en cuenta la longitud del circuito, la tensión de alimentación, la resistividad del conductor, el calibre del conductor y la potencia activa del motor eléctrico.

Tabla 14. Determinación de la caída de tensión en conductor eléctrico.

Motor Eléctrico de	P: Potencia de Placa(W)	U: Tensión (Voltios)	Longitud (m)	p: Resistividad (Ohmios . mm2/m)	S: Área sección conductor (mm2)	Caída de tensión en %: $(1000*c*\rho*P*L)/(S*U)$ (Voltios)
TORNO 3 Ø	6000	220	19	0.01786	3.31	2.80
FRESADORA 3Ø	1492	220	24	0.01786	3.31	0.88
ESMERIL BOSCH 1 Ø	700	220	26	0.01786	3.31	0.89
CEPILLO LIMADOR 3Ø	3000	220	22	0.01786	5.26	1.02
TALADRO FRESADOR 3Ø	746	220	22	0.01786	2.08	0.64
TALADRO COLUMNA 3 Ø	1492	220	29	0.01786	3.31	1.06
MAQUINAS DE SOLDAR 1Ø	3000	220	18	0.01786	3.31	2.65
HORNO ELECTRICO DE TRATAMIENTOS 1Ø	4500	220	16	0.01786	2.08	5.62
MAQUINA DE SOLDAR MIG (ORIGO) 3Ø	7500	220	12	0.01786	5.26	1.39
MAQUINA DE SOLDAR MULTIPOCESO 3Ø(WARRIOR)	7000	220	12	0.01786	5.26	1.30
Máquina de soldar TIP( BUDY TIP) 1Ø	3500	220	18	0.01786	3.31	3.09
MAQUINA DE SOLDAR POR ARCO ES 300i 3Ø	3000	220	20	0.01786	5.26	0.93
MOTORES MONOFASICOS	1492	220	20	0.01786	3.31	1.46
MOTORES TRIFASICOS	746	220	20	0.01786	2.08	0.58
ELECTROBOMBAS MONOFASICAS	373	220	20	0.01786	2.08	0.58
ELEVADOR AUTOMOTRIZ 1Ø	2200	220	22	0.01786	3.31	2.37
COMPRESOR3Ø	3700	220	36	0.01786	5.26	2.06
TALADRO DE COLUMNA 1Ø	560	220	21	0.01786	2.08	0.92
MAQUINA DE CIGUEÑALES 3Ø	7500	220	18	0.01786	5.26	2.08
	1100	220	14	0.01786	2.08	0.60
	550	220	14	0.01786	2.08	0.30
Rectificador de bielas 3Ø	3000	220	28	0.01786	3.31	2.06
FUNDIDORA DE CILINDROS 3Ø	1700	220	18	0.01786	2.08	1.19
RECTIFICADOR DE CILINDROS 3Ø	2400	220	14	0.01786	2.08	1.31
BARRENADORA DE BANCADA 3Ø	1100	220	14	0.01786	2.08	0.60
ELECTROBOMBA TRIFASICA	1492	220	22	0.01786	3.31	0.81

Fuente: Mediciones realizadas.

La longitud del conductor se midió desde la ubicación del motor del mecanismo hasta la ubicación del tablero de distribución eléctrica, existiendo tubería empotrada de PVC SAP 1". De la tabla 14, se puede apreciar que 8 motores eléctricos presentan conductores la cual la caída de voltaje excede los 2.00 voltios. La potencia activa de dichos motores eléctricos es de 33.4 kW; por lo tanto, la propuesta de acción es de modificar el conductor por una sección mayor, verificando la capacidad de corriente del conductor.

Tabla 14, del cálculo de caída de tensión, se aprecia que 08 motores eléctricos tienen conductores eléctricos que ocasionan una caída de tensión superior a 2 voltios, y son los que se observan en la tabla 15:

Tabla 15. Conductores eléctricos con caída de tensión superior a 2 voltios

Motor Eléctrico	P: Potencia de Placa(W)	U: Tensión (Voltios)	Longitud (m)	p: Resistividad (Ohmios . mm2/m)	S: Área sección conductor (mm2)	Caída de tensión en %: $(1000*c*p*L)/(S*U)$ (Voltios)
TORNO 3 Ø	6000	220	19	0.01786	3.31	2.80
MAQUINAS DE SOLDAR 1Ø	3000	220	18	0.01786	3.31	2.65
HORNO ELECTRICO DE TRATAMIENTOS 1Ø	4500	220	16	0.01786	2.08	5.62
Máquina de soldar TIP( BUDY TIP) 1Ø	3500	220	18	0.01786	3.31	3.09
ELEVADOR AUTOMOTRIZ 1Ø	2200	220	22	0.01786	3.31	2.37
COMPRESOR3Ø	3700	220	36	0.01786	5.26	2.06
MAQUINA DE CIGUEÑALES 3Ø	7500	220	18	0.01786	5.26	2.08
Rectificador de bielas 3Ø	3000	220	28	0.01786	3.31	2.06

Fuente: Autoría Propia.

Tabla 15, se puede apreciar que los conductores con caídas de tensión mayor a 2 voltios, se deben básicamente a que poseen un calibre pequeño, pero además porque los motores eléctricos están ubicados en un lugar distante desde el tablero de distribución; se plantea la modificación del conductor eléctrico, por uno de mayor calibre, y en la tabla 17, se tiene el cálculo con la propuesta de modificación.

## Cálculo de la Pérdida de Potencia Activa en los conductores.

En el conductor eléctrico se disipa energía en forma de calor, debido al efecto Joule, así que para determinar la pérdida de potencia activa es en base a los siguientes parámetros:

- a) Longitud del conductor.
- b) Resistividad del conductor.
- c) Intensidad de corriente eléctrica en el conductor.
- d) Por último, la sección del conductor

Por ello, para poder determinar la cantidad de energía activa perdida en el conductor, se logra determinar a partir de flujos de potencia esto es por cada tramo del circuito, y está en relación al diagrama unifilar.

$$P_c = \frac{\Delta V^2}{\rho * L/S}$$

$\rho$ : Resistividad eléctrica.

$\Delta V$ : Caída de voltaje, Voltios

$P_c$ : Pérdida potencia activa. (Watt)

$L$ : longitud del conductor dado en metros.

$S$ : Sección del conductor, dado en mm<sup>2</sup>.

Reemplazando valores, se tiene el cálculo de la pérdida de potencia activa:

Tabla 16. Cálculo de pérdida de potencia activa

Motor Eléctrico de	P: Potencia de Placa(W)	U: Tensión (Voltios)	Longitud (m)	p: Resistividad (Ohmios . mm <sup>2</sup> /m)	S: Área sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Caída de tensión en %: $(1000*c*\rho*p*L)/(S*U)$ (Voltios)	Pérdida de Potencia Activa (Watt)
TORNO 3 Ø	6000	220	19	0.01786	3.31	2.80	76.25
MAQUINAS DE SOLDAR 1Ø	3000	220	18	0.01786	3.31	2.65	72.24
HORNO ELECTRICO DE TRATAMIENTOS 1Ø	4500	220	16	0.01786	2.08	5.62	229.92
Máquina de soldar TIP( BUDY TIP) 1Ø	3500	220	18	0.01786	3.31	3.09	98.33
ELEVADOR AUTOMOTRIZ 1Ø	2200	220	22	0.01786	3.31	2.37	47.48
COMPRESOR3Ø	3700	220	36	0.01786	5.26	2.06	34.57
MAQUINA DE CIGUEÑALES 3Ø	7500	220	18	0.01786	5.26	2.08	71.03
Rectificador de bielas 3Ø	3000	220	28	0.01786	3.31	2.06	28.09
TOTAL (Watt)							657.93

Fuente: Autoría Propia

Es decir que en los conductores eléctricos se tiene una pérdida de potencia activa total de 657.93 Watt, que en término de energía en un día de 24 horas y factor de carga 0.35, tenemos:

$$657.93*24*0.35 = 5.52 \text{ KW-h al día, y en un mes a } 165.7 \text{ KW-h.}$$

### Reemplazo de conductores.

Así mismo se realiza el análisis con las modificaciones de los conductores a un valor mayor de sección.

