

Universidad Acción Pro Educación y Cultura



Decanato de Ingeniería e Informática
Escuela de Ingeniería

Tesis de Grado para Optar por el Título de:
Ingeniero Eléctrico

**Propuesta para la elaboración de un programa de calidad
energética implementado en la empresa Industrial
Electric de la zona industrial de Herrera en el período
septiembre – diciembre 2016**

Sustentantes:

Br. Osias Félix De León	2012-2103
Br. Gabriel A. Gabriel M.	2012-1849

Asesor:

Prof. César Félix

Los conceptos expuestos en esta investigación son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

RESUMEN

La empresa Industrial Electric dedicada a la fabricación de equipos eléctricos está siendo afectada por un mal diseño de las instalaciones eléctricas lo que ha conducido a una deficiencia energética, que gravita en las finanzas de la empresa con un estimado en el orden de RD\$10,000.00 mensuales, es decir \$RD 120,000.00 anuales. Para atacar esta problemática se utilizará analizadores de redes, inspección visual y otras herramientas de medición, que junto a las normas eléctricas establecidas pondrán en evidencia cuales son los factores determinantes de esta problemática, de modo que se pueda alcanzar posibles soluciones y recomendaciones generales y específicas para eliminar las deficiencias que afectan los aspectos técnicos y económicos a la empresa.

Además, se pretende en esta investigación generar un formato que permita auditar eléctricamente la empresa y que pueda ser utilizado como referencia en otras empresas.

Palabras claves: diseño de instalaciones eléctricas, eficiencia energética, analizadores de redes, normas eléctricas, aspectos técnicos, aspectos económicos.

DEDICATORIA

A Dios: Por ser el centro de mi vida, por bendecirme inmensamente, por permitir que todo sea posible, por brindarme todas las herramientas, las actitudes y aptitudes para finalizar mis estudios.

A mis padres, Alba De León y Franklin Mella: Por todo el amor y apoyo incondicional. Por la formación que me brindaron, por implantar en mí el deseo de superación y de siempre dar lo mejor. Especialmente a mi madre, por enseñarme todo de la vida, ser mi inspiración, guía y modelo.

A mis tías, Mercedes Ortiz, Nidia De León y Roxanna Brito: Por ser como madres para mí, brindando su apoyo y cariño incondicional.

A mi novia, Silvia Pimentel: Por ser mi modelo a seguir, por todo el apoyo y ayuda en todo el trayecto, por siempre motivarme a dar lo mejor de mí y hacer las cosas correctamente, por brindarme calma en los momentos de angustia, y por confiar en mí en todo momento.

A mis amigos, en especial a Omielant, Francisco, Rodolfo, Miguel, Andrickson y Gabriel: Por toda la enseñanza, apoyo y sobre todo amistad sincera que me brindaron en todo el trayecto.

A nuestro asesor César Félix: Por guiarnos en todo el trayecto de la carrera y por su interés de que seamos buenos profesionales.

A mis compañeros, Pozo, Jessy, Radycel, Henry, Yan, Santiago, Otto, Jaíron, Vladimir, José, Juan, Yeffri, Daniel, Diego y Teófilo: Por ser como una familia para mí, apoyándonos mutuamente.

Osias Feliz

A Dios: Por ser el centro de nuestra vida, por permitirnos culminar con éxito y poner cada uno las palabras y herramientas necesarias para poder llevar a cabo cada uno de nuestros objetivos, ya que sin el nada de esto hubiera sido posible.

A mi madre, Placida Marmolejos: Por ser mi consejera en todo momento y saber guiarme enseñándome desde pequeño todo el sacrificio que se requiere para encontrarse con el éxito.

A mi novia, Paola Soto: Por siempre tener esa confianza en mí, ayudándome cada día a crecer como persona y por todo el sacrificio que tuvo que hacer por las incontables horas invertidas en todo este trayecto.

A mi asesor: Por ser mi guía en el camino y responder con su forma única cada una de las preguntas que teníamos en el camino y también por ganarse mi respeto tanto profesional como personal.

A mi compañero de tesis, Osias Félix: Por su alto compromiso en todo el camino y por brindarme por sobre todo su sincera amistad, sin el nada de esto hubiera sido posible.

A mis compañeros, Damián, Yoel, Wascar, Robert, Yeffri, Jairo, Henry, Juan Isidro, Erika, Michael y Enmanuel: Por su gran compañerismo y por siempre servirnos de apoyo en cada uno de los temas que cada quien es bueno.

A mis amigos, Nilson, Katherine, Carla, Maria, Ana, Dannerys, Erick, Ronny, José Luis, Roberto y José Miguel: Por ser como una familia para mí y en todo momento brindarme su apoyo incondicional.

Gabriel A. Gabriel M.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por bendecirnos y permitirnos ser profesionales, demostrándonos su amor cada día.

A nuestro asesor César Félix, por guiarnos en nuestra formación, brindando sus conocimientos y apoyo.

A todos los docentes que compartieron con nosotros sus conocimientos, en especial Carlos Vázquez, por despertar en nosotros esa pasión por nuestra profesión.

A la empresa Industrial Electric S. A. S., en especial a Alex Mejía y Rogel Mercado, por brindarnos toda la información, y apoyarnos en el proceso de culminar nuestros estudios.

A la empresa Materiales e Integraciones Dominicanas S.R.L., en especial al Ing. Burgos y al Ing. Infante por disponer de sus herramientas e informaciones vitales en estés trabajo.

A nuestros familiares, amigos y compañeros que hicieron que este proceso sea posible.

¡Muchas gracias!

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	vii
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE ANEXOS	xvii
INTRODUCCIÓN	1
1. CALIDAD DE ENERGÍA.....	6
1.1 Antecedentes	6
1.2 Normas referentes a eficiencia energética.....	7
1.3 Parámetros de calidad de energía	10
1.3.1 Conceptos básicos.	10
1.3.2 Energía.	12
1.3.3 Potencia Eléctrica.	14
1.3.4 Factor de potencia.	15
1.3.5 Compensación de factor de potencia.	15
1.3.6 Armónicos.....	16
1.3.7 Flickers.	16
1.3.8 Balance de carga.....	17
1.3.9 Luminotecnia.	18
1.3.10 Climatización.	19
1.3.11 Acondicionadores de aire.	20
1.4 Orientación económica	22
1.4.1 Tarifa Eléctrica en República Dominicana (Resolución SEIC-237-98).	22
1.4.2 Penalización por factor de potencia.....	31
1.4.3 Tiempo de retorno de la inversión.	31
1.5 Equipos especiales para el análisis de calidad de energía.....	32
1.5.1 Analizador de redes.....	32
1.5.2 Luxómetro.....	33
1.5.3 Medidor de resistencia de aislamiento.....	34

1.6	Impacto ambiental.....	36
2.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA INDUSTRIAL ELECTRIC	38
2.1	Antecedentes de la Empresa Industrial Electric.....	38
2.2	Levantamiento de planta física	43
2.3	Levantamiento Planta Física de la Empresa Industrial Electric.....	45
2.3.1	Levantamiento de maquinarias de la Empresa Industrial Electric.....	45
2.3.2	Levantamiento de luminarias de la Empresa Industrial Electric.....	46
2.3.3	Levantamiento de equipos de climatización de la Empresa Industrial Electric.....	57
2.3.4	Diagrama Unifilar.....	64
2.4	Medición energética con analizador de energía Metrel MI2892 días 11 y 12 de octubre.....	66
2.5	Prueba de aislamiento a alimentadores principales con medidor de aislamiento Metrel MI3210.....	68
2.6	Consumo energético de la empresa según facturas de la distribuidora EDESUR meses julio, agosto y septiembre.....	70
2.6.1	Régimen tarifario.....	70
2.6.2	Histograma de consumo según facturas de la distribuidora EDESUR meses julio, agosto y septiembre.....	71
2.6.3	Penalización por Factor de Potencia según facturas de la distribuidora EDESUR meses julio, agosto y septiembre.....	75
2.6.4	Penalización por Potencia máxima en períodos sucesivos de 15 minutos según facturas de la distribuidora EDESUR meses julio, agosto y septiembre.....	76
2.7	Frecuencia de mantenimiento de equipos	77
3.	ESTRATEGIAS TÉCNICO-ECONÓMICAS DEFINIDAS.....	85
3.1	Banco de capacitores.....	85
3.1.1	Justificación técnica.....	85
3.1.2	Justificación económica.....	86
3.2	Limitador de Potencia	87
3.2.1	Justificación técnica.....	87
3.2.2	Justificación económica.....	88
3.3	Sustitución de lámparas fluorescentes por lámparas LED.....	90
3.3.1	Justificación técnica.....	90
3.3.2	Justificación económica.....	99

3.4	Sustitución de Chiller existente de 10 toneladas a 5 toneladas del área de recepción y salón de conferencias.....	101
3.4.1	Justificación técnica.....	101
3.4.2	Justificación económica.....	103
3.5	Sustitución conductores principales A-12, A-17, A-20	105
3.6	Aumento de frecuencia de mantenimiento a maquinarias	106
3.7	Formato esquematizado propuesto	107
	CONCLUSIÓN	112
	RECOMENDACIONES	115
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117
	APÉNDICE A	119
	APÉNDICE B	120
	ANEXOS	121

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Levantamiento de maquinarias de la empresa Industrial Electric.	45
Tabla 2. Levantamiento de luminarias de la empresa Industrial Electric.	46
Tabla 3. Levantamiento de equipos de climatización.	57
Tabla 4. Corrida de climatización de oficinas administrativas parte 1.	58
Tabla 5. Corrida de climatización de oficinas administrativas parte 2.	59
Tabla 6. Corrida de climatización de oficinas administrativas parte 3.	60
Tabla 7. Corrida de climatización de recepción y salón de conferencias parte 1.	61
Tabla 8. Corrida de climatización de recepción y salón de conferencias parte 2.	62
Tabla 9. Corrida de climatización de recepción y salón de conferencias parte 3.	63
Tabla 10. Datos de medición de resistencia de aislamiento conductor A12.	68
Tabla 11. Datos de medición de resistencia de aislamiento conductor A17.	69
Tabla 12. Datos de medición de resistencia de aislamiento conductor A20.	69
Tabla 13. Factor de Potencia - Penalización meses agosto, septiembre y octubre.	75
Tabla 14. Datos de maquinaria No. 1. (Industrial Electric, 2016).	77
Tabla 15. Tareas y frecuencia de mantenimiento maquinaria No. 1. (Industrial Electric, 2016).	78
Tabla 16. Datos de maquinaria No. 2. (Industrial Electric, 2016).	78

Tabla 17. Tareas y frecuencia de mantenimiento maquinaria No. 2. (Industrial Electric, 2016).	78
Tabla 18. Datos de maquinaria No. 3. (Industrial Electric, 2016).	79
Tabla 19. Tareas y frecuencia de mantenimiento maquinaria No. 3. (Industrial Electric, 2016).	79
Tabla 20. Datos de maquinaria No. 4. (Industrial Electric, 2016).	79
Tabla 21. Tareas y frecuencia de mantenimiento maquinaria No. 4. (Industrial Electric, 2016).	80
Tabla 22. Datos de maquinaria No. 5. (Industrial Electric, 2016).	80
Tabla 23. Tareas y frecuencia de mantenimiento maquinaria No. 5. (Industrial Electric, 2016).	80
Tabla 24. Datos de maquinaria No. 6. (Industrial Electric, 2016).	81
Tabla 25. Tareas y frecuencia de mantenimiento maquinaria No. 6. (Industrial Electric, 2016).	81
Tabla 26. Datos de maquinaria No. 7. (Industrial Electric, 2016).	81
Tabla 27. Tareas y frecuencia de mantenimiento maquinaria No. 7. (Industrial Electric, 2016).	82
Tabla 28. Datos de maquinaria No. 8. (Industrial Electric, 2016).	82
Tabla 29. Tareas y frecuencia de mantenimiento maquinaria No. 8. (Industrial Electric, 2016).	83
Tabla 30. Histograma de mantenimiento. (Industrial Electric, 2016).	83
Tabla 31. Valores de potencia divisados por medidor de distribuidora.	85
Tabla 32. Cálculos para banco de capacitores propuesto.	85

Tabla 33. Inversión banco de capacitores propuesto.	86
Tabla 34. Análisis de retorno de inversión de banco de capacitores. ...	86
Tabla 35. Lista de materiales de sistema limitador de potencia propuesto.	88
Tabla 36. Inversión sistema limitador de potencia propuesto.	88
Tabla 37. Análisis de retorno de inversión de sistema limitador de potencia.	89
Tabla 38. Leyenda de retorno de inversión de sistema limitador de potencia.	89
Tabla 39. Nivel de iluminación recomendado según tipo de actividad (IESNA, 2009).	91
Tabla 40. Datos de luminaria propuesta. ...	93
Tabla 41. Inversión sustitución de luminarias a tecnología LED. ...	99
Tabla 42. Análisis de retorno de inversión sustitución de luminarias a tecnología LED.	99
Tabla 43. Datos de sistema de climatización propuesto. ...	102
Tabla 44. Inversión sustitución de sistema de climatización propuesto.	103
Tabla 45. Análisis de retorno de inversión sustitución de sistema de climatización propuesto.	103
Tabla 46. Leyenda de análisis de retorno de inversión sustitución de sistema de climatización propuesto.	104
Tabla 47. Variables que afectan económicamente a la empresa debido a mal manejo energético. ...	114
Tabla 48. Inversión total en soluciones propuestas. ...	114

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Valores pico de una señal (Enríquez, p. 65, 2005).	11
Figura 2. Valor Máximo, Valor Eficaz (Sacerdoti, p.98, 2014).....	12
Figura 3. Representación de 5to armónico (Análisis de calidad de energía, p.161, 2012).....	16
Figura 4. Transitorios de tensión (Análisis de calidad de energía, p.163, 2012)...	16
Figura 5. Desequilibrio trifásico (Análisis de calidad de la energía, p.165, 2012).	17
Figura 6. Analizador de calidad de energía MI 2892 METREL (Análisis de calidad de la energía, p. 188, 2012).....	32
Figura 7. Medidor de parámetros microclimáticos MI 6201 METREL (Análisis de calidad de la energía, p.208, 2012).....	33
Figura 8. Medidor de resistencia de aislamiento MI 3210 (Medidores de aislamiento, continuidad y tierras en alta tensión, p.148, 2012).....	34
Figura 9. Organigrama de la empresa (Industrial Electric, 2014).....	42
Figura 10. Plano arquitectónico de primer nivel de la empresa Industrial Electric. ...	43
Figura 11. Plano arquitectónico de segundo nivel de la empresa Industrial Electric.	44
Figura 12. Cantidad y tipo de luminarias existentes en primer nivel. ...	47
Figura 13. Ubicación de luminarias existentes en primer nivel.	48
Figura 14. Simulación de efecto de iluminación en 3D de primer nivel.	49
Figura 15. Simulación de colores falsos en 3D de primer nivel.	50

