

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Tesis

**Análisis de las corrientes armónicas en la
subestación 2C en el sistema de extracción de
concentrado de minerales en la empresa
Administradores Cerro SAC-Cerro de Pasco, 2024**

Diego Jean De La Cruz Galvan
Carlos Alfredo Cosme Huaman

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Electricista

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : Jezzy James Huamán Rojas
Asesor de trabajo de investigación

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación

FECHA : 14 de Noviembre de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

ANÁLISIS DE LAS CORRIENTES ARMÓNICAS EN LA SUBESTACIÓN 2C EN EL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE CONCENTRADO DE MINERALES EN LA EMPRESA ADMINISTRADORES CERRO SAC- CERRO DE PASCO 2024

Autores:

1. Diego Jean De La Cruz Galvan – EAP. Ingeniería Eléctrica
2. Carlos Alfredo Cosme Huaman – EAP. Ingeniería Eléctrica

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores SI NO
Nº de palabras excluidas (**en caso de elegir "SI"**): 20
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

DEDICATORIA

A mis familiares y amistades, por su soporte incondicionado antes y durante el tiempo de mis estudios.

Diego Jean

A mis docentes y familiares, por sus palabras de aliento constante y todo el interés mostrado para la culminación de mis estudios.

Carlos Alfredo

AGRADECIMIENTO

El reconocimiento diáfano al Sr. Decano de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y al Sr. Dir. de la Escuela Académico Profesional de Ing. Eléctrica de la Universidad Continental, Dr. Ing. Cesar Quispe López, por su impecable dirección académica logrando que todos los bachilleres logremos nuestros objetivos profesionales anhelados.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de contenidos	vi
Lista de tablas	ix
Lista de figuras	xi
Resumen	xiii
Abstract	xiv
Introducción	xv
Capítulo I	16
Planteamiento del estudio	16
1.1. Planteamiento y formulación del problema	16
1.1.1. Problema general.....	18
1.1.2. Problemas específicos	18
1.2. Objetivos	19
1.2.1. Objetivo general	19
1.2.2. Objetivos específicos.....	19
1.3. Justificación e importancia	19
1.3.1. Justificación teórica.....	19
1.3.2. Justificación práctica	20
1.3.3. Justificación metodológica	20
1.4. Delimitación del proyecto	20
1.4.1. Delimitación social.....	20
1.4.2. Delimitación temporal.....	20
1.4.3. Delimitación espacial	20
1.5. Hipótesis y variables	20
1.5.1. Hipótesis	20
1.5.2. Variables	22
Capítulo II	23
Marco teórico	23
2.1. Antecedentes de la investigación.....	23
2.1.1. Artículos científicos	23
2.1.2. Tesis nacionales e internacionales	23
2.2. Bases teóricas	25
2.2.1. Armónicos.....	25
2.2.1.1. Efectos de los armónicos	25

2.2.1.2. Medición de armónicos.....	26
2.2.2. Límites de armónicas recomendadas	27
2.2.2.1. Límite de voltaje armónico recomendado.....	27
2.2.3. Armónicas de tensión	29
2.2.4. Armónicas de corriente	30
2.2.5. Norma NTCSE.....	32
2.2.6. Calidad del producto o suministro.....	33
2.2.6.1. Definición.....	33
2.2.6.2. Calidad de energía	33
2.2.6.3. Beneficios de la calidad de energía.....	34
2.2.7. Tipos de cargas.....	34
2.2.8. Perturbación en las redes eléctricas	36
2.2.8.1. Perturbación propia de las redes eléctricas	36
2.2.8.2. Perturbaciones externas de la red eléctrica	37
2.2.8.3. Impulsos de tensión	37
2.2.8.4. Distorsión armónica (THD).....	37
2.2.9. Desequilibrios de tensión	37
2.2.10. La norma técnica de calidad de servicios eléctricos	39
2.2.11. Ciclo de extracción de concentrado de minerales	40
2.2.12. Definición de términos básicos	46
Capítulo III.....	47
Metodología	47
3.1. Método, tipo o alcance de la investigación	47
3.1.1. Método	47
3.1.1.1. Método general.....	47
3.1.1.2. Método específico	47
3.1.2. Tipo.....	48
3.1.3. Alcance de la investigación.....	48
3.1.3.1. Diseño	48
3.1.3.2. Población y muestra.....	49
3.1.3.3. Técnicas de recolección de datos	50
3.1.3.4. Procesamiento de datos.....	50
3.2. Materiales y equipos.....	50
3.2.1. Materiales.....	50
3.2.2. Equipos	51
Capítulo IV	52
Resultados.....	52

4.1. Resultados de prueba e interrelación	52
4.1.1. Análisis y organización de la ficha técnica de recolección de datos. Frecuencias estadísticas.....	52
4.1.2. Análisis de fiabilidad de las variables corrientes armónicas en baja tensión y extracción de concentrado de minerales	80
4.1.3. Medidas de dispersión	80
4.1.4. Correlación de Pearson.....	84
4.1.5. Correlación rho de Spearman	84
4.1.6. Estadísticos descriptivos.....	84
4.2. Prueba de hipótesis: hipótesis general	85
4.3. Análisis y discusión de resultados	87
4.3.1. Interpretación, análisis y discusión de los resultados.....	87
Conclusiones	102
Recomendaciones	104
Referencias	105
Anexos.....	107
Resumen	117

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Límites de distorsión de tensión	27
Tabla 2. Límites de distorsión de corriente para sistemas de 120 a 69 kV	27
Tabla 3. Límites de distorsión de corriente para sistemas por encima de 69 kV a 161 kV	28
Tabla 4. Límites de distorsión de corriente para sistemas >161 kV	28
Tabla 5. Multiplicadores recomendados para aumentos en límites de corrientes armónicas ..	29
Tabla 6. Límites del THD de acuerdo con la NTCSE	32
Tabla 7. Exigencias del nivel tensión según NTCSE. MPQ2000 Megger	39
Tabla 8. Secuencia del ciclo de elevación con duraciones de operación proyectadas.....	43
Tabla 9. Trayectoria	44
Tabla 10. Trayectoria	45
Tabla 11. Técnicas de recolección de datos	50
Tabla 12. Estadístico 1	52
Tabla 13. Cuadro porcentual 1, referido a la pregunta 1	53
Tabla 14. Estadístico 2	54
Tabla 15. Cuadro porcentual 2, referido a la pregunta 2	54
Tabla 16. Estadístico 3	55
Tabla 17. Cuadro porcentual 3, referido a la pregunta 3	56
Tabla 18. Estadístico 4	57
Tabla 19. Cuadro porcentual 4, referido a la pregunta 4	57
Tabla 20. Estadístico 5	58
Tabla 21. Cuadro porcentual 5, referido a la pregunta 5	59
Tabla 22. Estadístico 6	60
Tabla 23. Cuadro porcentual 6, referido a la pregunta 6	60
Tabla 24. Estadístico 7	61
Tabla 25. Cuadro porcentual 7, referido a la pregunta 7	61
Tabla 26. Estadístico 8	62
Tabla 27. Cuadro porcentual 8, referido a la pregunta 8	62
Tabla 28. Estadístico 9	63
Tabla 29. Cuadro porcentual 9, referido a la pregunta 9	63
Tabla 30. Estadístico 10	64
Tabla 31. Cuadro porcentual 10, referido a la pregunta 10.....	65
Tabla 32. Estadístico 11	66
Tabla 33. Cuadro porcentual 11, referido a la pregunta 11.....	66
Tabla 34. Estadístico 12	67
Tabla 35. Cuadro porcentual 12, referido a la pregunta 12.....	67

Tabla 36. Estadístico 13	68
Tabla 37. Cuadro porcentual 13, referido a la pregunta 13.....	68
Tabla 38. Estadístico 14	69
Tabla 39. Cuadro porcentual 14, referido a la pregunta 14.....	69
Tabla 40. Estadístico 15	70
Tabla 41. Cuadro porcentual 15, referido a la pregunta 15.....	70
Tabla 42. Estadístico 16	71
Tabla 43. Cuadro porcentual 16, referido a la pregunta 16.....	71
Tabla 44. Estadístico 17	72
Tabla 45. Cuadro porcentual 17, referido a la pregunta 17.....	72
Tabla 46. Estadístico 18	73
Tabla 47. Cuadro porcentual 18, referido a la pregunta 18.....	73
Tabla 48. Estadístico 19	74
Tabla 49. Cuadro porcentual 19, referido a la pregunta 19.....	74
Tabla 50. Estadístico 20	75
Tabla 51. Cuadro porcentual 20, referido a la pregunta 20.....	75
Tabla 52. Estadístico 21	76
Tabla 53. Cuadro porcentual 21, referido a la pregunta 21.....	76
Tabla 54. Estadístico 22	77
Tabla 55. Cuadro porcentual 22, referido a la pregunta 22.....	77
Tabla 56. Estadístico 23	78
Tabla 57. Cuadro porcentual 23, referido a la pregunta 23.....	78
Tabla 58. Estadístico 24	79
Tabla 59. Cuadro porcentual 24, referido a la pregunta 24.....	79
Tabla 60. Resumen de procesamiento de casos.....	80
Tabla 61. Estadísticas de fiabilidad	80
Tabla 62. Resumen de procesamiento de casos.....	80
Tabla 63. Estadísticas de fiabilidad	80
Tabla 63. Correlación de Pearson	84
Tabla 63. Correlación rho de Spearman	84
Tabla 63. Estadísticos descriptivos	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Combinación de una onda distorsionada.....	25
Figura 2. Medición armónica de muy corto periodo	26
Figura 3. Medidas de armónicos de tiempo pequeño	26
Figura 4. Efecto de una carga no lineal en la distorsión armónica	29
Figura 5. Curva de reducción de la capacidad de carga como función del contenido de armónica	31
Figura 6. Vida útil de un transformador en funcionamiento de THDI.....	31
Figura 7. Calidad de servicio	33
Figura 8. Diagrama simplificado de un sistema eléctrico de potencia.....	34
Figura 9. Onda sinusoidal de carga lineal	35
Figura 10. Onda de voltaje y corriente de carga resistiva.....	35
Figura 11. Onda de voltaje y corriente de carga inductiva	35
Figura 12. Onda de voltaje y corriente de carga capacitiva.....	36
Figura 13. Corriente consumida por cargas no lineales	36
Figura 14. Distorsión armónica.....	37
Figura 15. Desarrollo en la mina para el sistema de extracción de la profundización	45
Figura 16. Gráfico de barras 1.....	53
Figura 17. Tensiones medidas al $\pm 5\%$	53
Figura 18. Gráfico de barras 2.....	54
Figura 19. Periodo de medición de tensión 460 V.....	55
Figura 20. Gráfico de barras 3.....	56
Figura 21. Periodo de medición de desbalance de carga	56
Figura 22. Gráfico de barras 4.....	57
Figura 23. Periodo de medición de factor de potencia	58
Figura 24. Gráfico de barras 5.....	59
Figura 25. Periodo de medición de voltaje 460 V	59
Figura 26. Gráfico de barras 6.....	60
Figura 27. Gráfico de barras 7.....	61
Figura 28. Gráfico de barras 8.....	62
Figura 29. Gráfico de barras 9.....	63
Figura 30. Periodo de medición de distorsión armónica.....	64
Figura 31. Gráfico de barras 10.....	65
Figura 32. Periodo de medición de sistema inductivo	65
Figura 33. Gráfico de barras 11.....	66
Figura 34. Gráfico de barras 12.....	67

Figura 35. Gráfico de barras 13.....	68
Figura 36. Gráfico de barras 14.....	69
Figura 37. Gráfico de barras 15.....	70
Figura 38. Gráfico de barras 16.....	71
Figura 39. Gráfico de barras 17.....	72
Figura 40. Gráfico de barras 18.....	73
Figura 41. Gráfico de barras 19.....	74
Figura 42. Gráfico de barras 20.....	75
Figura 43. Gráfico de barras 21.....	76
Figura 44. Estadístico 22, Gráfico de barras 22.....	77
Figura 45. Estadístico 23, Gráfico de barras 23.....	78
Figura 46. Estadístico 24, Gráfico de barras 24.....	79
Figura 47. Medidas de dispersión 1.....	80
Figura 48. Medidas de dispersión 2.....	81
Figura 49. Medidas de dispersión 3.....	81
Figura 50. Medidas de dispersión 4.....	81
Figura 51. Medidas de dispersión 5.....	82
Figura 52. Medidas de dispersión 6.....	82
Figura 53. Medidas de dispersión 7.....	82
Figura 54. Medidas de dispersión 8.....	83
Figura 55. Medidas de dispersión 9.....	83
Figura 56. Medidas de dispersión 10.....	83
Figura 57. Curva simétrica de Gauss.....	85

RESUMEN

Se tiene una investigación aplicada, que usa la observación, de perfil comparativo, teniendo un nivel de investigación básico – explicativo, contando con el problema general: ¿Habrá alguna relación entre el análisis de las corrientes armónicas en la subestación 2C y la carga del sistema de extracción de concentrado de minerales en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco. 2024?, siendo el objetivo general analizar las corrientes armónicas en la subestación 2C en el sistema de extracción de concentrado de minerales en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco. 2024; con la hipótesis general que existe una relación significativa entre el análisis de las corrientes armónicas en la subestación 2C y carga del sistema de extracción de concentrado de minerales en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco 2024. El propósito del estudio es ofrecer recomendaciones para mejorar los problemas detectados en la unidad de análisis a partir de las conclusiones.

Para este tipo de investigación se tuvo en cuenta a encuestados con una población de 40 personas especialistas del tema, de los cuales, se llegó a realizar solo a 26 encuestados, que ayudó a entender cuál es el pilar de la investigación. El estudio emplea un enfoque inductivo-deductivo, utilizando una metodología de investigación no experimental y demostrativa. La instrumentación y la prueba de calidad del producto se realizan con administradores de la empresa en Cerro SAC - Cerro de Pasco 2024.

Las conclusiones más importantes *a priori* son que existe una relación significativa del 61 % entre el análisis de las corrientes armónicas en la subestación 2C y el sistema de extracción de concentrado de minerales en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024. Asimismo, con el análisis de la ocurrencia de las intensidades armónicas en baja tensión, se identifica en un 23 % la afectación en la calidad del recurso generado en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

Palabras claves: corrientes armónicas en baja tensión, extracción de concentrado de minerales, indicador de calidad, tolerancias de armónicos

ABSTRACT

There is an applied research, which uses observation, with a comparative profile, having a research level: Basic - explanatory, counting on the General Problem: Will there be any relationship between the analysis of the harmonic currents in the 2C substation and the mineral concentrate extraction system in the company administrators Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024?, being the General Objective: To analyze the harmonic currents in the 2C substation in the mineral concentrate extraction system in the company administrators Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024; with the General Hypothesis that: There is a significant relationship between the analysis of the harmonic currents in the 2C substation and the mineral concentrate extraction system in the company administrators Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024. The purpose of the study is to offer recommendations to improve the problems detected in the analysis unit based on the conclusions.

For this type of research that is carried out, it was considered to have as respondents a population of 40 specialists on the subject, of which only 26 respondents were carried out, who helped us understand what the pillar of the research is. The study employs an inductive-deductive approach, using a non-experimental and demonstrative research methodology. The instrumentation and quality testing of the product is carried out company administrator in Cerro SAC – Cerro de Pasco in the year 2024.

The more important priori conclusions are: There is a significant relationship of 61% between the analysis of harmonic currents in substation 2C and the mineral concentrate extraction system at the company administrators Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024. Likewise, with the analysis of the occurrence of harmonic intensity in low voltage, the impact on resource quality at the company administrators Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024 is identified in 23%.

Keywords: harmonic currents in low voltage, mineral concentrate extraction, quality indicator, tolerances

INTRODUCCIÓN

En un sistema eléctrico inmerso con efectos de armónicas de V e I, se dan diversos modos de inconvenientes debido a las mismas armónicas presentes, las unidades perjudicadas fundamentalmente son la carga de uso especial en laboratorio clínico, o centro computacional en el cual se requiere una V cte. y sinusoidal, el transformador de distribución, la línea de transmisión; son causadas por las distorsiones armónicas inyectadas excesivamente o que superen el límite dado en la normativa actual, a causa de un agente conectado a la red de distribución (1).

Por lo que el objetivo principal del trabajo es lograr un estudio de las corrientes armónicas en la subestación 2C y la carga del sistema de extracción de concentrado de minerales en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024. Siendo la trascendencia del problema la de realizar una identificación de los equipos eléctricos que generan distorsiones de las intensidades armónicas en baja tensión, de la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

Se ha constituido la investigación en cuatro capítulos, de la siguiente manera:

Capítulo I. Sobre la descripción del planteamiento y formulación del problema, problemas, objetivos, justificación e importancia, delimitación, hipótesis y variables.

Capítulo II. Sobre el marco teórico, antecedentes y bases teóricas.

Capítulo III. Se presentan la metodología, métodos, tipo, alcance, materiales y método.

Capítulo IV. Sobre los resultados, prueba de hipótesis y análisis de resultados.

Conclusiones y recomendaciones.

Se presentan las referencias.

Finalmente están los anexos, con su correspondiente matriz de consistencia y matriz de operacionalización de las variables.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

Es necesario minimizar la inyección de armónicos a niveles aceptables, oportunos y adecuados en la distribución y transmisión de energía de alta calidad, es decir, por debajo de lo permitido. En el trabajo de evaluar el desarrollo de las armónicas y tomar medidas para regularlos y minimizarlos, se debe adherirse a procedimientos de diagnóstico que impliquen una evaluación constante del síntoma y efecto causado por la utilización de carga deformante de la señal de V. En consecuencia, es fundamental conocer los ejemplos de perturbaciones propias en la red de baja tensión y en las subestaciones de distribución, así como, los límites admisibles para los distintos tipos de distorsiones armónicas, empezando por los generadores, pasando por las líneas hasta llegar al usuario final de la energía. Debido a que la inyección armónica varía en función de las topologías de la carga de cada PAC (punto de acoplamiento común), su totalidad excedería el límite fijado por la NTCSE, es importante tener en cuenta que el hecho de que la inyección armónica de un PAC esté dentro del límite establecido no quiere decir que el sistema en su conjunto se mantenga dentro del margen permitido. Esto daría autoridad para exigir responsabilidades a los proveedores de energía, pero también haría recaer sobre los consumidores la responsabilidad del uso responsable de la energía que se compra (2).

La mayoría de las armónicas de intensidad en un complejo eléctrico de CA fluyen hacia las fuentes de alimentación, porque suelen ser las de menor impedancia. Sin embargo, cuando hay condensadores de potencia, o baterías de condensadores, uno de los inconvenientes más frecuentes que se dan es cuando la reactancia capacitiva de la batería es numéricamente el mismo que la reactancia inductiva equivalente del sistema. Este fenómeno se conoce como resonancia de la batería de condensadores (1, 2).

Dado que los discos de inducción son necesarios para el trabajo de los elementos de medida de las potencias y factores de potencia, los efectos sobre estos dispositivos son despreciables en función del orden de los armónicos. Sin embargo, cuando se producen resonancias en la red como resultado de la introducción de baterías de capacitores, es en esta situación cuando los instrumentos de medida se ven perjudicados por las sobretensiones generadas por las propias baterías. Los dispositivos de medida que tienen componentes dependientes de los discos de inducción, como un voltímetro analógico, los contadores de energía trifásicos electromecánicos y el relé de sobreintensidad, solamente detectan la intensidad que fluye a la frecuencia principal. Pero, cuando se dan cargas eléctricas desequilibradas y el desfase de tensión resultante pueden provocar un funcionamiento incorrecto de estos dispositivos (3).

La energía producida y suministrada por la onda de voltaje e intensidad en un complejo eléctrico ideal es sinusoidal a una frecuencia única. Sin embargo, en los sistemas prácticos no es así porque la red eléctrica contiene componentes internos y externos que provocan distorsiones armónicas en las ondas de corriente y tensión, respectivamente. El aumento de dispositivos electrónicos de potencia en los complejos eléctricos es la causa de la creación de estos armónicos. Además, hay otras variables que contribuyen indirectamente, como el estado inestable de su instalación, la ausencia de mantenimiento preventivo y correctivo, y las descargas atmosféricas que favorecen la inyección de estas intensidades. A nivel de la frecuencia es donde suele realizarse el estudio del flujo armónico. Teniendo en cuenta las potencias activas, las potencias reactivas, la tensión y otros datos, los cuales afectan al comportamiento de estos dispositivos no lineales, se pueden calcular primero las frecuencias armónicas de cada nodo de la red analizando su respuesta característica relacionada con la frecuencia fundamental. Para entender la afectación de las armónicas en el sistema, es necesario un estudio del flujo de armónicas que esté centrado fundamentalmente en valores de tensión en cada punto de unión y la intensidad en los alimentadores en frecuencias superiores a sesenta hercios e inferiores a 1500 hercios. También son necesarios barridos de frecuencias para determinar la frecuencia que podría causar las resonancias (4).

En los procesos del sistema de extracción de concentrado de minerales realizados por la Empresa Administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, se presentan armónicos de voltaje y corriente que dañan las áreas en las que se requiere una tensión constante y senoidal, ocasionados directamente, por el funcionamiento de equipos y sistemas eléctricos. Identificándose en la planta de procesos el origen de las fluctuaciones de las armónicas de voltaje e intensidad, siendo los siguientes en el ciclo productivo:

- * Durante el periodo de transporte y acopio del mineral se utiliza una excavadora hidráulica equipada con una punta rompedora de banco, modelo JCB/JS200.
- * Etapa de trituración: Extractor de polvo centralizado tipo cartucho con mangas, marca Renhe, modelo 196FT12, con capacidad de 30000 CFM.
- * Etapa de molienda.
 - El molino tiene un motor 8 x 8A.
 - Molino 8 x 8B
 - Molino 8 x 10A y 8 x 10B.
 - La reconfiguración se realizará utilizando los molinos existentes, con un molino de 10 ½ x 14 para la etapa primaria.
- * Ciclo de flotación Bulk
- * ciclo de flotación de zinc: Utilizando un tratamiento de 3000 TMSD, la celda OK 30.

Un soplador de 10.000 cfm. con 3.000 TMSD en el tratamiento.

- * La fase de espesamiento.
 - Espesador de zinc 10 X 30
 - Bombas peristálticas SP 80

Un filtro de tambor de 11 por 14 pies

- * La fase de llenado hidráulico.
 - Silo metálico automatizado equipado con bomba Mars para los estériles de la planta.

Se abordan dos variables a la luz de esta circunstancia en el marco de la ingeniería eléctrica: las intensidades armónicas en baja tensión y la carga del sistema de extracción de concentrados minerales. Al trabajar con estas variables se tendrá una mejor comprensión de los problemas con la calidad del producto en el módulo de análisis.

1.1.1. Problema general

¿Habrá alguna relación entre el análisis de las corrientes armónicas en la subestación 2C y la carga del sistema de extracción de concentrado de minerales en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024?.

1.1.2. Problemas específicos

A. ¿La presencia de las corrientes armónicas en baja tensión afectan en la calidad del producto de la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024?

- B.** ¿Cómo los armónicos de corriente en baja tensión afectan en las redes del sistema eléctrico de la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024?
- C.** ¿Qué equipos eléctricos generan distorsiones de las corrientes armónicas en baja tensión y por qué lo hacen, en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024?
- D.** ¿Qué acciones o soluciones se propondrían para reducir el nivel de armónicos en baja tensión generados en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Analizar las corrientes armónicas en la subestación 2C y la carga del sistema de extracción de concentrado de minerales en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

1.2.2. Objetivos específicos

- A.** Analizar la presencia de las corrientes armónicas en baja tensión que afectan en la calidad del producto en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.
- B.** Evaluar los armónicos de corriente en baja tensión para identificar la afectan en las redes del sistema eléctrico de la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.
- C.** Identificar los equipos eléctricos que generan distorsiones de las corrientes armónicas en baja tensión, en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.
- D.** Proponer las actividades que disminuyan las perturbaciones causadas por los armónicos en baja tensión adecuándolas a la normatividad vigente, en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación teórica

El documento presentado es importante para conocer el impacto que tiene el examen y evaluación de las intensidades de armónicos en bajo voltaje de la empresa Administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco en la calidad del producto.

1.3.2. Justificación práctica

Las conclusiones ayudarán al desarrollo y aplicación de estrategias para disminuir o eliminar las armónicas de tensión presentes en las redes del complejo eléctrico (esencialmente en un PAC), así como, a la secuencia de elección de decisiones de los investigadores que aborden las variables de investigación presentadas.

1.3.3. Justificación metodológica

Se justifica metodológicamente ya que la metodología usada en la presente investigación está de acuerdo con los estándares científicos, y porque servirá de ejemplo y guía para futuros trabajos con temática similar.

Importancia: Las dificultades identificadas en la unidad de análisis, así como, en otras organizaciones de la provincia de Cerro de Pasco, serán resueltas de una u otra manera con la culminación de esta tesis y la aportación de recomendaciones y conclusiones en la elaboración del trabajo.

1.4. Delimitación del proyecto

1.4.1. Delimitación social

La tesis presentada se llevó a cabo con las siguientes unidades de estudio:

- Ingenieros eléctricos especialistas, manuales, documentos científicos.

1.4.2. Delimitación temporal

La investigación recoge principalmente datos de enero a abril de 2024, aunque también se tuvo en cuenta algunos datos referidos a 2023.

1.4.3. Delimitación espacial

El estudio comprende la unidad de análisis que es la empresa Administradores Cerro SAC – Cerro de Pasco.

1.5. Hipótesis y variables

1.5.1. Hipótesis

- **Hipótesis general**

H₀: No existe una relación significativa entre el análisis de las corrientes armónicas en la subestación 2C y la carga del sistema de extracción de concentrado de minerales en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

H₁: Existe una relación significativa entre el análisis de las corrientes armónicas en la subestación 2C y carga del sistema de extracción de concentrado de minerales en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

▪ **Hipótesis específicas**

A. Hipótesis específica «A»

H₀: Nunca, si se analiza la presencia de las corrientes armónicas en baja tensión entonces se identificará la afectación en la calidad del producto en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

H₁: Siempre, si se analiza la presencia de las corrientes armónicas en baja tensión entonces se identificará la afectación en la calidad del producto en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

B. Hipótesis específica «B»

H₀: Nunca, si se evalúa los armónicos de corriente en baja tensión entonces identificaremos la afectar en las redes del sistema eléctrico de la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

H₁: Siempre, si se evalúa los armónicos de corriente en baja tensión entonces identificaremos la afectar en las redes del sistema eléctrico de la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

C. Hipótesis específica «C»

H₀: Nunca, los variadores de frecuencia de velocidad con potencias de 25 Hp y los transformadores son los equipos eléctricos que generan distorsiones de las corrientes armónicas en baja tensión, en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

H₁: Siempre, los variadores de frecuencia de velocidad con potencias de 25 Hp y los transformadores son los equipos eléctricos que generan distorsiones de las corrientes armónicas en baja tensión, en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

D. Hipótesis específica «D»

H₀: Nunca, un plan de control de armónicos en baja tensión en concordancia con la normatividad vigente y el uso del analizador de redes Fluke-1775, optimizarán la calidad de energía para la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

H₁: Siempre, un plan de control de armónicos en baja tensión en concordancia con la normatividad vigente y el uso del analizador de redes Fluke-435, optimizarán la calidad de energía para la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

1.5.2. Variables

- **Identificación de las variables**

a) **Variable independiente (x):** Corrientes armónicas en baja tensión.

b) **Variable dependiente (y):** Extracción de concentrado de minerales

Operacionalización de las variables: Ver anexo 2.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Artículos científicos

Morales (5), en su investigación «Solución a los problemas de corrientes y voltajes armónicos en los sistemas industriales», el objetivo fue encontrar soluciones a los problemas de corriente y tensión armónica en SE industriales. Partiendo con un modelo de un complejo eléctrico con carga sin linealidad, se desarrolló el flujo de potencia que incrementa las potencias activa y reactiva para determinar el tamaño adecuado de bancos de capacitores y filtros de intensidad armónica, dando como consecuencia la creación de un sistema eléctrico industrial energéticamente eficiente con la inteligencia para modelar sus componentes para análisis de potencia.

Mora y Cevallos (6), en su artículo científico «Estudio y análisis de calidad de energía enfocado en nivel armónico en el sistema eléctrico de la subestación enfriadora 1 de Holcim Ecuador, planta Guayaquil», hacen notar que la empresa requería resultados de energía eléctrica exitosos además de inspección y análisis del sistema. Con el fin de definir la eficiencia de los elementos y del sistema eléctrico y tener un buen resultado para la comprobación de que se encuentren armónicas en la subestación para la construcción de filtros, se utilizan equipos de medición de alta precisión y enfoques de investigación respaldados por normas.

2.1.2. Tesis nacionales e internacionales

Palomino (4), en su trabajo «Análisis de las corrientes armónicas en baja tensión y su incidencia en la calidad del producto del hospital regional del Cusco - 2019», demuestra que la utilización de equipos electrónicos en entornos comerciales, industriales, sanitarios y

residenciales genera fluctuaciones que degradan la calidad de la energía y poseen un gran impacto en la imagen de onda de la señal. Este estudio ofreció una serie de procedimientos basados en filtros pasivos y activos. Según el tipo de carga que se necesita ajustar, los filtros se unen de manera serial o paralela para impedir que las intensidades armónicas se irradian por la red. Para elegir el sustituto viable que mejore el producto eléctrico, se examinaron los filtros. Para ello, se ejecuta la simulación utilizando un filtro que permite la distorsión armónica presente, utilizando el enlace simultáneo.