Tabla 17. Caída de tensión con propuesta de modificación de conductor eléctrico

Motor Eléctrico de	P: Potencia de Placa(W)	U: Tensión (Voltios)	Longitud (m)	p: Resistividad (Ohmios . mm2/m)	S: Área sección conductor (mm2)	Caída de tensión en %: (1000*c*ρ*p*L)/(S*U) (Voltios)	Pérdida de Potencia Activa (Watt)
TORNO 3 Ø	6000	220	19	0.01786	5.26	1.76	47.99
MAQUINAS DE SOLDAR 1Ø	3000	220	18	0.01786	5.26	1.67	45.46
HORNO ELECTRICO DE TRATAMIENTOS 1Ø	4500	220	16	0.01786	8.36	1.40	57.21
Máquina de soldar TIP( BUDY TIP) 1Ø	3500	220	18	0.01786	5.26	1.94	61.88
ELEVADOR AUTOMOTRIZ 1Ø	2200	220	22	0.01786	5.26	1.49	29.88
COMPRESOR3Ø	3700	220	36	0.01786	8.36	1.29	21.75
MAQUINA DE CIGUEÑALES 3Ø	7500	220	18	0.01786	5.26	2.08	71.03
Rectificador de bielas 3Ø	3000	220	28	0.01786	3.31	2.06	28.09
TOTAL (Watt)							363.28

Fuente: Autoría Propia.

De la tabla 17, se tiene las caídas de tensión incrementando el calibre de los conductores eléctricos, con lo cual se garantiza que la caída de tensión será menor a 2 voltios.

La disminución de la pérdida de potencia activa al modificar la sección de los conductores es de  $657.93 - 363.28 = 294.6$  Watt. Y al aplicar el factor de carga, en el periodo de un mes, la disminución de pérdida de potencia activa es de  $294.6 * 24 * 30 * 0.35 = 74.25$  kW-h

### Cálculo de Conductor por Capacidad de Corriente

En la tabla 18, se muestra la intensidad de corriente admisible para conductores de cobre

Tabla 18. Valores de capacidad de corriente de conductores eléctricos

Fuente: Catálogo INDECO

AISLADOS TEMPERATURA DE SERVICIO: 60° 75° 90°C								
SECCION	SECCION	GRUPO A TEMPERATURA DE SERVICIO			GRUPO B TEMPERATURA DE SERVICIO			DESNUDO
Nominal (mm)2	AWG	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
0,32	22	3	3					
0,51	20	5	5					
0,82	18	7,5	7,5					
1,31	16	10	10					
2,08	14	15	15	25	20	20	30	
3,31	12	20	20	30	25	25	40	
5,26	10	30	30	40	40	40	55	
8,36	8	40	45	50	55	65	70	90
13,30	6	55	65	70	80	95	100	130
21,15	4	70	85	90	105	125	135	150

Capacidad de corriente en conductores de cobre por sección del conductor.

De la tabla 18, se obtiene la cantidad de amperios que puede transportar el conductor eléctrico, si se compara con los valores de la tabla 17, para los cambios de conductor realizado en el criterio de la caída de tensión, tienen valores superiores a la corriente nominal del motor eléctrico del mecanismo a accionar.

#### 4.3.2 Reemplazo de los motores eléctricos que tienen un indicador entre la intensidad de corriente eléctrica medida y la intensidad de corriente nominal, inferior al 80%.

El valor de este indicador relaciona la intensidad de corriente eléctrica a máxima carga del motor con la corriente nominal del motor descrita en placa, y por lo tanto describe la funcionalidad del motor eléctrico, relacionando las pérdidas que tiene el motor tanto en las pérdidas de calor en el cobre de los bobinados del motor, en los contactos.

Tabla 19, se observan los motores eléctricos que presentan el indicador corriente medida / corriente nominal inferior al 80%, los cuales fueron determinados en la tabla 12 del ítem 3.2.2.

Tabla 19. Motores eléctricos a reemplazar

Motor Eléctrico de	potencia Instalada (Watt)	Valores Nominales	Valores Medidos	Relación Intensidad a plena carga medida / Intensidad nominal ( %)
		Intensidad Nominal de Corriente Eléctrica (Amperios)	Intensidad máxima de corriente medida a plena carga (Amperios)	
MOTORES MONOFASICOS	1492	8.87	6.70	75.58
TALADRO COLUMNA 3 Ø	1492	5.12	3.90	76.11
MAQUINA DE CIGUEÑALES 3Ø	7500	3.78	2.90	76.76
MAQUINA DE SOLDAR POR ARCO ES 300i 3Ø	3000	10.3	7.99	77.64
FUNDIDORA DE CILINDROS 3Ø	1700	5.84	4.60	78.78
CEPILLO LIMADOR 3Ø	3000	10.30	8.20	79.58
Total	18184			

Fuente: Autoría Propia.

Tabla 19, se observa que 6 motores eléctricos que en su totalidad tienen una potencia de 18.18 KW, se puede apreciar que el motor eléctrico que acciona la máquina de cigüeñales 3Ø, tiene una potencia de 7.5 KW, que representa el motor eléctrico a cambiar de mayor potencia, los demás 5 motores han sido rebobinados en reiteradas ocasiones, por lo que la reparación no se aplica a estos motores, siendo la alternativa el cambio. El reemplazo de motores se logrará con valores de eficiencia mayores al 90%.

Los motores eléctricos que presentan una relación entre la corriente medida y nominal entre el 80 y 90%, tendrán un mantenimiento predictivo, es decir se realizará el seguimiento constante para verificar la tendencia de esta variable.

Tabla 20, se efectuó el valor del incremento de la eficiencia de cada uno de los motores, al reemplazar motores eléctricos con eficiencias de 90%; éste incremento de la eficiencia es proporcional a la disminución del consumo de energía eléctrica en cada motor.

Tabla 20. Incremento de eficiencia

Motor Eléctrico de	potencia Instalada (Watt)	Relación Intensidad a plena carga medida / Intensidad nominal (%)	Eficiencia de nuevo motor eléctrico (%)	Incremento de eficiencia %
MOTORES MONOFASICOS	1492	75.58	90.00	14.42
TALADRO COLUMNA 3 Ø	1492	76.11	90.00	13.89
MAQUINA DE CIGUEÑALES 3Ø	7500	76.76	90.00	13.24
MAQUINA DE SOLDAR POR ARCO ES 300i 3Ø	3000	77.64	90.00	12.36
FUNDIDORA DE CILINDROS 3Ø	1700	78.78	90.00	11.22
CEPILLO LIMADOR 3Ø	3000	79.58	90.00	10.42
Total	18184			

Fuente: Autoría Propia.

Tabla 20, se puede determinar que el promedio de incremento de eficiencia de los motores eléctricos es del 13%, lo que significa que en esa misma proporción disminuye el consumo de energía; en otro contexto la potencia total de éstos motores eléctricos de 18.18 KW, en un mes de funcionamiento, tienen un consumo de energía de  $18.18 * 24 * 30 * 0.35 = 4581$  KW-H, el valor de 0,35 es el factor de carga determinado en el ítem 3.1, y el 13% de éste valor es de 595.5 KW-H al mes, que viene hacer el ahorro energético al cambiar los motores de una eficiencia mayor.

#### **4.3.3. Propuesta de Instalación de banco de condensadores a fin de disminuir el pago por energía reactiva.**

Esta propuesta de instalación de banco de condensadores, su principal objetivo es disminuir la energía reactiva, con un valor en el cual no se llegue a facturar en el recibo de energía. Ya que esta facturación, se da cuando el valor de dicha energía reactiva no exceda al 30% de la energía activa total en las

Instalaciones del ISTP RFA.