Figura 16. Simulación de isolíneas de primer nivel.	51
Figura 17. Cantidad y tipo de luminarias existentes en segundo nivel.	52
Figura 18. Ubicación de luminarias existentes en segundo nivel.	53
Figura 19. Simulación de efecto de iluminación con luminarias existentes en 3D de segundo nivel.	54
Figura 20. Simulación de colores falsos en 3D con luminarias existentes de segundo nivel.	55
Figura 21. Simulación de isolíneas con luminarias existentes de segundo nivel.	56
Figura 22. Unifilar de la empresa Industrial Electric.	65
Figura 23. Voltajes Máximos x Horas Periodo Analizado.	66
Figura 24. Factor de Potencia Máximo x Horas. ...	66
Figura 25. Potencia Total x Horas x Día Analizado.	67
Figura 26. Día de la Potencia Máxima. ...	67
Figura 27. Factura eléctrica de mes de agosto. (Industrial Electric, 2016).	72
Figura 28. Factura eléctrica de mes de septiembre. (Industrial Electric, 2016).	73
Figura 29. Factura eléctrica de mes de octubre. (Industrial Electric, 2016).	74
Figura 30. Maquinaria No. 1. (Industrial Electric, 2016).	77
Figura 31. Maquinaria No. 2. (Industrial Electric, 2016).	78
Figura 32. Maquinaria No. 3. (Industrial Electric, 2016).	79
Figura 33. Maquinaria No. 4. (Industrial Electric, 2016).	80
Figura 34. Maquinaria No. 5. (Industrial Electric, 2016).	80
Figura 35. Maquinaria No. 6. (Industrial Electric, 2016).	81

Figura 36. Maquinaria No. 7. (Industrial Electric, 2016).	82
Figura 37. Maquinaria No. 8. (Industrial Electric, 2016).	82
Figura 38. Luminarias propuestas de tecnología LED. (Sylvania, p.75, 2016).....	93
Figura 39. Cantidad y tipo de luminarias propuestas en primer nivel.	94
Figura 40. Simulación de colores falsos en 3D con luminarias propuestas de primer nivel.	95
Figura 41. Simulación de isolíneas con luminarias propuestas de primer nivel. ..	96
Figura 42. Simulación de colores falsos en 3D con luminarias propuestas de segundo nivel.	97
Figura 43. Simulación de Isolíneas con luminarias propuestas de segundo nivel. ..	98
Figura 44. Leyenda de análisis de retorno de inversión sustitución de luminarias a tecnología LED.	99
Figura 45. Unidad condensadora propuesta. (Carrier, p.45, 2012).....	102
Figura 46. Unidad manejadora propuesta. (Carrier, p.1, 2013).....	102

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Fotos de levantamiento de maquinarias.	121
Anexo 2. Fotos de levantamiento de equipos de climatización.	122
Anexo 3. Corrida térmica completa de oficinas administrativas.	123
Anexo 4. Corrida térmica completa de salón de conferencias y recepción.	128
Anexo 5. Datos de prueba de resistencia de aislamiento con equipo Metrel MI 3210.	133

INTRODUCCIÓN

Desde su descubrimiento en 1752 la electricidad ha sido una de las fuentes más importantes para el hombre y su desarrollo, siendo esta hoy en día utilizada en casi todos los ámbitos que involucran al ser humano.

A partir de la revolución industrial a mitad del siglo XVIII la sociedad se vió en la necesidad de aumentar la demanda de este recurso, por la introducción de maquinarias en los procesos industriales. Este hecho a su vez incrementó las pérdidas eléctricas, contribuyendo a que la calidad de la energía de los sistemas de suministro se vea afectada.

La calidad de energía es un conjunto de medidas teóricas y prácticas para optimizar en lo posible el rendimiento de la energía consumida por los equipos y dispositivos eléctricos utilizados en todos los ámbitos. Dicho de otro modo, obtener mejoras productivas o que tengan que ver con la calidad de los servicios prestados, reduciendo la potencia y energía eléctrica demandada de la red.

En la República Dominicana la deficiencia energética representa un problema común dentro de las empresas, principalmente las que utilizan maquinarias de tipo industrial en su ámbito de operación diaria. Esta problemática da como resultado gastos económicos variantes e incalculables, mal funcionamiento de equipos, sustituciones prematuras de componentes, entre otros fenómenos.

El sistema eléctrico está en esencia compuesto por la generación, transmisión y distribución y cabe resaltar, que, en el caso de la República Dominicana, según el periódico hoy, las pérdidas eléctricas generales promedio se traducen en el 33% de la energía inyectada al sistema.

La consecuencia más perjudicial de esta situación son los altos costos de la energía que recaen sobre los usuarios, principalmente las industrias ya que estas poseen altas demandas de electricidad. Otra de las consecuencias es que el suministro de electricidad posee fluctuaciones y distorsiones armónicas de las ondas de voltaje y corriente. Es decir, al tener grandes perturbaciones, los equipos de los usuarios se ven seriamente afectados en su funcionamiento, en ocasiones produciendo fallas irreparables.

En el caso de estudio las penalizaciones en la empresa Industrial Electric han alcanzado costos superiores a los RD\$10,000 mensualmente, al extremo que en el año 2015 el 15% del presupuesto de la empresa fue destinado a la reparación y sustitución de equipos electrónicos e industriales, gasto inesperado debido a que no se contemplaba para esos fines.

La intención de este estudio es poder brindar una propuesta que sirva de solución a la deficiencia energética en la empresa, mediante la aplicación de herramientas que ayuden a la identificación y corrección de estos fenómenos.

Por otro lado, se espera generar un formato esquematizado de los pasos para corregir la problemática, que a su vez pueda ser implementado en cualquier tipo de instalación que presente condiciones similares.

La empresa Industrial Electric ubicada en la zona Industrial de Herrera de la ciudad de Santo Domingo presenta un déficit energético, esto se evidencia a través ciertos de factores que pueden dividirse en dos vertientes, tangibles e intangibles, entre los tangibles se puede mencionar: calentamientos en los conductores, parpadeos en las luces, paro y mal funcionamiento de maquinarias, entre otros. Mientras que los intangibles son bajo factor de potencia, bajadas excesivas de voltaje, entre otros. Estos síntomas se reflejan en costos elevados en la factura eléctrica, pérdida de aislamiento en los conductores, remplazos prematuros de equipos y maquinarias, y funcionamiento ineficiente de los mismos.

Los propietarios de la empresa se encuentran intranquilos ya que estos fenómenos obligan a que los altos costos por la facturación y cambio de maquinarias incidan sobre el precio final de los productos, restando competitividad a la fábrica y reduciendo sus ventas drásticamente. Es la intención de este trabajo, como objetivo específico presentar una propuesta que sirva de alternativa de solución a la deficiencia energética en la empresa Industrial Electric con la finalidad de reducir los costos de facturación eléctrica.

Con la calidad de energía que contribuye a la sostenibilidad del sistema, se reducen los costes económicos y se obtienen mejoras en la gestión técnica, limitando en gran medida apagones, paradas de procesos, etc.

Para alcanzar dicho objetivo será necesario realizar las siguientes tareas:

- Evaluar el diseño e instalación del sistema eléctrico actual de la empresa en su totalidad.

- Resaltar los principales problemas que inciden en la pérdida de energía en el diseño eléctrico actual de la empresa.
- Elaborar un nuevo diseño eléctrico de la empresa que tome en cuenta las posibles soluciones a la deficiencia energética en la empresa.
- Establecer un procedimiento de control energético continuado que conlleve a la planificación energética, desde un punto de vista predictivo y no correctivo.
- Elaborar un formato estandarizado para evaluar deficiencia energética en la empresa Industrial Electric y otras.

El presente trabajo consta de una introducción, tres capítulos, donde el capítulo I versará sobre... antecedentes histórico energético, el capítulo II trata sobre análisis de los indicadores de eficiencia energética y finalmente el capítulo III sobre las propuestas técnico-económicas como solución a los problemas definidos, y conclusiones y recomendaciones, anexos y bibliografía.

La metodología y técnicas de la investigación para realizar el presente trabajo será una combinación de tipo exploratoria y cuantitativa, ya que se necesitará hacer un levantamiento de la instalación a los fines de registrar los parámetros necesarios para determinar cuáles anomalías presenta la red o sistema eléctrico de la empresa bajo la consideración de la calidad y eficiencia energética, con equipos especiales que brinden la información. Las técnicas a utilizar en el desarrollo de esta investigación serán la observación directa y participante, listas de chequeos de datos y bibliografía relativa a la temática.

CAPÍTULO 1

1. CALIDAD DE ENERGÍA

1.1 Antecedentes

Es importante conocer cómo surge el concepto de calidad de energía y cuáles fueron los factores para que sea tomada en cuenta esta temática, el primer factor fue el efecto de parpadeo de las luminarias de alumbrado público. “Para 1893 la primera generación de corriente alterna, a 25 Hz, utilizada para alumbrado público, produce un efecto que se conoce como "Flicking"; que consiste en que el ojo humano puede detectar variaciones rápidas de la iluminación. Este efecto produce daños en la visión. Para reducir este efecto, en Estados Unidos, se subió la frecuencia de la corriente alterna de 25 Hz a 60 Hz, y se dictaminó como norma para todos los sistemas de generación americanos” (1).

En 1904 con el desarrollo del osciloscopio de rayos catódicos, entre 1904 y 1931, se confirma la forma de la corriente alterna, forma sinusoidal, como se había previsto desde 1892. Hoy en día el osciloscopio permite verificar la calidad de la forma de onda del voltaje de corriente alterna.

“La primera norma que define la calidad que debe tener la onda de voltaje de corriente alterna se publica en 1936 por la IEEE. Esta publicación, fue

“american standards for electrical rotating machinery, electrical standards committee. American standards association, 1936” (2).

Entre los años 1940 y 1950 el desarrollo de la electrónica de potencia llevó a la masificación del uso de múltiples equipos como radios, televisores, computadoras, etc. Estos equipos, en el tema de la calidad de la energía, se conocen con el nombre de "cargas sensibles", debido a que para su buen funcionamiento requerían una onda de tensión muy buena y un voltaje muy preciso. Al mismo tiempo creaban deformación de las ondas de voltaje y corriente, afectando la calidad de la potencia. Desde entonces se desarrollaron técnicas para garantizar la calidad del suministro de energía, a lo que en la actualidad se refiere como calidad de energía.

1.2 Normas referentes a eficiencia energética

Las normas de la calidad de la potencia establecen los acuerdos entre las empresas de la energía, los usuarios y los fabricantes de los equipos para que, entre todos se establezca un mismo vocabulario, una misma manera de calificar la calidad de la energía eléctrica y unos intervalos para garantizar un buen funcionamiento de los equipos de los usuarios.

En 1996 la IEC comenzó los estudios para publicar más adelante su colección de normas IEC 61000, referentes a la calidad de la energía.

“La EN 50160 es una de las normas más importantes en el campo de la calidad de la energía que define, describe y especifica las características principales de la tensión en las terminales de suministro de un usuario en redes de distribución pública de baja y media tensión bajo condiciones normales de funcionamiento. La norma describe los límites o valores de permanencia de la tensión dentro del conjunto de la red de distribución pública y no describe la situación típica que experimenta un usuario individual en la red” (3).

Otras de las normas más importantes referentes a la calidad de energía es la norma ISO-50001 que se preocupa por brindar a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético, conteniendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía. La implementación de esta Norma Internacional está destinada a acarrear a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales relacionados, así como la reducción de los costos de la energía a través de una gestión sistemática de la energía al valor mínimo posible sin afectar las operaciones ni la comodidad del personal de la organización. La norma fue diseñada de forma tal que pueda ser aplicada a organizaciones indistintamente del tipo o tamaño, independientemente de sus condiciones geográficas, culturales o sociales.

La norma especifica los requisitos de un sistema de gestión energética a partir del cual se puede desarrollar e implementar una política energética y establecer objetivos, metas y planes de acción que tengan en cuenta los requisitos legales y la información relacionada con el uso significativo de la energía.

El Desempeño Energético según esta norma puede definirse como la relación de los resultados al aplicar la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo energético.

La norma ISO 50001 establece las siguientes notas al respecto:

- Nota 1: En el contexto de los sistemas de gestión de la energía los resultados pueden medirse respecto a la política, objetivos, metas energéticas y otros requisitos de desempeño energético.
- El desempeño energético forma parte de los componentes del desempeño de un sistema de gestión de la energía.

Los indicadores de desempeño energético según esta norma, son los que representan un valor cuantitativo o medida del desempeño energético, pueden ser un simple parámetro, una simple relación o un modelo complejo. Algunos ejemplos son el consumo de energía por personal empleado, consumo de energía por unidad de producción y modelos multi-variables. Estos se pueden elegir de forma tal que informen el desempeño energético del tipo de operación de la organización. Estos se deben actualizar cuando se produzcan actividades de la instalación en cuestión o en las líneas base que afecten los parámetros que la conforman.

1.3 Parámetros de calidad de energía

1.3.1 Conceptos básicos.

Voltaje.

El voltaje, tensión o diferencia de potencial es la presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza electromotriz (FEM). Sobre las cargas eléctricas o electrones en un circuito eléctrico cerrado, para que se establezca el flujo de una corriente eléctrica (4).

Corriente Eléctrica.

Lo que se conoce como corriente eléctrica no es otra cosa que la circulación de cargas o electrones a través de un circuito eléctrico cerrado, que se mueven siempre del polo negativo al polo positivo de la fuente de suministro de fuerza electromotriz (FEM) (5).

Frecuencia.

La frecuencia es la cantidad de ciclos completos en una corriente eléctrica y se calculan por segundo, la unidad para medir estos ciclos es el Hertz (Hz) (6).

Forma de onda.

La define su expresión matemática, y es la representación temporal de la misma. En el caso de la onda de alimentación de tensión esta expresión es: la forma de la onda que depende del tipo de cargas que se alimentan de ella, pudiendo producir importantes deformaciones en la onda (7).

Valor de pico (V_p).

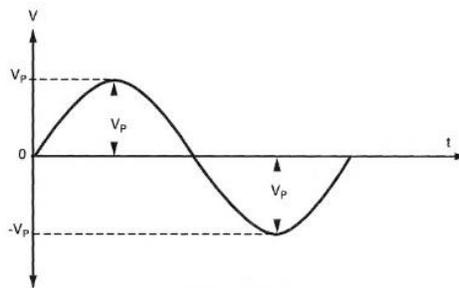


Figura 1. Valores pico de una señal (Enríquez, p. 65, 2005).

Valor máximo que alcanza la señal. Es un valor de suma importancia, ya que todos los ordenadores, variadores de velocidad, y en general cualquier equipo con rectificadores o fuentes de alimentación utilizan este valor de pico para alimentar sus circuitos internos.

un trabajo supone la transformación o transmisión de energía del agente que lo realiza. Por este motivo, las unidades de energía y de trabajo son las mismas, es decir, la unidad de energía en el Sistema Internacional es el joule. La capacidad de realizar trabajo puede ser debida a distintas causas y, por tanto, existirán diversas formas de energía: cinética, potencial, eléctrica, nuclear, etc.” (10).