Ramos y Riveros (7), según su estudio «Análisis de la eficiencia energética y calidad de la energía eléctrica en la planta industrial de procesamiento de alimentos agroindustrias Cirnma S. R. L. en la región Puno», se abordó el tema técnico y financiero, se buscó evaluar la calidad del suministro. El enfoque adoptado es el sugerido por el organismo supervisor de las inversiones mineras y energéticas. El dispositivo fue un medidor de energía. Estos números se analizaron presentando la situación actual del sistema. Luego de confirmar la tarifa y observar que los números de THD, tensiones y frecuencias están establecidos en la norma, también se realizó un histórico de consumo de energía, lo que permitió concluir que la organización no posee un buen consumo de energía. A continuación, se realizó una evaluación económica para demostrar la factibilidad técnica y financiera de la solución, estimando que se necesitarían de dos a cuatro años para recuperar la inversión.

Palomino (4), con el estudio: «Análisis de las corrientes armónicas en baja tensión y su incidencia a la calidad del producto del hospital regional del Cusco - 2019», declaran que su objetivo fue examinar cómo las corrientes armónicas de bajo voltaje afectan la calidad del recurso producido en el Hospital del Cusco 2019. El estudio fue transversal y descriptivo. El método utilizado para recolectar los datos no fue experimental. Con base en el examen de las armónicas del sistema, se estima que existe una contaminación de armónicos del 19 %; el THDv no supera la NTCSE y el THDi supera las limitaciones de la Norma IEEE 519-1992 con valores superiores al 20 %. La sugerencia para alcanzar niveles aceptables fue utilizar filtros pasivos, los cuales potenciarían la energía eléctrica reduciendo el THDi al 5 %.

Quispe (8), de acuerdo con su estudio «Análisis de la calidad de energía eléctrica en sistemas de distribución de baja tensión – salida I. S. E. Bellavista», una mayoría en los cortes de energía de Puno son provocados a causa de interrupciones que dañan y descomponen el equipamiento eléctrico y causan cortes en el suministro. Este fue el método aplicado que se utilizó. El estudio de la calidad, particularmente en la salida uno del subsistema distributivo de Puno, es la base de este estudio. El método utilizado para analizar la calidad de energía fue establecer primero el tipo de configuración del sistema y los tipos de cargas, luego medir y

evaluar la red completa de sistemas de bajo voltaje utilizando una muestra de dos subestaciones. Se realizaron mediciones durante 7 días para obtener los resultados. En primer lugar, los resultados del análisis de frecuencia indicaron valores aceptables dentro de un rango de +/- 0,6 %; estos valores fueron aceptables cuando se compararon con el NTCSE. En segundo lugar, sobre el voltaje nominal del transformador de 231 V, el estudio de tensión descubrió valores de 0,9 %, así como, valores de 10,4 % y 1,5 % y 481 valores excepcionales. En tercer lugar, de 4:00 a 8:30, los valores crecen, según el análisis actual. En cuarto lugar, el análisis de potencia revela que las horas de 8:00 p. m. a 7:00 a. m. son cuando el uso de energía alcanza su pico. En quinto lugar, el análisis de energía revela que hay mucha energía reactiva producida en un mes. En sexto lugar, se realizó una investigación de armónicos de voltaje y parpadeo, que no cumplió con las normas.

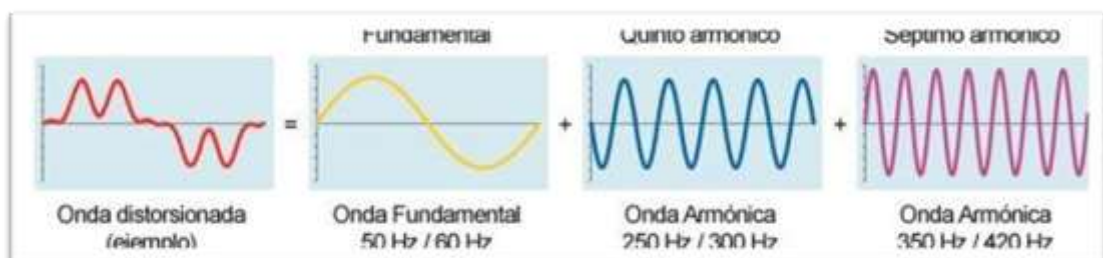
2.2. Bases teóricas

Aspectos generales del área de estudio

Corrientes armónicas en baja tensión y calidad del producto

2.2.1. Armónicos

Resultan ser múltiplos de la frecuencia fundamental (cincuenta o sesenta hercios) y son procesos sinusoidales de una onda periódica o suma. Los hornos eléctricos con velocidades variables son proporcionados por retocadores que son alimentados por corrientes regulares no sinusoidales de la red eléctrica. Las corrientes producen un componente intrigante en la frecuencia conocida como armónicos eléctricos, que son una serie de corrientes de ondas dobladas en la frecuencia y tienen valor tanto técnico como económico (1).



*Figura 1. Combinación de una onda distorsionada
Fuente: Power Expertice*

2.2.1.1. Efectos de los armónicos

Los principales son:

- Deterioro del aislante de los aparatos de la red resultando que la energía eléctrica disminuye.
- La contingencia de incremento de los armónicos como resultado de resonancia en serie y paralelo.

- La devaluación del sistema de generación, distribución y utilización (9).

2.2.1.2. Medición de armónicos

Cualquier equipo usado tiene que verificar los criterios IEC 61000-4-7 e IEC 61000-4-30 para medir los niveles de armónicas para su cotejo con las limitaciones sugeridas en este estudio (10)

- a) **Medida del ancho de la ventana.** Al utilizar técnicas de transformada de Fourier discreta, los instrumentos digitales deben utilizar una frecuencia de 12 ciclos (doscientos milisegundos) para fuentes de alimentación que funcionan a sesenta hercios y diez ciclos para fuentes de alimentación que funcionan a cincuenta hercios. Cada 5 hercios con este ancho de ventana, se podrá acceder a los compuestos del espectro (p. ej., 0, 5, 10...50, 55, 60, 65, 70...Hz).
- b) **Medición armónica de muy corto periodo.** En sistemas de potencia de sesenta o cincuenta hercios, los valores armónicos de tiempo muy pequeños se evalúan en intervalos de 3 segundos sumando 15 ventanas consecutivas de 12 ciclos. La ecuación 1 ilustra cómo se suman las frecuencias individuales en función del cálculo de rms. Aquí, F es la tensión o intensidad, n es el orden e i es para llevar la cuenta. El término «muy corto» se indica con el subíndice vs. F siempre se usa para indicar un valor rms.

$$F_{n,vs} = \sqrt[2]{\frac{1}{15} \sum_{i=1}^{15} F_{n,i}^2}$$

Figura 2. Medición armónica de muy corto periodo

- a) **Medidas de armónicos de tiempo pequeño.** Estos valores se suman doscientos datos sucesivos de duración muy breve en un determinado valor de frecuencia y se evalúan a intervalos de 10 minutos. La ecuación 2 ilustra cómo se combinan los 200 valores utilizando un cálculo de valor eficaz, en el cual F constituye el voltaje (V) o la intensidad (I), n es el orden e i es para llevar la cuenta. El término «muy breve» se indica con el subíndice sh. F siempre se usa para indicar un valor eficaz (11).

$$F_{n,sh} = \sqrt[2]{\frac{1}{200} \sum_{i=1}^{200} F_{(n,vs),i}^2}$$

Figura 3. Medidas de armónicos de tiempo pequeño

2.2.2. Límites de armónicas recomendadas

Los que manejan y usan el sistema tienen la responsabilidad compartida de cumplir con las restricciones de armónicos de voltaje y corriente recomendadas. Esto se conoce como gestión de armónicos. Se requiere la cooperación tanto de los usuarios como de los operadores del sistema para mantener la pérdida de forma de voltaje dentro de los límites permitidos. Esta es la base de los valores sugeridos en este párrafo (2, 9, 11).

2.2.2.1. Límite de voltaje armónico recomendado

En el acople común (PCC), las propietarias o los que operan el sistema deberían poner límites a los armónicos de V en los cables de L-N tal como se señala:

Tabla 1. Límites de distorsión de tensión

Barra de tensión V en PCC	Armónico individual (%) total	Distorsión armónico THD (%)
$V \leq 1 \text{ kV}$	5	8
$1 \text{ kV} \leq V \leq 69 \text{ kV}$	3	5
$69 \text{ kV} \leq V \leq 161 \text{ kV}$	1.5	2.5
$161 \text{ kV} < V$	1	1.5

Nota: La tabla 1 es aplicable en armónicos de V cuya frecuencia son múltiplos de la f de la I de CA

a) Valores límite de distorsión de intensidad para sistemas con valor nominal entre 120 V y 69 kV

Tabla 2. Límites de distorsión de corriente para sistemas de 120 a 69 kV

Corriente máxima de distorsión armónica en porcentaje de IL						
Orden de armónico individual (armónico impar)a.b						
I sh/IL	$3 \leq h \leq 11$	$11 \leq h \leq 17$	$17 \leq h \leq 23$	$23 \leq h \leq 25$	$35 \leq h \leq 50$	TDD
< 20	4.00	2.00	1.50	0.60	0.30	5.00
20 < 50	7.00	3.50	2.50	1.00	0.50	8.00
50 < 100	10.00	4.50	4.00	1.50	0.70	12.00
100 < 1000	12.00	5.50	5.00	2.00	1.00	15.00
> 1000	15.00	7.00	6.00	2.50	1.40	20.00

- Inclusive las armónicas se circunscriben a 25 % de la armónica impar del límite superior.
- Las distorsiones de intensidad que resultan en un dc offset, p. e. los convertidores de media onda, no es admitido.
- La totalidad de elementos de generación se ajustan a estos números de distorsión de intensidad, independiente del presente Lsh/IL.

Donde:

Ish = máxima intensidad de corto circuito en la PCC

IL= máxima carga de intensidad demandada en el PCC bajo las circunstancias de trabajo estándar de la carga.

b) Valores límite de distorsión de intensidad recomendados para sistemas con valores nominales superiores de 69 kV a 161 kV.

Estas restricciones se usan en los clientes que están conectados al sistema y cuyo voltaje nominal (V) está dentro del rango de 69 kV a 161 kV. Los usuarios deben establecer las siguientes limitaciones en sus corrientes armónicas en el punto de acople común (PCC) (12, 13).

Tabla 3. Límites de distorsión de corriente para sistemas por encima de 69 kV a 161 kV

Corriente máxima de distorsión armónica en porcentaje de IL						
Orden de armónico individual (armónico impar)a.b						
I sh/IL	$3 \leq h \leq 11$	$11 \leq h \leq 17$	$17 \leq h \leq 23$	$23 \leq h \leq 25$	$35 \leq h \leq 50$	TDD
< 20	2.00	1.00	0.75	0.30	0.15	5.00
20 < 50	3.50	1.75	1.25	0.50	0.25	8.00
50 < 100	5.00	2.25	2.00	0.80	0.35	12.00
100 < 1000	6.00	2.75	2.50	1.00	0.50	15.00
> 1000	7.50	3.50	3.00	1.25	7.50	20.00

- Con parámetros como en la tabla anterior.

Valores límite de distorsión de intensidad recomendados para sistemas con valores nominales superiores a 161 kV

Estas limitaciones son aplicables a los clientes que están unidos al sistema y tienen un voltaje nominal V superior a 161 kV en el punto de acoplamiento. A continuación, se detalla cómo se requiere que los usuarios minimicen sus corrientes armónicas (14).

Tabla 4. Límites de distorsión de corriente para sistemas >161 kV

Corriente máxima de distorsión armónica en porcentaje de IL						
Orden de armónico individual (armónico impar)a.b						
I sh/IL	$3 \leq h \leq 11$	$11 \leq h \leq 17$	$17 \leq h \leq 23$	$23 \leq h \leq 25$	$35 \leq h \leq 50$	TDD
< 25	1.00	0.50	0.38	0.20	0.10	1.50
20 < 50	2.00	1.00	0.75	0.30	0.15	2.50
≥ 50	3.00	1.50	1.15	0.45	0.22	3.75

- Con parámetros como en la tabla anterior.

c) Valores límite de distorsión de intensidad recomendados para sistemas con valores nominales superiores a 69 kV a 161 kV.

Se sugiere que cuando un usuario tome medidas para disminuir el orden inferior de armónicos, los valores de las tablas 2, 3 y 4 se incrementen con un factor multiplicador. Si se consideran precauciones para disminuir el orden de las armónicas en la parte izquierda de la tabla 5, se aplica el multiplicador de la segunda columna (15, 16).

Tabla 5. Multiplicadores recomendados para aumentos en límites de corrientes armónicas

Orden de armónicas limitadas a 25 por ciento de los datos mostrados en las Tablas dos a cuatro	Multiplicador
5,7	1.4
5.7, 11, 13	1.7
5.7, 11, 13, 17, 19	2
5.7, 11, 13, 17, 19, 23, 25	2.2

2.2.3. Armónicas de tensión

Estos armónicos, que están controlados por la ley de Ohm, surgen entre la asociación de la intensidad armónica que se absorbe por la carga no lineal y la impedancia que proviene de la alimentación del transformador. Una fuente no directa potencial de armónicas de tensión es la red de suministro. Los armónicos de tensión generados por una carga de armónicos alta pueden dañar cualquier carga que comparta un transformador o una rama.

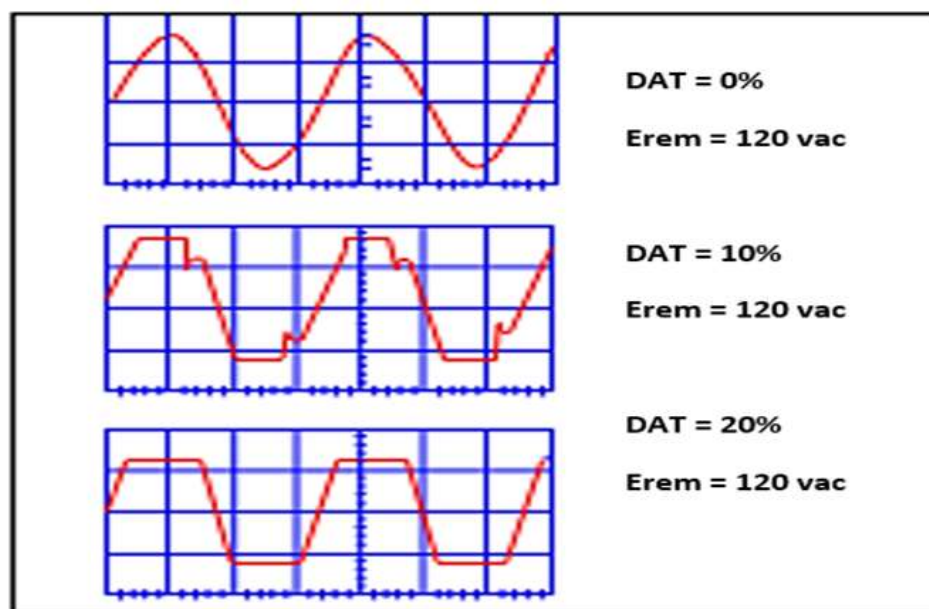


Figura 4. Efecto de una carga no lineal en la distorsión armónica
Fuente: Power Expertice

La carga no lineal en incremento causa el incremento en la distorsión de los armónicos, es reducir la tensión de entrada. Se debe tener en cuenta que hay mínimamente tres casos que

originan distorsiones armónicas en los equipos electrónicos y son (3, 6, 17):

- 1. Trabajo con plantas de emergencia.** Son causas interesantes de distorsión, porque no son elaboradas para cumplir los altos requisitos de corriente pico que requieren los elementos electrónicos (3).
- 2. Líneas de alimentación demasiado largas o con sobrecarga.** Es posible variar las formas de ondas de alimentación por medio de la utilización intensa de elementos computacionales alimentados con una línea bastante larga o subestación y centro de cargas utilizados en los límites de su capacidad.
- 3. Elemento acondicionador de línea o sistema de energía ininterrumpida.** Debido a que los equipos electrónicos requieren una característica de corriente no lineal, estos mecanismos de protección crean un alto grado de distorsión en la salida. Después de examinar lo mencionado anteriormente, se podría decir que las distorsiones armónicas afectan significativamente a un dispositivo electrónico (18).

2.2.4. Armónicas de corriente

La carga no lineal que consume intensidad en pulsos agudos en cambio de una onda sinusoidal constante son las que producen estos armónicos. Las ondas de corriente distorsionadas producidas por estos pulsos generan corrientes armónicas que recirculan hacia otras áreas del sistema eléctrico (19).

- a) **Acción de las armónicas en un SEP.** La tolerancia armónica en el complejo de suministro de energía depende de la sensibilidad en la carga. La frase «cargas resistentes» se refiere a equipos no sensibles para los cuales la forma de onda no es importante. Los equipos utilizados para el procesamiento y la comunicación de datos son los más sensibles.
- b) **Acción de los armónicos en cables conductores.-** Este fenómeno provoca una distribución desigual de las corrientes, lo que provoca un sobrecalentamiento de los conductores. El valor de resistencia en intensidad continua e intensidad alterna difieren como resultado del sobrecalentamiento. La pérdida Joule $I_{ef}^2 \cdot R$ aumenta como resultado de la corriente efectiva IEF y la resistencia R aumenta como resultado de corrientes con frecuencia superior a la elemental. Cuando los componentes armónicos en conductores largos estimulan las resonancias de los sistemas conectados, puede producirse una gran sobretensión a lo largo de las líneas, que pueden destruir los conductores (18, 20).

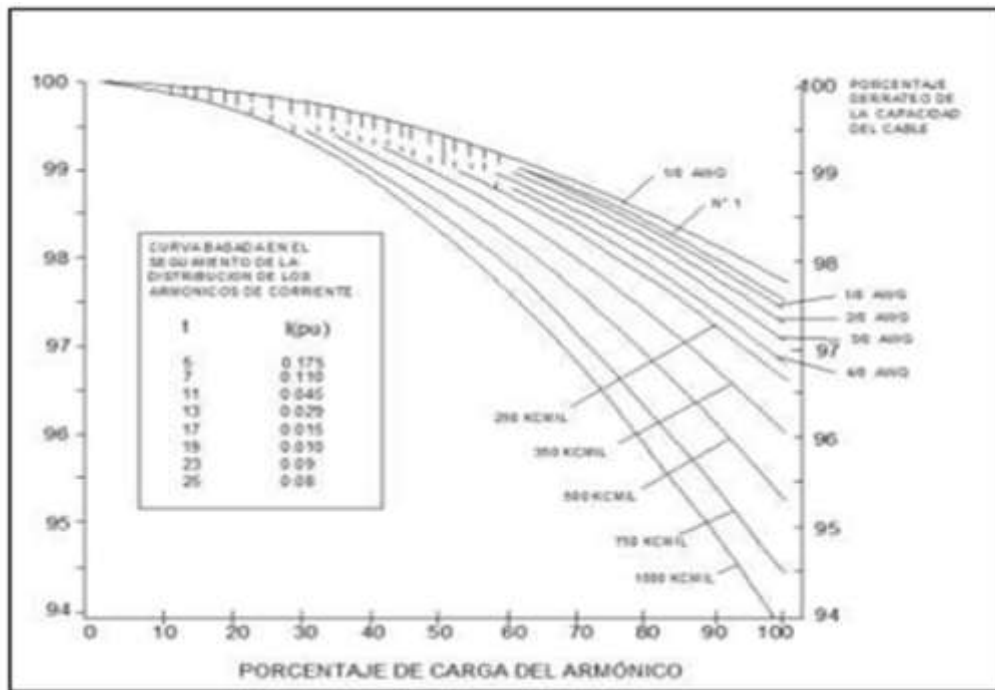


Figura 5. Curva de reducción de la capacidad de carga como función del contenido de armónica
Fuente: Distorsión armónica por Eugenio Tallez

a) **Acción de los armónicos en un transformador.** El armónico de voltaje del transformador incrementa lo perdido en el núcleo, mientras que el armónico de intensidad aumenta lo perdido en el cobre. Esto es a causa de que la zona conductora se contrae al ritmo que se incrementa la frecuencia de la intensidad (4).

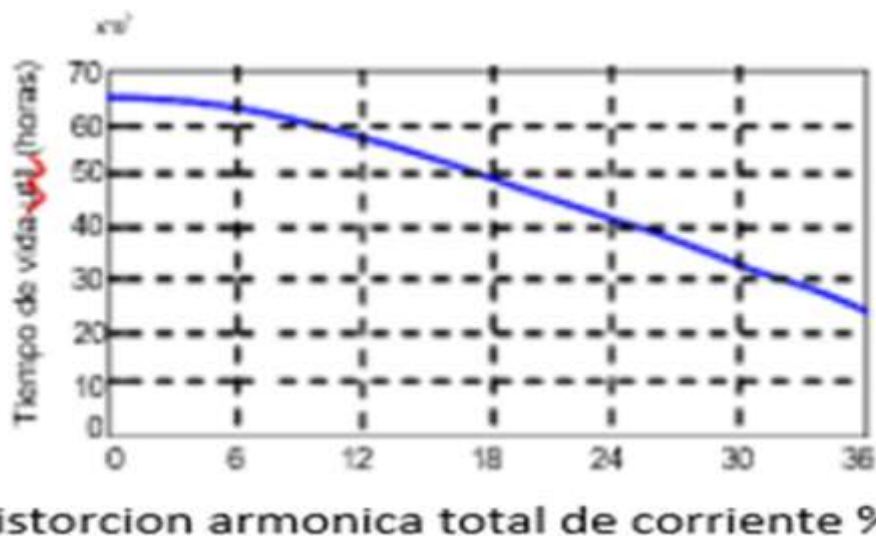


Figura 6. Vida útil de un transformador en funcionamiento de THDI
Fuente: Distorsión armónica por Eugenio Tallez

a) **Ecuación 1-18 (Pérdida adicional en devanado en condición nominal).** Ih representa el número eficaz de intensidad correspondiente al armónico «h», IR el número eficaz el

componente principal de intensidad para las frecuencias nominales y cargas nominales. El transformador tiene un grado de voltaje aceptable según estas ecuaciones (4).

$$\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} V_h^2} \leq 5\% \text{ (a plena carga)}$$

Ecuación 1-19 (Nivel de Tensión Admisible a Plena Carga)

$$\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} V_h^2} \leq 10\% \text{ (en vacío)}$$

2.2.5. Norma NTCSE

Cuatro componentes claves componen esta norma: calidad del proveedor, calidad del recurso, del alumbrado público y del servicio al cliente. Dada la calidad de los productos eléctricos considerados para este estudio, es evidente que la THD tiene sus limitaciones (8).

Tabla 6. Límites del THD de acuerdo con la NTCSE

Orden (n) de la armónica o THD	Tolerancia (Vi o THD, expresado porcentualmente con respecto a la tensión nominal)	
	Para tensiones mayores a 60 kV	Para tensiones menores o iguales a 60 kV
Armónicos impares no múltiplos de 3		
5	2	6
7	2	5
11	1.5	3.5
13	1.5	3
17	1	2
19	1	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
mayores de 25	0.1+2.5/n	0.2+2.5/n
Armónicos impares múltiplos de 3		
3	1.5	5
9	1	1.5
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
mayores a 21	0.2	0.2
Pares		
2	1.5	2
4	1	1
6	0.5	0.5
8	0.2	0.5

1	0.2	0.5
12	0.2	0.2
mayores de 12	0.2	0.2
THD	3	5

2.2.6. Calidad del producto o suministro

2.2.6.1. Definición

Son las particularidades técnicas y comerciales requeridas por los consumidores y por la Administración mostrada en la figura 5 (7).



Figura 7. Calidad de servicio
Fuente: CNE

Las duraciones y frecuencias de la interrupción del suministro determinan su continuidad. El objetivo fundamental es poner un límite al máximo permitido la duración y la cantidad de interrupciones que son capaces de causar afectación a los consumos vinculados a las redes de distribución y transporte (5, 24).

2.2.6.2. Calidad de energía

Son usos eléctricos que preservan la mayor parte de la vida útil de un mecanismo eléctrico y le permiten funcionar según lo previsto. Diferentes fenómenos electromagnéticos que describen el voltaje y la intensidad en una zona del complejo eléctrico definen su calidad en energía (22).

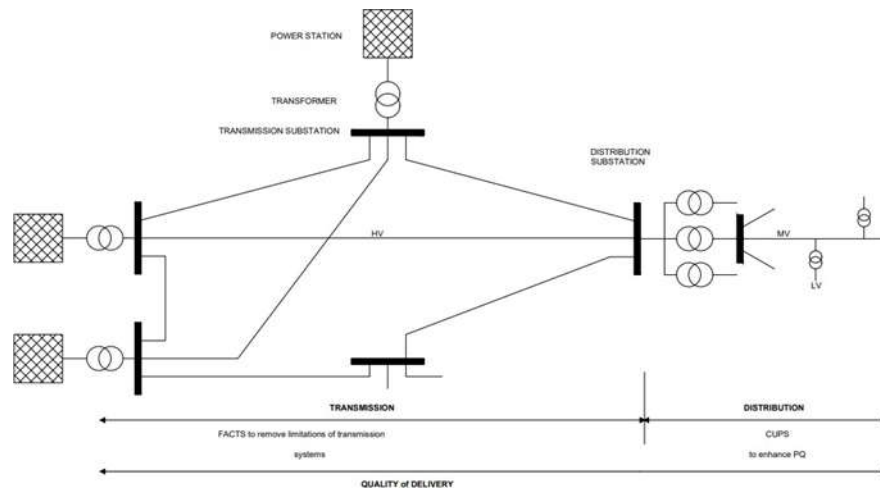


Figura 8. Diagrama simplificado de un sistema eléctrico de potencia

2.2.6.3. Beneficios de la calidad de energía

Se puede definir como «la característica de la electricidad en una zona de las redes eléctricas, calculadas mediante mediciones sistemáticas del suministro de energía» según la normativa IEC 61000-4-30. Ésta es el estado en el que se suministra energía eléctrica a los dispositivos y terminales dentro de parámetros y condiciones que permiten un funcionamiento continuo sin deteriorar la funcionalidad del dispositivo o provocar fallas en los componentes (23).

2.2.7. Tipos de cargas

Como toda la materia está constituida por elementos diminutos llamados átomos, la capacidad los cuerpos para generar un fenómeno eléctrico se conoce como cargas eléctricas. En su forma neutra, un átomo consta de un núcleo con un número de carga positiva (protón) equivalente al de carga negativa adyacentes (electrón). Los átomos que han perdido electrones se conocen como iones (8).

a) Cargas lineales. Estas cargas no contienen ningún componente electrónico activo; están formadas exclusivamente por resistencia (R), condensador (C) e inductor (L). Si la magnitud de su impedancia no cambia a lo largo del ciclo de tensión, se consideran cargas lineales. Esto implica que si hay ondas sinusoidales que involucra intensidad y tensión, y desea calcular la resistencia en cualquier punto a lo largo de la onda, siempre obtendrá el mismo valor de resistencia. En la Figura 7, se muestra cómo son las cargas sin ningún desperfecto de las ondas.

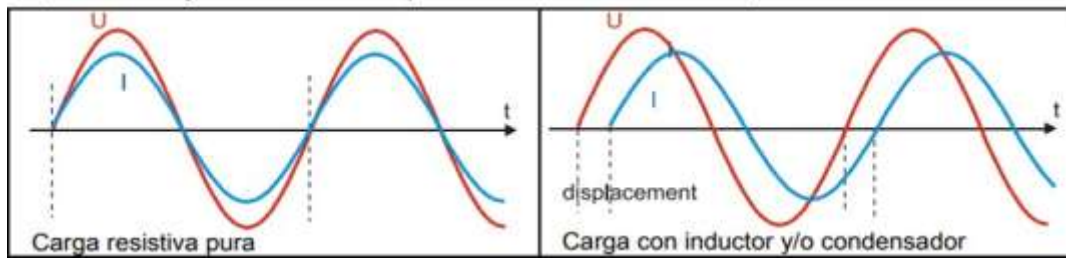


Figura 9. Onda sinusoidal de carga lineal

b) **Carga resistiva.** El voltaje y la intensidad no están desfasadas y tienen un factor de potencia 1 (figura 10), en la mayoría de los casos las luminarias y equipos de calefacción son ejemplos típicos.

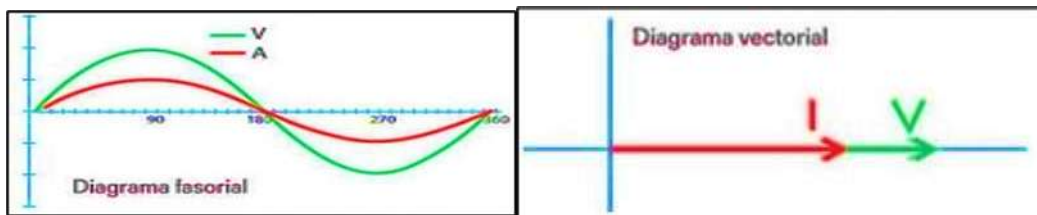


Figura 10. Onda de voltaje y corriente de carga resistiva

a) **Carga inductiva.** Esta carga se caracteriza porque su corriente se es desfasada con el voltaje con retraso de (-90) (figura 4), y se considera un factor de potencia con polaridad negativa. Estas cargas están en motores y transformadores que tienen bobinas en su interior permitiendo una tensión que crea un campo magnético (24).