Para llegar a determinar la capacidad de este banco de condensadores en Faradios, se realiza mediante la expresión:

$$C = \frac{Q}{V^2 * 2 * \pi * f}$$

Dónde:

f: Frecuencia expresada en Hertz. (Hz).

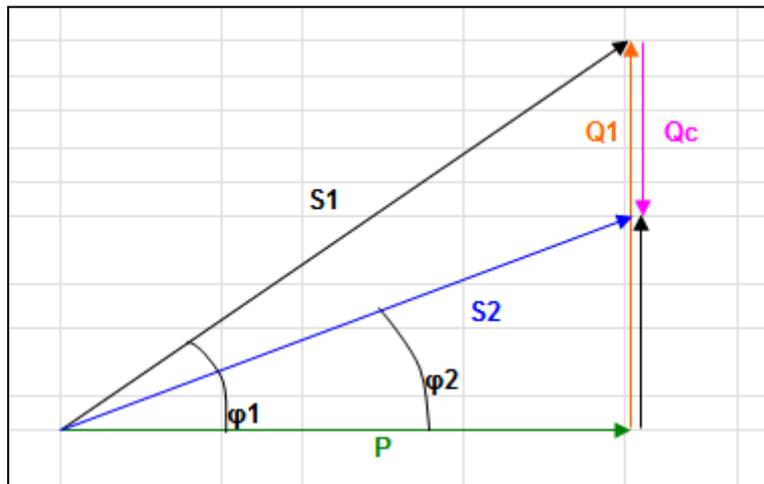
V: Voltaje de alimentación expresada en voltios. (V)

Q: Potencia reactiva en Volt Ampere Reactivo (Var)

C: Capacidad del banco de condensadores expresada en Faradios (F)

La potencia reactiva del condensador en este proyecto viene ser aquel valor de la disminución de la misma potencia ya que al incrementar el factor de potencia de un valor existente en este caso de un valor de 0.9, manteniendo siempre constante el valor de la potencia activa, se cambia el valor de la potencia reactiva, hasta un valor donde el factor de potencia sea igual a 0.9; en la tabla 22 se observa los valores de dicha capacitancia de cada carga eléctrica.

Figura 11. Triángulo de potencias



Potencia Reactiva Inicial  $Q_1$

$$Q_1 = P \cdot \text{Sen}(\text{Arc coseno}(\varphi_1))$$

La Potencia reactiva compensativa  $Q_c$ , se expresa mediante la siguiente formula:

$$Q_c = P \cdot \text{Sen}(\text{Arc coseno}(\varphi_1)) - P * \text{sen}(\text{Arc coseno}(\varphi_2))$$

Dónde:

$P$ : Potencia activa (KW)

$Q_1$ : Potencia Reactiva inicial (KVAr)

$\varphi_2$ : Ángulo de fase entre el voltaje y corriente eléctrica a alcanzar. fdp: 0.95

$\varphi_1$ : Ángulo de fase entre el voltaje y corriente eléctrica existente.

Al reemplazar valores a cada uno de los motores, se llega a determinar la potencia reactiva compensativa  $Q_c$ , que requiere cada uno de los motores eléctricos del instituto, tal como se observa en la tabla 21.

Tabla 21. Determinación del valor de la potencia reactiva compensadora por carga eléctrica

Item	TORNO 3 Ø	FRESADORA 3Ø	ESMERIL BOSH 1 Ø	CEPILLO LIMADOR 3Ø	TALADRO FRESADOR 3Ø	TALADRO COLUMNA 3 Ø	MAQUINAS DE SOLDAR 1Ø	HORNO ELECTRICO DE TRATAMIENTOS 1Ø	MAQUINA DE SOLDAR MIG (ORIGO) 3Ø	MAQUINA DE SOLDAR MULTIPOLAR (WARRIOR)	Máquina de soldar TIP (BUDY TIP) 1Ø	MAQUINA DE SOLDAR POR ARCO ES 300i 3Ø	MOTORES MONOFASICOS	MOTORES TRIFASICOS	ELECTROMOTORES MONOFASICAS	ELEVADOR AUTOMOTRIZ 1Ø	COMPRESOR 3Ø	TALADRO DE COLUMNA 1Ø	MAQUINA DE CIGUEÑALES 3Ø			Rectificador de bielas 3Ø	FUNDIDORA DE CILINDROS 3Ø	RECTIFICADOR DE CILINDROS 3Ø	BARRENADORA DE BANCADA 3Ø	ELECTROMOTORA TRIFASICA
																			7500	1100	550					
Pot Activa W	6000	1492	700	3000	746	1492	3000	4500	7500	7000	3500	3000	1492	746	373	2200	3700	560	7500	1100	550	3000	1700	2400	1100	1492
Cos φ inicial φ1	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.9	0.9	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.87	0.9	0.85	0.9	0.85	0.85	0.85	0.9	0.85	0.85	0.85	0.85	0.9
Tensión Nominal	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Cos φ buscado φ2	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Pot Reactiva Inicial Q1(VAr)	3016	750.1	351.9	1508	375.1	750.1	1266.7	1899.9	3770.6	3519.091	1759.917	1508.25	750.1	353.1	157.5	1106.1	1562	281.5	3770	553	276	1266.7	854.7	1206.6	553	629.9
Potencia Reactiva Compensadora, Qc (VAr)	1173	291.8	136.9	586.7	145.9	291.8	345.1	517.5	1466.6	1368.818	684.25	586.75	291.8	123.9	42.9	430.2	425.6	109.5	1466.7	215	107	345.1	332.4	469.3	215.1	171.6

Fuente: Autoría Propia.

Para determinar la capacitancia de cada motor eléctrico , se tendrá que hacer mediante la siguiente expresión:

$$C = \frac{Q}{V^2 * 2 * \pi * f}$$

Tabla 22. Cálculo de la capacitancia

Motor Eléctrico	Tensión (V)	Potencia Reactiva compensadora Qc (VAR)	Capacitancia (Microfaradios)
TORNO 3 Ø	220	1173.0	64.3
FRESADORA 3Ø	220	291.8	16.0
ESMERIL BOSCH 1 Ø	220	136.9	7.5
CEPILLO LIMADOR 3Ø	220	586.7	32.2
TALADRO FRESADOR 3Ø	220	145.9	8.0
TALADRO COLUMNA 3 Ø	220	291.8	16.0
MAQUINAS DE SOLDAR 1Ø	220	345.1	18.9
HORNO ELECTRICO DE TRATAMIENTOS 1Ø	220	517.5	28.4
MAQUINA DE SOLDARMIG (ORIGO) 3Ø	220	1466.6	80.4
MAQUINA DE SOLDAR MULTRIPOCESO 3Ø(WARRIOR)	220	1368.8	75.1
Máquina de soldar TIP( BUDY TIP) 1Ø	220	684.3	37.5
MAQUINA DE SOLDAR POR ARCO ES 300i 3Ø	220	586.8	32.2
MOTORES MONOFASICOS	220	291.8	16.0
MOTORES TRIFASICOS	220	123.9	6.8
ELECTROBOMBAS MONOFASICAS	220	42.9	2.4
ELEVADOR AUTOMOTRIZ 1Ø	220	430.2	23.6

COMPRESOR3Ø	220	425.6	23.3
TALADRO DE COLUMNA 1Ø	220	109.5	6.0
MAQUINA DE CIGUEÑALES 3Ø	220	1466.7	80.4
	220	215.0	11.8
	220	107.0	5.9
Rectificador de bielas 3Ø	220	345.1	18.9
FUNDIDORA DE CILINDROS 3Ø	220	332.4	18.2
RECTIFICADOR DE CILINDROS 3Ø	220	469.3	25.7
BARRENADORA DE BANCADA 3Ø	220	215.1	11.8
ELECTROBOMBA TRIFASICA	220	171.6	9.4
TOTAL		12341.2	676.7

Fuente: Autoría Propia.