En cuanto a energía eléctrica, se define entonces como la capacidad que tiene la corriente eléctrica junto al voltaje y los demás parámetros a realizar trabajo.

Es posible clasificar la energía según sus disponibilidades en energía renovables y no renovables, las primeras son aquellas cuya fuente primaria es inagotable, debido a que llega de la naturaleza, por ejemplo, solar, hidráulica, eólica, geotérmica, marinas etc. Mientras que las segundas, son aquellas que existen en la naturaleza, pero a una cantidad limitada y agotable con el tiempo, por ejemplo, el carbón, el petróleo, el gas natural y el uranio.

Tomando como referencia la utilización, se puede clasificar la energía en primaria, secundaria y útil.

Energía primaria: Se encuentra directamente en la naturaleza y no han sufrido ninguna transformación.

Energía secundaria: referida comúnmente como energía final, se obtiene a partir de transformaciones de la energía primaria. Ejemplos de esta categoría son la electricidad, la gasolina, y el calor.

Energía útil: es la que obtiene el consumidor después de la última conversión realizada por sus propios equipos de demanda, como por ejemplo la energía mecánica gastada en un motor o la energía luminosa en una bombilla.

1.3.3 Potencia Eléctrica.

La cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un momento determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio (watt) (11).

1.3.3.1 Potencia Activa.

Es la que se aprovecha como potencia útil. También se llama potencia media, real o verdadera y es debida a los dispositivos resistivos. Su unidad de medida en el vatio (W) (12).

1.3.3.2 Potencia Aparente.

Es la potencia total consumida por la carga y es el producto de los valores eficaces de tensión e intensidad. Su unidad de medida es el voltamperio (VA) (13).

1.3.3.3 Potencia Reactiva.

Es la potencia que necesitan las bobinas y los condensadores para generar campos magnéticos o eléctricos, pero que no se transforma en trabajo efectivo, sino

que fluctúa por la red entre el generador y los receptores. Su unidad de medida es el voltamperio reactivo (VAr) (14).

1.3.4 Factor de potencia.

Cociente entre la potencia activa y la potencia aparente, que es coincidente con el coseno del ángulo entre la tensión y la corriente cuando la forma de onda es sinusoidal pura (15).

1.3.5 Compensación de factor de potencia.

“La compensación de potencia reactiva en una instalación eléctrica constituye una de las principales formas de hacer más eficiente el uso de la energía eléctrica, ya que compensando parcial o totalmente ésta en un sistema, se reducen considerablemente las acciones negativas, todo esto traduciéndose en favorecer la eficiencia del consumo energético, amplía la capacidad de la generación de energía, optimiza el diseño de la instalación, aumenta la durabilidad de conductores y maquinas eléctricas, mejora la calidad del suministro eléctrico, reduce la producción de gases de efecto invernadero y se obtiene un ahorro económico en la facturación de la energía eléctrica.

Existen diferentes métodos para mejorar el factor de potencia, los mismos van desde el uso de condensadores para compensar el carácter inductivo de un sistema eléctrico, en lo que constituye la forma más básica de compensación inductiva y el uso de motores síncronos en caso de compensar el carácter capacitivo de un

sistema eléctrico, normalmente utilizando en subestaciones de alta tensión para compensar el efecto capacitivo de líneas de transmisión” (16).

1.3.6 Armónicos.



Figura 3. Representación de 5to armónico (Análisis de calidad de energía, p.161, 2012).

Los armónicos son distorsiones de las ondas sinusoidales de tensión y/o corriente de los sistemas eléctricos, debido al uso de cargas con impedancia no lineal, a materiales ferro-magnéticos, y en general al uso de equipos que necesiten realizar conmutaciones en su operación normal (17).

1.3.7 Flickers.

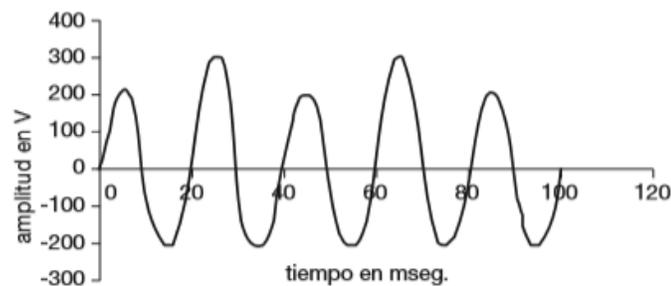


Figura 4. Transitorios de tensión (Análisis de calidad de energía, p.163, 2012).

“Se dice que hay fluctuaciones de tensión cuando se producen series de variaciones periódicas o series de cambios aleatorios en la tensión de la red eléctrica. Su efecto más perceptible es el parpadeo de la luminosidad en las lámparas. La percepción de la variación de la luminosidad de una lámpara experimentada por el ojo humano, causado por fluctuaciones de tensión, es lo que se denomina “Flickers”.”

1.3.8 Balance de carga.

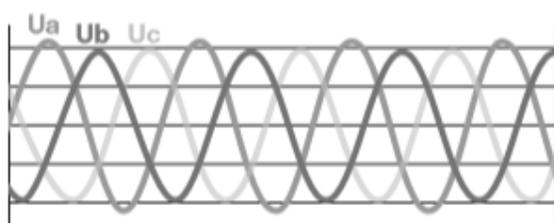


Figura 5. Desequilibrio trifásico (*Análisis de calidad de la energía*, p.165, 2012).

Al momento de diseñar e instalar cualquier sistema eléctrico se busca que todas las cargas estén equitativamente distribuidas para cada fase del sistema, es decir que, si en un sistema trifásico existen 3 cargas monofásicas, es deseado que se coloque cada carga en la fase A, fase B y fase C respectivamente. Atendiendo al principio matemático que explica que para un circuito cualquiera se cumple que, en todo instante, la suma algebraica de la potencia absorbida por todos sus elementos es siempre igual a cero (18).

Se permite hasta un 5% de desbalance entre fase y fase en potencia instalada según la Norma NEC 2004- venezolana.

1.3.9 Luminotecnia.

La luminotecnia son un conjunto de los conocimientos tecnológicos y técnicos relativos a la iluminación ambiental. Se aplica de manera específica a diversos ámbitos, en función de los efectos que se desean obtener, ya sean industriales, comerciales o artísticos. La luminotecnia de la iluminación cromática se aplica sobre todo a la iluminación espectacular (19).

Según la Norma UNE-EN 60598-1, se define Luminaria como aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de lámparas, (excluyendo las propias lámparas) y, en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación. Lo cuales están compuestas por:

- Armadura o carcasa de soporte.
- Equipo eléctrico o lámparas.
- Reflectores difusores.
- Filtros

1.3.9.1 Flujo luminoso.

Flujo luminoso (ϕ) Energía luminosa emitida por unidad de tiempo. Su unidad es el lumen (lm). Su valor viene dado por el fabricante, y su rendimiento es la relación entre el flujo que emite y la potencia que consume.

1.3.9.2 Calidad de la iluminación.

El lumen (símbolo: lm) es la unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso, una medida de la potencia luminosa emitida por la fuente.

1.3.9.3 Intensidad luminosa.

Intensidad luminosa es el flujo luminoso emitido en una dirección dada por unidad de ángulo sólido (estereorradián). Su unidad es la candela (cd). Unidad patrón del S.I.

1.3.10 Climatización.

1.3.10.1 Calor.

El calor es una magnitud física, susceptible de medida, pero poco tangible, no perceptible directamente por los sentidos y difícil de definir con precisión. A la luz de la física moderna, puede identificarse el calor, con la fuerza viva, energía cinética o de movimiento.

Las moléculas de cualquier sólido vibran respecto al punto en que teóricamente están localizadas, y las moléculas de los fluidos (líquidos o gases, más libres) evolucionan y se desplazan constantemente. La energía de este movimiento molecular es la que se traduce en energía térmica o calor, que se puede transmitir de unos cuerpos a otros.

El calor es una forma de energía, y como tal es capaz de engendrar trabajo que se puede expresar mediante el producto de una cantidad de calor; y por una intensidad: temperatura.

1.3.10.2 Temperatura.

El concepto de temperatura es más tangible. El sentido del tacto indica si un cuerpo está más caliente que otro, pero tales sensaciones comparativas son imprecisas y no se pueden considerar una medida física (20).

1.3.10.3 Confort térmico.

Se refiere a la sensación de bienestar de una persona cuando está expuesto a temperaturas, humedad, y velocidad del flujo de aire que subjetivamente encuentra agradable, es considerado psicológico, sin embargo, es muy importante al momento del diseño de un sistema de climatización, tomando en cuenta la temperatura exterior, la actividad a realizar en la zona climatizada, incidencia de los rayos del sol, entre otros factores.

1.3.11 Acondicionadores de aire.

Se entiende por aire acondicionado a la condición del aire tratado en temperatura (calentándolo o enfriándolo), en humedad (humidificación o deshumidificación), en

pureza (eliminación de contaminantes indeseables) y suministrado al ambiente con una impulsión adecuada y una distribución uniforme.

El acondicionamiento debe realizar el control adecuado del aire con el mayor aprovechamiento de la energía posible, brindando las condiciones de bienestar requeridas, calefacción-refrigeración, humectación-deshumectación, filtrado y circulación adecuada.

Con el fin de proporcionar durante todo el año, condiciones saludables y de bienestar, tanto en ambientes habitados por personas como en otros destinos especiales (21).

Entre los conceptos a manejar dentro de los acondicionadores de aire se tiene la unidad de medida de calor BTU por sus siglas en inglés British thermal unit, que es la cantidad de calor que se necesita para aumentar la temperatura de 1 libra de agua un grado Fahrenheit. Normalmente se utiliza el término para medir la cantidad de calor que se puede remover en un espacio, esto para dimensionar los sistemas de climatización (22).

Otro de los términos más utilizados es Toneladas de refrigeración RT, que es la unidad corriente para medir la potencia de los equipos de refrigeración.

Se define la tonelada como la cantidad de calor necesaria para transformar en hielo a una temperatura de 273 grados Kelvin (ceros grados Celsius) una tonelada inglesa (2000 libras o 907 Kg) de agua a la misma temperatura en 24 horas.

Comúnmente se hace la conversión equivalente de BTU a Toneladas y a vatios, tal como se muestra a continuación. $1 \text{ RT} = 12,000 \text{ BTU} = 3.5 \text{ KW}$.

1.4 Orientación económica

1.4.1 Tarifa Eléctrica en República Dominicana (Resolución SEIC-237-98).

En la Republica Dominicana la Superintendencia de Electricidad considera que resulta necesario reglamentar las tarifas que serán aplicadas a las empresas concesionarias de distribución de energía, la resolución SEIC-237-98 establece el Régimen Tarifario del Servicio Público de Distribución y Comercialización de Electricidad, el que comprende las opciones tarifarias, sus condiciones de aplicación, y las fórmulas que establecen su estructura, para determinar las tarifas de suministro eléctrico en las zonas de servicio de las empresas distribuidoras EDE Norte, EDE Este y EDE Sur, las que operan bajo contrato de cesión con la Corporación Dominicana de Electricidad.

El artículo 2, estableciendo las opciones tarifarias y sus condiciones de aplicación, aclarando que los clientes podrán elegir libremente cualquiera de las opciones tarifarias que se describen más adelante, con las limitaciones establecidas en cada caso y dentro del nivel de tensión que les corresponda. Los distribuidores estarán obligados a aceptar la opción que los clientes elijan. Salvo acuerdo entre el cliente y el distribuidor, la opción tarifaria tomada por el cliente regirá por un plazo mínimo de doce meses consecutivos.

Opciones Tarifarias para Clientes en Baja Tensión.

Son clientes en baja tensión aquellos que están conectados con su empalme a Redes cuya tensión es inferior a 1,000 Volts.

- **Tarifa BTS: Tarifa Simple.**

Descripción:

La tarifa BTS, tarifa simple, comprende los siguientes cargos, que se sumarán en la factura o boleta del cliente:

- a) Cargo fijo mensual.
- b) Cargo por energía.

Aplicación de los cargos.

- a) Cargo fijo mensual. Es variable dependiendo del consumo del cliente, y se aplicará incluso si dicho consumo es nulo.
- b) Cargo por energía. Se obtendrá multiplicando los kilowatts-hora de consumo de energía por su precio unitario.

Limitaciones para optar a la tarifa BTS.

Sólo podrán optar a esta tarifa los clientes cuyo suministro se efectúe en baja tensión y su potencia conectada sea inferior a 10 kilowatts. Para controlar que el cliente no sobrepase dicha potencia, el distribuidor podrá exigirle la instalación de

un limitador de potencia de manera que se cumpla dicha condición, el que será de cargo del cliente.

Se entenderá por potencia conectada a la máxima potencia que el cliente puede demandar, dada la capacidad de su empalme.

- **Tarifa BTD: Tarifa con Potencia Máxima.**

Descripción:

La tarifa BTD comprende los siguientes cargos, que se sumarán en la factura o

Boleta del cliente:

- a) Cargo fijo mensual.
- b) Cargo por energía.
- c) Cargo por potencia máxima.

Aplicación de los cargos.

- a) Cargo fijo mensual. El valor correspondiente sea aplicará incluso si el consumo del cliente es nulo.
- b) Cargo por energía. Se obtendrá multiplicando los kilowatts-hora de consumo de energía por su precio unitario.
- c) Cargo por potencia máxima. Se obtendrá multiplicando la potencia máxima el cliente en kW por su precio unitario y se aplicará incluso si el consumo de energía es nulo.

Para aquellos clientes que tengan medidor simple de energía, la potencia máxima será igual a la potencia que tenga contratada con el distribuidor. Para aquellos clientes que tengan medidor de energía y demanda máxima, la potencia máxima será igual al mayor valor que resulte de compararla demanda máxima del mes con el promedio de las dos más altas demandas máximas mensuales registradas dentro de los últimos 12 meses.

Se entenderá por demanda máxima de un mes, el más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos, medidas durante las 24 horas de cada día del mes.

Los clientes que opten por esta tarifa y no tengan un medidor con indicación de demanda máxima, deberán contratar libremente una potencia máxima con el distribuidor, la que regirá por un plazo mínimo de un año. Durante dicho plazo, el cliente no podrá disminuir ni aumentar su potencia contratada sin el acuerdo del distribuidor. Al término de la vigencia anual de la potencia contratada, el cliente podrá contratar una nueva potencia.

Para garantizar que los clientes con potencia contratada no sobre pasen su valor contratado, el distribuidor podrá exigirle la instalación de un limitador de potencia especificado por ella misma, el que será de cargo del cliente. La potencia contratada que solicite el cliente deberá ceñirse a las capacidades de los limitadores disponibles en el mercado. Durante el período de vigencia de dicha potencia contratada, el cliente podrá hacer uso de ella en cualquier momento, sin restricciones.