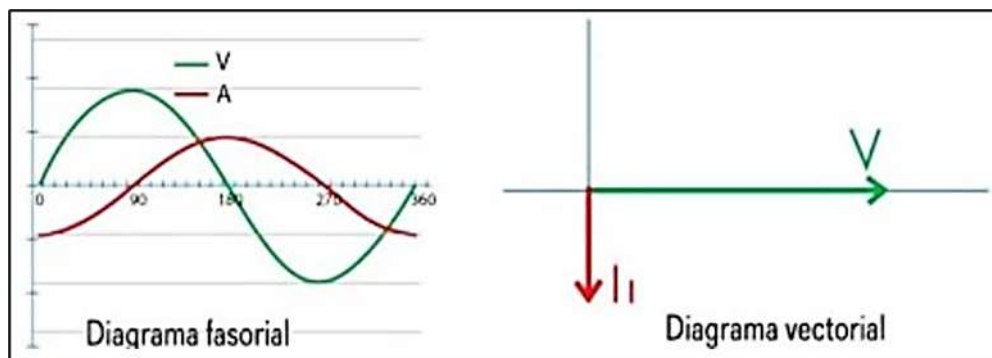


Figura 11. Onda de voltaje y corriente de carga inductiva

a) **Carga capacitiva.** Debido a su capacidad de acumular energía con un campo eléctrico (donde hay un desfase positivo, lo que significa que la intensidad está por delante del voltaje en noventa grados), esta carga se conoce comúnmente como capacitor (figura 5) (7, 25).

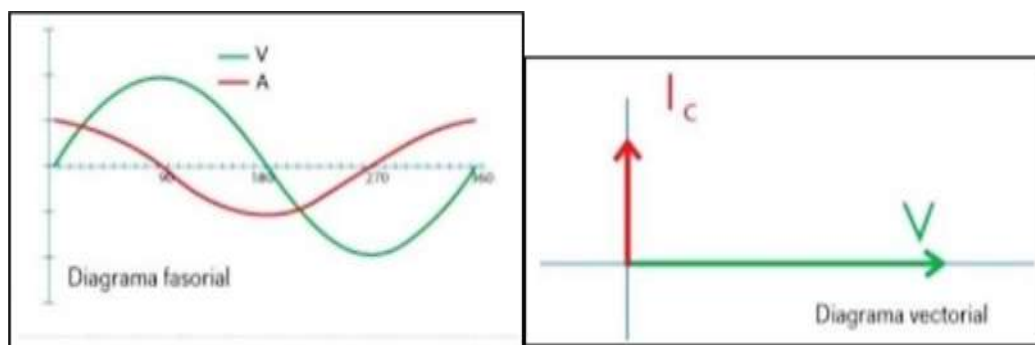


Figura 12. Onda de voltaje y corriente de carga capacitiva

- a) **Cargas no lineales.** Esta carga se consigue si la tensión de alimentación es una onda sinusoidal. En la situación no lineal, las cargas consumen una corriente periódica con las mismas frecuencias que las tensiones; sin embargo, no es senoidal, variando en su ciclo de tensión (con distorsión) (figura 13).

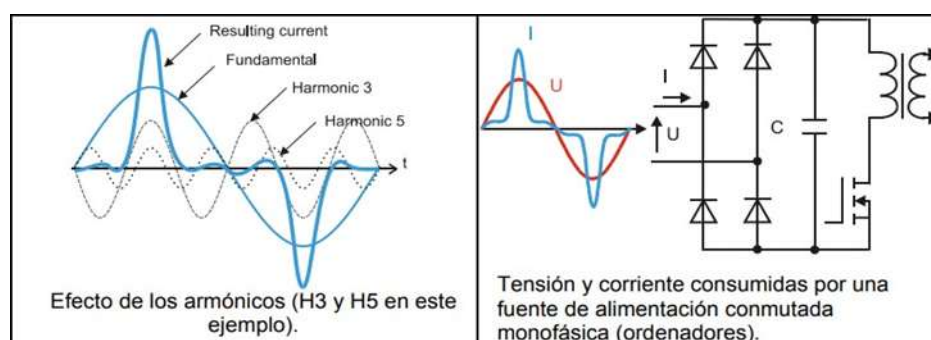


Figura 13. Corriente consumida por cargas no lineales

2.2.8. Perturbación en las redes eléctricas

Cualquier evento eléctrico en la red eléctrica que distorsione la onda de tensión sinusoidal inicial se denomina perturbación. Errores en la línea y centro de transformación, maniobra o descarga de aire son capaces de ser ocasionalmente su fuente. Una red eléctrica puede verse afectada por cargas, aunque aún pueda funcionar correctamente. La onda de tensión puede verse alterada por disminución continua o transitoria, distorsión armónica, inyección de corriente durante el arranque (conocidas como *inrush*) y sobretensión durante la parada de planta (22).

2.2.8.1. Perturbación propia de las redes eléctricas

Esto es el resultado del trabajo de la red. La manipulación de la electricidad puede dar lugar a diversos problemas en su transmisión o distribución. Las causas pueden ser errores en el material utilizado para construir las redes o en los procesos de producción de la intensidad eléctrica; averías en el instrumento utilizado para medir y controlar la energía; o movimiento involuntario del cable de las redes provocados por el viento u objetos que colisionen con el

sistema, lo que movería el terminal en los finales de conexión (24).

2.2.8.2. Perturbaciones externas de la red eléctrica

Aunque la contribución individual de cada perturbación es mínima, el total de perturbaciones generadas por el usuario se complementa con los beneficios intrínsecos de la red. Las causas pueden ser desde impulsos no lineales (como variadores de velocidad y reguladores de tensión) hasta impulsos inductivos (como motores). Estos efectos (impulso de voltaje, distorsiones armónicas (THD), desequilibrio de voltaje, variación de frecuencia y fluctuación de voltaje (*flicker*)) provocan perturbaciones externas a la red (26, 27).

2.2.8.3. Impulsos de tensión

Estas pueden atribuirse a un intervalo específico que varía con el tiempo. Entre ellas se encuentran la fluctuación rápida que normalmente no superan el cinco por ciento del voltaje nominal, la interrupción breve que, en un porcentaje de setenta de las incidencias, duran menos de un segundo, las interrupciones prolongadas provocadas por factores externos que el distribuidor desconocía y las caídas de tensión que duran menos de un segundo y profundidades inferiores al sesenta por ciento que son provocadas por cortocircuito, sobrecarga y la conexiones de motores de gran tamaño (7).

2.2.8.4. Distorsión armónica (THD)

Las señales periódicas, cuyas frecuencias son un múltiplo entero de las frecuencias primarias, se caracterizan por un mecanismo sinusoidal. La frecuencia de mayor utilidad y el componente de mayor magnitud forman el componente elemental de la distorsión armónica total (THD).

$$THD = \frac{\sqrt{\sum I_{h2}}}{I_f}$$

Figura 14. Distorsión armónica

Ecuación 5 distorsión armónica, donde:

Jh: componente armónico

H: número de armónico

Jf: componente fundamental

2.2.9. Desequilibrios de tensión

Este acaecimiento se produce en entornos con tensiones y ángulos variables entre

intervalos fásicos. Un problema principal de calidad en la energía en la distribución de electricidad es el desequilibrio de tensión. El nivel de distribución puede desequilibrarse debido a impedancias desiguales del sistema y a la distribución de cargas monofásicas, a pesar de que las tensiones normalmente están equilibradas durante lo generado y la transmisión.

a) Variación de frecuencia. Los dos escenarios principales en los que las islas y grupos de generadores provocan la frecuencia nominal de 60 Hz, así como, sus fuentes y efectos, son los siguientes: fluctuaciones en la velocidad de la máquina rotatoria.

La potencia se transfiere mediante motores, los filtros armónicos a menudo producen resultados distorsionados, se ponen en marcha sistemas electrónicos que usan la frecuencia como referencias de tiempo y el mantenimiento de instalaciones de autogeneración puede presentar algunos desafíos.

b) Fluctuaciones de tensión (*Flicker*). La oscilación del efecto visual en los aparatos de iluminación, en la que el brillo cambia con el tiempo, se produce por sucesiones de variación de voltaje o variaciones cíclicas en las envolventes de voltaje. Se produce en carga industrial como horno de arco, aparatos de soldadura y carga acoplada a baja tensión como motores y aparatos de rayos X (28).

c) Efecto del armónico en la baja calidad de la energía. La carga no lineal son dispositivos que producen corrientes armónicas que están desfasadas 90° en relación con la tensión que la genera. Esto produce la distorsión de la potencia desde las fuentes hacia las redes y a la inversa, que solo se aprovecha en pérdidas debido a los cambios en el efecto Joule provocados por el calor. A continuación, se enumeran los impactos perjudiciales del flujo de corriente armónica.

- ✓ Incremento en la pérdida por efectos Joule ($I^2 \cdot R$)
- ✓ Calentamiento excesivo en conductor del neutro
- ✓ Calentamiento excesivo en motor, generador, transformador y cable, disminuyendo sus vidas útiles
- ✓ Movimiento vibrante en motor y generador
- ✓ Interferencias en sistemas de telecomunicaciones

d) Reducción de armónicas. Es necesario hacer el análisis de energía para disminuir los fenómenos del armónico. El objetivo de casi todas la industria es maximizar el nivel de

factores de potencias a un valor superior a 0,90 para impedir la penalización en las empresas de distribución. Los valores cercanos a la unidad son el resultado deseado, y para alcanzar este nivel se suele instalar un banco de condensador que pueda producir resonancia paralela en la región de los armónicos tercero y decimosexto. Cabe mencionar que no se debe considerar la instalación de condensadores en las redes donde las cargas no lineales relativas a las cargas totales sean del 10 %, ya que las distorsiones armónicas aumentarían y provocaría un problema con el equipo (24).

e) **Efecto asociado a las reducciones de armónicos.** Al reducir las armónicas los beneficios son:

- ✓ Incremento de los factores de potencia
- ✓ Disminución de la pérdida causada por efectos Joule ($I^2 \cdot R$)
- ✓ Alargar la vitalidad de los equipos electrónicos
- ✓ Reducir el calentamiento excesivo en los cableados
- ✓ Reducir la pérdida en el transformador
- ✓ Aumento en las eficiencias y aumento de la vida útil en el motor

f) **Trayectorias del efecto armónico.** La corriente eléctrica fluye por donde hay menos resistencia en su recorrido. Por esto la corriente armónica tiene trayectoria distinta a la normal, ya que las impedancias de los sistemas cambian de acuerdo con la frecuencia (29).

2.2.10. La norma técnica de calidad de servicios eléctricos

La NTCSE y la NTCSE-R son las dos normativas que monitorean la calidad del nivel de V en el Perú. Debido a que estas normas se aplican según el sector al que pertenece el sistema en cuestión, los requisitos para la calidad del nivel de tensión difieren entre ellas.

Tabla 7. Exigencias del nivel tensión según NTCSE-R. MPQ2000 Megger

		Sector rural	
Evalúa	Indicador	Tolerancias	Sanción o compensación
Tensión	VK (%) % desviación de la tensión nominal	Rural: MT ± 6 % Vn en BT ± 7.5 %	pago de componentes
		Sector urbano	
Evalúa	Indicador	Tolerancias	Sanción o compensación
Tensión	VK(%) % desviación de la tensión nominal	Urbano: MT ± 5 % Vn en BT ± 5 %	pago de componentes

Fuente: Norma técnica de calidad de los servicios eléctricos (NTCSE)

2.2.11. Ciclo de extracción de concentrado de minerales

El procedimiento extractivo se puede dividir en el izamiento y en la transportación en los dos niveles en las estaciones del pique.

Ciclo de izamiento

Es el izamiento del mineral y desmontamiento del nivel inferior hacia el superior, se divide en:

- a) Baja de carro minero sin material
- b) Manipulación del carro vacío y acondicionamiento del carro lleno para el izamiento por el pique (nivel inferior).
- c) Subida de carro minero cargado
- d) Manipulación de carro minero lleno y acondicionamiento de carro vacío con el fin de que baje por el pique (nivel superior)

Ciclo de transportación en el procedimiento extractivo

Se compone de:

- i. El movimiento secuencial y la trayectoria que realizara la locomotora para continuar el ciclo de izaje (nivel superior y nivel inferior).
- ii. El envío de material que hará debido a otras tareas complementarias que realizará la locomotora por los trabajos de desarrollo y preparación del nivel 3950 para trabajar paralelamente y así maximizar el uso de la locomotora de este nivel.

Plan del ciclo de izaje.

Materiales que se necesitan.

- **Material, herramienta y equipo:**

- Carro mineros tipo U35, 15 unidades
- Winches eléctricos de izamiento para 5 t
- En el enganche de carro para el izamiento:
- Diez pines: cinco por nivel.
- Seis estobos de cables de dieciocho milímetros: tres por nivel.

- **Recurso humano:**

- **Nivel superior:**
- Operadores de winches eléctricos: 1 personal.
- Timbreros: un personal.
- Ayudantes de timbreros: un personal

- **Nivel Inferior:**
- Timbreros: un personal
- Ayudantes de timbreros: un personal

Proceso del ciclo de izamiento.

Con el horizonte de presentar una mejora en el entendimiento del proceso de labores prevista para la gestión el vagón minero y las tareas de las locomotoras durante el proceso de elevación, las vías del tren se han segmentado ficticiamente en secciones indicadas por las letras «A» a «H» y, para la estación del nivel 3880, por las letras «I» a «N».

- ✓ Niv. sup.: Se divide en segmentos con las letras A, B, C, D, E, F, G y H.
- ✓ Niv. inf.: Se divide en segmentos, con las letras I, J, K, L, M y N.

Explicación del proceso de izamiento y el modo secuencial de labor de la locomotora y los equipos extractivos del nivel superior e inferior:

a) Bajada de carro minero vacío: Los timbreros y sus ayudantes inspeccionan los estados de los vagones abandonados en la sección DF (que puede albergar cinco vagones mineros) en la estación superior del pozo. Tanto el maquinista como el operador del cabrestante eléctrico elaboran la lista de comprobación.

A continuación, para preparar los vagones mineros abandonados para su elevación, el timbrero y su ayudante les fijan las eslingas y los pasadores. Para garantizar la seguridad, es necesario maniobrarlos para que queden bien fijados empujándolos en direcciones opuestas y asegurándose de que el pasador atravesase tanto la eslinga como el gancho del vagón. Después de eso, empujan los vagones del punto D al punto B. Una vez que ambos vagones están en reposo, utilizan el pasador para conectar el gancho en el cable del cabrestante al gancho en el vagón más cercano.

Después de hacer sonar la campana tres veces para alertar al operador del cabrestante, esperan a que responda el equipo extractivo del nivel inferior antes de quitar el bloque de seguridad en el punto A y poner en marcha el cabrestante para bajar los vagones sin carga.

El tiempo que tardan los automóviles en ir del punto «A» al punto «I», o el nivel inferior, se conoce como descenso.

b) Recepción de carro vacío y manipulación de carro minero en la estación del nivel 3880:

Una vez que el vagón vacío llega al punto «I», los timbreros y sus ayudantes retiran los pasadores y la correa de cable de 18 mm. A continuación, pasan a la sección JL y empujan los vagones con cuidado hasta que llegan al punto «L». Inmediatamente utilizan la «mona» para cambiar las lenguas en el punto «I».

Los dos carros mineros, completamente cargados, ya presentan unión por la correa de cable y los pasadores (que previamente hizo el equipo extractivo) cuando son empujados hasta el punto «I», donde se preparan para ser elevados desde el tramo KM. Adicionalmente, confirman su conexión realizando la acción mencionada en el punto anterior. Después de eso, tocan la campana en dos oportunidades, esperando un llamado del nivel superior y el cabrestante comienza a elevar los automóviles.

c) Subida de carro minero cargado: Se prevé que se necesitarán (2') para elevar los dos vehículos mineros completos utilizando el eje inclinado a una velocidad del cable de 1,14 m/s. Es decir, es el tiempo que tardan los carros en ir del punto «I» al punto «A».

d) Admisión de carro cargado y manipulación de carro minero en la estación del nivel 3950: Los ayudantes sacan el bloque de seguridad cercano al punto A y lo reemplaza con el «mono» en el punto C. De esta manera, cuando los vagones mineros están completamente cargados y llega el timbrero, esperan a que los vagones se acomoden en la sección AB antes de moverlos de la sección AB al punto E. Los vagones luego tienen que viajar al punto G por su propio peso, lo que requiere que el bloque de seguridad se coloque con anticipación en el punto G para que los vagones se detengan allí.

Al llegar, el timbrero y su ayudante sustituyen las lengüetas con el mono del punto C y el maquinista y su ayudante cambian las correas de cable por las cadenas en los vagones mineros completamente cargados. Una vez que los vagones vacíos de la sección FD se han conectado previamente con dos correas y pasadores, se empujan y se comprueba que están bien acoplados. A continuación, se sigue exactamente el punto a) del segundo párrafo del mismo modo.

Tabla 8. Secuencia del ciclo de elevación con duraciones de operación proyectadas

Tarea	Tiempo
a) Descenso de carros mineros vacíos	2'
b) Recepción de carros vacíos y manipuleo de carros mineros en la estación del nivel 3880	45''
c) Ascenso de carros mineros llenos	2'
d) Recepción de carros mineros llenos y manipuleo en la estación del nivel 3950	45''
Total	5.5'

Esto representa la duración del ciclo de izamiento dicho con propiedad, 5'30''.

Planificación del ciclo de transportación en la parte extractiva

Materiales requeridos

- **Material, herramienta y equipo:**

- locomotora a batería de 2 toneladas: dos unidades
- batería de locomotora: cuatro unidades.
- Para enganches de carro que las locomotoras acarreen:
- doce Pines: seis arriba y seis abajo.
- doce segmentos de cadenas de 0.30 metros: seis arriba y seis abajo

- **Recurso humano:**

- Operadores de locomotoras nivel 3950: un personal.
- Ayudantes de operadores nivel 3950: un personal
- Operadores de locomotoras nivel 3880: un personal
- Ayudantes de operadores nivel 3880: un personal

Labor secuencial de la locomotora

En el nivel superior, la labor secuencial de la locomotora es:

- Durante el ciclo de elevación, el maquinista transporta los cinco vagones mineros completamente cargados desde la sección EG de la estación superior hasta las cámaras de acumulación y desmonte de mineral. Junto con el ayudante, descarga los materiales en la cámara y luego se dirigen de nuevo a la estación de pozo. Para que las locomotoras puedan dejar el vagón minero vacío en la sección DF entrando hasta que los últimos vagones lleguen al punto D, cambia los carriles en este lugar y retira la barrera de seguridad en el

punto F antes de pasar por el punto H. Luego, para repetir esto, hay que esperar hasta que los cinco vagones mineros estén ensamblados.

- Se necesitan tres ciclos para recoger los cinco vagones llenos; la parte EG se llenará por completo en aproximadamente 16,5 minutos. La descarga en los vertederos de mineral/residuos demora aproximadamente cinco minutos; luego, la locomotora tendrá aproximadamente doce minutos para completar otras responsabilidades en este nivel.
- El resumen de ciclos que debe cumplir la locomotora para consumir las exigencias del plan minero por año se muestra en la siguiente tabla. Los totales son los tiempos para cada ciclo de tarea:

Tabla 9. Trayectoria

Trayectoria					
Tarea	Inicio	Final	Descripción	Distancia total (m)	Tiempo por ciclo
1	Estación # 2 nivel 3950	Cancha de mineral/ desmonte	Acarreo de mineral desmonte izado del nivel 3880	50	8'24"
2	Estación # 1 nivel 3950	Cancha de mineral/ desmonte	Acarreo de mineral desmonte izado del nivel 3920	200	12'00"
3	Estación # 1 nivel 3950	Cancha de mineral/ desmonte	Acarreo de mineral desmonte izado del nivel 3950	1000	23'48"

La labor fundamental es la 1, pero hay un tiempo de 12 min para que la locomotora haga otras funciones. En la tabla se mira que la tarea 2 dura y permite que se lleve a cabo en un lapso de 12 min.

En el nivel inferior, la labor secuencial de la locomotora es:

- Saque los vagones mineros vacíos de la sección JL, pero no antes de que el timbrero y su ayudante tengan que cambiar los raíles en el punto «N» con el «mono», conectar el vagón más cercano a la locomotora y ponerlo a trabajar con ocho vagones mineros.
- Después de que la pala cargue los vagones mineros durante los trabajos, regresa a la estación, reduce la velocidad, se detiene y cambia de carril con la «mona» en el lugar «N»,

dejando el vagón lleno en la sección MK, que posee capacidad de cinco vagones. A partir de ahí, el ciclo se repite siguiendo las instrucciones del punto anterior.

- El ciclo de la locomotora, que debe completar para alcanzar la producción horaria, se resume en esta tabla.

Tabla 10. Trayectoria

Tarea	Trayectoria		Descripción	Distancia total (m)	Tiempo por ciclo
	Inicio	Final			
1	Carguío de labor de la veta caracol	Estación de nivel 3880	Acarreo de mineral/ desmonte de las labores de la veta caracol	240	16'12"
2	Carguío de labor de la veta Verónica	Estación de nivel 3880	Acarreo de mineral/ desmonte de las labores de la veta Verónica	120	15'02"
3	Carguío de labor de la veta Daniela	Estación de nivel 3880	Acarreo de mineral/ desmonte de las labores de la veta Daniela	340	17'14"
4	Carguío de labor de la veta Magali	Estación de nivel 3880	Acarreo de mineral/ desmonte de las labores de la veta Magali	400	17'50"

Los tiempos de ciclo calculados para cada tarea se muestran en la tabla. Cuando la tarea final es el caso crucial, es decir, el tiempo total por ciclo es igual a 17'50''.

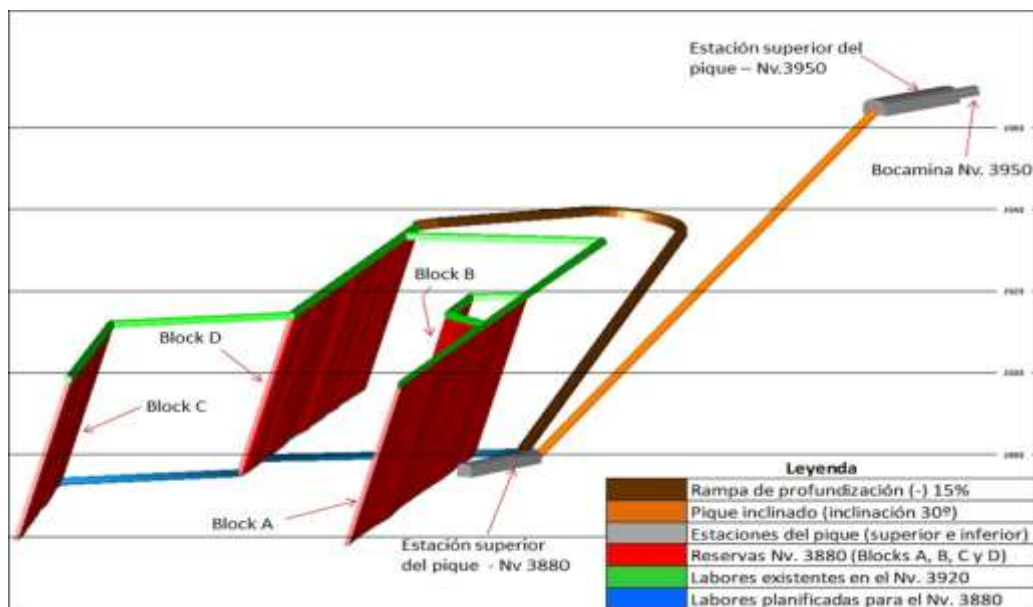


Figura 15. Desarrollo en la mina para el sistema de extracción de la profundización

2.2.12. Definición de términos básicos

- **Armónico (componente):** Es un elemento mayor a 1 en la serie de Fourier de un ente periódico.
- **Producto I-T:** El efecto inductivo se mide en amperios y se representa como el producto del factor de influencia telefónica (TIF) y el cuadrado medio de la corriente (I).
- **Corriente máxima de la carga de la demanda:** Esta cifra, que se calcula en el lugar de acople común, entiéndase como el producto de las intensidades que correspondieron a la mayor demanda en el lapso de los doce meses antecedentes dividido entre doce.
- **Muesca:** Las conmutaciones por perturbaciones, o cualquier otro tipo de perturbación, se define como una forma de ciclo de voltaje de alimentación normal que se mantiene por un valor inferior a medio ciclo. El número máximo de la V de distorsión se elimina de la forma de ciclo normal porque inicialmente tiene polarización contraria a la forma de onda. Esto implica una merma de voltaje de hasta medio ciclo.
- **Punto de acoplamiento común (PCC):** Ubicación en un complejo de suministro público donde una carga está más cerca de otra carga y donde otras cargas pueden estar conectadas. Aguas arriba de la instalación en cuestión se encuentra el PCC.
- **Número de pulso:** Es el valor total del recuento de cada conmutación consecutiva no simultánea que, en ausencia de control de fase, experimenta el circuito convertidor durante cada ciclo. Equivale al valor del recuento de cada pulso en la tensión de salida CD durante un solo pulso de voltaje de alimentación, o al orden del armónico primario del voltaje de CD.
- **Demanda total de distorsión (TDD):** La razón cuadrática media del contenido armónico, representada como un cociente (en tanto por ciento) de la demanda pico de intensidad, tiene en cuenta los elementos armónicos hasta el orden 50 e ignora los interarmónicos.
- **Distorsión armónica total (THD):** La razón cuadrática media del contenido armónico, representada como un porcentaje elemental, considerando los elementos armónicos hasta el número 50 y omitiendo los interarmónicos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método, tipo o alcance de la investigación

3.1.1. Método

3.1.1.1. Método general

Para el documento se empleó el método científico como metodología amplia. Actualmente, Ander Ezequiel afirma que el estudio de la epistemología se centra en el proceso científico. De igual forma, la definición de «método» ha cambiado (1), siendo hoy en día «el conjunto de métodos y estrategias que posibilitan a los investigadores alcanzar sus metas» y el enfoque analítico y sintético como técnica particular. Se pretende evaluar las corrientes armónicas en la subestación 2C del sistema de extracción de concentrados minerales de la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024. De igual forma, para evaluar la viabilidad técnico-económica del proyecto se emplearon las técnicas conocidas como método hermenéutico, que se basa en hechos y fenómenos reales que se delimitan e interpretan tras un análisis riguroso previo, dando lugar a conclusiones. Esta información es proporcionada por Oseda (16).

3.1.1.2. Método específico

Se empleó el método cuantitativo porque la data es descriptiva y abiertos a interpretación siendo de naturaleza categórica. El análisis estadístico tuvo como propósito identificar los equipos eléctricos de la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco que producen distorsiones de corrientes armónicas en baja tensión. Esto se realizó en el 2024. De igual forma, se observaron y registraron los aspectos del fenómeno o hecho investigado que resulten más relevantes. Se recogieron los datos relevantes y se analizaron los armónicos de

intensidad en baja tensión para determinar la ocurrencia en las redes del complejo eléctrico de la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

3.1.2. Tipo

El trabajo es del siguiente tipo, de acuerdo con las variables que se han planteado y los objetivos generales y particulares del estudio: aplicada, observacional y comparativa.

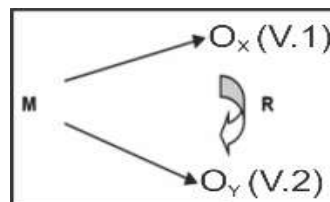
3.1.3. Alcance de la investigación

La contribución a la mitigación del efecto adverso del recorrido de corriente armónica ocasionada por carga no lineal mediante las impedancias internas de las redes, que distorsiona las formas de los ciclos de voltaje y, en consecuencia, ocasiona calentamiento de conductores, transformadores, gastos técnicos, errores de mediciones y circulación de corriente por los conductores neutros, etc.

3.1.3.1. Diseño

El presente estudio emplea un diseño no experimental – demostrativo basado en las siguientes dimensiones: indicadores, origen de armónicos, tolerancias, marco regulatorio, analizador PQ-BOX 100, efectos de las armónicas. Para la variable: Corrientes armónicas de baja tensión; se incluyen los aspectos escritos a continuación: tensión y calidad de onda/producto, filtros armónicos, indicadores de calidad y calidad del producto. La población está conformada por cuarenta expertos de Cerro de Pasco.

Diseño: No experimental – demostrativo.



Donde: M = muestra

O_x = variable 1: Corrientes armónicas en baja tensión

O_y = variable 2: Extracción de concentrado de minerales

Subvariable: Calidad del producto

R = asociación entre las variables uno y dos

3.1.3.2. Población y muestra

▪ Población

La incidencia de la actividad de investigación se realizó en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, teniendo una población de 40 personas especialistas.

▪ Muestra

a) Unidad de análisis

Empresa Administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco

b) Tamaño de la muestra

Con el fin de conseguir porcentajes y frecuencias estadísticas se tomó en consideración el muestreo aleatorio simple estratificado.