La capacitancia total de toda la instalación para poder mantener el factor de potencia de 0.95 es 676.7 microfaradios.

El banco de condensadores que se debe instalar en dicha instalación será de 12.3 KVAR, 220 Voltios, 60 Hertz, y de 676.7 Microfaradios.

## 12) **Análisis del Cambio de Pliego Tarifario.**

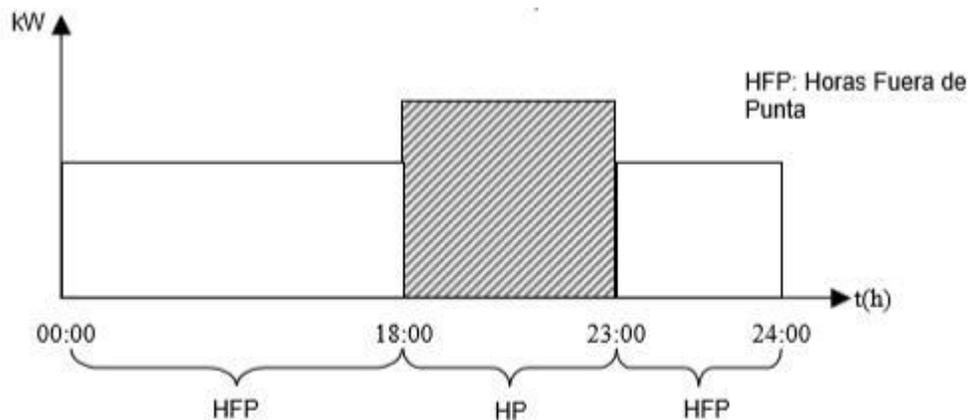
Se realizará un análisis respectivo del cambio del pliego tarifario, ejecutando las simulaciones respectivas en MT2 y MT3.

## Terminología a utilizar:

a) **Horas Punta (HP):** Es el periodo que comprende entre las 18:00 horas hasta las 23:00 horas de cada día del año.

**Horas Fuera de Punta (HFP):** Es el resto de horas del día que no comprenden en las horas de punta (HP).

Figura 12. Periodo de hp y hfp



b) **Exceso de potencia:** Es cuando el cliente o el usuario se excede o supera de dicha potencia contratada.

c) **Máxima demanda mensual en horas punta:** Es el valor pico de las demandas de potencia promediadas que se da en un periodo sucesivo de 15 minutos, mediante las horas punta a lo largo del mes.

**Máxima demanda mensual fuera de punta:** Es el valor pico de las demandas de potencia promediadas que se da en un periodo sucesivo de 15 minutos, mediante las horas fuera de punta a lo largo del mes.

## d) OPCIONES TARIFARIAS

Las opciones tarifarias para clientes regulados en lo que concierne a media tensión se muestran a continuación:

Tabla 23. Opciones tarifarias

Opción Tarifaria	Sistemas y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
MT2	<p><u>Sistema de medición:</u> Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P)</p> <p><u>Parámetros de medición:</u> Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta Medición de energía reactiva</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa variable</p>	<p>a) Cargo fijo mensual</p> <p>b) Cargo por energía activa en horas punta</p> <p>c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta</p> <p>d) Cargo por potencia activa de generación en horas punta</p> <p>e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas punta</p> <p>f) Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta</p> <p>g) Cargo por energía reactiva</p>
MT3	<p><u>Sistema de medición:</u> Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P)</p> <p><u>Parámetros de medición:</u> Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta Medición de energía reactiva</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa variable</p> <p>Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta</p>	<p>a) Cargo fijo mensual</p> <p>b) Cargo por energía activa en horas punta</p> <p>c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta</p> <p>d) Cargo por potencia activa de generación</p> <p>e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución</p> <p>f) Cargo por energía reactiva</p>
MT4	<p><u>Sistema de medición:</u> Medición de una energía activa y una potencia activa (1E1P)</p> <p><u>Parámetros de medición:</u> Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta Medición de energía reactiva</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa variable</p> <p>Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta</p>	<p>a) Cargo fijo mensual</p> <p>b) Cargo por energía activa</p> <p>c) Cargo por potencia activa de generación</p> <p>d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución</p> <p>e) Cargo por energía reactiva</p>

## OPCIÓN TARIFARIA MT2

En la tabla 24, se muestra los consumos generados entre Mayo 2018 y Abril del 2019, tanto en energía como en potencia, por el ISTP RFA, los cuales servirán para el análisis, los datos se obtienen de los recibos de energía emitidos por la

concesionaria.

Tabla 24. Datos de energía y potencia emitidos por la concesionaria

	Energía Activa Facturada (KW-H)		Máxima Demanda Facturada (KW)		Energía Reactiva Facturada KVAR
	Hora Punta	Hora Fuera de Punta	Hora Punta	Hora Fuera de Punta	
may-18	5615.6	7974.4	78.8	49.2	6660.4
jun-18	4655.6	7015.2	67.2	42.4	5337.2
jul-18	2774	5740.4	56.8	31.2	3543.2
ago-18	4067.2	7117.2	76	42.8	4912
Setie-2018	5154.8	8190.4	71.2	44.4	6204.4
oct-18	4966.8	7778.4	68.4	41.2	5385.2
nov-18	4539	6866	68.4	40.8	4275.2
dic-18	2630.4	5170.8	60.8	35.6	2550
ene-19	2321.2	5006.4	33.6	22.4	2044.8
feb-19	2157.2	4844.4	32	22	1916.8
mar-19	3142	6662.4	66	38.4	2961.6
abr-19	5621.6	9306.4	82.4	56	5652

Fuente: ENSA,2019

## TABLA DE DATOS DE PRECIOS UNITARIOS Y PROMEDIOS DE POTENCIA

Tabla 25. Precios unitarios en MT2

ELECTRONORTE S.A.

PLIEGO TARIFARIO DEL 04 FEBRERO 2019 CON FOSE

RESOLUCIONES APLICADAS: 203, 205 y 206 2013-OS/CD 056, 058, 065, 066, 068, 069, 104 ,110-2018 y 167-2018-OS-CD

MEDIA TENSIÓN		UNIDAD	SEIN2
MT2	<b>DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y 'CONTRATACIÓN</b>		
	<b>O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS (2E2P)</b>		
	Cargo Fijo Mensual	S/./mes	6.73
	Cargo por Energía Activa en Horas de Punta	ctm. S/./kW.h	23.98
	Cargo por Energía Activa en Horas Fuera de Punta	ctm. S/./kW.h	19.47
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HF	S/./kW-mes	57.42
	Cargo por Potencia Activa por uso de redes de Distribución en HF	S/./kW-mes	11.97
	Cargo por Exceso de Potencia Activa por uso de redes de Distribución en HFF	S/./kW-mes	12.21
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S/./kVar.h	4.36	

Fuente: ENSA,2019

e) **Facturación de la potencia por uso de redes de distribución en horas punta (PURDHP).** Esto se llega a determinar con el promedio de las dos demandas más altas leídas en hora punta de los últimos seis meses, esto también incluye el mes que se factura

$$PURDHP = \frac{82.4+68.4}{2} = 75.4 \text{ KW}$$

La facturación del consumo excesivo de potencia en horas fuera de punta (EPHFP), Se debe tomar en cuenta el promedio de las dos demandas más altas leídas de los últimos seis meses del periodo fuera de punta.

$$PURDHFP = \frac{40.8 + 56}{2} = 48.4 \text{ KW}$$

$EPHFP = PURDHFP - PURDHP = 48.4 - 75.4 = -27 \text{ KW}$ ; al ser negativo, no se factura por exceso de potencia en horas fuera de punta.