- **Tarifa BTH: Tarifa Horaria.**

Descripción:

La tarifa comprende los siguientes cargos, que se sumarán en la factura o boleta del cliente:

- a) Cargo fijo mensual.
- b) Cargo por energía.
- c) Cargo por potencia máxima.
- d) Cargo por potencia máxima en horas de punta.

Aplicación de los cargos.

- a) Cargo fijo mensual. Es independiente del consumo del cliente y se aplicará incluso si dicho consumo es nulo.
- b) Cargo por energía. Se obtendrá multiplicando los kilowatts-hora de consumo de energía por su precio unitario.
- c) Cargo por potencia máxima. Se obtendrá multiplicando la potencia máxima del cliente en kilowatts por su precio unitario y se aplicará incluso si el consumo de energía es nulo.

Para aquellos clientes que tengan medidor sin indicador de demanda máxima, la potencia máxima será iguala la potencia máxima que tenga contratada con el distribuidor, y su contratación se registrá por el mismo procedimiento establecido para la contratación de potencia en la tarifa BTD.

Para aquellos clientes que tengan medidor con indicador de demanda máxima, la potencia máxima será igual al mayor valor que resulte de compararla demanda máxima del mes con el promedio de las dos más altas demandas máximas mensuales registradas dentro de los últimos 12 meses.

Se entenderá por demanda máxima de un mes, el más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos, medidas durante las 24 horas de cada día del mes.

- d) Cargo por potencia máxima en horas de punta. Se obtendrá multiplicando la potencia máxima en horas de punta del cliente en kilowatts por su precio unitario y se aplicará incluso si el consumo de energía es nulo. Para aquellos clientes que no tengan medidor con indicación de demanda máxima en horas de punta, la potencia máxima en horas de punta será igual a la potencia máxima que tenga contratada con el distribuidor durante las horas de punta.

Para aquellos clientes que tengan medidor con indicador de demanda máxima en horas de punta, la potencia máxima en horas de punta será igual al mayor valor que resulte de comparar la demanda máxima del mes en el horario de punta con el promedio de las dos más altas demandas máximas mensuales registradas en el horario de punta dentro de los últimos 12 meses.

Se entenderá por demanda máxima en horas de punta de un mes, el más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos, medidas durante las horas de punta de cada día del mes.

Para aquellos clientes que no tengan medidor con indicador de demanda máxima en horas de punta, la potencia máxima en horas de punta será igual a la potencia máxima en horas de punta que tenga contratada con el distribuidor, y su contratación se regirá por el mismo procedimiento establecido para la contratación de potencia en la tarifa BTD.

El monto de la potencia máxima contratada en horas de punta será el que solicite el cliente ciñéndose a las capacidades de los limitadores de potencia disponibles en el mercado. El distribuidor podrá instalar un reloj control o interruptor horario de manera tal que asegure que el monto de la potencia máxima contratada en las horas de punta no sea sobrepasado durante dicho horario. El valor de estas instalaciones será costado por el cliente.

Opciones Tarifarias para Clientes en Media Tensión.

Son clientes en media tensión aquellos que están conectados con su empalme a redes cuyo voltaje es inferior o igual a 34.5 kV y superior o igual a 1.000 Volts.

En media tensión regirán las tarifas MTD y MTH, que serán iguales en estructura y condiciones de aplicación a las tarifas BTD y BTH, respectivamente, difiriendo sólo en los precios unitarios correspondientes.

Los consumos correspondientes a clientes de media tensión podrán ser medidos en baja tensión, aplicándose en este caso sobre los cargos por energía y potencias de la tarifa correspondiente, un recargo por pérdidas de transformación iguala un 1%.

Opciones Tarifarias para Clientes en Alta Tensión.

A los clientes sujetos a regulación de precios abastecidos desde instalaciones en alta tensión, vale decir en voltajes mayores que 34.5 kV, se le aplicará una tarifa igual al precio de venta de la tarifa en media tensión MTD o MTH afectada a un descuento de 5% en el cargo por energía y de 36% en potencia.

Los consumos correspondientes a clientes de alta tensión podrán ser medidos en media tensión, aplicándose en este caso sobre los cargos por energía y potencias de la tarifa correspondiente, un recargo por pérdidas de transformación igual a un 1%.

Definición de las Horas de Punta.

En el ámbito de la presente resolución, se entenderá por horas de punta al período comprendido entre las 18:30 y las 23:00 horas de cada día del año.

Condiciones generales de aplicación de las tarifas.

Cuando en un período de facturación existan sub-períodos con distintos precios de energía y potencia, el consumo de energía de cada uno se determinará proporcionalmente a su duración, y se facturará con el precio de energía correspondiente, y la potencia se facturará con un precio de potencia promedio ponderado por la duración de cada sub-período.

Los montos de potencias contratadas de las tarifas BTB, BTH, MTD y MTH, como también la opción tarifaria elegida por el cliente, regirán por 12 meses y se entenderán renovados por igual período salvo aviso por escrito en contrario del

cliente con a lo menos 30 días de anticipación al vencimiento de dicho período o de cualquiera de sus renovaciones. La empresa deberá comunicar con 60 días de anticipación al cliente la fecha de término del período de 12 meses de aplicación de la tarifa que esté vigente. No obstante, el cliente podrá anticipadamente disminuir dichos montos o bien cambiar la opción tarifaria, comprometiéndose con el distribuidor el pago de los remanentes que tuviere por concepto de potencias máximas.

Todos los equipos de medida y otros dispositivos de control serán de cargo del cliente o bien provistos por éste. En este último caso, el distribuidor podrá rechazar los equipos y dispositivos que a su juicio no cuenten con el grado de confiabilidad requeridos.

Todos los conflictos que se susciten entre el distribuidor y los clientes con motivo de la interpretación o aplicación de las presentes condiciones de aplicación, y en los que no se haya logrado acuerdo entre las partes en un período de 60 días desde la presentación por escrito del reclamo del cliente, serán resueltos por la Superintendencia de Electricidad.

1.4.2 Penalización por factor de potencia.

Según la resolución de la Superintendencia de Electricidad (SIE) SEIC-237-98 redacta que la facturación por consumos efectuados a instalaciones cuyo factor de potencia medio mensuales inferior a 0.90, se recargará en un 1% por cada 0.01 en que dicho factor baje de 0.90.

1.4.3 Tiempo de retorno de la inversión.

Tiempo de Retorno de la Inversiones (TIR) este es el plazo o periodo de tiempo que se toma para recuperar en beneficios económicos la inversión hecha.

1.5 Equipos especiales para el análisis de calidad de energía

Estos son los equipos a utilizar para la obtención de los datos referentes a calidad de energía en la empresa. Una vez obtenidos los datos se procede al análisis de todos los valores resultantes que luego serán base de las soluciones a proponer.

1.5.1 Analizador de redes.

Analizador de calidad de energía, marca METREL, modelo MI 2892 POWER MASTER este es un instrumento capaz de analizar las propiedades de las redes eléctricas, especialmente aquellas propiedades asociadas con la reflexión y la transmisión de señales eléctricas.



Figura 6. Analizador de calidad de energía MI 2892 METREL (Análisis de calidad de la energía, p. 188, 2012).

Mediciones realizadas con este equipo:

- Tensión: TRMS, pico, factor de cresta (4 canales).
- Corriente: TRMS, pico, factor de cresta (4-canales).

- Potencia (activa, reactiva, aparente).
- Medidas de potencia según IEEE 1459 (activa, no activa, fundamental, armónicos, desequilibrio de cargas)
- Desequilibrio, medición de flicker (50Hz).
- Análisis de armónicos hasta el armónico 50, medición de la THD.
- Energía (activa, reactiva, generada, consumida).
- Captura y registro de eventos en el suministro eléctrico (desconexiones, interrupciones, subidas, caídas).
- Monitorización y registro de corrientes de arranque.
- Registro de sobretensiones transitorias.
- Análisis de la calidad de la energía según la normativa EN 50160.

1.5.2 Luxómetro.



Figura 7. Medidor de parámetros microclimáticos MI 6201 METREL (Análisis de calidad de la energía, p.208, 2012).

Luxómetro de la familia METREL, modelo MI 6201 es un instrumento de mano portátil y multifunción para la medición de parámetros microclimáticos, sonoros y luminosos, y es una herramienta de valor incalculable para monitorizar y evaluar las

condiciones ambientales en interiores conforme a las normativas nacionales y europeas.

Mediciones realizadas con este equipo:

- Temperatura del aire.
- Velocidad del aire.
- Humedad relativa.
- Iluminancia.

1.5.3 Medidor de resistencia de aislamiento.



Figura 8. Medidor de resistencia de aislamiento MI 3210 (Medidores de aislamiento, continuidad y tierras en alta tensión, p.148, 2012).

EL MI 3210 TeraOhmXA 10 kV es un instrumento portátil con un alto grado de protección, destinado para el diagnóstico de resistencia de aislamiento usando alta tensión de prueba DC hasta 10 kV. Debido a su robustez (protección CAT IV) y una

alta inmunidad a campos de RF irradiadas. Estos datos son tomados directamente de la página oficial del fabricante METREL.

Mediciones realizadas con este equipo:

- Medición de aislamiento.
- Prueba de diagnóstico (PI, DAR DD).
- Prueba de tensión escalonada.
- Prueba dieléctrica (DC) hasta 10 kV.
- Medida de frecuencia y tensión hasta 550 V TRMS.

1.6 Impacto ambiental

Impacto ambiental este es el efecto que produce las actividades del ser humano sobre el medio ambiente. La electricidad como tal es una “Energía limpia” pero solo a lo que respecta a su utilización. En cambio, su producción y transporte pueden traer consigo consecuencias negativas frente al medio ambiente. En este mismo ámbito de toda la emisión de dióxido de carbono en la Republica dominicana se tiene que resaltar la generación de electricidad ya que es la variable mayoritaria aportando un 50% de dióxido de carbón (Co₂) arrojado a la atmosfera según la publicación del periódico Hoy.

CAPÍTULO 2

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA INDUSTRIAL ELECTRIC

2.1 Antecedentes de la Empresa Industrial Electric

IE Industrial Electric S.A.S. nace en el 2002 fruto de una necesidad en el mercado de ensamble de productos eléctricos y manejo de potencia, se diferencia de las demás compañías por ofrecer productos con un grado de calidad que no se encontraba en el momento en Santo Domingo, República Dominicana.

En sus inicios, sólo manufacturaba para lo que era el consumo eléctrico de la primera compañía del Sr. José Odalis Mejía, denominada Instalaciones Eléctricas Mejía S.R.L. Luego se estructura un proyecto más ambicioso, que, aunque contaba con maquinarias rudimentarias, empezaba a perfilarse como una industria con buenos estándares de calidad y preocupada por la capacidad de sus colaboradores para la elaboración de los equipos.

Con vistas de perfeccionar la producción, en el 2003 se procedió a estructurar IE Industrial Electric S.A.S. con la adquisición de maquinarias industriales para el mecanizado de los materiales, tales como Dobladora, Cortadora, Punzadora Manual y pintura en polvo electroestática.

Dos años después, esta empresa manufacturera da un salto cualitativo en la industria con la integración de maquinaria de última generación como fue el horno

para la pintura electrostática en polvo, el cual fue el primero en su clase en una industria de manufactura de equipos eléctricos en el país. Asimismo, se compraron equipos de Control Numérico Computarizado (CNC) permitiendo un giro considerable en los procesos de producción desarrollándose en el mercado con productos y maquinarias de clase mundial.

Para IE Industrial Electric S.A.S. el 2006 se podría consagrar como el año en el que hace su lanzamiento oficial al mercado en materia publicitaria, al participar de la que fue la última Expo Eléctrica desarrollada en la República Dominicana. En esta actividad, la institución obtuvo una interesante respuesta por parte de sus competidores en el área, debido a que, en sólo 3 años había conseguido tener un sitio en el mercado eléctrico sin mayor publicidad que la de la satisfacción de sus clientes por la calidad de sus procesos manufactureros.

Años más tarde llegó el momento y la necesidad de ampliar las instalaciones; en el 2008 se comenzó a trabajar en lo que fueron los planes de la creación de un edificio y se fue estructurando gradualmente la nave, ampliando el espacio y mudando las maquinarias. Es entonces que se crean los procesos de forma más industrializada con un ciclo de innovación continua como filosofía.

En los 14 años con lo que cuenta actualmente, la corporación también se ha preocupado en la inversión en softwares de computación como SolidWorks, AutoCAD y plataformas que enlazan el lenguaje de SolidWorks con el de las máquinas automáticas.

Gracias a todas estas inversiones tanto en infraestructura, tecnología y capacitación, IE Industrial Electric S.A.S. no sólo ha logrado desarrollar una marca de renombre por su calidad a nivel nacional, sino que ha podido exportar sus productos a países como Puerto Rico, Guyana, Jamaica y Las Bahamas. Aumentando también su cartera de productos y ofertas a sus clientes en materia de manejo y distribución de potencia.

En sus inicios una compañía que contaba con sólo 4 colaboradores ahora es una nave industrial que maneja unos 57 empleados bajo una filosofía de mejora continua y que planea seguir creciendo y robusteciéndose en el mercado.

Aspectos estratégicos de la empresa.

Visión.

Ser la empresa líder en el mercado nacional en fabricación de todo lo concerniente a equipos eléctricos; logrando cumplir con las especificaciones de nuestros clientes, contando con un personal enfocado en los objetivos establecidos, demostrando nuestra alta calidad en los productos, funcionalidad y pronto tiempo de entrega.

Misión.

Somos una empresa de fabricación de paneles eléctricos, celdas, subestaciones y equipos de media y baja tensión; confiable, eficiente y ética; enfocada a satisfacer las necesidades de nuestros clientes mediante la implementación de la mejora continua, la aplicación de nuevas tecnologías y orientada por las normas del sector eléctrico.

Valores.

- Integridad: Compromiso de actuar apegados a ética, la honradez, la responsabilidad y la lealtad de la empresa.
- Empatía: Entendemos las necesidades de los clientes y somos proactivos en la búsqueda de soluciones. Entendemos las necesidades de los clientes y somos proactivos en la búsqueda de soluciones.
- Puntualidad: Nos caracterizamos por el pronto tiempo de entrega en nuestros productos
- Eficiencia: Mejoramos continuamos y optimizamos el uso de los recursos.

Política de calidad.

En IE Industrial Electric S.A.S. nos enfocamos en la mejora continua de nuestros procesos de fabricación de equipos eléctricos, comprometidos a brindar el mejor servicio y un pronto tiempo de entrega, logrando superar las expectativas de nuestros clientes.

Organigrama.