- La población es de cuarenta personas

- Usando la fórmula:

$$n = \frac{Z_0^2 p \cdot q \cdot N}{e^2 (N - 1) + Z_0^2 p \cdot q}$$

Donde:

n = valor muestral

$Z_0 = 1.96$

p = posibilidad de éxito (80 %)

q = posibilidad de falla (20 %)

N = población considerada [40]

$e^2 =$ ratio de error (9 %)

* Al reemplazar los valores, se tiene una muestra de 26 elementos.

c) Selección de la muestra

Se usó un muestreo intencional o criterial porque, con una muestra de 26 profesionales encuestados, la técnica pretende asegurar que la población investigada sea representativa, así como, basada en una opinión u objetivo específico de los investigadores, correspondiente a la Empresa Administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco.

3.1.3.3. Técnicas de recolección de datos

Dada la particularidad del proyecto de estudio, se emplearon los métodos y herramientas expuestos:

Tabla 11. Técnicas de recolección de datos

Técnica	Instrumento	Datos que se observaron
Observación.	▪ Fichas de observación.	Permiten analizar las corrientes armónicas en la subestación 2C en el sistema de extracción de concentrado de minerales en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.
Encuesta.	▪ Fichas de encuestas ▪ Cuestionario de electrolinera de 30 kW ▪ Cuestionario de vehículos eléctricos	Con el uso del equipo se logró: Evaluar los armónicos de intensidad de bajo voltaje para determinar el efecto en las redes del SEP de la empresa administradores Cerro SAC - Pasco Cerro. 2024. Se descubrieron los equipos eléctricos que producen distorsiones de intensidades armónicas en bajo voltaje en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.
Evaluación.	▪ Ficha de sistematización de las encuestas	Al usar las evaluaciones facilitaron proponer las actividades que disminuyan las perturbaciones causadas por los armónicos en baja tensión adecuándolas a la normatividad vigente, en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

3.1.3.4. Procesamiento de datos

El proceso que facilita el manejo y examen de los datos incluyó a los procedimientos de conteo y tabulación de la muestra tomada; en la estadística de tipo descriptivo de las dos particiones experimentales se emplearon las medias, las modas y las medianas; en los resultados de la medida de varianzas, desviaciones típicas, coeficientes de variación y asimetría (coeficiente de Pearson) se emplearon los procedimientos estadísticos de dispersión; de igual forma, se aplicó la estadística inferencial para verificar las hipótesis y su elucidación se basó en los datos adquiridos. Luego de conseguidos los datos, se pasó al análisis de cada uno de ellos. Esto permitió contrastar las hipótesis. Finalmente, se formularon recomendaciones y conclusiones. Los recursos estadísticos descriptivos usados son la media aritmética y la desviación estandarizada muestral.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

- Componente multimedia
- PC
- Memorias

3.2.2. Equipos

- Proyector de imágenes
- Impresora
- Scanner

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Resultados de prueba e interrelación

4.1.1. Análisis y organización de la ficha técnica de recolección de datos.

Frecuencias estadísticas

Sección 1. Ficha de recolección de datos - cuestionario: corrientes armónicas en baja tensión y sistema de extracción de concentrado de minerales

- 01. ¿Siempre las tolerancias admitidas sobre las tensiones nominales de los puntos de entrega de energía, en todas las etapas y en todos los niveles de tensión, es de hasta el ± 5.0 % de las tensiones nominales de tales puntos?**

Tabla 12. Estadístico 1

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		5.00
Error estándar de la media		0.000
Mediana		5.00
Moda		5
Desviación estándar		0.000
Varianza muestral		0.000
Rango		0
Mínimo		5
Máximo		5
Coeficiente de variación		0.00 %

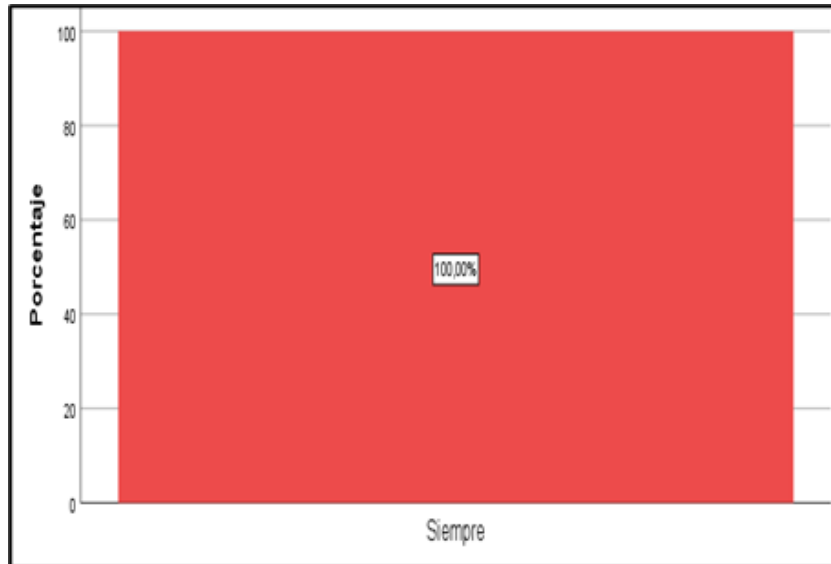


Figura 16. Gráfico de barras 1

Tabla 13. Cuadro porcentual 1, referido a la pregunta 1

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido siempre	26	100.0	100.0	-100.0



*Figura 17. Tensiones medidas al ± 5 %
Fuente: Analizador Fluke 1775*

02. ¿Se considera que la energía eléctrica es de mala calidad, si la tensión se encuentra fuera del rango de tolerancias establecidas en este literal, por un tiempo superior al 5 % del período de medición?

Tabla 14. Estadístico 2

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		5.00
Error estándar de la media		0.000
Mediana		5.00
Moda		5
Desviación estándar		0.000
Varianza muestral		0.000
Rango		0
Mínimo		5
Máximo		5
Coeficiente de variación		0.00 %



Figura 18. Gráfico de barras 2

Tabla 15. Cuadro porcentual 2, referido a la pregunta 2

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido siempre	26	100.0	100.0	-100.0



*Figura 19. Periodo de medición de tensión 460 V
Fuente: Analizador Fluke 1775*

03. ¿Es recomendable balancear las cargas cuando se presente en la planta una variación máxima entre fases y exista un desbalance entre líneas lo cual no podrá superar el 5 % de lo permitido según los rangos establecidos?

Tabla 16. Estadístico 3

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		5.00
Error estándar de la media		0.000
Mediana		5.00
Moda		5
Desviación estándar		0.000
Varianza muestral		0.000
Rango		0
Mínimo		5
Máximo		5
Coeficiente de variación		0.00 %

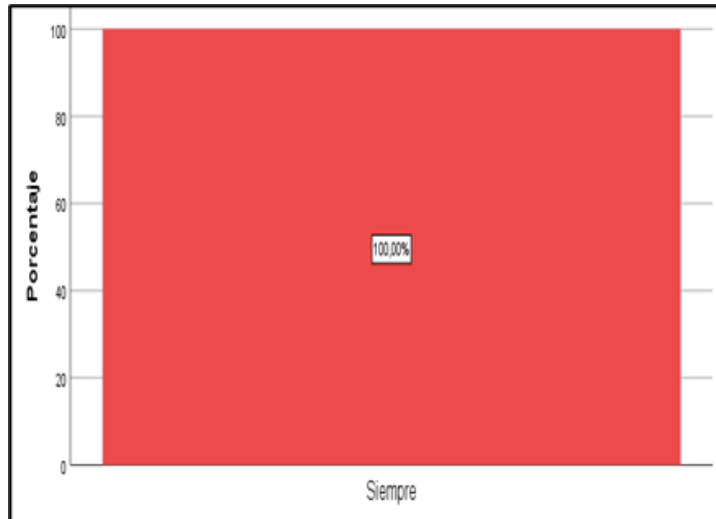


Figura 20. Gráfico de barras 3

Tabla 17. Cuadro porcentual 3, referido a la pregunta 3

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido siempre	26	100.0	100.0	100.0



Figura 21. Periodo de medición de desbalance de carga
Fuente: Analizador Fluke 1775

04. ¿En la evaluación del factor de potencia del sistema eléctrico, se debe considerar que si en el 5 % o más del período evaluado, el valor del factor de potencia es inferior al límite establecido el cual es 0.9, para un registro de potencia aceptable?

Tabla 18. Estadístico 4

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		3.00
Error estándar de la media		0.000
Mediana		3.00
Moda		5
Desviación estándar		0.000
Varianza muestral		0.000
Rango		0
Mínimo		3
Máximo		3
Coeficiente de variación		0.00 %

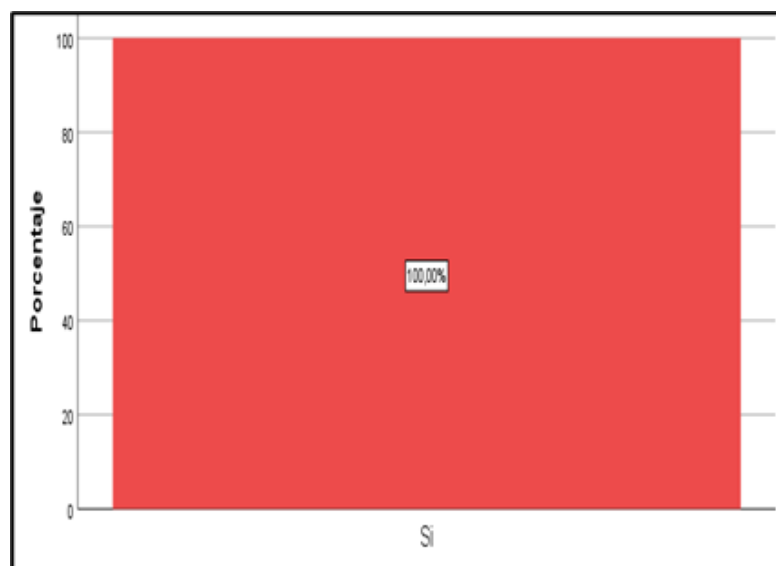


Figura 22. Gráfico de barras 4

Tabla 19. Cuadro porcentual 4, referido a la pregunta 4

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido siempre	26	100.0	100.0	100.0



Figura 23. Periodo de medición de factor de potencia
Fuente: Analizador Fluke 1775

05. ¿Las posibles causas que generarían los picos de voltajes transitorios se producen al conectar o desconectar grandes cargas, descargas atmosféricas, descargas electrostáticas y efectos resonantes, en una empresa?

Tabla 20. Estadístico 5

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		2.00
Error estándar de la media		0.000
Mediana		2.00
Moda		5
Desviación estándar		0.000
Varianza muestral		0.000
Rango		0
Mínimo		2
Máximo		2
Coefficiente de variación		52.00 %

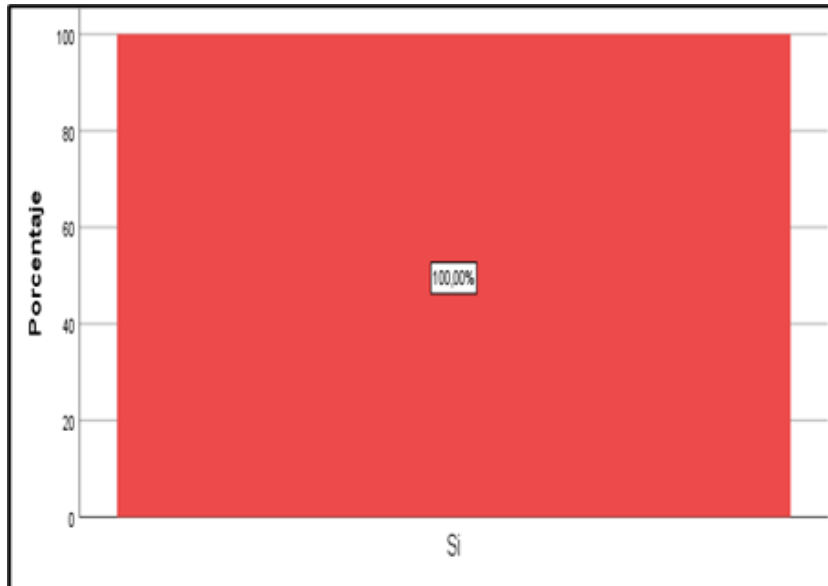


Figura 24. Gráfico de barras 5

Tabla 21. Cuadro porcentual 5, referido a la pregunta 5

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido siempre	26	100.0	100.0	100.0



Figura 25. Periodo de medición de voltaje 460 V
Fuente: Analizador Fluke 1775

06. ¿El «Flicker Pst» es un índice que debe ser considerado en el punto de medición, este índice no debe superar la unidad y este valor de por si debe ser considerado como el valor máximo admisible, y si lo llegaran a hacer, que no sea más del 5 % del periodo de medición dentro de los 7 días continuos de registro de datos?

Tabla 22. Estadístico 6

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		3.00
Error estándar de la media		0.000
Mediana		3.00
Moda		3
Desviación estándar		0.000
Varianza muestral		0.000
Rango		0
Mínimo		3
Máximo		2
Coefficiente de variación		78.00 %

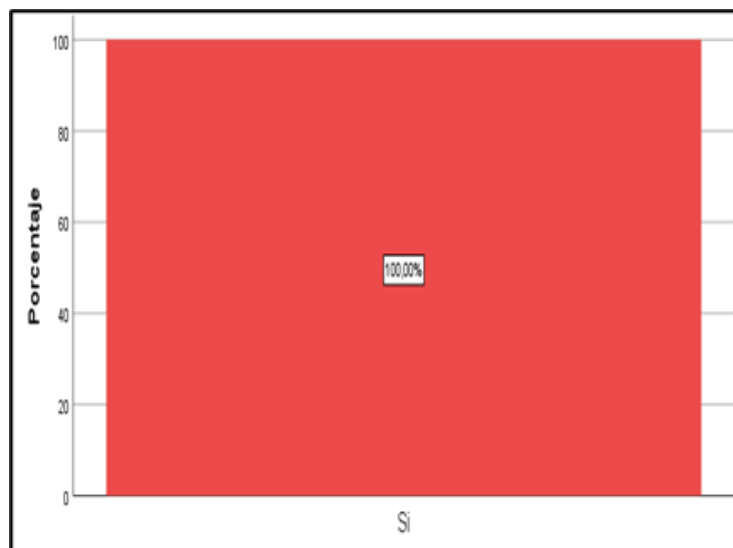


Figura 26. Gráfico de barras 6

Tabla 23. Cuadro porcentual 6, referido a la pregunta 6

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido siempre	26	100.0	100.0	100.0

07. El estándar IEEE 519-1992 recomienda prácticas y requisitos para el control de armónicos tanto a nivel de usuario como de redes?

Tabla 24. Estadístico 7

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		2.77
Error estándar de la media		0.128
Mediana		3.00
Moda		3
Desviación estándar		0.652
Varianza muestral		0.425
Rango		2
Mínimo		1
Máximo		3
Coeficiente de variación		23.50 %

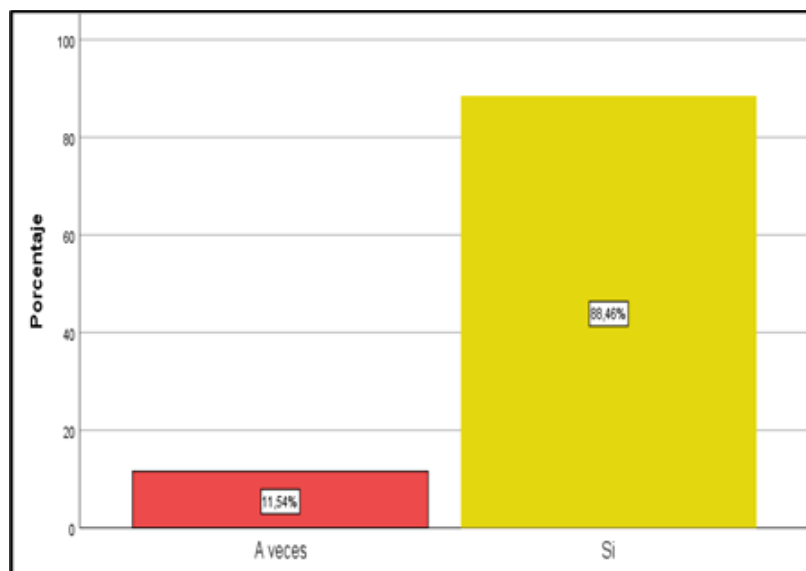


Figura 27. Gráfico de barras 7

Tabla 25. Cuadro porcentual 7, referido a la pregunta 7

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	3	11.5	11.5	11.5
	Sí	23	88,5	88,5	100,0

08. ¿El nivel de distorsión armónica se describe por el espectro total armónico mediante las magnitudes y el ángulo de fase de cada componente individual?

Tabla 26. Estadístico 8

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		4.77
Error estándar de la media		0.128
Mediana		5.00
Moda		5
Desviación estándar		0.652
Varianza muestral		0.425
Rango		2
Mínimo		3
Máximo		5
Coeficiente de variación		13.60 %

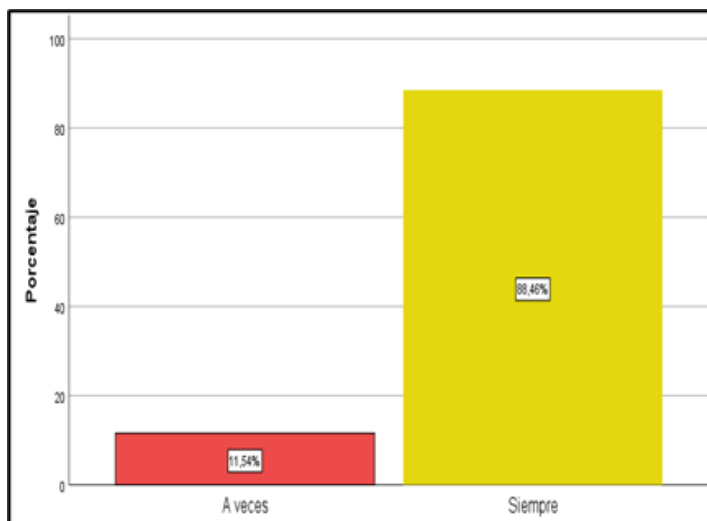


Figura 28. Gráfico de barras 8

Tabla 27. Cuadro porcentual 8, referido a la pregunta 8

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	3	11,5	11,5	11,5
	Sí	23	88,5	88,5	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

09. ¿Una distorsión armónica clásica tendrá que cumplir las siguientes condiciones: que la señal tenga valores definidos dentro del intervalo, que la señal sea periódica y sea permanente?

Tabla 28. Estadístico 9

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		4.77
Error estándar de la media		0.131
Mediana		4.00
Moda		4
Desviación estándar		0.667
Varianza muestral		0.425
Rango		2
Mínimo		3
Máximo		5
Coeficiente de variación		15.60 %

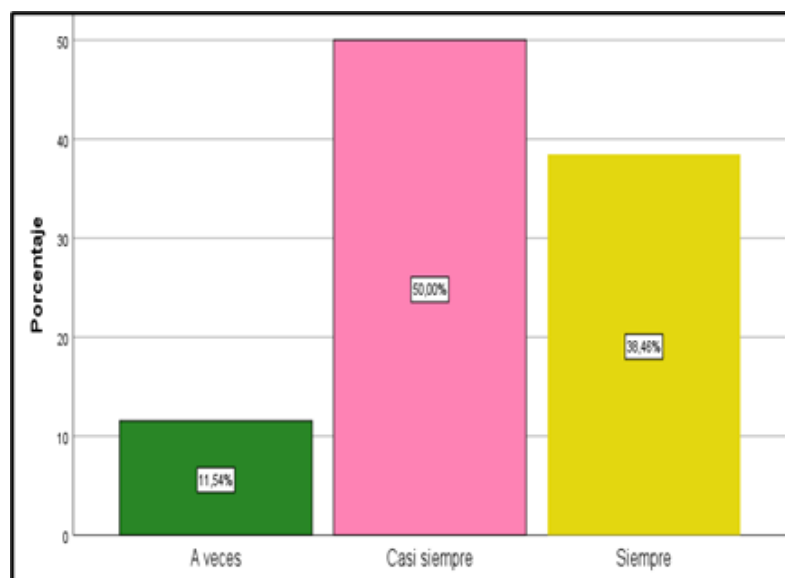


Figura 29. Gráfico de barras 9

Tabla 29. Cuadro porcentual 9, referido a la pregunta 9

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	3	11.5	11.5	11.5
	Sí	13	50.0	50.0	61.5

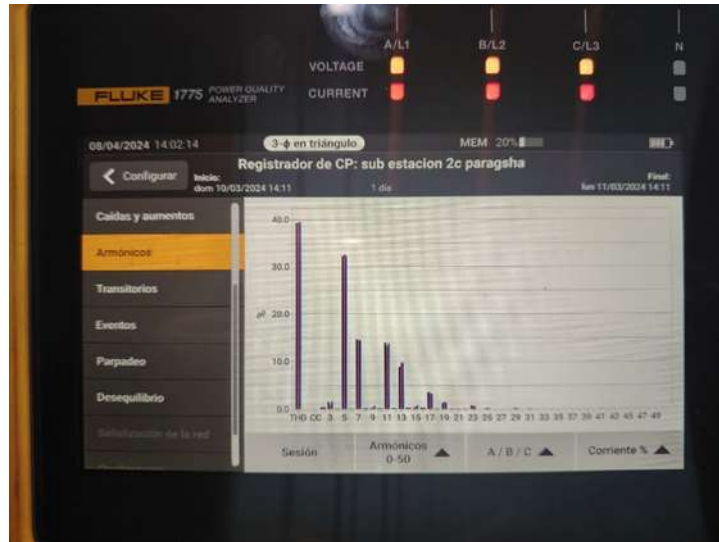


Figura 30. Periodo de medición de distorsión armónica
Fuente: Analizador Fluke 1775

10. ¿La «resonancia» se presenta cuando un sistema pasa a ser de inductivo a capacitivo o viceversa, causando problemas eléctricos como sobrecorrientes o sobretensiones, lo cual incide directamente en fallas y destrucción de equipos en una planta?

Tabla 30. Estadístico 10

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		2.77
Error estándar de la media		0.128
Mediana		3.00
Moda		3
Desviación estándar		0.652
Varianza muestral		0.425
Rango		2
Mínimo		1
Máximo		3
Coefficiente de variación		23.60 %

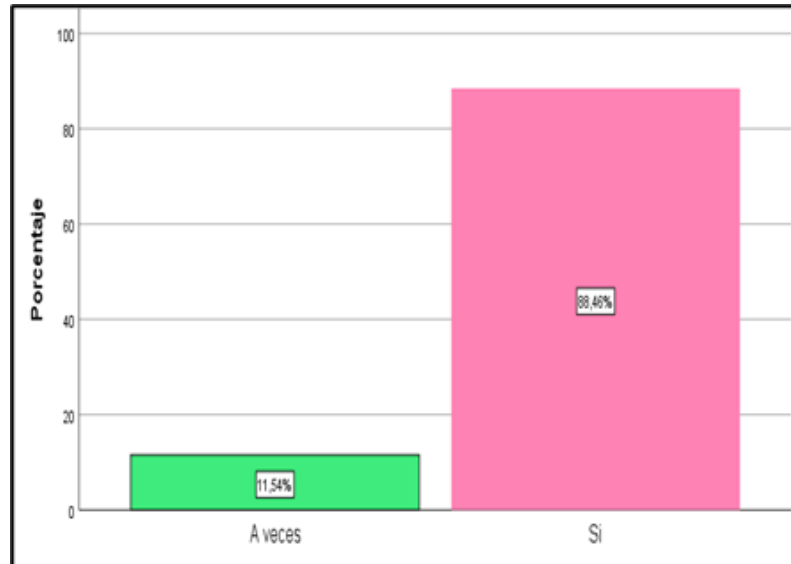


Figura 31. Gráfico de barras 10

Tabla 31. Cuadro porcentual 10, referido a la pregunta 10

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	3	11.5	11.5	11.5
	Sí	23	88.5	88.5	100.0
	Total	26	100,0	100,0	

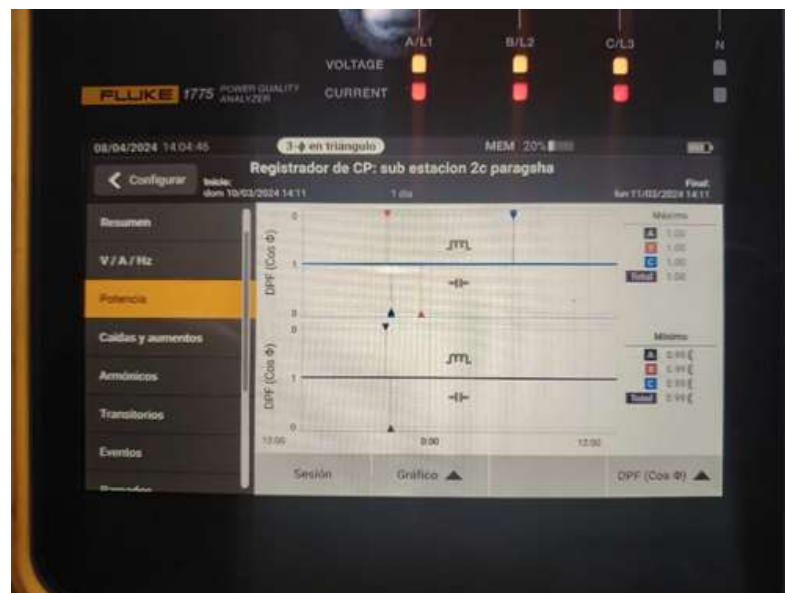


Figura 32. Periodo de medición de sistema inductivo
Fuente: Analizador Fluke 1775

11. ¿En las redes eléctricas de una planta se presentan problemas de una distorsión armónica cuando se instalan capacitores para compensar el factor de potencia de desplazamiento en presencia de cargas no lineales significativas?

Tabla 32. Estadístico 11

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		4.50
Error estándar de la media		0.100
Mediana		4.50
Moda		4
Desviación estándar		0.510
Varianza muestral		0.260
Rango		1
Mínimo		4
Máximo		5
Coeficiente de variación		11.30 %

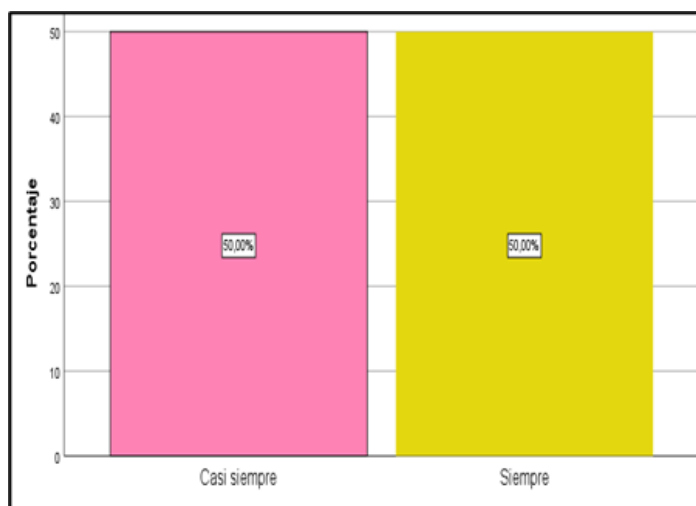


Figura 33. Gráfico de barras 11

Tabla 33. Cuadro porcentual 11, referido a la pregunta 11

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	13	50.0	50.0	50.0
	Sí	13	50.0	50.0	100.0
	Total	26	100,0	100,0	

12. ¿Los voltajes con contenido armónico que alimenta a bancos de capacitores provoca que su corriente se incremente, ya que su impedancia se reduce con la frecuencia?

Tabla 34. Estadístico 12

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		4.50
Error estándar de la media		0.100
Mediana		4.50
Moda		4
Desviación estándar		0.510
Varianza muestral		0.260
Rango		1
Mínimo		4
Máximo		5
Coeficiente de variación		11.30 %

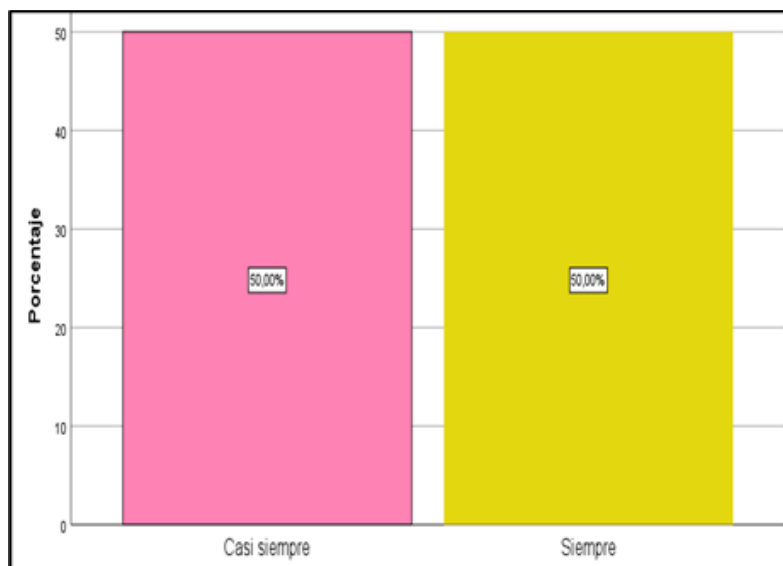


Figura 34. Gráfico de barras 12

Tabla 35. Cuadro porcentual 12, referido a la pregunta 12

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido A veces	13	50.0	50.0	50.0
Válido Sí	13	50.0	50.0	100.0
Total	26	100,0	100,0	

13. Las cargas no lineales cambian la naturaleza de la onda sinusoidal de la corriente de alimentación AC, ocasionando una caída de voltaje en AC, originando un flujo de corrientes armónicas en los sistemas de potencia de AC, causando así una interferencia en los sistemas eléctricos?