La energía reactiva que se va a facturar, se determina:

Energía reactiva a facturar: Energía reactiva leída mes – 0.3\* Energía activa leída del mes

Esta energía se multiplica por el costo de la energía reactiva.

Tabla 26. Facturación por pliego tarifario MT2

Cargo Fijo S/.	Costo de energía en HP Cent.S/. Kw-h	Costo de energía en FP Cent. S/. Kw-h	Costo de Potencia generación Hora Punta S/. KW	Costo de Potencia en redes de distribución Hora Punta S/. KW	Alumbrado S/. Cliente	Costo energía reactiva Cent. Cent.S/. / KVAR-h	Cargo Fijo S/.	Total sin IGV S/.
may-18	1346.62	1552.61	4524,69	919.29	170	112.63	6.73	8632.57
jun-18	1116.41	1365.85	3858.62	919.29	170	80.04	6.73	7516.94
jul-18	665.20	1117.65	3261.45	919.29	170	43.11	6.73	6183.43
ago-18	975.31	1385.71	4363.92	926.47	170	67.87	6.73	7895.01
sep-18	1236.12	1594.67	4088.30	926.47	180	95.95	6.73	8128.24
oct-18	1191.03	1514.45	3927.52	926.478	180	68.08	6.73	7814.28
nov-18	1088.59	1336.81	3927.52	880.99	170	37.21	6.73	7447.85
dic-18	630.76	1006.75	3491.13	880.99	170	9.14	6.73	6195.50
ene-19	556.62	947.74	1929.31	880.99	170	0	6.73	4491.39
feb-19	517.29	943.20	1837.44	835.50	170	0	6.73	4310.16
mar-19	753.45	1297.16	3789.72	818.74	170	0.87	6.73	6836.67
abr-19	1348.05	1811.95	4731.40	902.53	180	51.16	6.73	9031.82

Fuente: ENSA

### OPCIÓN TARIFARIA MT3

Tabla 27. Precios unitarios de tarifa MT3

MT3	DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA (2E1P)		
	Cargo Fijo Mensual	S/./mes	6.73
	Cargo por Energía Activa en Horas de Punta	ctm. S/./kW.h	23.98
	Cargo por Energía Activa en Horas Fuera de Punta	ctm. S/./kW.h	19.47
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S/./kW-mes	53.48
	Presentes Fuera de Punta	S/./kW-mes	26.40
	Cargo por Potencia Activa por uso de redes de distribución para usuarios:		
	Presentes en Punta	S/./kW-mes	12.67
	Presentes Fuera de Punta	S/./kW-mes	12.44
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S/./kVar.h	4.36

Fuente: ENSA

Se llegó a realizar el análisis adecuado de dichos costos unitarios con base a lo establecido en el pliego tarifario.

En lo que respecta a la facturación de energía activa, aquí se debe considerar el consumo de energía en horas y fuera de punta ya que la facturación de la energía activa es idéntica a la opción tarifaria MT2.

En lo que respecta a la facturación de potencia, aquí lo primero que se debe determinar es el tipo de calificación tarifaria del usuario, en otras palabras si es considerado usuario presente en punta o usuario fuera de punta.

$$\text{Calificación Tarifaria} = \frac{\text{EAHP mes}}{\text{M.D. leída mes} * \text{N}^\circ \text{HP mes}}$$

M.D. leída mes: Máxima demanda leída del mes

EAHP mes: Energía activa consumida en horas punta del mes

Nº HP mes: Número de horas punta del mes las cuales para la concesionaria es 125 H

Al reemplazar los valores en la siguiente expresión tenemos:

Tabla 28. Factor de calificación

FECHA	ENERGIA ACTIVA EN HORAS PUNTA (KWH)	MAXIMA DEMANDA (KW)	HORAS PUNTA AL MES	FACTOR CALIFICACION	DE
may-18	5615.6	78.8	125		0.57
jun-18	4655.6	67.2	125		0.55
jul-18	2774	56.8	125		0.39
ago-18	4067.2	76	125		0.43
Setie-2018	5154.8	71.2	125		0.58
oct-18	4966.8	68.4	125		0.58
nov-18	4539	68.4	125		0.53
dic-18	2630.4	60.8	125		0.35
ene-19	2321.2	33.6	125		0.55
feb-19	2157.2	32	125		0.54
mar-19	3142	66	125		0.38
abr-19	5621.6	82.4	125		0.55

Fuente. ENSA

Ya que el factor es mayor que 0.50, entonces el suministro está calificado como usuario en horas punta, es por ello que, para la facturación de la potencia de generación y por usos de redes de distribución se están considerando los precios correspondientes a la calificación de cliente hora punta.

En lo que respecta a la facturación de la potencia de generación, aquí se considera la demanda máxima leída en el mes, y en el costo unitario de potencia que corresponde en este caso al usuario calificado en hora punta.

En la facturación de la potencia por uso de redes de distribución, aquí se llegó a tomar el promedio de las dos demandas máximas más altas de los últimos seis meses, incluyendo también el mes que se factura.

Tabla 29. Facturación de pliego tarifario MT3

Cargo Fijo S/.	Costo de energía en HP Cent.S/. Kw-h	Costo de energía en FP Cent. S/. Kw-h	Costo de Potencia generación Hora Punta S/. KW	Costo de Potencia en redes de distribución Hora Punta S/. KW	Alumbrado S/. Cliente	Costo energía reactiva Cent. S/. / KVAR-h	Cargo Fijo S/.	Total sin IGV S/.
may-18	1346.62	1552.61	4214.22	973.05	170	112.63	6.73	8375.76
jun-18	1116.41	1365.85	3593.85	973.05	170	80.04	6.73	6332.88
jul-18	665.20	1117.65	3037.66	973.05	170	43.11	6.73	6013.40
ago-18	975.31	1385.71	4064.48	980.65	170	67.87	6.73	7650.75
sep-18	1236.12	1594.67	3807.77	980.65	180	95.95	6.73	7901.89
oct-18	1191.03	1514.45	3658.03	980.65	180	68.08	6.73	7598.97
nov-18	1088.59	1336.81	3658.03	932.51	170	37.21	6.73	7229.88
dic-18	630.76	1006.75	3251.58	932.51	170	9.14	6.73	6007.47
ene-19	556.62	947.74	1796.92	932.51	170	0	6.73	4410.50
feb-19	517.29	943.20	1711.36	884.36	170	0	6.73	4232.94
mar-19	753.45	1297.16	3529.68	866.62	170	0.87	6.73	6624.51
abr-19	1348.05	1811.95	4406.75	955.31	180	51.16	6.73	8760.35

Fuente: ENSA

Tabla 30. Comparación de pliego tarifario

FECHA	Importe BT4	Simulación Tarifa MT2 (Soles)	Simulación Tarifa MT3 (Soles)
may-18	12800.70	8632.57	8375.76
jun-18	11559.80	7516.94	6332.88
jul-18	8707.40	6183.43	6013.40
ago-18	10095.00	7895.01	7650.75
Setie-2018	12421.40	8128.24	7901.89
oct-18	12088.70	7814.28	7598,97
nov-18	11590.30	7447.85	7229.88
dic-18	8478.90	6195.50	6007.47
ene-19	8511.80	4491.39	4410.50
feb-19	8182.70	4310.16	4232.94
mar-19	9035.20	6836.67	6624.51
abr-19	13723.30	9031.82	8760.35

Fuente: Autoría Propia

#### 4.3.4. Capacitación al Personal docente, administrativo y estudiantes del ISTP, en lo referente al uso eficiente de la energía.

- Planificación de 2 charlas por semestre, en lo referente a potencia instalada de cada consumidor de energía eléctrica.
- Planificación de horarios de clase, para disminuir la máxima demanda en horas punta.
- Uso de equipos de cómputo en modo de ahorro de energía.
- Tiempo de uso de las máquinas y/o equipos dentro lo especificado para cada alumno.
- Utilización de la luz natural en aulas y talleres en la medida de lo posible.
- Utilización de letreros con mensajes de ahorro energético.
- Concientización del uso de los recursos naturales no renovables. En la generación de energía.
- Influencia del costo de energía eléctrica en los costos de operación del ISTP.