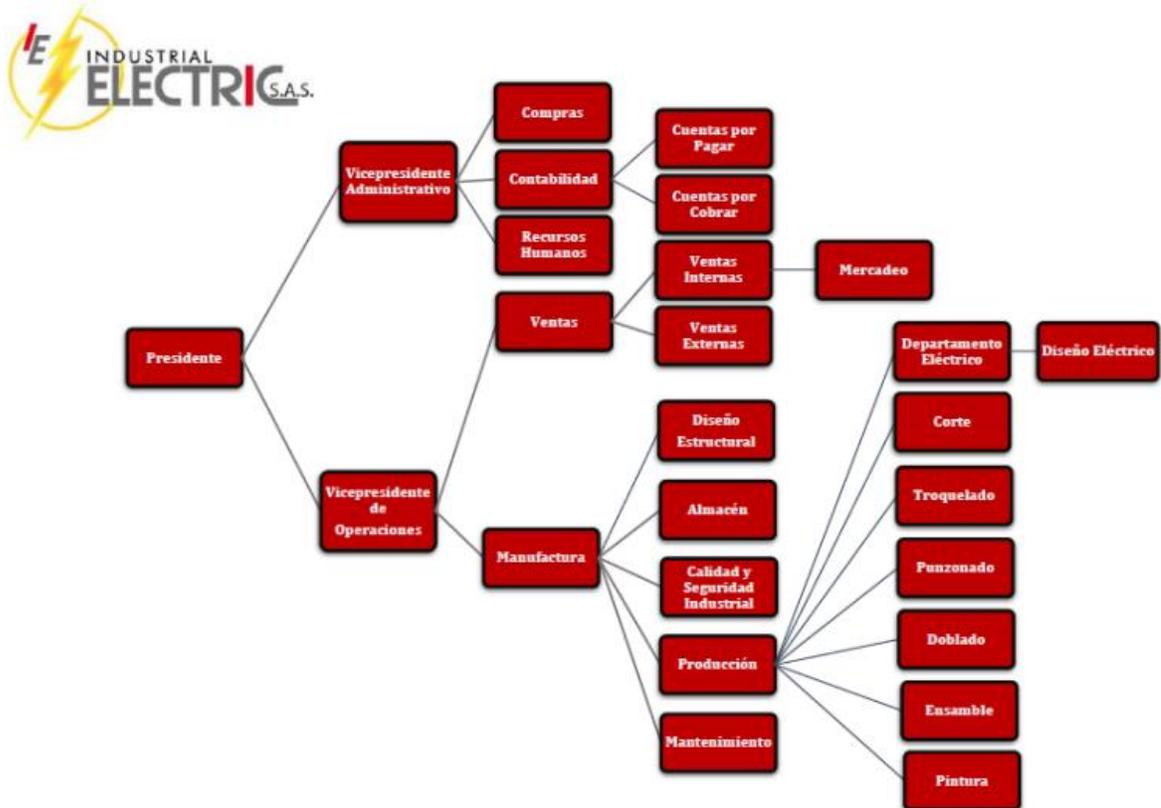


Figura 9. Organigrama de la empresa (Industrial Electric, 2014).

Actividad principal de la empresa.

IE Industrial Electric S.A.S. se especializa en la manufactura de equipos eléctricos de consumo industrial y residencial. Es una empresa dirigida por la familia Mejía Rosario, que elabora equipos de acuerdo a las solicitudes de los clientes (Make to Order), de modo que no cuenta con un inventario de producto terminado, listo para despachar. Su única localidad, cuenta con dos plantas de producción y un área administrativa, ambas con un total de 57 empleados.

2.2 Levantamiento de planta física

- Plano arquitectónico primer nivel.

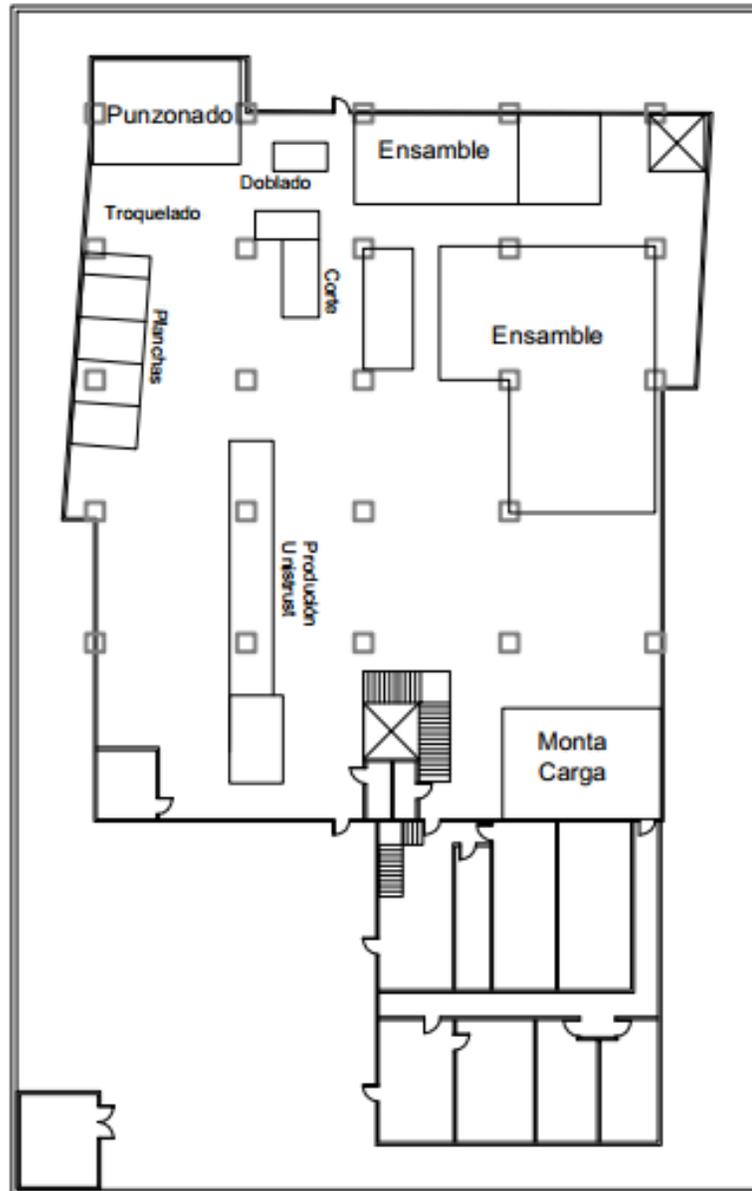


Figura 10. Plano arquitectónico de primer nivel de la empresa Industrial Electric. (Elaboración propia).

- Plano arquitectónico segundo nivel.

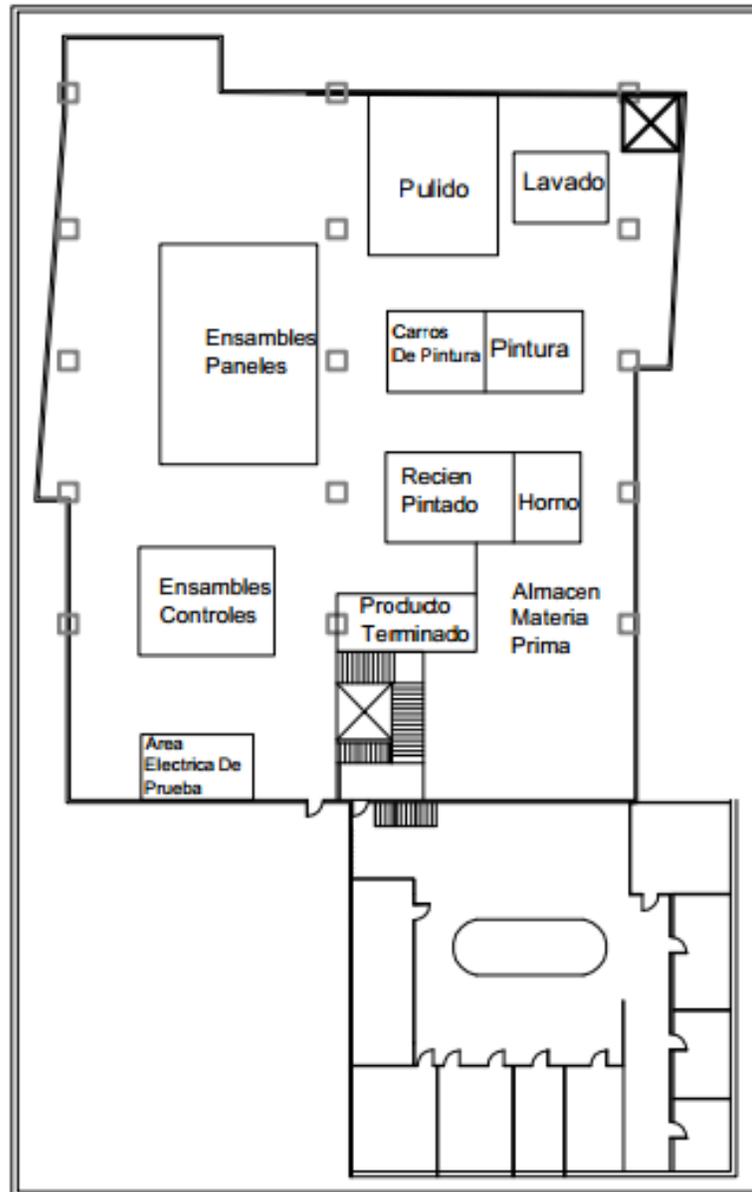


Figura 11. Plano arquitectónico de segundo nivel de la empresa Industrial Electric. (Elaboración propia).

2.3 Levantamiento Planta Física de la Empresa Industrial Electric

2.3.1 Levantamiento de maquinarias de la Empresa Industrial Electric.

Para analizar el tipo de cargas que están conectadas en el sistema de la industria, ver su comportamiento y resaltar cualquier mala práctica en su instalación, es necesario realizar un levantamiento de todas las maquinarias, recolectando datos de importancia como la potencia consumida, voltaje de alimentación entre otros.

A continuación, se presenta de manera resumida todos los equipos utilizados en la empresa. Además, en la sección de anexos están las fotografías realizadas en este levantamiento.

Levantamiento de Maquinarias									
ID	Descripción	Cantidad	Voltaje	Fases	Frecuencia	Potencia		Corriente (A)	Observación
						KW (PU)	KW TOTAL		
1	Carrete para rollos Metalicos Marca Chiefco	2	208	3	60 Hz	0.4	0.8	2.5	-
2	Troqueladora para Barras Unistrut Marca Chiefco	2	480	3	60 Hz	0.8	1.6	2.1	-
3	Dobladora de barras Unistrut Marca Liming	2	480	3	60 Hz	1.2	2.4	3.2	-
4	Cortadora de Planchas Metalicas Marca Haco	1	480	3	60 Hz	1.8	1.8	2.4	-
5	Cortadora de Planchas Metalicas Marca Stilmx	1	480	3	60 Hz	1.8	1.8	2.4	-
6	Dobladora de Planchas Metalicas Marca Haco	1	480	2	60 Hz	1.2	1.2	1.6	-
7	Dobladora de Planchas Metalicas Marca Astrida	1	480	3	60 Hz	1.3	1.3	1.7	-
8	Dobladora de Planchas Metalicas Marca Amada	1	208	3	60 Hz	1.2	1.2	3.7	-
9	Punzonadora de Planchas Metalicas Marca Haco	1	480	3	60 Hz	2.0	2.0	2.7	-
10	Maquinas de Soldar Marca Miller	6	208	2	60 Hz	1.2	7.2	22.2	-
11	Troqueladora de Planchas Metalicas Marca Rousee	2	208	2	60 Hz	1.8	3.6	11.1	-
12	Troqueladora de Planchas Metalicas Marca Niacara	2	208	2	60 Hz	1.8	3.6	11.1	-
13	Sistema de Bombas de Aceite marca Hidral	1	208	3	60 Hz	11.2	11.2	34.6	-
14	Sistema de Bombas de Aceite marca Leeson	1	208	3	60 Hz	5.6	5.6	17.3	Sin Protección
15	Cortadora de barras Metalicas Marca Kingsland Eng	1	480	3	60 Hz	0.9	0.9	1.1	Alimentador desgastado
16	Cuarto de ventiladores de tiro forzado	1	480	3	60 Hz	4.0	4.0	5.4	-
17	Horno de pintura	1	480	3	60 Hz	6.0	6.0	8.0	-
18	Extractores Marca Greenheck	9	120	1	60 Hz	0.5	4.5	24.1	-
19	Ventiladores marca Westinghouse	11	120	1	60 Hz	0.2	2.2	11.8	-
20	Pulidoras Portatiles marca Miller	7	120	1	60 Hz	0.6	4.2	22.5	-
22	Sistema de Ascensor marca Coldesa	2	480	1	60 Hz	0.0	0.0	0.0	-

Tabla 1. Levantamiento de maquinarias de la empresa Industrial Electric. (Elaboración propia).

2.3.2 Levantamiento de luminarias de la Empresa Industrial

Electric.

Un diseño correcto de la iluminación de una edificación industrial puede significar un ahorro importante en cuanto a energía se refiere, debido a que en las industrias se requiere un nivel de iluminación más alto y por periodos constantes de horas de trabajo.

Por otro lado, la selección de las luminarias es vital para que pueda favorecer a la eficiencia y se deben tomar en cuenta ciertos factores como la altura de instalación, altura de operación de trabajo a realizar, color de paredes, techo y piso, temperatura de color, etc. De manera que se pueda verificar que dichos parámetros se tomaron en consideración al momento de la instalación, es necesario realizar un levantamiento de la distribución de las luminarias, como se muestra a continuación:

Levantamiento de Luminarias								
ID	Descripción	Cantidad	Voltaje	Fases	Potencia KW	Corriente (A)	Observación	
1	Luminara Tubo 2T8-36W Marca Sylvania	39	120	1	60 Hz	2.808	23.4	Tipo A
2	Luminara Tubo 4T8-18W Marca Sylvania	109	120	1	60 Hz	15.696	130.8	Tipo B
3	Panel Fluorecente 116W Marca Sylvania	28	120	1	60 Hz	3.248	27.1	Paneles presentan daños constantemente
5	Bombillas incandescente 60W marca Generica	4	120	1	60 Hz	0.24	2	-
6	Luminaria tipo Ojo de Buey 50W	10	120	1	60 Hz	0.5	4.17	-

Tabla 2. Levantamiento de luminarias de la empresa Industrial Electric. (Elaboración propia).

2.3.2.1 Corrida de iluminación en software DIALux.

Debido a la necesidad de evaluar los criterios de diseño e instalación del sistema de iluminación se ha procedido a realizar una corrida luminotécnica en el software DIALux V.4.95, y este arroja un informe el cual servirá como referencia para dicha evaluación. Este software posibilita el cálculo y visualización de un sistema antes o

después de su diseño, siendo una potente herramienta para ajustar la eficiencia de un proyecto de iluminación al máximo.

Corrida de iluminación con luminarias existentes del primer nivel de la empresa.

Primer nivel / Lista de luminarias

90 Pieza SCIENTIFIC LIGHTING PRODUCTS, INC -
FENTON, MO CT4-4LT8-R 4/32W T8 LAMP
51.5x14.5x6"ENCLOSED & GASKETED
LUMINAIRE SPECULAR REFLECTOR
w/CLEAR ACRYLIC LENS ADVANCE BALLAST
#ICN-4P32-SC WATTS=100 REFL=86%
Nº de artículo: CT4-4LT8-R
Flujo luminoso (Luminaria): 9675 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 11800 lm
Potencia de las luminarias: 100.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 94
Código CIE Flux: 48 76 93 94 82
Lámpara: 4 x Definido por el usuario (Factor de
corrección 1.000).