Tabla 36. Estadístico 13

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		4.38
Error estándar de la media		0.970
Mediana		4.00
Moda		4
Desviación estándar		0.496
Varianza muestral		0.246
Rango		1
Mínimo		4
Máximo		5
Coefficiente de variación		11.30 %

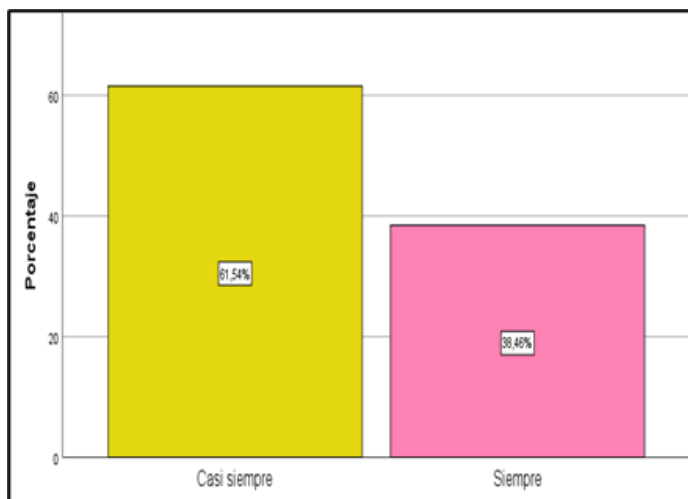


Figura 35. Gráfico de barras 13

Tabla 37. Cuadro porcentual 13, referido a la pregunta 13

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
A veces	16	61.5	61.5	61.5
Válido Sí	10	38.5	38.5	100.0
Total	26	100,0	100,0	

14. ¿Los «filtros armónicos» actúan sobre las cargas no lineales, y tienen como propósito reducir el flujo de corriente o voltaje armónico aplicado a las partes específicas de un sistema de potencia eléctrica?

Tabla 38. Estadístico 14

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		4.77
Error estándar de la media		0.128
Mediana		5.00
Moda		5
Desviación estándar		0.652
Varianza muestral		0.425
Rango		2
Mínimo		3
Máximo		5
Coeficiente de variación		13.60 %

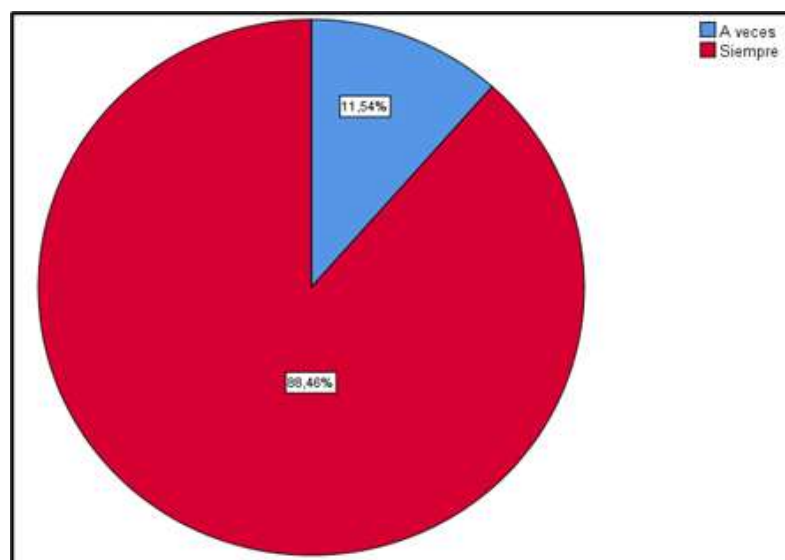


Figura 36. Gráfico de barras 14

Tabla 39. Cuadro porcentual 14, referido a la pregunta 14

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	3	11,5	11,5	11,5
	Sí	23	88,5	88,5	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

15. ¿Los «indicadores» permiten cuantificar y evaluar la distorsión armónica de las ondas de tensión y corriente, son el factor de potencia, el espectro en frecuencia y la tasa de distorsión armónica?

Tabla 40. Estadístico 15

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		2.77
Error estándar de la media		0.128
Mediana		3.00
Moda		3
Desviación estándar		0.652
Varianza muestral		0.425
Rango		2
Mínimo		1
Máximo		3
Coefficiente de variación		23.54 %

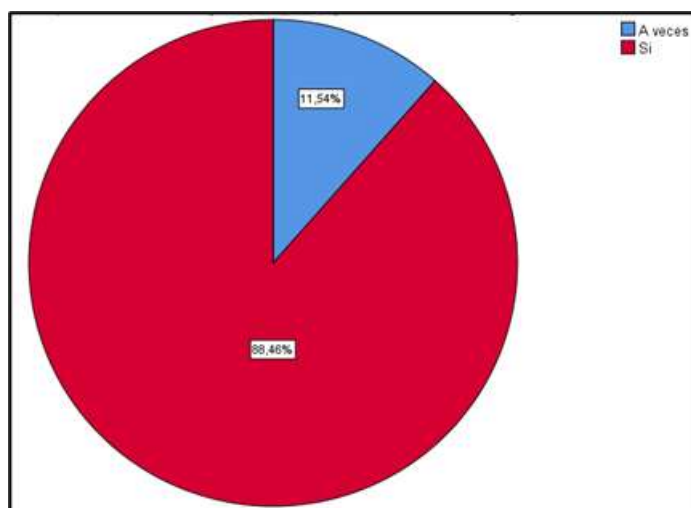


Figura 37. Gráfico de barras 15

Tabla 41. Cuadro porcentual 15, referido a la pregunta 15

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	3	11.5	11.5	11.5
	Sí	23	88.5	88.5	100.0
	Total	26	100,0	100,0	

16. ¿La descomposición de la tensión y la intensidad en sus componentes armónicas se representa como $P = \sum_{h=1}^{\infty} V_h I_h \cos \phi_h$ siendo ϕ_h el desfase entre la tensión y la intensidad del armónico de orden h?

Tabla 42. Estadístico 16

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		1.88
Error estándar de la media		0.064
Mediana		2.00
Moda		2
Desviación estándar		0.326
Varianza muestral		0.106
Rango		1
Mínimo		1
Máximo		2
Coeficiente de variación		17.30 %

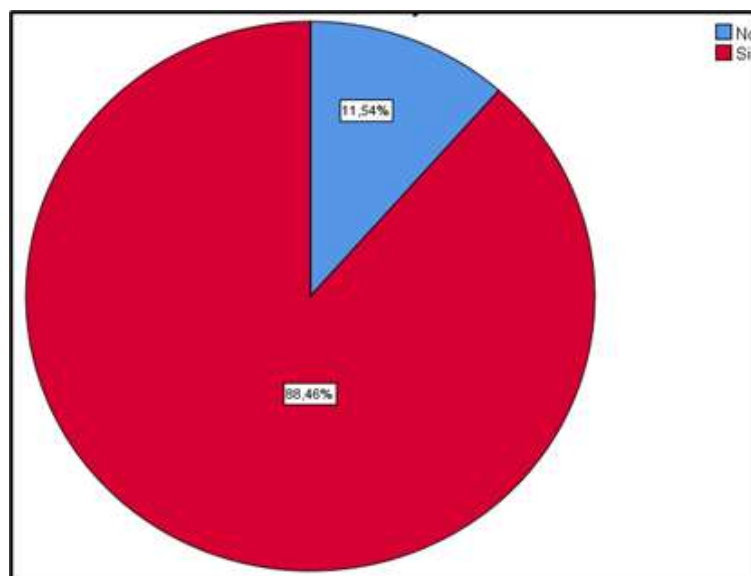


Figura 38. Gráfico de barras 16

Tabla 43. Cuadro porcentual 16, referido a la pregunta 16

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	3	11.5	11.5	11.5
	Sí	23	88.5	88.5	100.0
	Total	26	100,0	100,0	

17. ¿Los valores de distorsión se definen en porcentaje de la cantidad eléctrica, por lo que estos valores son muy utilizados para conocer el grado de contaminación de las redes eléctricas de distribución en una planta?

Tabla 44. Estadístico 17

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		1.88
Error estándar de la media		0.064
Mediana		2.00
Moda		2
Desviación estándar		0.326
Varianza muestral		0.106
Rango		1
Mínimo		1
Máximo		2
Coeficiente de variación		49.00 %

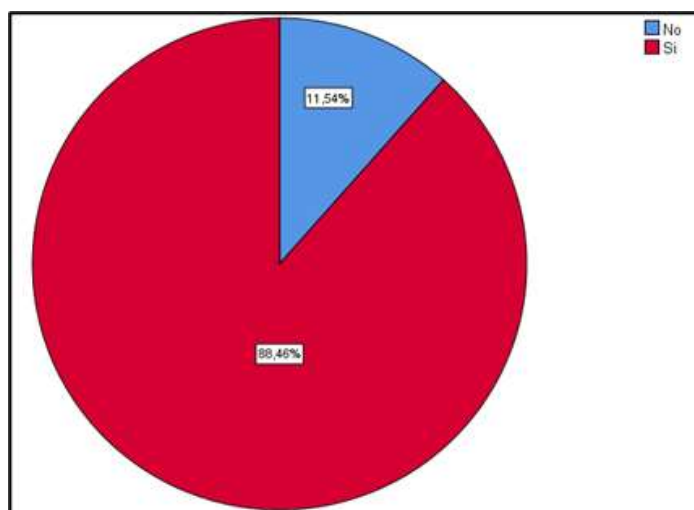


Figura 39. Gráfico de barras 17

Tabla 45. Cuadro porcentual 17, referido a la pregunta 17

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	3	11.5	11.5	11.5
	Sí	23	88.5	88.5	100.0
	Total	26	100,0	100,0	

18. ¿Las soldadoras de tipo monofásico empleadas en la planta, por ser máquinas estáticas, constituyen la principal fuente de distorsión armónica, provocando la distorsión de onda de voltaje y una corriente típica en la línea?

Tabla 46. Estadístico 18

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		4.38
Error estándar de la media		0.097
Mediana		4.00
Moda		4
Desviación estándar		0.496
Varianza muestral		0.246
Rango		1
Mínimo		4
Máximo		5
Coeficiente de variación		11.30 %

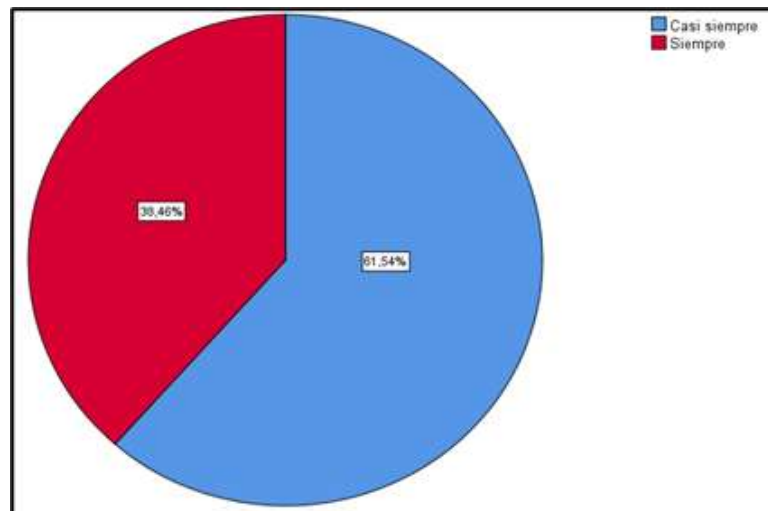


Figura 40. Gráfico de barras 18

Tabla 47. Cuadro porcentual 18, referido a la pregunta 18

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	16	61.5	61.5	61.5
	Sí	10	38.5	38.5	100.0
	Total	26	100,0	100,0	

19. ¿Las tensiones armónicas aplicadas sobre máquinas asíncronas provocan la circulación de corriente de frecuencias superiores a la frecuencia fundamental en el rotor, provocando pérdidas suplementarias proporcionales a $(Vh)^2/h$?

Tabla 48. Estadístico 19

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		4.77
Error estándar de la media		0.128
Mediana		5.00
Moda		5
Desviación estándar		0.652
Varianza muestral		0.425
Rango		2
Mínimo		3
Máximo		5
Coefficiente de variación		13.60 %

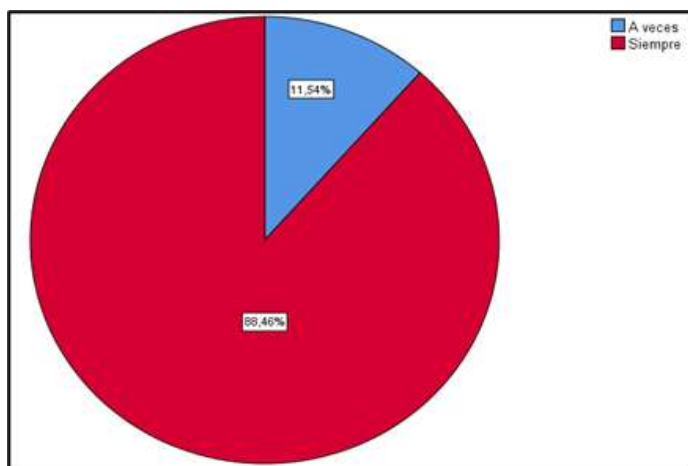


Figura 41. Gráfico de barras 19

Tabla 49. Cuadro porcentual 19, referido a la pregunta 19

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	3	11,5	11,5	11,5
	Sí	23	88,5	88,5	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

20. ¿Los generadores que alimentan cargas no lineales generalmente sufren el distanciamiento o falta de concordancia entre los campos magnéticos en el generador, debido a las pérdidas suplementarias creadas por las corrientes armónicas?

Tabla 50. Estadístico 20

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		1,88
Error estándar de la media		0,064
Mediana		2,00
Moda		2
Desviación estándar		0,326
Varianza muestral		0,106
Rango		1
Mínimo		1
Máximo		2
Coeficiente de variación		17,3 %

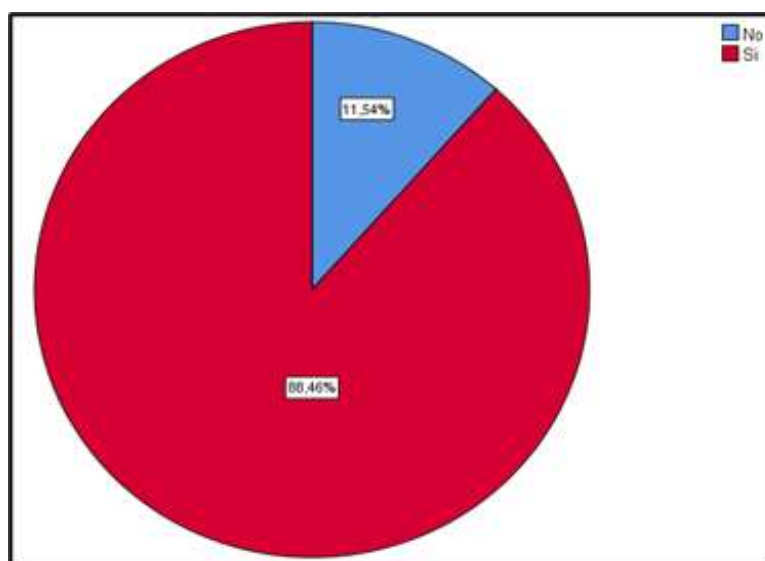


Figura 42. Gráfico de barras 20

Tabla 51. Cuadro porcentual 20, referido a la pregunta 20

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	3	11,5	11,5	11,5
	Sí	23	88,5	88,5	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

21. ¿El factor de distorsión es un indicador de la presencia de armónicos en un sistema eléctrico donde el THD = 0 indica que la señal es de una onda senoidal y a medida que aumenta los armónicos aumenta el THD?

Tabla 52. Estadístico 21

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		4,62
Error estándar de la media		0,097
Mediana		5,00
Moda		5
Desviación estándar		0,496
Varianza muestral		0,246
Rango		1
Mínimo		4
Máximo		5
Coeficiente de variación		10,7 %

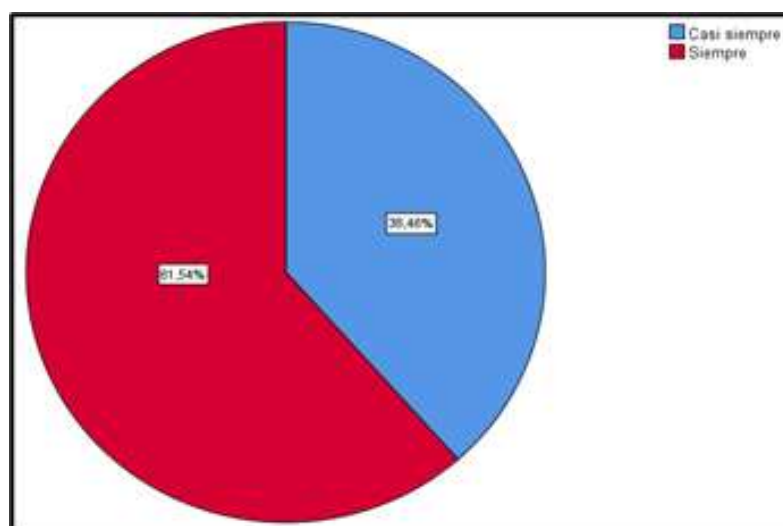


Figura 43. Gráfico de barras 21

Tabla 53. Cuadro porcentual 21, referido a la pregunta 21

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Casi siempre	10	38,5	38,5	38,5
Válido Siempre	16	61,5	61,5	100,0
Total	26	100,0	100,0	

22. ¿El barrido de frecuencia es el primer paso para realizar un análisis de armónicos en sistema eléctrico «es básicamente un diagrama de Bode de impedancias del sistema en un punto de inyección de armónicos, el cual es equivalente al desarrollo gráfico de la impedancia y frecuencia?»

Tabla 54. Estadístico 22

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		1,88
Error estándar de la media		0,064
Mediana		2,00
Moda		2
Desviación estándar		0,326
Varianza muestral		0,106
Rango		1
Mínimo		1
Máximo		2
Coeficiente de variación		17,3 %

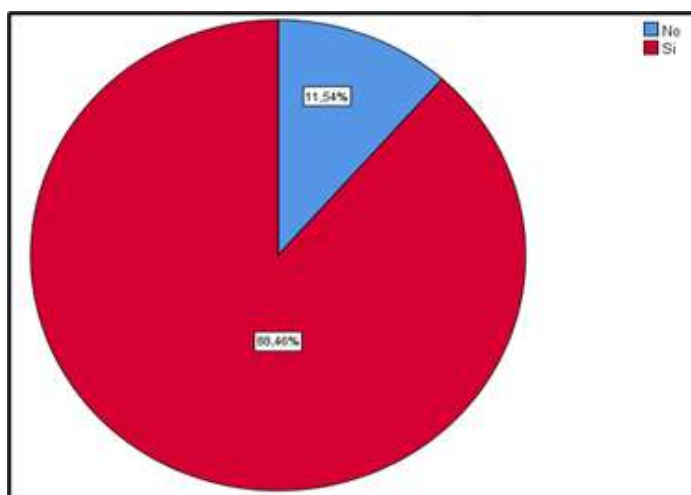


Figura 44. Estadístico 22, Gráfico de barras 22

Tabla 55. Cuadro porcentual 22, referido a la pregunta 22

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi siempre	3	11,5	11,5
	Siempre	23	88,5	100,0
Total	26	100,0	100,0	

23. ¿La pérdida de la calidad de energía significa «deterioro de las señales de tensión y corriente» en lo que respecta a la forma de onda, frecuencia e interrupciones que llevan a la reducción o interrupción de procesos que ocasionan perjuicios?

Tabla 56. Estadístico 23

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		4,62
Error estándar de la media		0,097
Mediana		5,00
Moda		4
Desviación estándar		0,496
Varianza muestral		0,246
Rango		1
Mínimo		4
Máximo		5
Coeficiente de variación		10,6 %

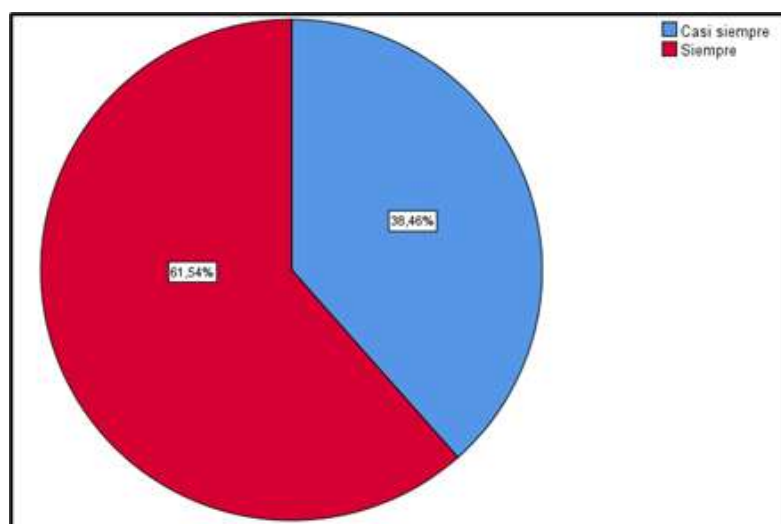


Figura 45. Estadístico 23, Gráfico de barras 23

Tabla 57. Cuadro porcentual 23, referido a la pregunta 23

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Casi siempre	10	38,5	38,5	38,5
Válido Siempre	16	61,5	61,5	100,0
Total	26	100,0	100,0	

24. ¿El «Proceso de diseño» relaciona lo agudo de la característica del filtro y sus pérdidas, ambos son gobernados por la calidad del filtro (QF) con filtros de característica muy aguda, existe el problema de sintonización debido a varios factores, la frecuencia del sistema no siempre está en 50 o 60 Hertz, y el cambio de impedancias de los componentes de la temperatura?

Tabla 58. Estadístico 24

N	Válido	26
	Perdidos	0
Media aritmética		1,88
Error estándar de la media		0,064
Mediana		2,00
Moda		2
Desviación estándar		0,326
Varianza muestral		0,106
Rango		1
Mínimo		1
Máximo		2
Coefficiente de variación		49 %

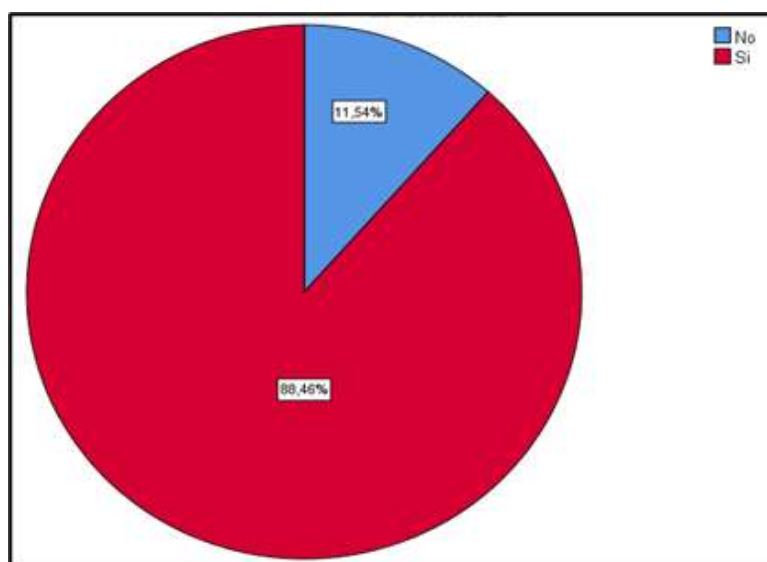


Figura 46. Estadístico 24, Gráfico de barras 24

Tabla 59. Cuadro porcentual 24, referido a la pregunta 24

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	3	11,5	11,5	11,5
	Sí	23	88,5	88,5	100,0
	Total	26	100,0	100,0	

4.1.2. Análisis de fiabilidad de las variables corrientes armónicas en baja tensión y extracción de concentrado de minerales

- Análisis de fiabilidad de la variable independiente (x): corrientes armónicas en baja tensión

Tabla 60. Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	53	100,0
	Excluido	0	,0
	Total	53	100,0

- a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Tabla 61. Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,941	22

- Análisis de fiabilidad de la variable dependiente (y): extracción de concentrado de minerales

Tabla 62. Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	53	100,0
	Excluido	0	,0
	Total	53	100,0

- a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Tabla 63. Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,838	25