#### 4.3.5. Reemplazo progresivo de las lámparas fluorescentes.

Se plantea el reemplazo de las lámparas fluorescentes progresivamente, por lámparas con tecnología LED de 12 Watt, es decir en el primer, segundo y tercer año se reemplaza por las existentes, sin considerar las luminarias de las canchas deportivas.

Tabla 31. Reemplazo de lámparas fluorescentes

Área	Potencia Instalada en Iluminación KW					
	Cantidad	Potencia KW	Potencia Total KW	% Iluminación	Año de modificación	Potencia (Reemplazo LED 12 Watt)
LABORATORIO DE ELECTROTECNIA INDUSTRIAL	74	0.036	2.66	5.38	1	0.89
AULAS DE ELECTROTECNIA INDUSTRIAL	28	0.036	1.01	2.04	1	0.34
TALLER 1 MECÁNICA DE PRODUCCIÓN	10	0.036	0.36	0.73	1	0.12
TALLER N° 2 DE PRODUCCION	78	0.036	2.81	5.68	1	0.94
CENTRO DE COMPUTO Y AULAS DE PRODUCCION	60	0.036	2.16	4.37	1	0.72
MAQUICENTRO	42	0.036	1.51	3.06	1	0.50
TALLER DE AUTOMOTRIZ	190	0.036	6.84	13.82	2	2.28
AULAS DE AUTOMOTRIZ	43	0.036	1.55	3.13	2	0.52
LABORATORIO DE ELECTRONICA	24	0.036	0.86	1.75	2	0.29
AULAS DE ELECTRONICA	46	0.036	1.66	3.35	2	0.55
LABORATOPRIO DE ENFERMERIA	30	0.036	1.08	2.18	2	0.36
AULAS DE ENFERMERIA	34	0.036	1.22	2.47	2	0.41
AREA DE COMPUTACION E INFORMATICA	24	0.036	0.86	1.75	2	0.29
AREA DE ADMINISTRACION	50	0.036	1.80	3.64	2	0.60
AREA DE CONTABILIDAD	76	0.036	2.74	5.53	3	0.91
AREA DE SOPORTE Y DESARROLLO	4	0.036	0.14	0.29	3	0.05
AREA DE OFICINAS	60	0.036	2.16	4.37	3	0.72
AREA DE GIMNASIO	20	0.036	0.72	1.46	3	0.24
AREA DE BIBLIOTECA	42	0.036	1.51	3.06	3	0.50
AREA DE BAÑOS	60	0.036	2.16	4.37	3	0.72
CAFETIN	24	0.036	0.86	1.75	3	0.29
TOTAL KW			36.68			12.23

Reemplazo progresivo de lámparas fluorescentes.

	Primer año	Segundo Año	Tercer Año
N° Lámparas LED 12 Watt	292	441	286

Es decir, se tiene una disminución de la potencia por iluminación de  $36.68 - 12.23 = 24.45$  KW.

Considerando un promedio de utilización de 3 horas al día y con un coeficiente de simultaneidad de 0.7, se tiene el valor de la energía que se ahorra.

$E = 24.45 * 3 * 0.7 = 55.01$  KW-H por día, es decir en un mes, se tiene un ahorro de  $55.01 * 24 = 1320.3$  KW-H al mes.

#### 4.4. Realizar un análisis económico utilizando indicadores tales como Valor Actual Neto, Tasa Interna de retorno y relación beneficio costo.

##### 4.4.1. Inversión Inicial de la Propuesta.

Tabla 32. Inversión inicial

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario S/	Precio Total S/.
1	Conductor Eléctrico THW 8.36 mm <sup>2</sup>	m	30	3.2	96
2	Conductor Eléctrico THW 5.26 mm <sup>2</sup>	m	40	2.8	112
3	Conductor Eléctrico THW 3.31 mm <sup>2</sup>	m	50	2.6	130
4	Motor Eléctrico 9 KW	Unidad	1	2300	2300
5	Motor Eléctrico 5.5 KW	Unidad	1	2100	2100
6	Motor Eléctrico 4 KW	Unidad	1	2100	2100
7	Motor Eléctrico 4.5 KW		1	2100	2100
8	Motor Eléctrico 6 KW	Unidad	1	2200	2200
9	Motor Eléctrico 10.5 KW		1	2800	2800
10	Banco de Condensadores 10.5 KVAR, 220 Voltios, 60 Hertz, y de 554.31 Microfaradios.	Unidad	1	3400	3400
11	Mano de Obra	Unidad	1	3200	3200
12	Charlas de capacitación	Unidad	2	290	580
13	Letreros concientización de ahorro energía	Unidad	8	40	320
14	Lámparas fluorescentes led 12 Watt	Unidad	1019	18	18342
	Total (Watt)				39780

Fuente: Autoría Propia.

El monto de la inversión inicial de la propuesta asciende a 39780 Soles, los cuales serán subvencionados con el ahorro de la energía eléctrica.

La propuesta de inversión será subvencionada de la forma siguiente:

- a) Por ahorro de facturación eléctrica. 50%:  $0.5 \times 39780 = \text{S/} 19890$
- b) Por inversión del ISTP RFA. 50%:  $0.5 \times 39780 = \text{S/} 19890$

#### **4.4.2. Ingresos estimados del Proyecto.**

- a) Incremento de eficiencia de motores eléctricos.

Se determinó un ahorro de 595.5 KW-H al mes

- b) Por cambio de Conductor.

Se determinó un ahorro de 74.25 KW-h

Lo que representa un ahorro de energía mensual de 669.7 KW-H, al precio de S/. 0.45, totaliza  $669.7 \times 0.45 = 301.38$  Soles al mes.

- c) Por pago de energía reactiva.

Según la facturación se tiene en promedio al mes por facturación de energía reactiva un valor de 102 Soles al mes.

- d) En sistema de iluminación.

1320.3 KW-H al mes, al precio S/. 0.45, totaliza  $1320.3 \times 0.45 = 594.12$  Soles al mes.

Es decir, con las propuestas a implementar se tendrá un ahorro económico de  $301.38 + 102 + 594.12 = 997.5$  Soles. Importe que representa los ingresos mensuales del proyecto.

#### 4.4.3. Flujo de Caja del Proyecto.

Tabla 33. Flujo de caja

Año	0	1	2	3	4	5	12	13	14	16	46	47	48
Inversión Inicial S/.	19890												
Ingresos Mensual S/.		997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997

Fuente: Autoría Propia.

#### 4.4.4. Cálculo de las variables económicas.

##### Valor Actual Neto

Los valores de dichos ingresos mensuales, se lleva al año cero, donde se da inicio el proyecto, con una tasa de interés del 1% mensual (Es un proyecto con tasa de interés social)

Ingresos actualizados al tiempo 0:

$$Ia = \frac{Ra * [(1 + i)^n - 1]}{[i * (1 + i)^n]}$$

Reemplazando se tiene:

Tabla 34. Valor Actual Neto

Año	0	1	2	3	4	5	45	46	47	48
Inversión Inicial S/.	19890									
Ingresos Mensual S/.	-19890	997	997	997	997	997	997	997	997	997

VAN =.  
31,712.2

Fuente: Autoría Propia.

El VAN del proyecto viene ser la diferencia de los ingresos actualizados netos y la inversión realizada, es decir 31,712.2– 19890 igual a 11822.2 Soles.