Dispone de una imagen
de la luminaria en
nuestro catálogo de
luminarias.

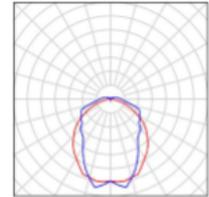
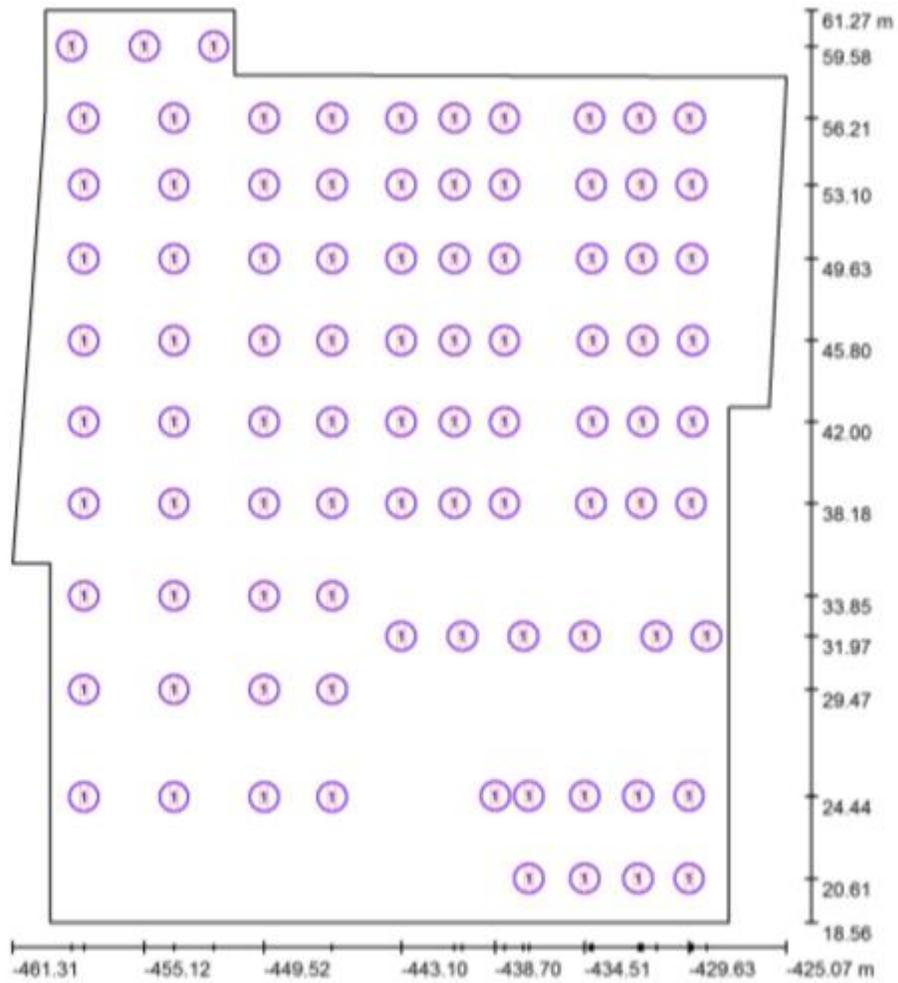


Figura 12. Cantidad y tipo de luminarias existentes en primer nivel. (Elaboración propia).

Primer nivel / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 289

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	90	SCIENTIFIC LIGHTING PRODUCTS, INC - FENTON, MO CT4-4LT8-R 4/32W T8 LAMP 51.5x14.5x6"ENCLOSED & GASKETED LUMINAIRE SPECULAR REFLECTOR w/CLEAR ACRYLIC LENS ADVANCE BALLAST #ICN-4P32-SC WATTS=100 REFL=86%

Figura 13. Ubicación de luminarias existentes en primer nivel. (Elaboración propia).

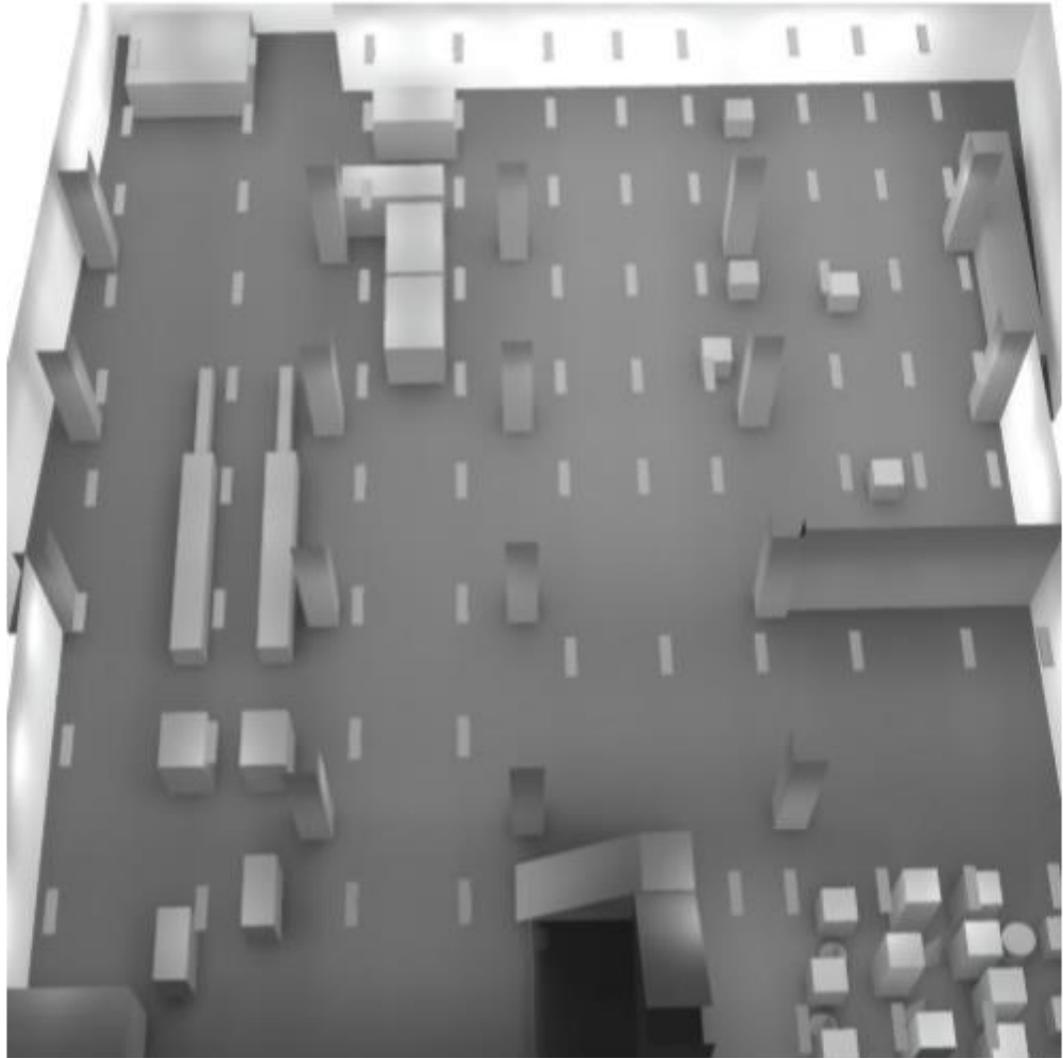


Figura 14. Simulación de efecto de iluminación en 3D de primer nivel. (Elaboración propia).

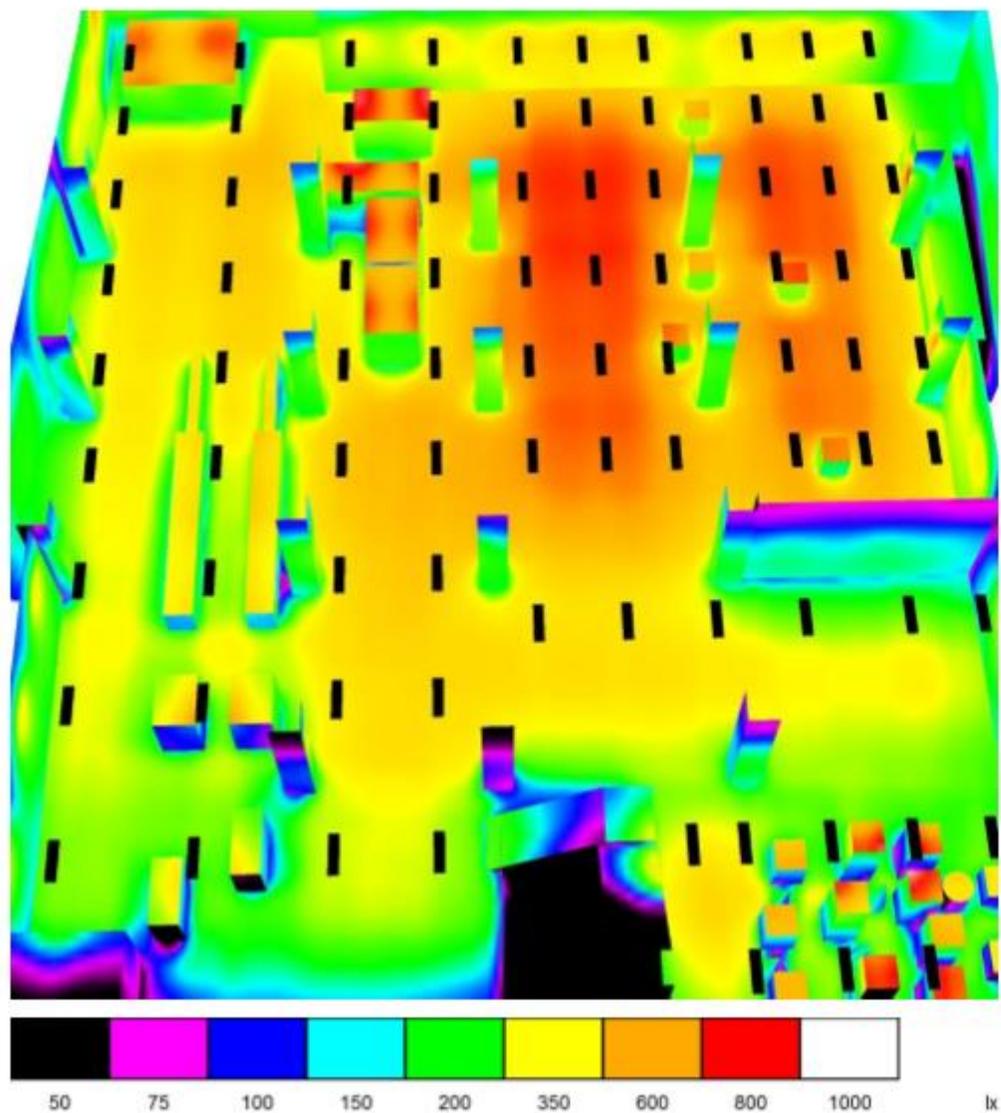
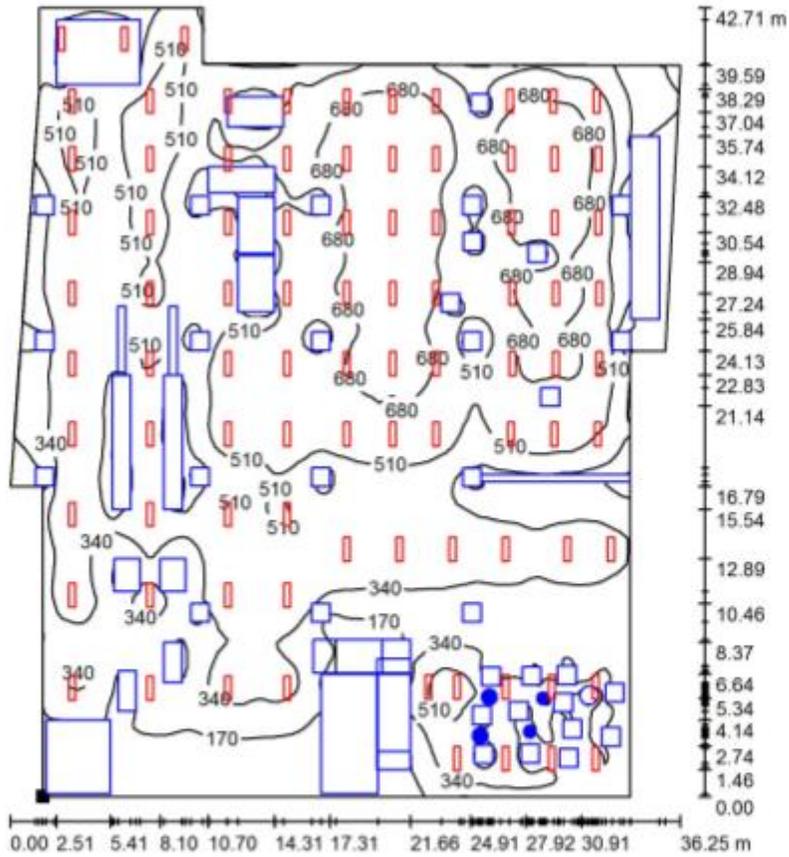


Figura 15. Simulación de colores falsos en 3D de primer nivel. (Elaboración propia).

Primer nivel / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 334

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (-459.532 m, 18.556 m, 0.850 m)

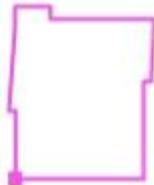


Figura 16. Simulación de isolíneas de primer nivel. (Elaboración propia).

Corrida de iluminación con luminarias existentes del segundo nivel de la empresa.

Segundo nivel / Lista de luminarias

72 Pieza SCIENTIFIC LIGHTING PRODUCTS, INC -
FENTON, MO CT4-4LT8-R 4/32W T8 LAMP
51.5x14.5x6"ENCLOSED & GASKETED
LUMINAIRE SPECULAR REFLECTOR
w/CLEAR ACRYLIC LENS ADVANCE BALLAST
#ICN-4P32-SC WATTS=100 REFL=86%
N° de artículo: CT4-4LT8-R
Flujo luminoso (Luminaria): 9675 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 11800 lm
Potencia de las luminarias: 100.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 94
Código CIE Flux: 48 76 93 94 82
Lámpara: 4 x Definido por el usuario (Factor de
corrección 1.000).

Dispone de una imagen
de la luminaria en
nuestro catálogo de
luminarias.