4.1.3. Medidas de dispersión



Figura 47. Medidas de dispersión 1

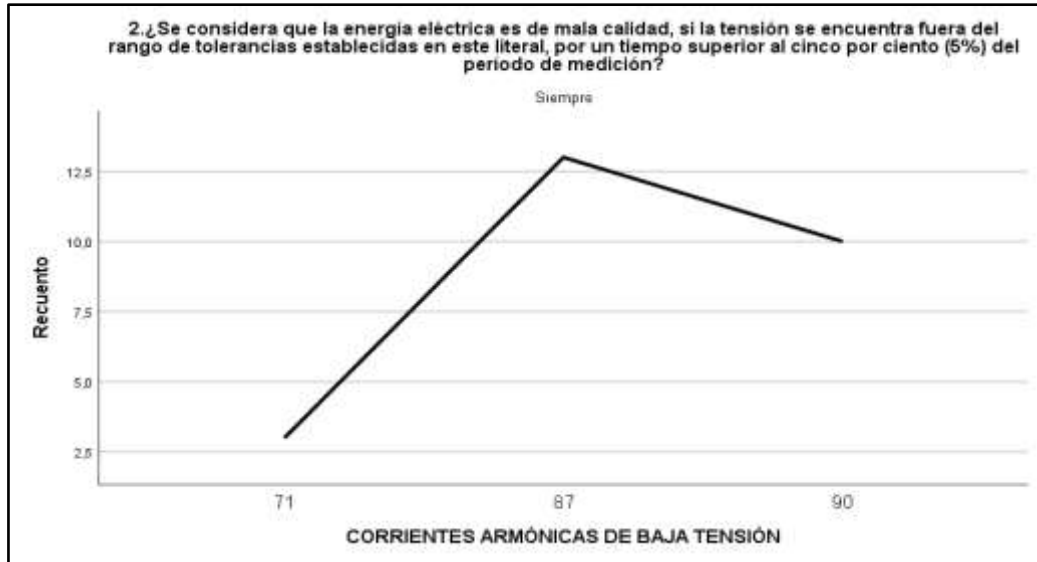


Figura 48. Medidas de dispersión 2

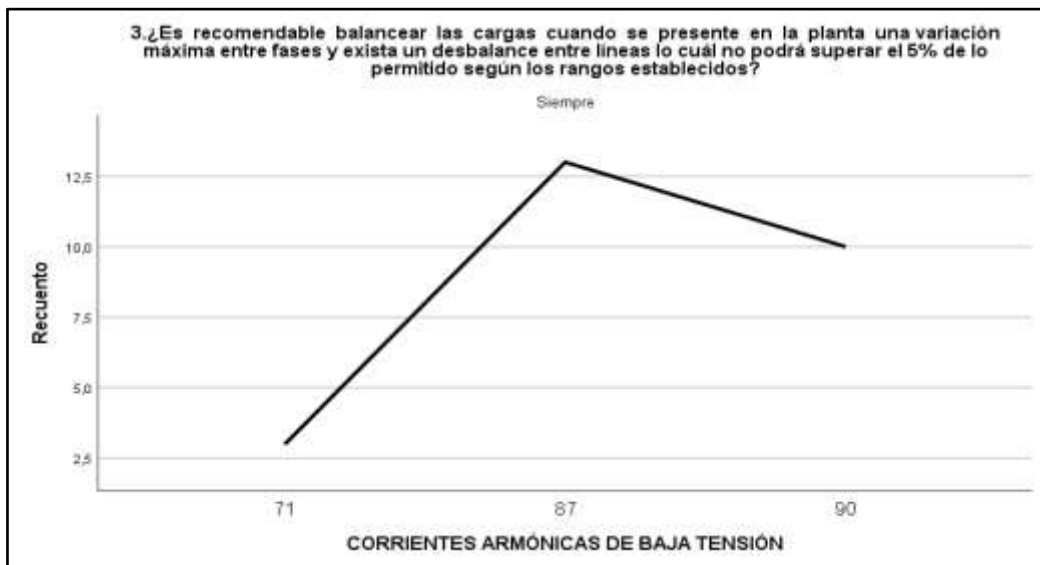


Figura 49. Medidas de dispersión 3

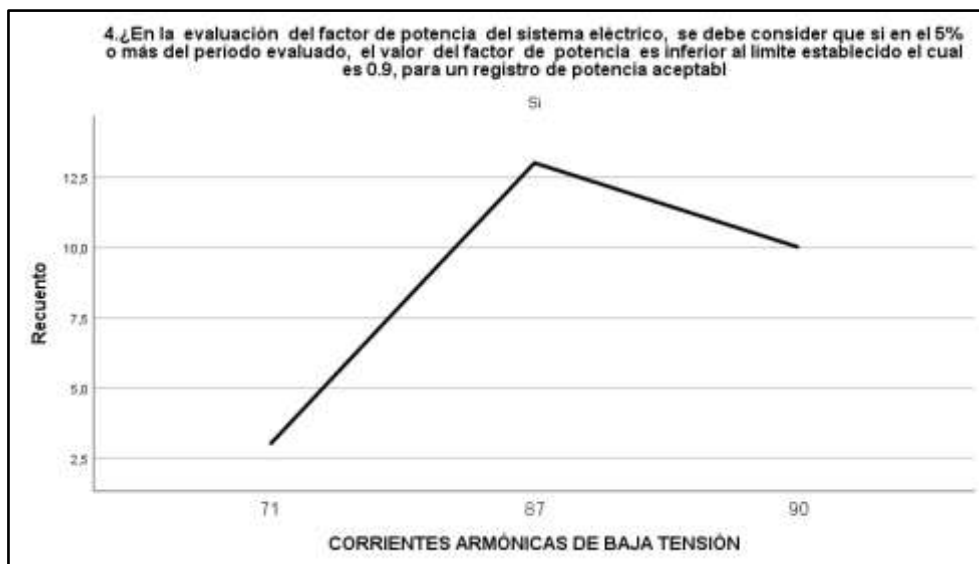


Figura 50. Medidas de dispersión 4

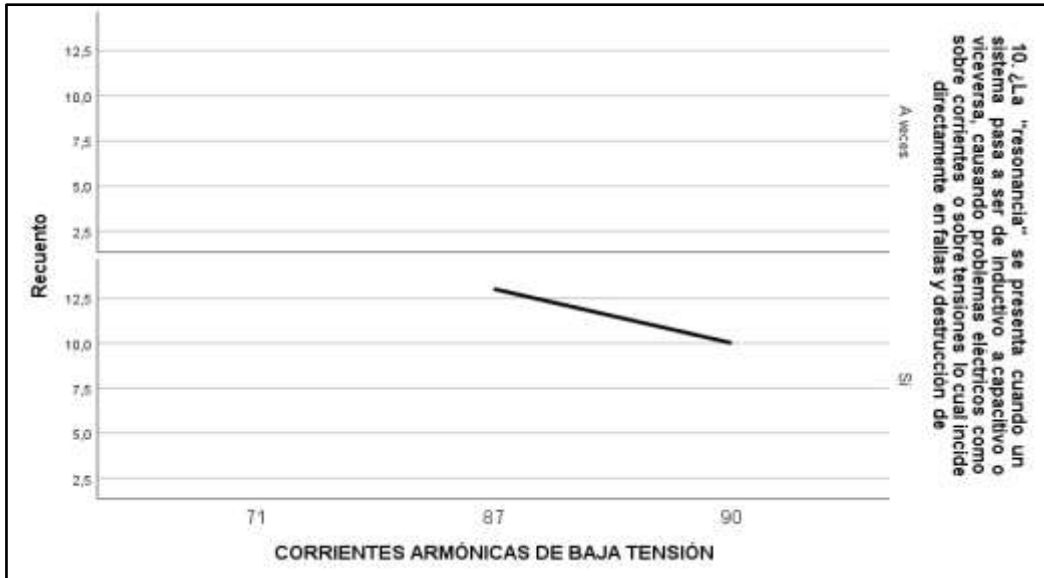


Figura 51. Medidas de dispersión 5

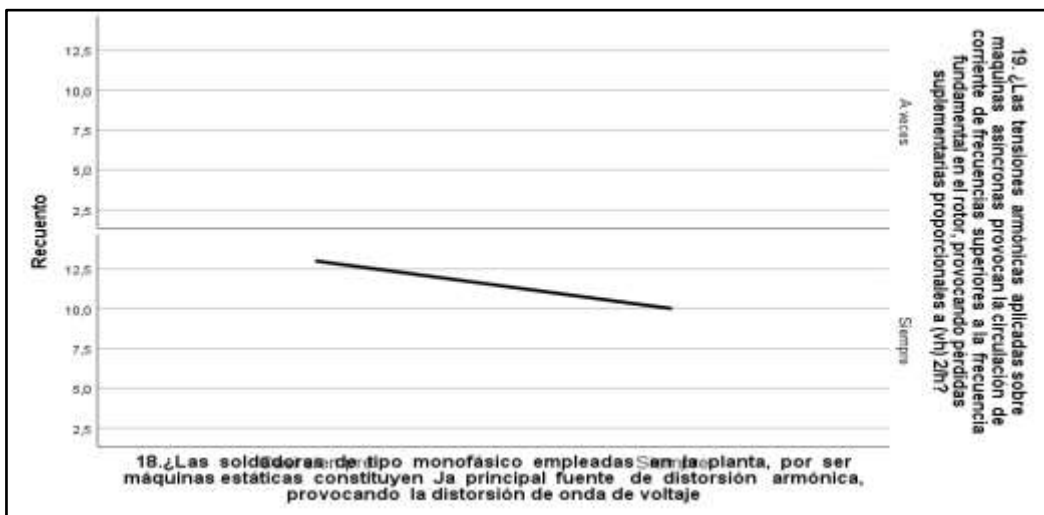


Figura 52. Medidas de dispersión 6



Figura 53. Medidas de dispersión 7

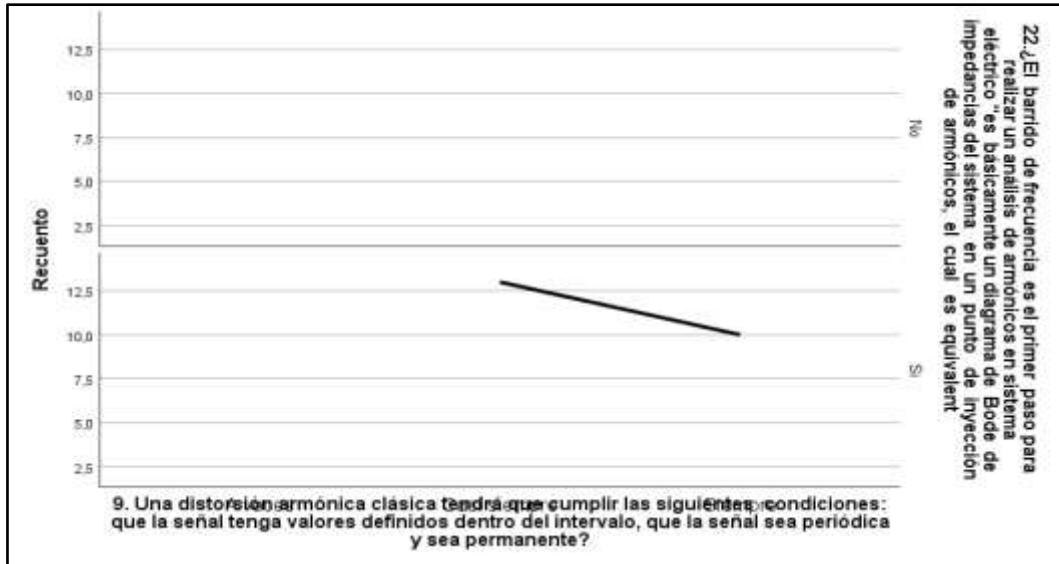


Figura 54. Medidas de dispersión 8

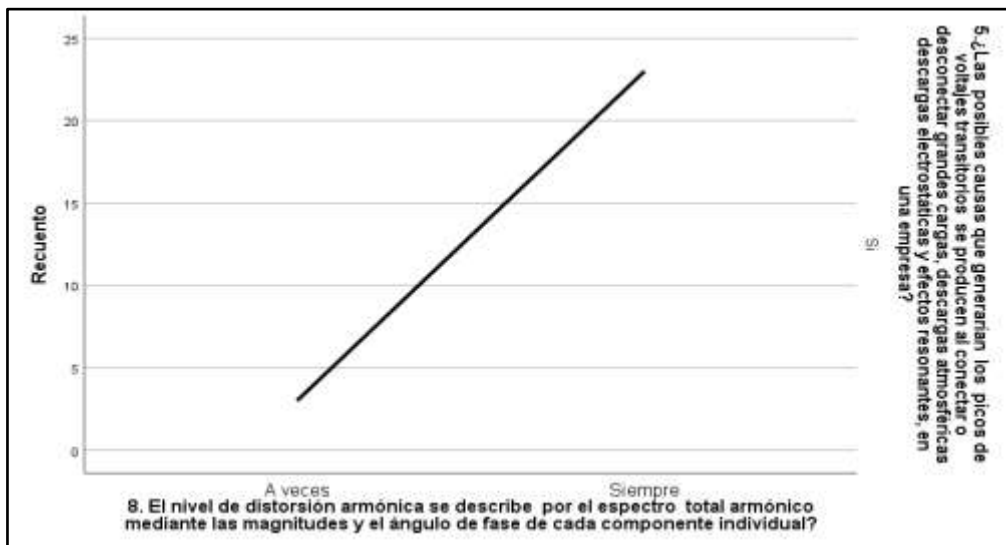


Figura 55. Medidas de dispersión 9

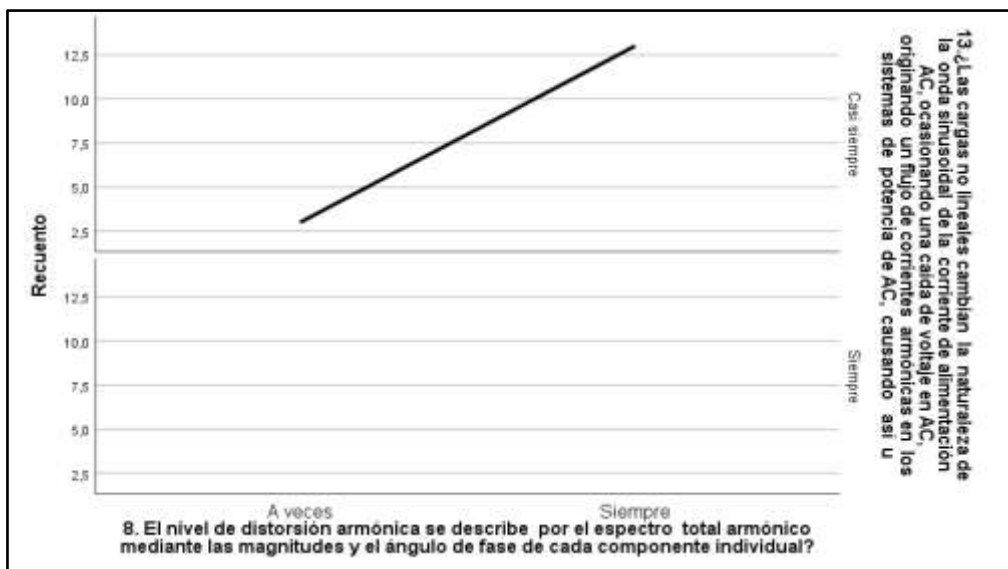


Figura 56. Medidas de dispersión 10

4.1.4. Correlación de Pearson

Tabla 64. Correlación de Pearson

		Correlaciones	
		Corrientes armónicas de baja tensión	Sistema de extracción de concentrados de minerales
Corrientes armónicas de baja tensión	Correlación de Pearson sig. (bilateral)	1	,061
	N	26	,768
			26
Sistema de extracción de concentrados de minerales	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,061	1
	N	,768	26
		26	26

4.1.5. Correlación rho de Spearman

Tabla 65. Correlación rho de Spearman

		Correlaciones		
		Corrientes armónicas de baja tensión	Sistema de extracción de concentrados de minerales	
rho de Spearman	Corrientes armónicas de baja tensión	Coefficiente de correlación sig. (bilateral)	1,000	
		N	,088	
			,668	
	Sistema de extracción de concentrados de minerales	Coefficiente de correlación sig. (bilateral)	,088	1,000
		N	,668	.
			26	26

4.1.6. Estadísticos descriptivos

Tabla 66. Estadísticos descriptivos

Ítem	N estadístico	Rango estadístico	Estadísticos descriptivos		Desv. desviación estadística	Varianza estadística
			Media Estadístico	Desv. error		
1.	26	0	5,00	,000	,000	,000
2.	26	0	5,00	,000	,000	,000
3.	26	0	5,00	,000	,000	,000
4.	26	0	3,00	,000	,000	,000
5.	26	0	2,00	,000	,000	,000
6.	26	0	3,00	,000	,000	,000
7.	26	2	2,77	,128	,652	,425
8.	26	2	4,77	,128	,652	,425
9.	26	2	4,27	,131	,667	,445
10.	26	2	2,77	,128	,652	,425
11.	26	1	4,50	,100	,510	,260
12.	26	1	4,50	,100	,510	,260
13.	26	1	4,38	,097	,496	,246
14.	26	2	4,77	,128	,652	,425
15.	26	2	2,77	,128	,652	,425
16.	26	1	1,88	,064	,326	,106
17.	26	1	1,88	,064	,326	,106
18.	26	1	4,38	,097	,496	,246

19.	26	2	4,77	,128	,652	,425
20.	26	1	1,88	,064	,326	,106
21.	26	1	4,62	,097	,496	,246
22.	26	1	1,88	,064	,326	,106
23.	26	1	4,62	,097	,496	,246
24.	26	1	1,88	,064	,326	,106
N válido (por lista)	26					

4.2. Prueba de hipótesis: hipótesis general

01. Existe una relación significativa entre el análisis de las corrientes armónicas en la subestación 2C y la carga del sistema de extracción de concentrado de minerales en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

Cálculo del estimado puntual o centrado: prueba de hipótesis

$$P(\bar{X} - E_0 \leq \mu \leq \bar{X} + E_0) = 1 - \alpha \quad E_0 = \frac{Z_0 \cdot \delta}{\sqrt{n}}$$

$$1.954 \leq \mu \leq 2.426$$

$$z^\circ = 1.96$$

$$\mu = 1.9$$

Prueba de hipótesis concerniente a la media población

$$H_0: \mu = 1.9$$

$$H_1: \mu > 1.9$$

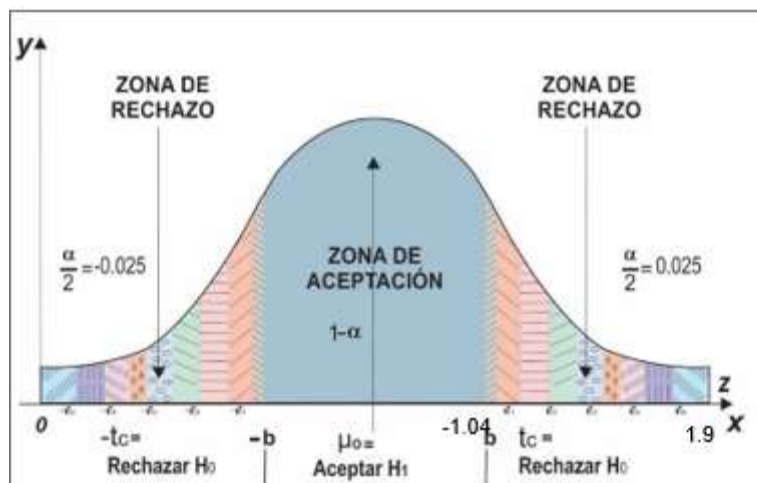


Figura 57. Curva simétrica de Gauss

1.04

Regla de decisión

Se rechaza H_0 si:

$$t > -t_{1-\alpha}(gl)$$

Cálculo de «t»

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{S/\sqrt{n}}$$

$$t = 2.4$$

Decisión: $t > -t_{1-\alpha}(gl)$

Cálculo de t_c :

$$t_c = \pm 1.04 \quad 2.4 > -1.04$$

Por lo tanto, se acepta la H_1 .

Prueba de hipótesis – hipótesis alternativa «A»

02. Si se analiza la presencia de las corrientes armónicas en baja tensión entonces se identificará una afectación en la calidad del producto en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

Cálculo del Estimado Puntual o Centrado: Prueba de hipótesis

Usando las mismas ecuaciones anteriores, con μ en el intervalo 1.8 a 2.3, con Z_0 igual a 1.96, con hipótesis nula de $\mu=1.8$ e hipótesis alternativa $\mu > 1.8$, al calcular $t = 2.06$, $t_c = 1.71$, en consecuencia: se acepta la H_1 .

Prueba de hipótesis – hipótesis alternativa «B»

03. Si se evalúan los armónicos de corriente en baja tensión entonces se identifica una afectación en las redes del sistema eléctrico de la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

Cálculo del estimado puntual o centrado: Prueba de hipótesis

Usando las mismas ecuaciones anteriores, con μ en el intervalo 2 a 3.3, con Z_0 igual a 1.96, con hipótesis nula de $\mu=2$ e hipótesis alternativa $\mu > 2$, al calcular $t = 5.5$, $t_c = 1.95$, en consecuencia se acepta la H_1 .

Prueba de hipótesis – hipótesis alternativa «C»

04. Los variadores de frecuencia de velocidad con potencias de 25 Hp y los transformadores son los equipos eléctricos que generan distorsiones de las corrientes armónicas en baja tensión, en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

Cálculo del estimado puntual o centrado: Prueba de hipótesis

Usando las mismas ecuaciones anteriores, con μ en el intervalo 1.14 a 1.3, con Z_0 igual a 1.96, con hipótesis nula de $\mu = 1.8$ e hipótesis alternativa $\mu > 1.8$, al calcular $t = 2.9$, $t_c = 1.71$, en consecuencia: se acepta la H_1 .

Prueba de hipótesis – hipótesis alternativa «D»

05. Un plan de control de armónicos en baja tensión en concordancia con la normatividad vigente y el uso del analizador de redes Fluke-435, optimizarán la calidad de energía para la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024.

Cálculo del estimado puntual o centrado: Prueba de hipótesis

Usando las mismas ecuaciones anteriores, con μ en el intervalo 1.12 a 1, con Z_0 igual a 1.96, con hipótesis nula de $\mu = 1.7$ e hipótesis alternativa $\mu > 1.7$, al calcular $t = 2.7$, $t_c = 1.65$, en consecuencia: se acepta la H_1 .

4.3. Análisis y discusión de resultados

4.3.1. Interpretación, análisis y discusión de los resultados

De acuerdo con los objetivos planteados, se han organizado los hallazgos en una sección junto con los elementos de estudio relevantes, que son los siguientes:

Distribución de las frecuencias de la ficha de recolección de datos. Cuestionario

Sección I. Cuestionario sobre corrientes armónicas y concentrado de minerales

- Para el ítem 1:

La media ($\bar{x} = 5,0$) representa el estadístico que se encuentra en el medio de la distribución y es siempre (100,0 %) en relación con el hecho de que las tolerancias permitidas en voltajes nominales de las zonas de suministro de energía son siempre de hasta $\pm 5,0$ % de las tensiones nominales de dichas zonas en todos los niveles de tensión y en todas las etapas. Debido a los datos extremos, la mediana ($Me = 5,00$) presenta sesgo completo hacia la derecha. La moda ($Mo = 5,00$), que es unimodal y posee la más grande reunión de frecuencias, se ve en: Siempre, con 100,0 %, en relación sobre que las tolerancias permitidas en los voltajes nominales de las zonas donde se brinda la energía son siempre de hasta $\pm 5,0$ % de los voltajes nominales de dichas zonas, a lo largo de todas las etapas y niveles de tensión. En las medidas de dispersión, en comparación con la media ($\bar{x} = 5,0$), el nivel en que se dispersa la varianza de la muestra es inferior ($S^2 = ,00$), y su comportamiento en términos de las tolerancias siempre permitidas Hasta un $\pm 5,0$ % de los voltajes nominales de las zonas de suministro de energía se pueden

encontrar en sus tensiones nominales en todas las fases y niveles de tensión, es heterogéneo; la desviación típica se distribuye uniformemente ($S = .00$) en relación con la varianza ($S^2 = .00$) y es reducida en relación con la media ($= 5.0$). Esto se debe a que las tolerancias en los voltajes nominales de las zonas de suministro son de hasta $\pm 5.0\%$ en todas las etapas y rangos de V. El coeficiente de variación es inferior al 50 % ($C.V. = .00$), lo que indica que la media aritmética está bien representada ($= 5.0$).

En la prueba de hipótesis general, la hipótesis alternativa, H_1 , se acepta independientemente de que existe una correlación significativa del 61 % entre el sistema de extracción de concentrado mineral en la empresa «Administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024» y el análisis de corrientes armónicas en la subestación 2C. La H_0 , por otro lado, se rechaza porque el valor de $tC = +/- 1.04$ se encuentra dentro de las zonas de rechazo.

- Para el ítem 2:

Está claro que la estadística en el centro de gravedad es la que tiene un valor medio de 5.00. Esto significa que si el voltaje se mantiene afuera del rango de tolerancia especificado en este acápite durante un lapso mayor al 5 % del intervalo de medida, entonces la energía eléctrica se considera consistentemente (100.0 %) de baja calidad. La mediana ($Me = 5,00$) muestra una clara inclinación hacia la derecha porque no supera la mitad de las «n» observaciones. En la escala nominal, el valor que se repite con mayor frecuencia es la moda ($Mo = 5,00$), que tiene la mayor concentración de frecuencias: Si el voltaje permanece lejos del rango de tolerancia especificado en este acápite durante una duración mayor al 5 % del intervalo de medición, la energía eléctrica se considera de baja calidad (100,0 %). En las medidas de dispersión, en términos de rendimiento, están dispersos, siendo la varianza de la muestra menor ($S^2 = .00$) en comparación con la media ($= 5.00$), y la energía eléctrica se considera de baja calidad si la V se mantiene lejos de la tolerancia del rango dado en este literal durante una duración mayor al 5 % del ciclo de medición, es heterogéneo; la energía se considera de baja calidad si el V está afuera del rango de tolerancia mencionado en el presente párrafo durante más del 5 % del lapso de medida. En relación con la varianza ($S^2 = .00$), la desviación estándar es igual ($S = .00$) y menor que la media ($= 5.00$). La media aritmética ($= 5.00$) es muy representativa ya que la coeficiente de variación es inferior al 50 % ($C.V. = .00\%$).

En la prueba de hipótesis específica «A», se acepta la hipótesis alternativa, H_1 . Esto significa que, en todos los casos, de estar presentes y analizarse corrientes armónicas de bajo voltaje, se identificará el impacto en la calidad del recurso en el 23 % de la empresa Administradores Cerro SAC -Cerro de Pasco, 2024.

- Para el ítem 3:

Se ha observado que el estadístico ubicado en la región media de la frecuencia acumulada (100.0 %), o el valor medio de la progresión aritmética ($= 5.0$), indica que se recomienda el balanceo de carga cuando existe una variación máxima entre fases de la planta y cuando existe un desbalance entre líneas que no exceda el 5 % de lo permitido con base en los rangos establecidos. Por sus valores, con un sesgo claramente hacia la derecha, la mediana ($Me = 5.00$) no es superada ni en más de la mitad de las «n» observaciones. El mayor valor en la escala nominal corresponde a la variable que aparece o se repite con más frecuencia, y es la moda ($Mo = 5,00$), por ejemplo, la actividad: cuando existe una diferencia máxima entre fases de la planta y un desequilibrio entre líneas, es preferible equilibrar las cargas. Este desequilibrio no debe superar el 5 % de lo permitido en función de los rangos establecidos. Esto ocurre ocasionalmente (36,0 %).

En lo que respecta a la medida de dispersión, el nivel de dispersión de la varianza de la muestra es inferior ($S^2 = .00$) en comparación con el promedio ($= 5.0$) y su cumplimiento en términos de la recomendación de balancear cargas cuando existe una variación máxima entre fases de planta y un desbalance entre líneas que no puede exceder el 5 % de lo permitido con base en los rangos establecidos, es heterogéneo; presentan una desviación típica menor que la media ($= 5,0$) e igual a la varianza ($S^2 = .00$), por lo que se aconseja equilibrar las cargas cuando existe una variación máxima entre fases de planta y un desbalance entre líneas que no puede exceder el 5 % de lo permitido en función de los rangos establecidos. Las medias aritméticas tienen una buena representatividad ($= 5,0$) debido a que el coef. de variación es inferior al 50 % ($C.V. = .0$ %).

En la prueba de hipótesis específica «B», se rechaza la H_0 ; indica que la incidencia en las redes del sistema eléctrico de la empresa «Administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024» cuando se evalúan los armónicos de intensidad en baja tensión es 35 %.

- Para el ítem 4:

Es evidente que el estadístico en el medio de las distribuciones estadísticas, como la presente, es el valor central de la progresión aritmética ($= 3,0$). Al evaluar el factor de potencia del sistema eléctrico, si el valor cae por debajo del límite establecido de 0,9 para un registro de potencia aceptable durante el 5 % o más del período revisado, se debe tomar en consideración (100,0 %). El valor que no supera ni es mayor que la mitad de las «n» observaciones es la mediana ($Me = 3,00$), que tiene un sesgo hacia la derecha. La moda ($Mo = 3,00$): Sí (100,0 %), si el valor del mencionado factor decae a un nivel inferior al límite establecido de 0,9 para un

registro de potencia aceptable durante el 5 % o más del período evaluado, se debe tomar en cuenta al evaluar el mencionado factor.

Para las medidas de dispersión, en la prueba del FP del complejo eléctrico, el nivel de dispersión con respecto a la varianza es inferior ($S^2 = .00$) en comparación con el promedio ($= 3.0$), debiendo tomarse en cuenta su desempeño, es heterogéneo; la desviación típica es pequeña respecto a la media ($= 3.0$) y se distribuye de manera uniforme respecto a la varianza ($S^2 = .00$). En consecuencia, al evaluar mencionado factor es necesario tener en cuenta que, para un registro de potencia aceptable, el valor debe ser menor al límite dado de 0,9 durante al menos el 5 % del periodo evaluado. La media aritmética ($= 3.0$) tiene un alto nivel de representatividad, ya que el coeficiente de variación es inferior al 50 % (C.V. = .00 %).

En la prueba de hipótesis específica «C», La hipótesis alternativa, H_1 , se acepta de la siguiente manera: «Siempre, los variadores de velocidad con potencia máxima de 25 hp y los transformadores son los equipos eléctricos que ocasionan distorsiones en la armería en baja tensión en el 28 por ciento de los trabajadores de la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024».

▪ Para el ítem 5:

Respecto a las posibles causas de los picos transitorios de tensión, que pudieran producirse en una empresa, observamos que el promedio es igual a 2,00. Debido a los datos extremos y sus valores, la mediana ($Me = 2.0$) está completamente con sesgo hacia la derecha. La moda ($Mo = 2.0$), que es unimodal y tiene la agrupación de frecuencia más alta, se ve en: si, con un 100 %, los factores descritos en una organización se encuentran entre las causas potenciales que podrían dar lugar a picos de tensión transitorios.

En las medidas de dispersión, ($S^2 = .00$) en comparación con el promedio ($= 2.00$), y el desempeño de la muestra en términos de causas potenciales es mejor, es heterogéneo; en la medida en que los picos de voltaje transitorios pueden surgir de grandes cargas conectadas o desconectadas, descargas atmosféricas, descargas electrostáticas y efectos resonantes en una organización, la desviación estándar se distribuye de manera uniforme ($S =$) con respecto a la varianza ($S^2 = .00$) y es inferior que el promedio ($= 2.00$). La media aritmética ($= 2.00$) tiene un alto nivel de representatividad, ya que el coef. de varianza es mayor al 50 % (C.V. = 52.0 %).

En la prueba de hipótesis específica «D», se acepta la hipótesis H_1 en lugar de H_0 y significa que la empresa «Administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024» siempre tendrá

una calidad de energía óptima gracias a un plan de control de armónicos de baja tensión que se corresponde con la normatividad actual y hace uso del analizador de redes Fluke-435.

- Para el ítem 6:

Con el «Flicker Pst» se debe tener en cuenta el punto de medición, se es capaz ver que el promedio ($\bar{x} = 3,0$) es el estadístico que se encuentra en el medio de los datos, siendo «Sí» en un 100 %, este valor por sí solo debe considerarse como el valor máximo admisible y no puede ser superior a uno; si lo es, no debe superar el 5 % del ciclo de medida en los siete días consecutivos de registro. La mediana ($Me = 3,00$) presenta un claro sesgo hacia la derecha, ya que no supera la mitad de las «n» observaciones. En la escala nominal, el valor que se repite con más frecuencia es la moda ($Mo = 3,00$), que presenta la mayor concentración de frecuencias: Si (100,0 %). Considerando que el índice «Flicker Pst» es uno de los que se deben tener en cuenta en la zona de medición, este no puede ser mayor que uno, y este valor por sí solo debe considerarse el valor máximo permitido; si lo es, no debe representar más del 5 % del ciclo de medida durante los siete días consecutivos de registro de la data.

En las medidas de dispersión, ($S^2 = .00$) en comparación con el promedio ($\bar{x} = 3,0$), y su desempeño en relación con el «Flicker Pst» debe tenerse en cuenta en la zona de medición. Este no puede exceder la unidad, y este número debe considerarse como el número máximo posible; si lo hace, no debe representar más del 5 % del ciclo de medida durante los siete días consecutivos de registro de la data, es heterogéneo; la desviación típica es menor que la media ($\bar{x} = 3,0$) e igual a la varianza ($S^2 = .00$) en la misma magnitud que el «Flicker Pst». La media aritmética ($\bar{x} = 3,0$) tiene un alto grado de representatividad, ya que el coeficiente de variación es mayor del 50 % (C.V. = 78,0 %).