## Tasa Interna de Retorno

Para calcular el TIR, se tiene que determinar haciendo que dichos ingresos actuales con una tasa de interés a determinar son igual a la inversión inicial del proyecto.

$$Inv = \frac{Ra * [(1 + TIR)^n - 1]}{[TIR * (1 + TIR)^n]}$$

Tabla 35. Tasa Interna de Retorno

Año	0	1	2	3	4	5	45	46	47	48
Inversión Inicial S/.	19890									
Ingresos Mensual S/.	-19890	997	997	997	997	997	997	997	997	997

TIR = 3.9%

Fuente: Autoría Propia.

Al reemplazar dichos valores, y por medio de una metodología de aproximaciones o utilizando el software Microsoft Excel, se puede calcular el valor del TIR, siendo este igual a 3.9 % mensual, ya que esto representa un valor superior a la tasa de interés social actual que oscila entre el 1 y 1.5% mensual.

## Relación Beneficio Costo

La relación beneficio / costo es de 31712.2 / 19890, es de 1.59

## **V. DISCUSIÓN**

El ahorro de energía eléctrica está enmarcado en la política de eficiencia energética que ha implementado el MINEN en los últimos 20 años, con el fin de disminuir el consumo de energía eléctrica, así como también disminuir la máxima demanda, sin embargo, la eficiencia de los dispositivos eléctricos está por debajo de lo especificado, con lo cual no se consigue reducir dichos valores.

En el análisis realizado se evidenció que existe un sobredimensionamiento no sólo de los motores eléctricos, sino también la baja eficiencia de éstos, así como también en el caso de la iluminación, toda la ISTP RFA cuenta con fluorescentes de 36 watt, lo que incrementa el consumo de energía eléctrica.

Las horas de uso de los talleres en horas de la noche, pasa por un tema de adecuación, es decir variación de los horarios de clases, para que se utilice la luz natural en la iluminación de las aulas.

## VI. CONCLUSIONES

- Las cargas con más de 20 KW de potencia instalada, están distribuidas en 3 áreas de la institución con una potencia instalada total de 223.71 KW, y representa el 59.1% del total de la potencia instalada. Las cargas entre 10 y 20 KW de potencia instalada, están distribuidas en 6 áreas de la institución, con una potencia instalada total de 100.98 KW, y representa el 26.7% del total de la potencia instalada. Las cargas menores a 10 KW de potencia instalada, están distribuidas en 15 áreas de la institución con una potencia instalada total de 53.96 KW, y representa el 14.2% del total de la potencia instalada.
- El 23.1% de los motores eléctricos registran la relación corriente medida/corriente nominal entre 75 y 80%, el 19.2% registran relación corriente medida/corriente nominal entre 80 y 85%, el 42.3% de los motores eléctricos tienen la relación corriente medida/corriente nominal entre 85 y 90%, y solo el 15.4% de los motores eléctricos tienen éste relación superior al 90%.
- La capacitancia total de toda la instalación para poder mantener el factor de potencia a un valor de 0.95 es 554.31 microfaradios. El banco de condensadores que se debe instalar en dicha instalación debe ser de 12.3 KVAR, 220 Voltios, 60 Hertz, y de 676 Microfaradios. 6 motores eléctricos que en su totalidad tienen una potencia de 18.18 kW serán reemplazados con eficiencia igual al 90%.
- La evaluación económica, determinó que el VAN es de 31,712.2Soles, un TIR de 3.9% mensual y una relación beneficio costo de 1.59, valores que hacen factible la propuesta.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Analizar los niveles de iluminación en las diferentes oficinas y talleres a fin de determinar la ubicación correcta de los fluorescentes.
- En la cancha sintética se debe modificar los reflectores por reflectores LED de 150 Watt, para lo cual se debe realizar el análisis de los niveles de iluminación.
- Renovación de las instalaciones eléctricas de toda la ISTE RFA, debido la antigüedad que presenta.

## REFERENCIAS.

*Evaluación mediante indicadores productivos y energéticos de tres módulos de producción de panela granulada.* **Marcelo, Daniel, La Madrid, Raul y Santamaria, Hans.** 2013. Piura : s.n., 14 de Agosto de 2013, "Innovation in Engineering, Technology and Education for Competitiveness and Prosperity.

*Fundamentos para la administración energética en la industria Colombiana a través de indicadores de gestión.* **Pérez Tristancho, Carlos Andrés y Vera Méndez, Flaminio.** 2012. No 50, Pereira : s.n., Abril de 2012, Scientia et Technica, Vol. XVII.

*Hacia un indicador de consumo de energía eléctrica más efectivo en hoteles del grupo Cubanacán de la provincia de Camagüey.* **Borges, Davel, y otros.** 2011. 1/2011, 24 de Enero de 2011, Ingeniería energética, Vol. XXXII, págs. 35-42.

*Mejoramiento de la eficiencia energética en la industria del cemento por proceso húmedo a través de la implementación del sistema de gestión integral de energía.* **Del Pilar Castrillon, Rosaura, Ciro Quispe, Enrique y Gonzales Adriana, Janeth.** 2013. 177, Medellin : s.n., Febrero de 2013, DYNA, Vol. 80, págs. 115-123.

*MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA DEL CEMENTO POR PROCESO HÚMEDO A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE ENERGÍA.* **DEL PILAR CASTRILLON, ROSAURA, GONZÁLES, ADRIANA JANEHT y CIRO QUISPE, ENRIQUE.** 2013. 177, Medellin : s.n., Febrero de 2013, DYNA, Vol. 80, págs. 115-123.

**Ministerio de Energía y Minas.** 2009. *PLAN REFERENCIAL DEL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA 2009-2018.* Lima : s.n., 2009.

**TECSUP.** 2016. *AUDITORÍA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA.* 2016.

—. 2016. *AUDITORÍA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA - II UNIDAD.* 2016. GUIA DE ESTUDIO.

## ANEXOS

### GUÍA DE OBSERVACIÓN

#### ANEXO N°1. REGISTRO DE CONSUMO DE ENERGÍA.

TESIS: “ANÁLISIS DE LOS INDICADORES ENERGÉTICOS PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL INSTITUTO REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA - CHICLAYO,2019”

AUTOR: CARLOS YSIDRO RIOJAS JUAREZ

Instrucciones: Complete la información estadística en cuanto a consumos de energía eléctrica.

FECHA	ENERGIA ACTIVA TOTAL (KWH)	ENERGIA ACTIVA EN HORAS PUNTA (KWH)	ENERGIA ACTIVA FUERA DE PUNTA (KWH)	ENERGIA REACTIVA (KVAR-H)	POTENCIA HORA PUNTA (KW)	POTENCIA FUERA DE PUNTA (KW)	DE	IMPORTE S/:
may-18								
jun-18								
jul-18								
ago-18								
Setie-2018								
oct-18								
nov-18								
dic-18								
ene-19								
feb-19								
mar-19								
abr-19								

## GUÍA DE OBSERVACIÓN

### MEDICIONES ELÉCTRICAS

TESIS: “ANÁLISIS DE LOS INDICADORES ENERGETICOS PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN EL INSTITUTO REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA - CHICLAYO,2019”

AUTOR: CARLOS YSIDRO RIOJAS JUAREZ

Instrucciones: Realice la medición de acuerdo a lo solicitado.