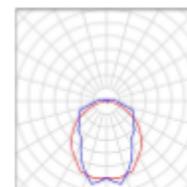
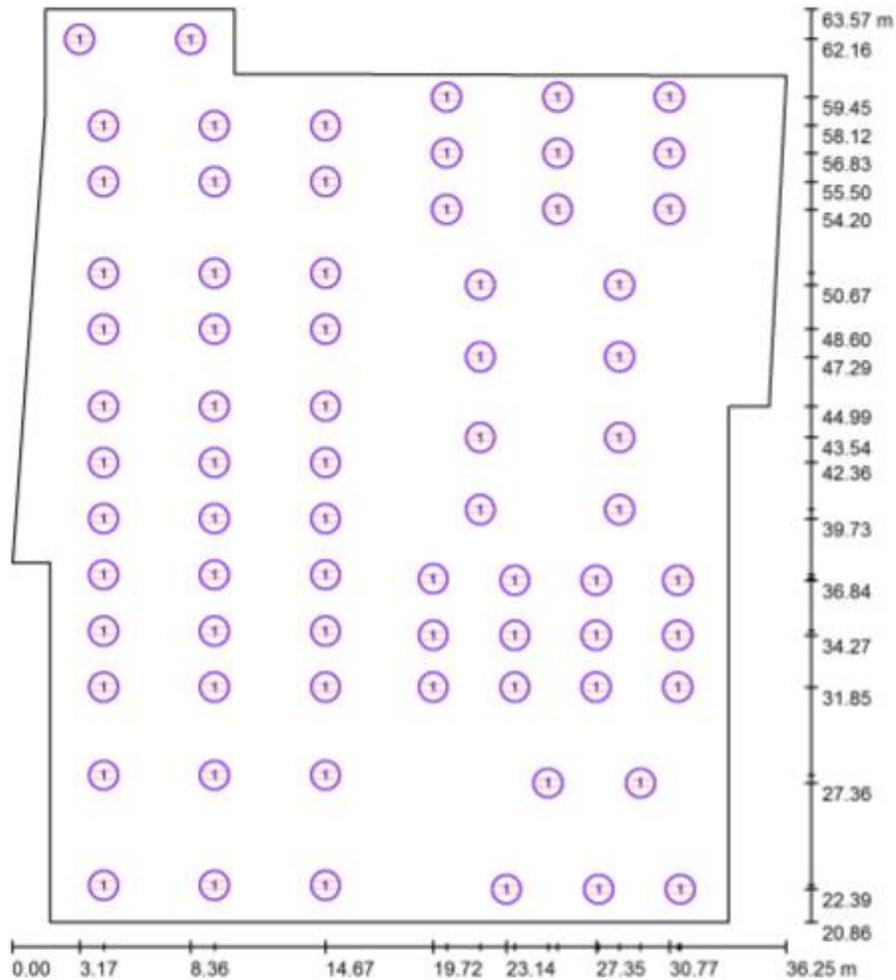


Figura 17. Cantidad y tipo de luminarias existentes en segundo nivel. (Elaboración propia).

Segundo nivel / Luminarias (ubicación)

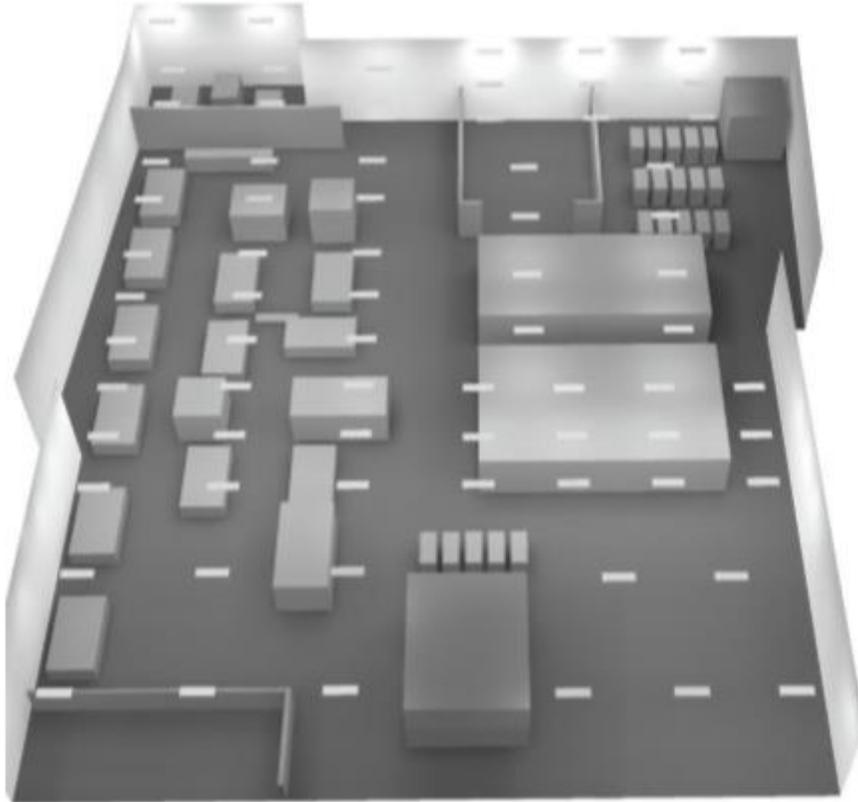


Escala 1 : 289

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	72	SCIENTIFIC LIGHTING PRODUCTS, INC - FENTON, MO CT4-4LT8-R 4/32W T8 LAMP 51.5x14.5x6"ENCLOSED & GASKETED LUMINAIRE SPECULAR REFLECTOR w/CLEAR ACRYLIC LENS ADVANCE BALLAST #ICN-4P32-SC WATTS=100 REFL=86%

Figura 18. Ubicación de luminarias existentes en segundo nivel. (Elaboración propia).



*Figura 19. Simulación de efecto de iluminación con luminarias existentes en 3D de segundo nivel.
(Elaboración propia).*

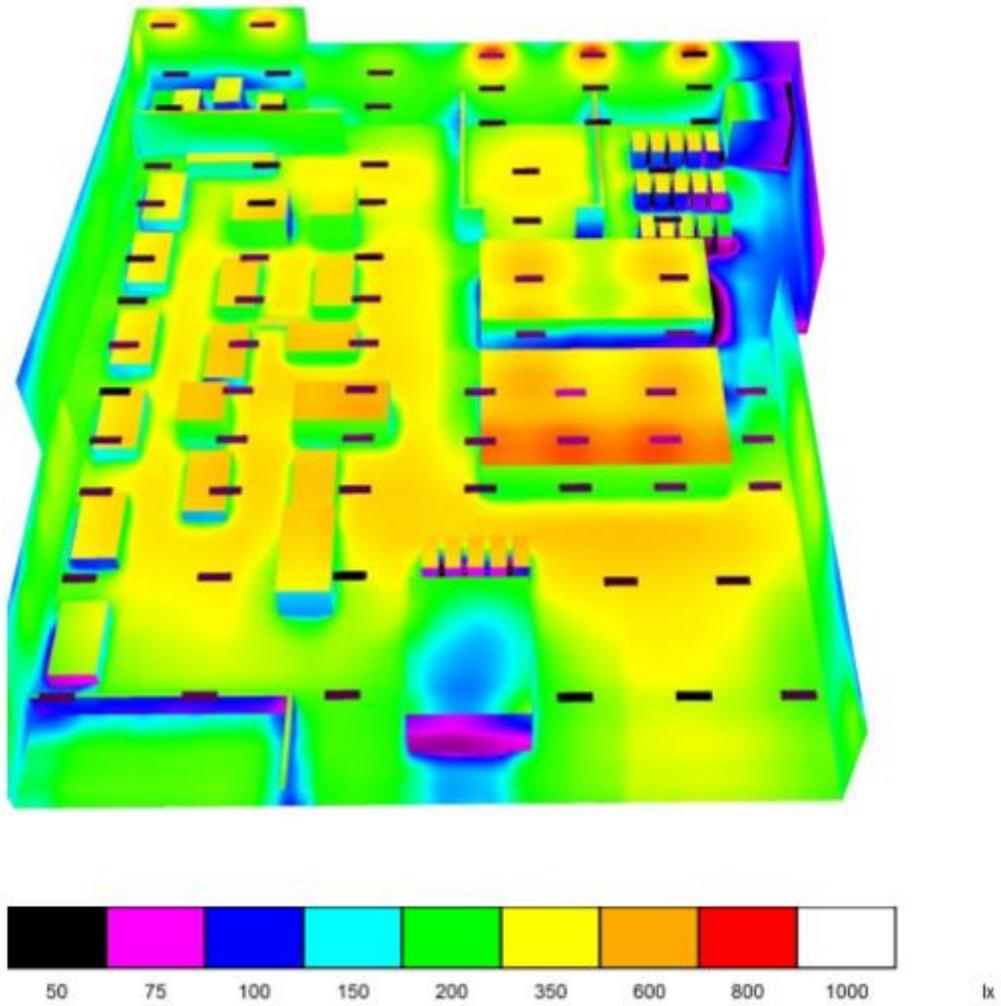
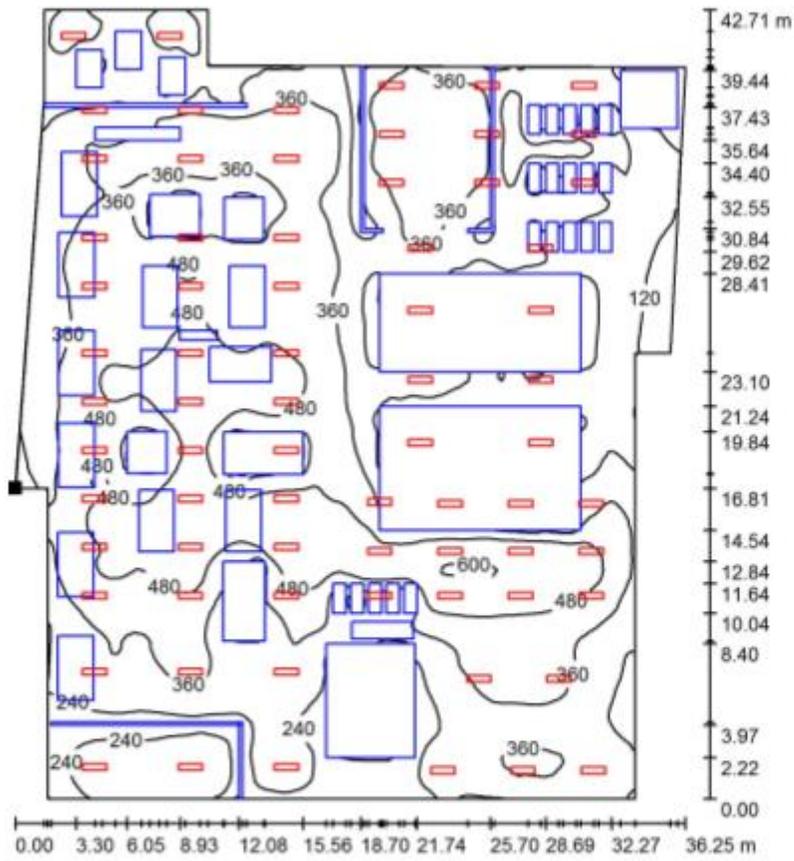


Figura 20. Simulación de colores falsos en 3D con luminarias existentes de segundo nivel. (Elaboración propia).

Segundo nivel / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 334

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.002 m, 37.664 m, 0.850 m)

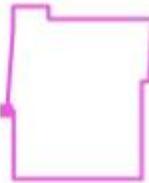


Figura 21. Simulación de isolíneas con luminarias existentes de segundo nivel. (Elaboración propia).

2.3.3 Levantamiento de equipos de climatización de la Empresa Industrial Electric.

Una carga significativa y que es foco de estudio cuando se trata de calidad energética son los equipos de climatización, pues estos al igual que las luminarias se diferencian de las maquinarias en que están en servicio por largos periodos de tiempo, absorbiendo gran parte del consumo total de la empresa.

Sin embargo, en la empresa solo se climatizan las siguientes áreas:

- Oficinas administrativas.
- Recepción.
- Salón de conferencias.
- Comedor.

A continuación, se presentan los equipos de climatización existentes en la empresa:

Levantamiento de Equipos de Climatización									
ID	Descripción	Area servida	Cantidad	Voltaje	Fases	Frecuencia	Potencia	Corriente (A)	Observación
							KW		
1	Unidad Evaporadora tipo Split 1 TON marca Carrier	Cocina	2	208	2	60 Hz	1.2	3.7	-
2	Unidad Chiller 10 TON marca Ingersoll-Rand	Recepcion y salon de conferencias	1	480	3	60 Hz	36.0	48.2	-
3	Unidad Chiller 15 TON marca S-Energy	Oficinas administrativas	1	480	3	60 Hz	56.4	75.5	-
4	Unidad Manejadora 10 TON marca Mitsubishi	Recepcion y salon de conferencias	1	480	3	60 Hz	8.3	11.1	-
5	Unidad Manejadora 25 TON Marca Mitsubishi	Oficinas administrativas	1	480	3	60 Hz	20.8	27.8	-

Tabla 3. Levantamiento de equipos de climatización. (Elaboración propia).

2.3.3.1 Corrida térmica en software Hourly Analysis Program.

Para verificar que se realizó una correcta selección de los equipos de climatización instalados actualmente en la empresa, se procede a realizar una corrida térmica en el software Hourly Analysis Program de la compañía Carrier. En este proceso se

introducen parámetros al programa como el espacio delimitado, la ganancia de calor de los equipos internos, la cantidad de personas en el área, tipo de arquitectura del área, posicionamiento del sol, entre otros con el objetivo de obtener resultados afinados para realizar el diseño de manera eficiente y que se pueda garantizar el confort térmico y evitar un sub o sobre diseño del sistema.

Datos relevantes de corrida térmica del sistema de climatización de las oficinas administrativas ubicadas en el segundo nivel.

Air System Sizing Summary for OFICINAS			
Project Name: Oficinas Adm Osias		10/31/2016	
Prepared by: Aldebot & Asociados		04:02p.m.	
Air System Information			
Air System Name	OFICINAS	Number of zones	1
Equipment Class	PKG ROOF	Floor Area	4843.8 ft ²
Air System Type	CAV/RH	Location	Santo Domingo, Dominican Republic
Sizing Calculation Information			
Calculation Months	Jan to Dec	Zone CFM Sizing	Sum of space airflow rates
Sizing Data	Calculated	Space CFM Sizing	Individual peak space loads
Central Cooling Coil Sizing Data			
Total coil load	12.6 Tons	Load occurs at	Aug 1400
Total coil load	151.4 MBH	OA DB / WB	90.2 / 80.8 °F
Sensible coil load	121.9 MBH	Entering DB / WB	72.3 / 62.2 °F
Coil CFM at Aug 1400	6523 CFM	Leaving DB / WB	55.0 / 54.1 °F
Max block CFM	6523 CFM	Coil ADP	53.1 °F
Sum of peak zone CFM	6523 CFM	Bypass Factor	0.100
Sensible heat ratio	0.805	Resulting RH	55 %
ft ³ /Ton	383.9	Design supply temp.	55.0 °F
BTU/(hr-ft ²)	31.3	Zone T-stat Check	1 of 1 OK
Water flow @ 10.0 °F rise	N/A	Max zone temperature deviation	0.0 °F
Supply Fan Sizing Data			
Actual max CFM	6523 CFM	Fan motor BHP	0.00 BHP
Standard CFM	6512 CFM	Fan motor kW	0.00 kW
Actual max CFM/ft ²	1.35 CFM/ft ²	Fan static	0.00 in wg
Outdoor Ventilation Air Data			
Design airflow CFM	424 CFM	CFM/person	16.30 CFM/person
CFM/ft ²	0.09 CFM/ft ²		

Tabla 4. Corrida de climatización de oficinas administrativas parte 1. (Elaboración propia).