- Para el ítem 7:

Los datos muestran que la norma IEEE 519-1992 admite métodos y regulaciones para el control de armónicas con respecto al consumidor como de red. La media ($\bar{x} = 2,77$), que se coloca en el centro de la distribución, indica que se recomienda el control de armónicos (88,5 %) y, en ocasiones (11,5 %). Debido a los datos extremos y sus valores, la mediana ($Me = 3,00$). La moda ($Mo = 3,00$), observado en «Sí», tiene el 88,5 % de las frecuencias totales. La norma IEEE 519-1992 propone medidas con relación a los consumidores y la red. En las medidas de dispersión ($S^2 = .425$), y su desempeño en comparación con el estándar IEEE 519-1992 sugiere labores y especificaciones para el control armónico a nivel de usuario y de red, es heterogéneo; La desviación típica es inferior con la media ($\bar{x} = 2,77$) y más distribuida ($S = .652$) en comparación con la varianza ($S^2 = .425$), hasta el punto de que la normativa IEEE 519-1992 sugiere procedimientos y especificaciones para el control armónico a escala de cliente y de red.

La media aritmética ($\bar{x} = 2,77$) tiene una alta representatividad ya que el coef. de variación es inferior al cincuenta por ciento (C.V. = 23,5).

- Para el ítem 8:

Dado que el espectro armónico total describe el grado de distorsión armónica mediante la magnitud y ángulo de fase de cada elemento particular, se nota que el número medio de la progresión aritmética ($\bar{x} = 4,77$) es el estadístico que se sitúa en la parte media del acumulado como frecuencias: Siempre (88,5 %) y A veces (11,5 %). La mediana ($Me = 5,00$), muestra un marcado sesgo a la derecha. El valor que aparece con más frecuencia es el más alto, como actividad, y esto se representa por la moda ($Mo = 5,00$). La distorsión armónica siempre se expresa (88,5 %) como el espectro armónico total dividido por el ángulo de fase y las magnitudes de cada elemento particular.

En cuanto a las medidas de dispersión, en comparación con la media ($\bar{x} = 4,77$), el nivel de dispersión de la varianza de la muestra es inferior ($S^2 = 0,425$), y el espectro armónico total, describe el desempeño de la varianza en relación con el grado de distorsión armónica, es heterogéneo; la desviación típica es superior ($S = .652$) en comparación con la varianza ($S^2 = .425$) e inferior que el promedio ($\bar{x} = 4,77$). La media aritmética ($\bar{x} = 4,77$) tiene una alta representatividad porque el coef. de variación es inferior al 50 % (C.V. = 13.6).

- Para el ítem 9:

El estadístico que se sitúa en el medio de las distribuciones estadísticas, como Casi siempre (50,0 %) y Siempre (38,5 %), se puede encontrar en el valor medio de la progresión aritmética ($\bar{x} = 4,27$). Esto es relevante para la observación de que una distorsión armónica clásica debe satisfacer los siguientes requisitos: la señal debe tener valores definidos dentro del intervalo, ser periódica y ser permanente. El valor que no supera ni es mayor que la mitad de las «n» observaciones es la mediana ($Me = 4,00$), que posee un sesgo derecho. La moda ($Mo = 1,00$): Casi siempre habrá una distorsión armónica clásica (50,0 %). Debe cumplir los siguientes requisitos: la señal es permanente, periódica y tiene valores fijos dentro del intervalo.

Para las medidas de dispersión, en comparación con la media ($\bar{x} = 4,27$), el nivel de dispersión con respecto a la varianza de la muestra es inferior ($S^2 = ,445$). Para que tenga un buen desempeño en términos de una distorsión armónica clásica, se debe respetar los siguientes requerimientos: que la señal sea permanente, periódica y tenga valores definidos durante el intervalo, es heterogéneo; una distorsión armónica clásica deberá satisfacer los siguientes requisitos: la señal debe tener valores definidos dentro del intervalo, ser periódica y ser permanente. La desviación típica tiene más dispersión ($S = .667$) en comparación con la

varianza ($S^2 = .455$) e inferior con el promedio ($= 4.27$). Debido a que el coef. de variación es inferior al cincuenta por ciento (C.V. = 15.6 %), el promedio aritmético ($= 4.27$) es muy representativo.

- Para el ítem 10:

Se tiene que Sí (88,5 %) y A veces (11,5 %) es el valor medio de la progresión aritmética ($= 2,77$). Este estadístico indica que la «resonancia» se produce cuando un sistema cambia de inductivo a capacitivo o al contrario, lo que da lugar a problemas eléctricos como sobrecorrientes o sobretensiones, que tienen un impacto directo en las fallas y la destrucción de equipos en una planta. El valor que no supera ni es mayor que la mitad de las «n» observaciones es la mediana ($Me = 3,00$), que posee un sesgo derecho. La moda ($Mo = 3,00$): En efecto (88,5 %), la «resonancia» ocurre cuando un sistema varía en el modo ya descrito. Esto puede provocar inconvenientes eléctricos como sobretensión o sobrecorriente, que pueden causar directamente fallas en los equipos y destrucción de la planta.

Para las medidas de dispersión, Cuando un sistema varía en el modo descrito previamente, se produce una «resonancia» que da lugar a problemas eléctricos como sobrecorrientes o sobretensiones, que tienen un impacto directo en fallos y destrozos de equipos en una planta. Como resultado, el nivel de dispersión con respecto a la varianza de la muestra es inferior ($S^2 = .425$) con respecto al promedio ($= 2.77$) y su rendimiento es heterogéneo; en la medida en que la «resonancia» surge cuando un sistema cambia como ya se dijo, lo que lleva a problemas eléctricos como sobrecorrientes o sobretensiones que afectan directamente a fallas de equipos y destrucción en una planta, la desviación estándar está más dispersada ($S = .652$) con respecto de la varianza ($S^2 = .425$) e inferior con respecto al promedio ($= 2.77$) para este sistema. Debido a que el coeficiente de variación (C.V. = 23.6 %) es menor al 50 %, la media aritmética ($= 2.77$) es muy representativa.

- Para el ítem 11:

Se observa que el estadístico que se encuentra en el medio de la distribución, la media ($= 4,50$), es: Siempre (50,0 %). Esto está relacionado con el hecho de que se produce distorsión armónica en las redes eléctricas de las plantas en las ocasiones en las que se colocan capacitores para balancear el FP de desplazamiento cuando existen grandes cargas no lineales. Debido a los datos extremos y sus valores, la mediana ($Me = 4,50$) está completamente sesgada hacia la derecha y no recibe respuesta. La moda ($Mo = 4a$), que tiene la concentración de frecuencia máxima y es unimodal en la escala nominal, se puede encontrar en los problemas de distorsión armónica (D. A.), siempre ocurren en redes eléctricas de planta con una tasa de distorsión

armónica del 50,0 % cuando se colocan condensadores para corregir el F. P. de desplazamiento cuando hay cargas no lineales considerables.

En las medidas de dispersión, ($S^2 = .260$) en comparación con el promedio ($= 4.50$) y su desempeño a la luz de los problemas de distorsión armónica que surgen en la red eléctrica de la planta cuando se instalan capacitores, es heterogéneo; al instalar condensadores se produce distorsión armónica. Esto se debe a que la desviación típica está más dispersa ($S = .510$) con respecto a la varianza ($S^2 = .260$) y es inferior que el promedio ($= 4.50$). Debido al bajo coeficiente de variación (C.V. = 11.3 %), la media aritmética ($= 4.50$) tiene un alto grado de representatividad.

▪ Para el ítem 12:

Se obtuvo: Casi siempre (52,0 %) y Siempre (32,0 %), el valor medio de la progresión aritmética ($= 4,50$). Esto está relacionado con la observación de que la corriente de los bancos de capacitores aumenta debido a la reducción de la impedancia causada por los voltajes dependientes de la frecuencia que los alimentan. El valor que no supera ni es mayor que la mitad de las «n» observaciones es la mediana ($Me = 4,50$), que está sesgada a la derecha. La moda ($Mo = 4a$). Los bancos de condensadores siempre experimentan un aumento del 52,0 % en la corriente cuando se alimentan con tensiones que tienen un contenido armónico porque su impedancia disminuye con la frecuencia.

Para las medidas de dispersión, su comportamiento respecto a las tensiones armónicas que alimentan los bancos de condensadores hace que su corriente aumente a medida que su Z (imped.) decae junto a la frecuencia, y su nivel de dispersión con respecto a la varianza muestral es inferior ($S^2 = .260$) en comparación al promedio ($= 4.50$), es heterogéneo; como la Z de los bancos de condensadores decae junto a la frecuencia, la desviación típica de las tensiones con contenido armónico que los alimentan está más distribuida ($S = .510$) en comparación con la varianza ($S^2 = .260$) y es menor en comparación con el promedio ($= 4.50$). Como el coef. de variación es inferior al 50 % (C.V. = 11.3 %), la media aritmética ($= 4.50$) es altamente representativa.

▪ Para el ítem 13:

La media ($= 4,38$) es el estadístico que se encuentra en el medio de la distribución de la siguiente manera: Casi siempre (61,5 %) y Siempre (38,5 %), con respecto a que las cargas no lineales alteran el ciclo senoidal de la intensidad de alimentación de corriente alterna, dando una disminución abrupta de tensión en CA, la cual, a su vez, crea un eflujo de intensidades armónicas en los sistemas de alimentación de CA, lo que provoca interferencias en los SEP.

Debido a los datos extremos y sus valores, la mediana ($Me = 4,00$) tiene un sesgo completo hacia la derecha y no recibe respuesta. La moda ($Mo = 4,00$). Esto se observa en «casi siempre», con un 61,5 %.

En las medidas de dispersión, ($S^2 = .246$) cuando se compara con la media ($= 4.38$) y su comportamiento en términos de cómo las cargas no lineales alteran el ciclo senoidal de la intensidad de alimentación de corriente alterna, dando una caída de tensión en la corriente alterna y un eflujo de intensidades armónicas en los complejos de alimentación de CA, el cual a su vez ocasiona interferencias en los complejos eléctricos, es heterogéneo; la desviación estándar tiene más dispersión ($S = .496$) en comparación a la varianza ($S^2 = .246$) y menor que el promedio ($= 4.38$). La media aritmética ($= 4.38$) tiene una alta representatividad, ya que el coeficiente de varianza es menor al 50 % (C.V. = 11.3 %).

- Para el ítem 14:

La media ($= 4,77$) es la estadística que se encuentra en el centro de gravedad de la siguiente manera: Siempre (88,5 %) y A veces (11,5 %). Esto es significativo porque los «filtros armónicos» funcionan en cargas no lineales y su objetivo es reducir la cantidad de corriente o voltaje armónico que se aplica a componentes particulares de un sistema de energía eléctrica. La mediana ($Me = 5,00$) muestra una clara inclinación hacia la derecha, ya que no supera la mitad de las «n» observaciones. En la escala nominal, el valor que se repite con mayor frecuencia es la moda ($Mo = 5,00$). En referencia a que los «filtros armónicos» operan sobre cargas no lineales y están diseñados para disminuir el flujo de corriente o tensión armónica aplicada a componentes particulares de un SEP, este porcentaje es siempre 88,5 %.

En las medidas de dispersión, en función de la media ($= 4,77$), tienen un mejor rendimiento en términos de dispersión, siendo la varianza de la muestra menor ($S^2 = .425$). Los «filtros armónicos» funcionan en cargas no lineales y están diseñados para reducir la cantidad de intensidad o tensión armónica aplicada a áreas particulares de un SEP, es heterogéneo; en la medida en que los «filtros armónicos» actúan sobre las cargas no lineales y buscan disminuir el flujo de intensidad o tensión armónica aplicada a los componentes particulares de un SEP, la desviación estándar es mayor ($S = .652$) respecto de la varianza ($S^2 = .425$) y menor ($= 4.77$) respecto de la media. La media aritmética ($= 4.77$) tiene una alta representatividad, ya que el coeficiente de varianza es menor al 50 % (C.V. = 13.6 %).

- Para el ítem 15:

Las observaciones revelan que el estadístico ubicado en la región media de la frecuencia acumulada, representando Sí (88,5 %) y A veces (11,5 %), es el número medio de la progresión

aritmética ($= 2,77$). Esto está relacionado con el hecho de que el F. P., el espectro de frecuencia y la tasa de D. A. son los «Indicadores» que dejan hacer mediciones y evaluar la D. A. de los ciclos de voltaje e intensidad. La mediana ($Me = 3,00$) tiene sesgo derecho, ya que no supera ni baja la $\frac{1}{2}$ de las «n» observaciones. La moda ($Mo = 3,00$). Sí (88,5 %), en referencia a que el F. P., el espectro de frecuencias y el ratio de D. A. son los «Indicadores» que dejan cuantificar y hacer una evaluación de la D. A. de los ciclos de voltaje e intensidad.

En cuanto a las medidas de dispersión, ($S^2 = .425$) cuando se compara con la media ($= 2,77$), y su comportamiento en relación con los «Indicadores»—el FP, el espectro frecuencial y el ratio de D. A.— que dejan cuantificar y hacer una evaluación de la D. A. de los ciclos de voltaje e intensidad de forma armónica, es heterogéneo; el FP, el espectro de frecuencias y el ratio de D. A. son los tres «Indicadores» que dejan cuantificar y hacer una evaluación de la D. A. de los ciclos de voltaje e intensidad. Presentan una desviación típica mayor ($S = .652$) con respecto a la varianza ($S^2 = .425$) e inferior que el promedio ($= 2,77$). Debido a que el coef. de variación es inferior al 50 % (C.V. = 23.54 %), el promedio aritmético ($= 2,77$) presenta un buen nivel de representatividad.

- Para el ítem 16:

Se observa que el estadístico en el medio de distribuciones estadísticas como Sí (88.5 %) y No (11.5 %) con respecto a la degradación del voltaje y la intensidad en sus componentes armónicos está representado por el valor medio de la progresión aritmética ($= 1,88$), que es el siguiente: « $P = \sum_{h=1}^{\infty} V_h I_h \cos \phi_h$ », donde « ϕ_h » denota el desfase entre el V y la I del armónico h-ésimo. Al ser el valor que no supera ni es mayor que la mitad de las «n» observaciones, la mediana ($Me = 2,00$) tiene un sesgo hacia la derecha. La variable con mayor concentración con la actividad es la moda ($Mo = 2,00$), se tiene Sí (88,5 %) se representa como « $P = \sum_{h=1}^{\infty} V_h I_h \cos \phi_h$ » en el análisis de la V e I en sus componentes armónicos, donde « ϕ_h » representa el desfase entre la V y la I del armónico h-ésimo.

Para las medidas de dispersión, en comparación con la media ($= 1,88$), el grado de dispersión es menor ($S^2 = .106$), y su rendimiento a la hora de descomponer el voltaje y la intensidad en sus componentes armónicos se muestra como « $P = \sum_{h=1}^{\infty} V_h I_h \cos \phi_h$ » en el cual « ϕ_h » es el desfase entre la V y la I de la armónica h-ésima, es heterogéneo; En comparación con la varianza ($S^2 = .106$) y la media ($= 1,88$), la desviación estándar es menor y más distribuida ($S = 326$), hasta el punto de que la disminución de voltaje e intensidad en sus componentes armónicos se representa como $P = \sum_{h=1}^{\infty} V_h I_h \cos \phi_h$ siendo ϕ_h el desfase entre la V y la I de la armónica h-ésima. El coeficiente de variación, es inferior al 50 % (C. V.

= 17,3 %), en consecuencia, existe una gran representatividad del promedio aritmético ($\bar{x} = 1,88$).

- Para el ítem 17:

Dado que los números de distorsión se expresan como porcentaje de la magnitud eléctrica, se puede ver que el promedio ($= 1,88$) es el estadístico que se encuentra en el medio de la distribución como Sí (88,5 %) y No (11,5 %). Como resultado, estos valores se utilizan con frecuencia para calcular el rango de contaminación de la red de distribución eléctrica de una planta. Debido a las estadísticas extremas, la mediana ($Me = 12,0$) está completamente sesgada hacia la derecha y no recibe respuesta. En la escala nominal, la moda ($Mo = 7,0$) es unimodal y tiene la mayor frecuencia de concentración. Se puede ver en: Con el 24,0 % de las pruebas escritas, la calificación es 7,00.

En las medidas de dispersión, ($S^2 = .106$) que la media ($= 1.88$) y su comportamiento en términos de valores de distorsión se expresa como un porcentaje de la magnitud eléctrica, estos números se utilizan frecuentemente para determinar el nivel de contaminación en las redes de distribución eléctrica de una planta, es heterogéneo; debido a que los valores de distorsión se definen como un porcentaje de la magnitud eléctrica, la desviación típica es mayor en la dispersión ($S = .326$) con respecto a la varianza ($S^2 = .106$) e inferior con respecto al promedio ($= 1.88$). Por esta razón, estos valores se utilizan frecuentemente para calcular el rango de contaminación de la red de distribución eléctrica en una planta. A causa de que el coef. de variación es inferior al 50 % (C. V. = 49 %), el promedio aritmético ($= 1.88$) es altamente representativo.

- Para el ítem 18:

Dado que las máquinas de soldar monofásicas de la planta son estáticas y, por tanto, la fuente principal de distorsión armónica, lo que resulta en una deformación del ciclo de tensión y una I común en las líneas, se puede ver que el promedio ($= 4,38$) es el estadístico que se coloca en el centro de gravedad de la siguiente manera: Casi siempre (61,5 %) y Siempre (38,5 %). La mediana ($Me = 4.00$) muestra un claro sesgado a la derecha, debido a que no supera la mitad de las «n» observaciones. En la escala nominal, el valor que se repite con mayor frecuencia es la moda ($Mo = 4.00$), que es la que cuenta con mayor concentración de frecuencias: Casi siempre (61.5 %), debido a que la soldadora de tipo monofásico de la planta son equipos estáticos que son la causa primaria de la distorsión armónica, lo que se traduce en deformación del ciclo de tensión y de una I característica en las líneas.

En las medidas de dispersión, al ser máquinas estáticas, fuente primaria de distorsión armónica, que se traduce en deformación del ciclo de tensión y una I característica en las líneas, tienen un mejor rendimiento que las soldadoras monofásicas utilizadas en la planta. Además, presentan un ratio de dispersión, en la cual la varianza muestral es inferior ($S^2 = .246$) con respecto al promedio ($\bar{x} = 4.38$), es heterogéneo; dado que las soldadoras monofásicas utilizadas en la planta son máquinas estáticas, la principal fuente de distorsión armónica es la desviación típica aumentada ($S = .496$) con respecto a la varianza ($S^2 = .246$) e inferior con respecto al promedio ($\bar{x} = 4.38$). Esto da como resultado una deformación del ciclo de tensión y una I característica en las líneas. Debido a que el coef. de variación es inferior al 50 % (C. V. = 11.3 %), la media aritmética ($\bar{x} = 4.38$) es muy representativa.

- Para el ítem 19:

La media ($\bar{x} = 4,77$) es el estadístico que se encuentra en el medio de la distribución de la siguiente manera: Siempre (88,5 %) y A veces (11,5). Esto está relacionado con el hecho de que cuando se aplican tensiones armónicas a las máquinas asíncronas, la corriente del rotor circula a frecuencias superiores a la frecuencia fundamental, lo que da lugar a pérdidas adicionales proporcionales a $(Vh)^2/h$. La mediana ($Me = 5,00$), según sus números, está totalmente desplazada hacia la derecha, no encontrándose respuesta por los valores extremos. La moda ($Mo = 5,00$), esto se aprecia en: Siempre, en un 88,5 %, con respecto a las V armónicas dadas a maquinaria asíncrona provocando el recorrido de corriente a f mayores a la f principal en los rotores, causando pérdida complementaria en proporción a $(Vh)^2/h$.

En las medidas de dispersión, en comparación con la media ($\bar{x} = 4,77$), el ratio de dispersión de la varianza es inferior ($S^2 = ,435$), y su comportamiento con respecto a tensiones armónicas aplicadas a máquinas asíncronas hace que el rotor circule corriente a frecuencias superiores a la frecuencia fundamental, lo que produce pérdidas adicionales proporcionales a $(Vh)^2/h$, es heterogéneo; ($S = 4,77$) y mayor que la dispersa ($S = ,652$) con respecto a la varianza ($S^2 = ,425$) debido a que los voltajes armónicos aplicados a las máquinas asíncronas hacen que el rotor circule corriente a frecuencias superiores a la frecuencia fundamental, lo que resulta en pérdidas adicionales proporcionales a $(Vh)^2/h$. El coeficiente de variación, es inferior al 50 % (C. V. = 13,6), en consecuencia se da una gran representatividad del promedio aritmético ($\bar{x} = 4,77$).

- Para el ítem 20:

Es evidente que el promedio ($\bar{x} = 1,88$) es la estadística que se encuentra en el centro de gravedad como Sí (88,5,0 %) y No (11,5). Esto está relacionado con el hecho de que los Gen. que dan alimentación a la carga no lineal suelen experimentar una falta de acoplamiento o

distanciamiento entre el campo magnético dentro del Gen. como resultado de las pérdidas adicionales provocadas por las corrientes armónicas. La mediana ($Me = 2,00$) presenta un claro sesgo hacia la derecha, ya que no supera la mitad de las «n» observaciones. En la escala nominal, el valor que más se repite es la moda ($Mo = 2,00$), que presenta la mayor concentración de frecuencias: Sí (88,5 %), lo que indica que, a causa de lo perdido adicionalmente, que traen las I armónicas, los generadores que alimentan cargas no lineales suelen experimentar una falta de concordancia o una separación entre los campos magnéticos dentro del generador.

En las medidas de dispersión, la situación del ítem anterior con los generadores, se repite aquí. Esto da como resultado un ratio de dispersión, en la cual la varianza de la muestra es inferior ($S^2 = .106$) en comparación con el promedio ($= 1.88$), es heterogéneo; En el caso de generadores que alimentan cargas sin linealidad, el estándar es más alto ($S = .326$) con respecto a la varianza ($S^2 = .106$) y más bajo ($S = 1.88$) con respecto a la media. Esto se debe a que lo perdido adicionalmente causado por las I armónicas hacen que los campos magnéticos de los generadores estén espaciados o no concordantes. Como el coeficiente de variación ($C.V. = 17.3\%$) es menor del 50 %, la media aritmética ($S = 1.88$) es altamente representativa.

- Para el ítem 21:

Las estadísticas que se encuentran en la porción media de las f acumuladas de la siguiente manera: Siempre (61,5 %) y Casi siempre (38,5) se encuentran como el número medio de la progresión aritmética ($= 4,62$), respecto a que el factor de distorsión es una medida que hay armónicos en un SEP donde $THD = 0$ dice que las señales son senoidales, la THD aumenta a medida que aumentan los armónicos. Respecto a sus valores, la mediana ($Me = 5,00$) presenta un claro sesgo hacia la derecha, ya que nunca supera ni baja de la mitad de las «n» observaciones. El valor más alto de la escala nominal es la moda ($Mo = 5,00$), que es también el valor que más se repite, o la variable más común.

En cuanto a las medidas de dispersión, en cuanto al factor de distorsión, el ratio de dispersión de la varianza muestral es inferior ($S^2 = .246$) en comparación con el promedio ($= 4.62$), y su comportamiento indica que hay armónicos en un SEP, donde $THD = 0$ denota una señal de onda sinusoidal y THD aumenta a medida que aumentan los armónicos, es heterogéneo; la desviación típica que presentan es menor que la media ($= 4,62$) y mayor ($S = .496$) en relación con la varianza ($S^2 = .246$). Esto sugiere que el factor de distorsión es una medida que hay armónicos en un SEP, donde la señal es de tipo onda sinusoidal cuando el $THD = 0$ y aumenta con el número de armónicos. Existe un alto nivel de representatividad ($= 4,62$) para la media aritmética porque el coef. de variación es inferior al 50 % ($C.V. = 10,7\%$).

- Para el ítem 22:

El estadístico que se encuentra en el medio de la distribución estadística como Sí (88,5 %) y No (11,5 %) puede observarse como el valor medio de la progresión aritmética ($= 1,88$). Esto es relevante para el hecho de que el barrido de f es el peldaño inicial para hacer un estudio armónico en un SEP «es esencialmente un diagrama de Bode de Z del SEP en la zona de aplicación armónica, que equivale al proceso gráfico de la Z y la f ». Al ser el valor que no supera ni es mayor que la mitad de las « n » observaciones, la mediana ($Me = 2,00$) tiene un sesgo hacia la derecha. La variable con mayor concentración de actividad es la moda ($Mo = 2,00$). En definitiva (88,5 %), el barrido de frecuencia es la etapa inicial en la realización de un análisis armónico en un SEP «básicamente, es el proceso gráfico de la frecuencia y la impedancia en un punto de inyección armónica.

Para las medidas de dispersión, ($S^2 = .106$) en comparación con el promedio ($= 1,88$), es heterogéneo; a la hora de realizar un análisis armónico en un sistema eléctrico, el barrido de f es el peldaño uno, porque la desviación típica es superior que la de dispersión ($S = .326$) con respecto a la varianza ($S^2 = .106$) e inferior con el promedio ($= 1,88$). La media aritmética ($= 1,88$) tiene un buen nivel de representatividad porque el coeficiente de varianza es menor al 50 % (C. V. = 17.3 %).

- Para el ítem 23:

Se ve que el promedio ($= 4,62$) es el estadístico que se ubica en el medio de la distribución de la siguiente manera: Siempre (61.5 %) y Casi siempre (38.5). Debido a los datos extremos, la mediana ($Me = 5,0$) está completamente con sesgo hacia la derecha y no recibe respuesta. El modo, que tiene la mayor concentración de frecuencia y es unimodal en la escala nominal ($Mo = 5,0$), se puede ver en la definición de «detrimento de las señales de V e I » con respecto a la figura del ciclo, la f y los cortes que dan lugar a la disminución o corte del proceso que causa daños está siempre, con un 61,5 %, asociada a la disminución de calidad de la energía.

En las medidas de dispersión, respecto a la disminución de calidad de la energía, el ratio de dispersión de la varianza de la muestra es inferior ($S^2 = .246$) en comparación con el promedio ($= 4,62$), y su comportamiento se define como «detrimento de las señales de V e I » con respecto a la figura del ciclo, la f y los cortes que dan lugar a la disminución o corte del proceso que causa daños, dentro de una organización, es heterogéneo; En la medida en que el «detrimento de las señales de V e I » con respecto a la figura del ciclo, la f y los cortes que dan lugar a la disminución o corte del proceso que causa daños en una empresa, la desviación típica está más distribuida ($S = .496$) en relación con la varianza ($S^2 = .246$) y menos distribuida con

el promedio ($= 4.62$). La media aritmética ($= 4.62$) tiene una alta representatividad porque el coeficiente de variación es mayor al 50 % (C. V. = 10.6 %).

- Para el ítem 24:

Se puede ver que la media ($= 1,88$) es el estadístico en el centro de gravedad, con Sí (88,5 %) y No (11,5 %) relacionados con el «Proceso de diseño», que está relacionado con la nitidez y las pérdidas del filtro, ambas controladas por la calidad del filtro (QF). Hay un problema de ajuste con filtros de características muy nítidas debido a muchas razones, como variaciones en las impedancias de los componentes de temperatura y fluctuaciones de frecuencia del sistema que no son constantes a 50 o 60 Hertz. La mediana ($Me = 2,00$) presenta un claro sesgo hacia la derecha porque no supera la mitad de las «n» observaciones. En la escala nominal, el valor que más se repite es la moda ($Mo = 2,00$), que presenta la mayor concentración de frecuencias: Sí (88,5 %); la calidad del filtro (QF) establece tanto la agudeza de las características del filtro como sus pérdidas en relación con el «Proceso de diseño». Existe un problema de ajuste con los filtros que tienen características extremadamente agudas por las siguientes razones: Existen variaciones en las impedancias de los componentes de temperatura y la f del sistema, que no está consistentemente en 50 o 60 Hz.

En las medidas de dispersión, su dispersión es tal que la varianza de la muestra es menor ($S^2 = .106$) en comparación con la media ($= 1.88$), y su desempeño en relación con el «Proceso de diseño» está relacionado con la nitidez de las características del filtro y la pérdida, ambas controladas por la QF. Para filtros con características muy nítidas, hay un inconveniente de ajuste a causa de una serie de factores, incluidas las diferencias en la frecuencia del sistema entre 50 y 60 Hz y los cambios en las impedancias de los componentes de temperatura, es heterogéneo; en el sentido de que la calidad del filtro (QF) rige tanto la nitidez de la característica del filtro como sus mediciones, la desviación estándar es superior ($S = .326$) con respecto a la varianza ($S^2 = .106$) e inferior con el promedio ($= 1.88$). Existe un problema de ajuste con filtros de característica muy nítida debido a varias razones, como la frecuencia del sistema que fluctúa entre 50 y 60 Hz y los cambios de impedancia del componente de temperatura. Debido a que el coef. de variación es inferior al 50 % (C. V. = 49 %), la media aritmética ($= 1.88$) es altamente representativa.