ITEMS	CARGAS ELECTRICAS			
	DESCRIPCION	CANT	POTENCIA (Watt)	POTENCIA TOTAL KW
Iluminación	1	LAMPARAS FLUORESCENTES		
Máquinas Herramientas	2	TORNO 3 Ø		
	3	FRESADORA 3Ø		
	4	ESMERIL BOSCH 1 Ø		
	5	CEPILLO LIMADOR 3Ø		
	6	TALADRO FRESADOR 3Ø		
	7	TALADRO COLUMNA 3 Ø		
	8	MAQUINAS DE SOLDAR 1Ø		
	9	HORNO ELECTRICO DE TRATAMIENTOS 1Ø		
	10	MAQUINA DE SOLDARMIG (ORIGO) 3Ø		
	11	MAQUINA DE SOLDAR MULTRIPOCESO 3Ø(WARRIOR)		
	12	Máquina de soldar TIP( BUDY TIP) 1Ø		
	13	MAQUINA DE SOLDAR POR ARCO ES 300i 3Ø		
	14	MOTORES MONOFASICOS		
	15	MOTORES TRIFASICOS		
	16	ELECTROBOMBAS MONOFASICAS		
	17	ELEVADOR AUTOMOTRIZ 1Ø		
	18	COMPRESOR3Ø		
	19	TALADRO DE COLUMNA 1Ø		
	20	MAQUINA DE CIGUEÑALES 3Ø		
	21			
	22			
	23	Rectificador de bielas 3Ø		
	24	FUNDIDORA DE CILINDROS 3Ø		
	25	RECTIFICADOR DE CILINDROS 3Ø		
	26	BARRENADORA DE BANCADA 3Ø		
	27	ELECTROBOMBA TRIFASICA		
	Equipo de Oficina	28	FOTOCOPIADORA	
29		IMPRESORA		
30		PROYECTOR		
31		TV		
32		COMPUTADORAS		

## ANEXO 2

### CUADRO DE OPERACIONAIZACIÓN DE VARIABLES

Variables independientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición
<b>Indicadores energéticos</b>	Son herramientas importantes para analizar interacciones entre la actividad económica y humana, el consumo de energía y las emisiones de dióxido de carbono (CO2).	Definir la instalación	Optimo/deficiente	Nominal
		Definir los equipos	Optimo/deficiente	Nominal
		Determinar potencia consumida	Watts	razón
		Determinar energía consumida	Watts	Razón
Variables Dependientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición
<b>Consumo de energía</b>	El consumo de energía es el gasto total de energía para un proceso determinado	Energía que ingresa	Kilowatts hora	Razón
		Energía que consume el instituto	Kilowatts hora	Razón

### ANEXO N°3 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN



Fuente: elaboración propia

### ANEXO N°4 TABLERO GENERAL



Fuente: elaboración propia

## ANEXO N°5. EQUIPO DE MEDICIÓN



Fuente: elaboración propia

## ANEXO N°6 TALADRO COLUMNA



Fuente: elaboración propia

## ANEXO N°7 MÁQUINA DE SOLDAR



Fuente: elaboración propia

## ANEXO N°8 TORNOS



Fuente: elaboración propia

# ANEXO N°9. ALUMNOS MATRICULADOS

INSTITUTO DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLÓGICO PÍLAIUCO  
"REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMÁNIA"  
CHICLAO

### ALUMNOS MATRICULADOS EN EL 2019 - I

TURNO ESPECIALIDAD SEMESTRE / SEXO	MAÑANA										NOCHE										
	I		III		V		T P A L		I		III		V		T P A L						
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M					
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS	09	26	35	05	28	33	09	23	32	100	16	19	35	09	22	31	12	16	28	94	194
COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA	25	10	35	24	07	31	14	13	27	93	25	11	36	11	15	26	12	08	20	82	175
CONTABILIDAD	08	27	35	10	25	35	07	25	32	102	15	20	35	11	24	35	10	13	23	93	195
ELECTRICIDAD INDUSTRIAL	35	00	35	31	01	32	25	03	28	95	30	06	36	21	04	25	13	03	16	77	172
ELECTRÓNICA INDUSTRIAL	32	03	35	26	02	28	22	03	25	88	32	03	35	16	04	20	13	05	18	73	151
ENFERMERÍA TÉCNICA	02	33	35	00	30	30	02	28	30	95	05	30	35	05	24	29	02	22	24	88	183
MECATRÓNICA AUTOMOTRIZ	35	00	35	27	00	27	24	00	24	86	35	01	36	31	00	31	27	00	27	94	180
MECÁNICA DE PRODUCCIÓN	32	04	36	31	00	31	26	00	26	93	33	02	35	26	00	26	25	00	25	86	179
TOTAL - SEMESTRE	178	103	281	154	93	247	129	95	224	752	191	92	283	130	93	223	114	67	181	687	1439
TOTAL - TURNO	281		247		224		752		283		223		181		687		1439				
TOTAL - CICLO	564		470		405		1439														
TOTAL GENERAL							1439														

Legenda  
H : Hombres

Fuente: Área Administrativa, RFA

ANEXO N°10. OFICIO DE ACEPTACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL  
PROYECTO



INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICO PÚBLICO  
"REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA"

CON R.M. N° 0311-80-ED  
REVALIDADO CON R.D. N° 381 - 2005 - ED

*"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"*

Chiclayo, 26 de Abril de 2019.

OFICIO N° 436- 2019-IESTP"RFA"-D.GRAL.

Señor

Mg. Dante Omar Panta Carranza  
COORDINADOR DE ESCUELA INGENIERIA MECANICA ELECTRICA  
UNIVERSIDAD "CESAR VALLEJO"

CIUDAD.-

ASUNTO : ACEPTA DESARROLLO DE PROYECTO.

REFERENCIA: EXP. No 1602-955. del 25.06.18

Tengo el agrado de dirigirme a usted para hacerle llegar mi cordial saludo y en atención a su documento de la referencia, aceptar el desarrollo del Proyecto de Investigación "ANÁLISIS DE LOS INDICADORES ENERGETICOS PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN EL INSTITUTO REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA- CHICLAYO, 2019" a realizar por el Joven estudiante de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica, CARLOS YSIDRO RIOJAS JUAREZ con D.N.I. No 76209107, el mismo que deberá cumplirse en Coordinación con el Jefe de la Carrera Profesional de ELECTRICIDAD INDUSTRIAL.

Es propicia la oportunidad, para expresarle mi consideración y estima.

*Atentamente,*



Mg. Efraim Moreno Eustaquio  
DIRECTOR GENERAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Mg. Dante Omar Panta Carranza  
Coordinador de Escuela Ingeniería Mecánica Eléctrica

EFME/D.GRAL.  
Ntb/Séc: DGRAL.

## ANEXO N°11. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

### FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres:

---

- Profesión: \_\_\_\_\_

- Grado académico: \_\_\_\_\_

- Actividad laboral actual:

---

---

### INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una “X” conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------

1. Sírvase marcar con una “X” las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	(ALTO)	(MEDIO)	(BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)			
b) Experiencia como profesional. (EP)			
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)			
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)			
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)			

---

*Firma del entrevistado*

**Estimado(a) experto(a):**

El instrumento de recolección de datos a validar es una guía de observación, cuyo título es “ANÁLISIS DE LOS INDICADORES ENERGÉTICOS PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL INSTITUTO REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA - CHICLAYO,2019”

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta guía para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: \_\_ Poco pertinente: \_\_ No es pertinente: \_\_

Por favor, indique las razones:

---

---

---

2. ¿Considera que la guía, tiene lo suficiente para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: \_\_ Insuficientes: \_\_

Por favor, indique las razones:

---

---

---

3. ¿Considera que la información solicitada formulada de manera tal que el tesista no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: \_\_ Poco adecuadas: \_\_ Inadecuadas: \_\_

Por favor, indique las razones:

---

---

---

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

---



---



---



---

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:

---

Firma del Experto

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Carlos Ysidro Riojas Juárez egresado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 76209107, con el trabajo de investigación titulada,

“Análisis de los indicadores energéticos para reducir el consumo de energía eléctrica en el Instituto República Federal De Alemania-Chiclayo, 2019”

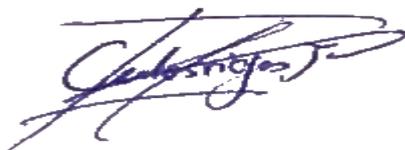
### **Declaro bajo juramento que:**

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de oro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo 19 de febrero del 2021

Nombres y apellidos: Carlos Ysidro Riojas Juárez  
DNI : 76209107



Firma :