CONCLUSIONES

01. En relación con el objetivo general, según las evaluaciones del intervalo medio poblacional, existe una correlación estadísticamente significativa del 61 % entre el estudio de intensidades armónicas en la subestación 2C y la carga del sistema de extracción de concentrado mineral en la empresa Administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024. El rechazo de H_0 se produce porque los datos están fuera del rango de aceptación de H_0 .
02. En relación con el objetivo específico «A», con base en el modelado y análisis realizado, se determinó que si se evaluaran corrientes armónicas de baja tensión se tendría un impacto en la calidad del producto en el 23 % de la empresa Administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024. Por lo tanto se rechazó H_0 debido a que los datos están fuera del rango de aceptación de H_0 .
03. Respecto al objetivo específico «B», el estudio y evaluaciones de los estimadores del intervalo medio poblacional reveló que, si se examinan los armónicos de corriente de baja tensión, se encuentra una incidencia del 35 % en las redes del SEP de la empresa «Administradores Cerro SAC – Cerro de Pasco, 2024», y se rechaza H_0 a causa de que los datos están fuera del rango de aceptación de H_0 .
04. En relación con el objetivo específico «C», el estudio reveló que los equipos eléctricos responsables de producir distorsiones de las intensidades armónicas en bajo voltaje en un 28 % en las empresas administradoras fueron los transformadores y variadores de frecuencia de velocidad con potencias de 25 caballos de fuerza. Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024, y se rechaza la H_0 a causa de que los datos están fuera del rango de aceptación de H_0 .
05. Respecto al objetivo específico «D», el estudio realizó un estudio y evaluaciones de los estimadores de intervalos de promedios poblacionales. Con base en estos hallazgos, se propone un plan de control de armónicos de baja tensión que cumpla con la normatividad vigente y haga uso del analizador de redes Fluke-435 para optimizar la calidad energética para la organización administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco en un 14 % en el 2024. Se rechaza H_0 , ya que los datos están fuera del rango de aceptación de H_0 .
06. Para el estudio de Fiabilidad y de Correlación de los resultados conseguidos en el trabajo, se consiguió su valor con el uso de la ficha de recolección de datos (cuestionario), que mostró los datos presentados a continuación:

- Sección 1. (cuestionario - fiabilidad): alfa de Cronbach: .941 para las intensidades armónicas en baja tensión y un alfa de Cronbach: .838 para la extracción de concentrado de minerales.
- Correlación de Pearson:
 - Corrientes armónicas de baja tensión:
 - Sistema de extracción de concentrado de minerales: .061
- Correlación de rho de Spearman:
 - Corrientes armónicas de baja tensión: 1,0
 - Sistema de extracción de concentrado de minerales: .088

RECOMENDACIONES

01. Se recomienda tener un conocimiento profundo de los tipos de perturbaciones que pueden ocurrir en la subestación de distribución y redes eléctricas de bajo voltaje, así como, los límites permisibles de cada tipo de distorsión armónica, comenzando por su propia generación y progresando mediante su transporte antes de llegar al consumo final de energía.
02. Es recomendable evitar el fenómeno de resonancia del banco de condensadores, usando filtros por ejemplo.
03. Se recomienda que los docentes establezcan el nexo con los estudiantes entre la computadora y el internet en el sistema educativo, proporcionando a la vez elementos claves que van a permitir que la educación debe dar un avance esperando una interactividad individualizada.
04. Se recomienda que los dispositivos de medición, como voltímetros analógicos, medidores de energía electromecánicos trifásicos y relés de sobrecorriente, incluyan un disco de inducción para que el equipo funcione y permita la circulación de corriente a una frecuencia fundamental.
05. Se aconseja considerar las circunstancias inestables que podrían presentarse en las instalaciones, como la ausencia de mantenimiento preventivo y correctivo, las descargas atmosféricas que intensifican la entrada de estas corrientes y el hecho de que el estudio de flujo armónico se hace típicamente en el rango de frecuencia de la corriente.

REFERENCIAS

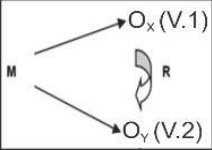
1. **ARCILA, José Dariel.** *Armónicos en Sistemas Eléctricos. Ingeniería Especializada (IEB).* S. A. 2021
2. **CARVAJAL, C.** *Análisis de resonancia armónica en sistemas eléctricos. Universidad Tecnológica de Pereira.* 2019
3. **LLAMAS TERRES, A.** *Armónicas en Sistemas Eléctricos Industriales.* México: Innovación Editorial Lagares de México. 2019
4. **PALOMINO NOA, W.; MENDOZA BOZA, V.** *Análisis de las corrientes armónicas en baja tensión y su incidencia a la calidad del producto del hospital regional del Cusco- Perú.* 2019
5. **MORALES GARCÍA; RODRÍGUEZ, G.** *Solución a los problemas de corrientes y voltajes armónicos en los sistemas industriales,* 2022.
6. **MORA SÁNCHEZ, J. D.; CEVALLOS CHÁVEZ, Y. J.** *Estudio y análisis de calidad de energía enfocado en nivel armónico en el sistema eléctrico de la subestación enfriadora 1 de Holcim Ecuador Planta Guayaquil. Guayaquil- Ecuador.* 2020
7. **RAMOS, E.; RIVEROS, S.** *Análisis de la eficiencia energética y calidad de la energía eléctrica en la planta industrial de procesamiento de alimentos agroindustrias Cirnma S. R. L. en la región Puno.* 2018
8. **QUISPE, A.** *Análisis de la calidad de energía eléctrica en sistemas de distribución de baja tensión - salida I.S.E. Bellavista- Perú.* 2018
9. **Circutor.** *Procedimientos para el estudio y análisis de perturbaciones armónicas.* 2021
10. **CARVAJAL JIMÉNEZ, C. E.** *Análisis de resonancia armónica en sistemas eléctricos.* Pereira - Colombia. 2017
11. **Schneider Electric.** *Eliminación de Armónicos en Instalaciones.* 2018
12. **IEEE-SA. Standards Board, IEEE-519.** *Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems.* 2020
13. **IEC. Standard 61000-4-7.** *Guía general de armónicos e Inter armónicos medición e instrumentación, para sistemas de alimentación de equipos conectados.* 2022
14. **IEC Standard 61000-4-30.** *Métodos de medición de calidad de la energía.* 2019
15. **IEEE Std 1453TM, IEEE.** *Prácticas recomendadas – adopción de IEC 61000-4-15:2010, compatibilidad electromagnética (EMC) - Pruebas y técnicas de medida – Flickermeter – Diseños funcionales y especificaciones.* 2023
16. **IEC Standard 60364-5-52.** *Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems.* 2020
17. **MOHAN, N.; UNDELAND, T. M.; ROBBINS, W. P.** *Power System Harmonics.* John Wiley & Sons, Inc. 2023

18. **NOROÑA LUCERO, N. R.** *Diagnóstico de perturbaciones armónicas en el sistema nacional interconectado.* Quito- Ecuador. 2020
19. **MENDOZA, A.; ROLANDO, J.** *Tecnologías para la mejora de la eficiencia en el trabajo y el aprendizaje: Ingeniería y tecnología eléctrica: Otras (Calidad de energía eléctrica).* 2021
20. **NOA, B.W.** *Análisis de las corrientes armónicas en baja tensión y su incidencia a la calidad del producto del hospital regional del Cusco.* 2019
21. **PARRA LÓPEZ, E.** *Análisis de armónicos en sistemas de distribución.* Universidad Nacional de Colombia. 2019
22. **Schneider Electric.** *Factores clave en instalaciones de SAI.* 2020
23. **VARGAS.** *Análisis del flujo de armónicas en la barra de 220 kV de la subestación de potencia Guadalupe.* Junín- Perú. 2020
24. **RODRÍGUEZ, L.** *Sistemas de corrección de perturbaciones. Calidad en el Servicio Eléctrico – (Corrección de Perturbaciones).* Universitat de Girona. 2023
25. **SÁNCHEZ, A.; GUILLEN, M.** *Análisis de la calidad de la energía eléctrica en las redes de bajo voltaje de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca por la cargabilidad de vehículo eléctricos.* (Tesis). Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca - Cuenca. 2019
26. **SOUSA, S. V.** *Procedimientos para determinar la eficiencia de motores asíncronos en presencia de desbalance y armónicos en la tensión.* Editorial Universitaria. 2021
27. **Schneider Electric.** *Corrección del Factor de Potencia.* Publicación Técnica Schneider PT075. 2019
28. **SALINAS BASUALDO, Á.** *Implementación de un sistema de compensación de energía reactiva y su análisis de armónicas en la planta de generación de hidrógeno de 600 m³/h de capacidad en el sistema eléctrico de una industria oleaginoso.* 2020
29. **SÁNCHEZ, M.; DUVAN, J.** *Estudio y análisis de calidad de energía enfocado en nivel de armónicos en el sistema eléctrico de la subestación enfriadora 1 de Holcim Ecuador planta Guayaquil.* 2018

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables y dimensiones	Metodología
<p>Problema general ¿Habrà alguna relación entre el análisis de las corrientes armónicas en la subestación 2C y la carga del sistema de extracción de concentrado de minerales en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024?</p> <p>Problemas específicos A. ¿La presencia de las corrientes armónicas en baja tensión incidirá en la calidad del producto de la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024? B. ¿Cómo los armónicos de corriente en baja tensión inciden en las redes del sistema eléctrico de la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024? C. ¿Qué equipos eléctricos generan distorsiones de las corrientes armónicas en baja tensión y por qué lo hacen, en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024?</p>	<p>Objetivo general Analizar las corrientes armónicas en la subestación 2C y la carga del sistema de extracción de concentrado de minerales en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024</p> <p>Objetivos específicos A. Analizar la presencia de las corrientes armónicas en baja tensión que inciden en la calidad del producto en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024. B. Evaluar los armónicos de corriente en baja tensión para identificar la incidencia en las redes del sistema eléctrico de la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024 C. Identificar los equipos eléctricos que generan distorsiones de las corrientes armónicas en baja tensión, en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024 D. Proponer las actividades que disminuyan las perturbaciones causadas por los armónicos en</p>	<p>Hipótesis general Existe una relación significativa entre el análisis de las corrientes armónicas en la subestación 2C y la carga del sistema de extracción de concentrado de minerales en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024</p> <p>Hipótesis específicas A. Sí, se analiza la presencia de las corrientes armónicas en baja tensión entonces se identificará la incidencia en la calidad del producto en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024. B. Sí, se evalúa los armónicos de corriente en baja tensión entonces identificaremos la incidencia en las redes del sistema eléctrico de la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024. C. Los variadores de frecuencia de velocidad con potencias de 25 Hp y los transformadores son los equipos eléctricos que generan distorsiones de las corrientes armónicas en baja tensión, en la empresa</p>	<p>Variable independiente (x): - Corrientes Armónicas en Baja Tensión.</p> <p>Variable dependiente (y): - Extracción de Concentrado de Minerales.</p> <p>Dimensiones: - Corrientes Armónicas en Baja Tensión: ▪ Indicadores. ▪ Efectos de los armónicos. ▪ Marco normativo. ▪ Analizador PQ-BOX 100. ▪ Tolerancias. ▪ Las armónicas. ▪ Origen de los armónicos. - Extracción de Concentrado de Minerales: ▪ Sostenimiento técnico. ▪ Factores económicos. ▪ Factores ecológicos y ambientales.</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada: Observacional - Comparativa</p> <p>Nivel de investigación: Básica</p> <p>Diseño de investigación: No Experimental – Demostrativo.</p>  <p>Población: 40</p> <p>Muestra: 26</p> <p>Método de investigación: Inductivo – deductivo analítico – sintético</p> <p>Método de específico: Enfoque: Cuantitativo</p>

<p>D. ¿Qué acciones o soluciones se propondrían para mitigar el nivel de armónicos en baja tensión generados en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024?</p>	<p>baja tensión adecuándolas a la normatividad vigente, en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024</p>	<p>administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024</p> <p>D. Un plan de control de armónicos en baja tensión en concordancia con la normatividad vigente y el uso del analizador de redes Fluke-435, optimizarán la calidad de energía para la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Influencia de la potencia. ▪ Rendimiento de la explotación. - Calidad del Producto: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Indicador de calidad. ▪ Filtros armónicos. ▪ Tensión. ▪ Calidad onda / producto.
---	--	---	--

Anexo 2

Operacionalización de las variables

Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Valor que adopta la variable – ítems																					
<p>El término representa una definición conceptual de las tensiones o corrientes sinódicas que tienen frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia a la que está previsto que funcione el sistema eléctrico. Las formas de onda distorsionadas pueden descomponerse en una suma de la señal de frecuencia fundamental, donde la distorsión armónica está causada por las cargas de impedancia no lineal del equipo, y materiales ferromagnéticos o equipos que necesitan conmutar para funcionar con normalidad.</p>	<p>Según su definición operativa, es la distorsión de las ondas sinusoidales de tensión o corriente de los sistemas eléctricos causada por el uso de materiales ferromagnéticos, cargas con impedancia no lineal o equipos que deben conmutarse durante el funcionamiento habitual. Estos factores pueden provocar una serie de problemas, como el aumento de las pérdidas de potencia activa, sobretensiones en los condensadores, errores de medición, mal funcionamiento de las protecciones, daños en el aislamiento y deterioro de los dieléctricos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Efectos de los armónicos ▪ Marco normativo ▪ Analizador <i>fluke</i> ▪ Tolerancias ▪ Las armónicas ▪ Origen de los armónicos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Factor de potencia. ▪ Espectro en frecuencias. ▪ Tasa de distorsión armónica. ▪ Resonancia. ▪ Aumento de las pérdidas. ▪ Sobrecarga en los equipos instalados. ▪ Perturbaciones en cargas sensibles. ▪ Impacto económico. ▪ NTCSE. ▪ IEEE 519-1992. ▪ Potente analizador portátil de redes eléctricas que mide la potencia, graba los fenómenos transitorios y asimetría de la tensión de la red. ▪ Tolerancias admitidas hasta el +/-5.0 % de las tensiones nominales de tales puntos. ▪ Son los componentes de una onda periódica pudiendo ser esta de corriente o de tensión, cuyas frecuencias son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental. ▪ Los armónicos son generados por las cargas no lineales existentes en el sistema eléctrico. 	<p>Las categorías diagnósticas consideradas para el instrumento están basadas en las puntuaciones directas del instrumento y tomando como criterio que la máxima puntuación, revela analizar las corrientes armónicas en la subestación 2C en el sistema de extracción de concentrado de minerales en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024</p> <p>Categorías diagnósticas:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cat. Dx.</th> <th>Rango</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>▪ Muy Alta</td> <td>17-20</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>▪ Alta</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>▪ Media</td> <td>14-17</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>▪ Baja</td> <td>11-14</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>▪ Muy baja</td> <td>8-11</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5-8</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ítems: a = 5, b = 4, c = 3, d = 2, e = 1. Total = 15 puntos. Escala de Likert.</p>	Cat. Dx.	Rango	Puntaje	▪ Muy Alta	17-20	100	▪ Alta			▪ Media	14-17	80	▪ Baja	11-14	60	▪ Muy baja	8-11	40		5-8	20
Cat. Dx.	Rango	Puntaje																							
▪ Muy Alta	17-20	100																							
▪ Alta																									
▪ Media	14-17	80																							
▪ Baja	11-14	60																							
▪ Muy baja	8-11	40																							
	5-8	20																							

Técnicas e instrumentos	Procedimientos	Naturaleza	Esc. De medición	Forma de medir
<p>Técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Encuesta. ▪ Entrevista. ▪ Revisión Documental. <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ficha de Encuesta. ▪ Guion de Entrevista. ▪ Formato de Registro de Datos. 	<p>Las técnicas e instrumentos de la tesis se han elegido en concordancia a identificar los equipos eléctricos que generan distorsiones de las corrientes armónicas en baja tensión, en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variable: Cuantitativa. 	Nominal.	Directa: Polítoma.

Variable dependiente (y): Extracción de concentrado de minerales

(Cuadro de operacionalización de variable)

Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Valor que adopta la variable - ítems																		
<p>La definición conceptual de la misma es el conjunto de operaciones socioeconómicas que se realizan con el fin de extraer recursos de una mina (un yacimiento mineral). El proceso de «corte y relleno» crea la ranura para los dos cortes de mejora al centro entre las alas, o 30 metros (3 metros) de altura. A continuación, se utiliza una máquina Jack Length para realizar la perforación, siendo la longitud de perforación de 6 pies y la carga de 0,35 metros con un espaciado de 0,3 metros. Después de eso, hay varios pasos involucrados, incluyendo la voladura, la limpieza de soportes, la mejora de las obras de madera de acceso y el relleno.</p>	<p>Operativamente hablando, se describe como un proceso físico de tres fases que normalmente consta de tres etapas: preparación, exploración/desarrollo y explotación. Sin embargo, en la realidad, se deben utilizar diferentes estrategias de explotación en combinación, ya que los recursos minerales rara vez cumplen los requisitos de aplicación perfectos para una estrategia en particular. El («shrinkage stoping») primeramente se realiza el slot de 3 metros. En seguida la perforación se hará con Jack legt, en modo realce, Burden 0.3, espacio de 0.3 metros. diámetro de taladro 38 milímetros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sostenimiento técnico. ▪ Factores económicos. ▪ Factores ecológicos y ambientales. ▪ Influencia de la potencia. ▪ Rendimiento de la explotación. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Split set de 5', Split set de 7', mini Split set 1', perno helicoidal 5', perno helicoidal 7', malla electrosoldada de 2x2' y 4x4' de área, Semcon, resina y madera de rehabilitación. ▪ Procesos involucrados con la operación, incluyendo la ley y tipo de mineral, costos comparativos de minado y ritmos de producción deseados. ▪ Tales como conservación del contorno topográfico original en el área de minado y prevención de sustancias nocivas que contaminen las aguas o la atmósfera. ▪ El buzamiento y la potencia tienen la máxima influencia sobre la elección, porque estos determinan la aplicación de un determinado método. ▪ Depende de la longitud de la línea de ataque, de la potencia del yacimiento y de la velocidad de arranque. 	<p>Las categorías diagnósticas consideradas para el instrumento están basadas en las puntuaciones directas del instrumento y tomando como criterio que la máxima puntuación, revela analizar las corrientes armónicas en la subestación 2C y la carga del sistema de extracción de concentrado de minerales en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024</p> <p align="center">Categorías diagnósticas:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cat. Dx.</th> <th>Rango</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>▪ Muy Alta</td> <td>17-20</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>▪ Alta</td> <td>14-17</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>▪ Media</td> <td>11-14</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>▪ Baja</td> <td>8-11</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>▪ Muy baja</td> <td>5-8</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table> <p align="center">Ítems: a = 5, b = 4, c = 3, d = 2, e = 1.</p> <p>Total = 15 puntos. Escala de Likert.</p>	Cat. Dx.	Rango	Puntaje	▪ Muy Alta	17-20	100	▪ Alta	14-17	80	▪ Media	11-14	60	▪ Baja	8-11	40	▪ Muy baja	5-8	20
Cat. Dx.	Rango	Puntaje																				
▪ Muy Alta	17-20	100																				
▪ Alta	14-17	80																				
▪ Media	11-14	60																				
▪ Baja	8-11	40																				
▪ Muy baja	5-8	20																				

Técnicas e instrumentos	Procedimientos	Naturaleza	Escala de medición	Forma de medir
<p>Técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Observación. ▪ Encuesta. ▪ Revisión documental. <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ficha de Observación. ▪ Ficha de Encuesta. ▪ Guion de Registro de Datos. 	<p>Se organizaron las técnicas e instrumentos de investigación utilizados en la unidad de análisis para proponer las actividades que disminuyan las perturbaciones causadas por los armónicos en baja tensión adecuándolas a la normatividad vigente, en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variable: Cuantitativa. 	<p>Nominal.</p>	<p>Directa: Polítoma.</p>

Anexo 3
Consentimiento informado

Yo.....de.....años de edad. Identificado(a) con DNI N.º....., expreso haber recepcionado la invitación que corresponde para ser parte de la tesis titulada **«Análisis de las corrientes armónicas en las subestación 2C y la carga del sistema de extracción de concentrado de minerales en la empresa Administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco. 2024»**, la cual tiene como objetivo «Analizar las corrientes armónicas en la subestación 2C en el sistema de extracción de concentrado de minerales en la empresa administradores Cerro SAC - Cerro de Pasco, 2024», dando constancia que Diego Jean De la Cruz Galvan y Carlos Alfredo Cosme Huaman habiendo sido plenamente informado sobre este estudio, asumo que: Mi integridad y voluntad de participar en el mismo serán siempre respetadas; La información será manejada únicamente para los fines antes indicados. Además, soy consciente de que las respuestas del cuestionario serán anónimas ya que serán codificadas con un número.

Tengo derecho a hacer preguntas y a exigir una respuesta a la persona que supervisa el proyecto que me concierne. Me reservo el derecho, en cualquier momento y sin ponerme en peligro, de dejar de trabajar en el proyecto si no obtengo una respuesta o no estoy satisfecho con ella.

Considerando cada uno de los acuerdos, descritos con anterioridad por el investigador para con mi persona, otorgo mi consentimiento para formar parte del presente estudio.

Anexo 4
Instrumento de investigación

Informe de Fluke Energy Analyze

Cliente: Cerro SAC

Ubicación: Cerro de Pasco

Descripción: Subestación 2C

Nombre de la sesión: subestación 2c Paragsha

UUID de sesión: a51e6fd1-430b-4966-86f6-2eff99f782dc

Descripción:

Notas:

Tipo de estudio: Estudio de energía

Modo de medición: Registrador de CP

Topología: 3 F en triángulo

Tensión nominal: 480 V

Frecuencia nominal: 60 Hz

Tipo de búfer: lineal (no sobrescribir)

Fechas inicial y final:

Inicio configurado: 10/03/2024 14:11:27

Final configurado: 21/03/2024 14:11:27

Inicio real: 10/03/2024 14:11:27

Final real: 21/03/2024 14:11:27

Número de intervalos de promedio:

Número de intervalos de tendencia según configuración: 8639 Número de intervalos de tendencia según estado presente: 8641 Longitud de intervalo de tendencia: 10"

Número de intervalos de demanda según configuración: 287 Número de intervalos de demanda según estado presente: 289 Longitud de intervalo de demanda: 5 min.

Número de intervalos de calidad de potencia según configuración: 143 Número de intervalos de calidad de potencia según estado presente: 143 Longitud de intervalo de calidad de potencia: 10 min.

Número de intervalos de frecuencia de 10" de calidad de potencia según estado presente: 8639

Tensión del modelo de lámpara con parpadeo: 120 V

Modo de agrupación de armónicos: Subagrupados, interarmónicos

Modo de sincronización temporal: Interno

Indicadores de registro de la sesión: Interarmónicos de PQ: Encendido Armónicos 3 s: Encendido

MSV 3 s: Apagado Interarmónicos 3 s: Encendido

Supraarmónicos de PQ: Encendido 100 Armónicos: Apagado

Frecuencias de tensión de señalización: Frecuencia 1: - - - Frecuencia 2: - - -

Límites de evento:

Caída: 90 %

Aumento: 110 %

Interrupción: 5 %

Histéresis: 2 %

Corriente de entrada: - - - Cambios rápidos de tensión: 5 %

Histéresis de cambios rápidos de tensión: 2.5 % Desviación de forma de onda: 10 %

Límite de tensión de señalización de la red 7 % Longitud del registro de MSV: 120 s

Longitud del preactivador de MSV: 3s Transitorios: 480 V

Referencia de deslizamiento: Apagado

Evento:

Eventos registrados: 8

	Fase A	Fase B	Fase C	Eventos combinados
Caída	0	0	0	0
Aumento	0	0	0	0
Interrupción	0	0	0	0
Corriente de entrada	0	0	0	
Desviación de forma de onda	1	5	2	
Cambios rápidos de tensión	0	0	0	0
Transitorios	0	0	0	

Registros de forma de onda: 315 Registros de RMS: 55

Registros de MSV 0 Registros de transitorios: 0

Configuración de factor K:

Modo: USA h máx: 40

e: 0.10

q: 1.70

Información del instrumento:

Tipo de instrumento: FLUKE 1775

Licencias instaladas: IEEE 519, Informes GOST, Infraestructura WiFi Versiones del instrumento: Versión de firmware: 1.1

Versión de DSP: 1.1

Número de serie del instrumento: 57107511

UUID de instrumento: 90b9011a-086d-4d68-b60f-f52ca23a811f zona horaria del instrumento: Perú

Nombre del instrumento: FLUKE1775<57107511>

Sensores de corriente acoplados:

Canal	Relación	Modelo	Rango	N.º de serie
1 - A	1:1	iFlex1500-24	1500A	541076051
2 - B	1:1	iFlex1500-24	1500A	540976152
3 - C	1:1	iFlex1500-24	1500A	541676119
4 - N	1:1	No está conectado	-	-

Asignación de tensión:

Canal	Relación
1 – A	1:1
2 – B	1:1
3 – C	1:1
4 – N	1:1

Config. aux:

Canal	Ganancia	Offset	Unidad
Aux1	1	0	V
Aux2	1	0	V

Sesión evaluada	Inicio	Final
Subestación 2c Paragsha	10/03/2024 14:20:00	11/03/2024 14:10:00

Resumen**Armónicos de tensión PASS***Semana 1 (14 % del tiempo requerido) PASS**Armónicos de tensión (3 s) PASS**Día 1 PASS**Día 2 (0 % del tiempo requerido) PASS**Armónicos de corriente FAIL**Semana 1 (14 % del tiempo requerido) FAIL**Armónicos de corriente (3 s) FAIL**Día 1 FAIL**Día 2 (0 % del tiempo requerido) FAIL**Resultado FAIL***Armónicos de tensión**

Valores requeridos dentro del límite 95 % del tiempo, de acuerdo con IEEE519-2022

THD[50] 95 % 8 % de tens. nom. [440 V]

h11 95 % 5 % de tens. nom. [440 V]

Resultados

Valor de 95 %			Valor máximo		
AB	BC	CA	AB	BC	CA

Semana 1 THD[50]	Resultado			PASS			
	% dentro del límite			100.00 %			
	Valor			6.17 %			6.25 %
	Hora						11/03/2024 13:20:00
Semana 1 h11	Resultado	PASS	PASS				
	% dentro del límite	100.00 %	100.00 %				
	Valor	3.78 %	3.79 %		3.88 %	3.87 %	
	Hora				11/03/2024 13:20:00	10/03/2024 19:30:00	

Armónicos de tensión (3 s)

Valores requeridos dentro del límite 99 % del tiempo, de acuerdo con IEEE519-2022

THD[50] 99 % 12 % de tens. nom. [440V]

h11 99 % 7.5 % de tens. nom. [440V]

Resultados

		Valor de 99 %			Valor máximo		
		AB	BC	CA	AB	BC	CA
Día 1 THD[50]	Resultado			PASS			
	% dentro del límite			100.00 %			
	Valor			6.54 %			7.00 %
	Hora						11/03/2024 13:13:21
Día 1 h11	Resultado	PASS	PASS				
	% dentro del límite	100.00 %	100.00 %				
	Valor	4.02 %	4.02 %		4.35 %	4.19 %	
	Hora				11/03/2024 13:13:21	11/03/2024 00:52:06	
Día 2 THD[50]	Resultado	PASS	PASS	PASS			
	% dentro del límite	100.00 %	100.00 %	100.00 %			
	Valor	5.58 %	5.66 %	5.95 %	5.58 %	5.66 %	5.95 %
	Hora				11/03/2024 14:11:06	11/03/2024 14:11:06	11/03/2024 14:11:06

Armónicos de corriente

Valores requeridos dentro del límite 95 % / 99 % del tiempo, de acuerdo con IEEE519-2022 h05 95 % / 99 % 4 % / 6 % de IL [1,330A]

Resultados

		Valor de 95 %			Valor de 99 %			Valor máximo		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
Semana 1 h05	Resultado	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL			
	% dentro del límite	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %			
	Valor	13.42 %	13.74 %	13.23 %	13.52 %	13.79 %	13.37 %	13.73 %	13.92 %	13.59 %
	Hora							11/03/2024 13:20:00	11/03/2024 13:20:00	11/03/2024 13:20:00

Armónicos de corriente (3 s)

Valores requeridos dentro del límite 99 % del tiempo, de acuerdo con IEEE519-2022 h05 99 % 8 % de IL [1,330A]

Resultados

		Valor de 99 %			Valor máximo		
		A	B	C	A	B	C
Día 1 h05	Resultado	FAIL	FAIL	FAIL			
	% dentro del límite	0.00 %	0.00 %	0.00 %			
	Valor	14.28 %	14.57 %	14.08 %	15.19 %	15.42 %	15.04 %
	Hora				11/03/2024 13:13:21	11/03/2024 03:44:24	11/03/2024 13:13:21
Día 2 h05	Resultado	FAIL	FAIL	FAIL			
	% dentro del límite	0.00 %	0.00 %	0.00 %			
	Valor	14.12 %	14.34 %	13.96 %	14.12 %	14.34 %	13.96 %
	Hora				11/03/2024 14:11:06	11/03/2024 14:11:06	11/03/2024 14:11:06

Anexo 5
Panel fotográfico