Air System Design Load Summary for OFICINAS

Project Name: Oficinas Adm Osias
Prepared by: Aldebot & Asociados

10/31/2018
04:02p.m.

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1400 COOLING OA DB / WB 90.2 °F / 80.8 °F			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 67.4 °F / 56.3 °F		
ZONE LOADS	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	1378 ft²	10344	-	1378 ft²	1236	-
Roof Transmission	4844 ft²	40931	-	4844 ft²	1305	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	4844 ft²	0	-	4844 ft²	0	-
Partitions	1421 ft²	1066	-	1421 ft²	0	-
Ceiling	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Overhead Lighting	3150 W	10748	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	11500 W	39238	-	0	0	-
People	26	6370	5330	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	10870	533	10%	254	0
>> Total Zone Loads	-	119565	5863	-	2795	0
Zone Conditioning	-	113126	5863	-	1003	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Return Fan Load	6523 CFM	0	-	6523 CFM	0	-
Ventilation Load	424 CFM	8746	23638	424 CFM	574	0
Supply Fan Load	6523 CFM	0	-	6523 CFM	0	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
>> Total System Loads	-	121872	29501	-	1576	0
Central Cooling Coil	-	121872	29516	-	-95471	0
Terminal Reheat Coils	-	0	-	-	97047	-
>> Total Conditioning	-	121872	29516	-	1576	0
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

Tabla 5. Corrida de climatización de oficinas administrativas parte 2. (Elaboración propia).

Zone Design Load Summary for OFICINAS		10/31/2016 04:02p.m.
Project Name: Oficinas Adm Osias		
Prepared by: Aldebot & Asociados		

OFICINAS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1400 COOLING OA DB / WB 90.2 °F / 80.8 °F			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 67.4 °F / 56.3 °F		
	OCCUPIED T-STAT 72.0 °F			OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
ZONE LOADS	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	1378 ft²	10344	-	1378 ft²	1236	-
Roof Transmission	4844 ft²	40931	-	4844 ft²	1305	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	4844 ft²	0	-	4844 ft²	0	-
Partitions	1421 ft²	1066	-	1421 ft²	0	-
Ceiling	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Overhead Lighting	3150 W	10748	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	11500 W	39238	-	0	0	-
People	26	6370	5330	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	10870	533	10%	254	0
>> Total Zone Loads	-	119565	5863	-	2795	0

Tabla 6. Corrida de climatización de oficinas administrativas parte 3. (Elaboración propia).

Datos relevantes de corrida térmica del sistema de climatización de la recepción y el salón de conferencias ubicados en el primer nivel.

Air System Sizing Summary for RECEPCION		
Project Name: Oficinas Adm Osias		10/31/2016
Prepared by: Aldebot & Asociados		04:01p.m.

Air System Information

Air System Name	RECEPCION	Number of zones	1
Equipment Class	PKG ROOF	Floor Area	807.3 ft ²
Air System Type	CAV/RH	Location	Santo Domingo, Dominican Republic

Sizing Calculation Information

Calculation Months	Jan to Dec	Zone CFM Sizing	Sum of space airflow rates
Sizing Data	Calculated	Space CFM Sizing	Individual peak space loads

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load	2.4 Tons	Load occurs at	Aug 1800
Total coil load	29.0 MBH	OA DB / WB	88.0 / 80.2 °F
Sensible coil load	21.3 MBH	Entering DB / WB	72.9 / 63.3 °F
Coil CFM at Aug 1800	1102 CFM	Leaving DB / WB	55.0 / 54.1 °F
Max block CFM	1102 CFM	Coil ADP	53.0 °F
Sum of peak zone CFM	1102 CFM	Bypass Factor	0.100
Sensible heat ratio	0.734	Resulting RH	56 %
ft ² /Ton	333.8	Design supply temp.	55.0 °F
BTU/(hr-ft ²)	35.9	Zone T-stat Check	1 of 1 OK
Water flow @ 10.0 °F rise	N/A	Max zone temperature deviation	0.0 °F

Supply Fan Sizing Data

Actual max CFM	1102 CFM	Fan motor BHP	0.00 BHP
Standard CFM	1100 CFM	Fan motor kW	0.00 kW
Actual max CFM/ft ²	1.37 CFM/ft ²	Fan static	0.00 in wg

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow CFM	101 CFM	CFM/person	10.06 CFM/person
CFM/ft ²	0.12 CFM/ft ²		

Tabla 7. Corrida de climatización de recepción y salón de conferencias parte 1. (Elaboración propia).

Air System Design Load Summary for RECEPCION

Project Name: Oficinas Adm Osias
Prepared by: Aldebot & Asociados

10/31/2016
04:01p.m.

ZONE LOADS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1800			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 88.0 °F / 80.2 °F			HEATING OA DB / WB 67.4 °F / 56.3 °F		
	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	301 ft²	4631	-	301 ft²	270	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	807 ft²	0	-	807 ft²	0	-
Partitions	1539 ft²	1154	-	1539 ft²	0	-
Ceiling	807 ft²	1211	-	807 ft²	0	-
Overhead Lighting	525 W	1791	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	6824	-	0	0	-
People	10	2450	2050	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	1806	205	10%	27	0
>> Total Zone Loads	-	19868	2255	-	297	0
Zone Conditioning	-	19506	2255	-	-845	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Return Fan Load	1102 CFM	0	-	1102 CFM	0	-
Ventilation Load	101 CFM	1797	5460	101 CFM	143	0
Supply Fan Load	1102 CFM	0	-	1102 CFM	0	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
>> Total System Loads	-	21303	7715	-	-701	0
Central Cooling Coil	-	21303	7716	-	-16163	0
Terminal Reheat Coils	-	0	-	-	15462	-
>> Total Conditioning	-	21303	7716	-	-701	0
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

Tabla 8. Corrida de climatización de recepción y salón de conferencias parte 2. (Elaboración propia).

Zone Design Load Summary for RECEPCION

Project Name: Oficinas Adm Osias
Prepared by: Aldebot & Asociados

10/31/2016
04:01p.m.

OFICINAS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1900 COOLING OA DB / WB 86.4 °F / 79.8 °F			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 67.4 °F / 56.3 °F		
	OCCUPIED T-STAT 72.0 °F			OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
ZONE LOADS	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	301 ft²	4937	-	301 ft²	270	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	807 ft²	0	-	807 ft²	0	-
Partitions	1539 ft²	1154	-	1539 ft²	0	-
Ceiling	807 ft²	1211	-	807 ft²	0	-
Overhead Lighting	525 W	1791	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	6824	-	0	0	-
People	10	2450	2050	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	1837	205	10%	27	0
>> Total Zone Loads	-	20204	2255	-	297	0

Tabla 9. Corrida de climatización de recepción y salón de conferencias parte 3. (Elaboración propia).

En la sección de anexos se encuentran todos los datos obtenidos de estos estudios de climatización.

2.3.4 Diagrama Unifilar.

Luego de realizado el levantamiento de toda la empresa inherente a la instalación eléctrica se procede con la elaboración del diagrama unifilar actualizado, ya que los existentes en mano del personal de mantenimiento se encontraban obsoletos, por lo que no eran útiles para el estudio de la instalación.

Diagrama unifilar eléctrico de la empresa Industrial Electric:

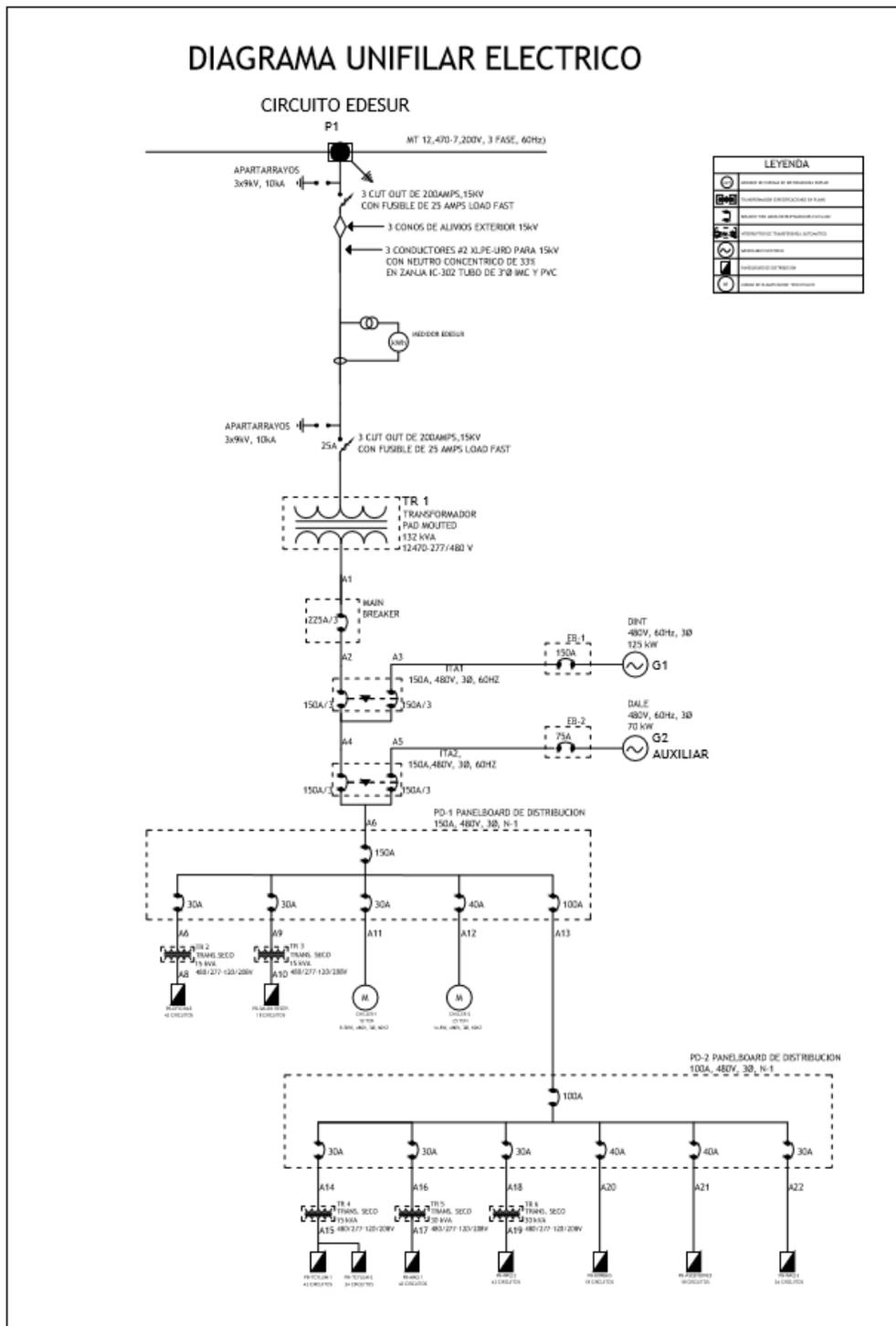


Figura 22. Unifilar de la empresa Industrial Electric. (Elaboración propia).

2.4 Medición energética con analizador de energía Metrel MI2892

días 11 y 12 de octubre

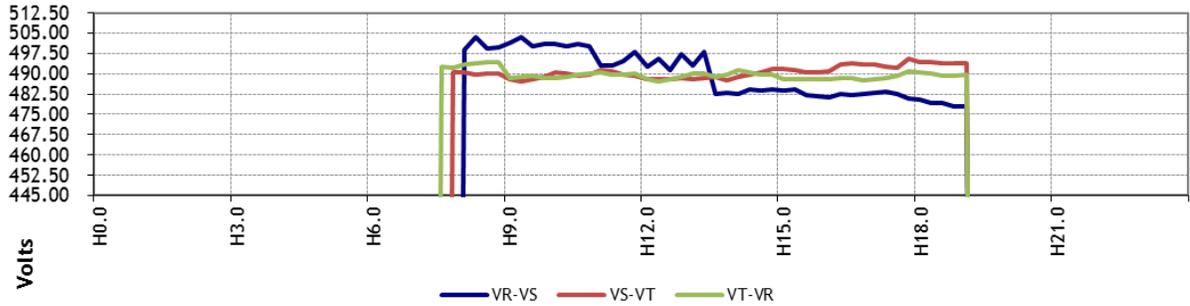


Figura 23. Voltajes Máximos x Horas Periodo Analizado. (Elaboración propia).

La figura 23 muestra un día habitual de trabajo en donde un 85% de las maquinarias y equipos se encuentran en funcionamiento. La cual pone en evidencia un desbalance entre las cargas conectadas en la fase 1 (uno) con relación a las otras 2 (dos) fases.

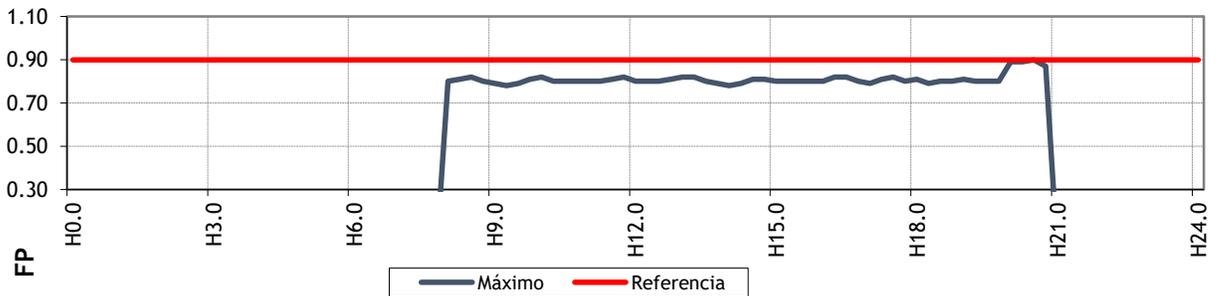


Figura 24. Factor de Potencia Máximo x Horas. (Elaboración propia).

La figura 24 muestra a modo de confirmación que tan eficiente es la potencia demanda por el sistema teniendo un promedio de 0.80.



Figura 25. Potencia Total x Horas x Día Analizado. (Elaboración propia).

Figura 25 muestra 2 (dos) días de análisis de la potencia demanda, presentando un comportamiento similar ya que la industria suele hacer actividades pre-programadas en tiempo determinado, es decir, llevan un proceso de producción.

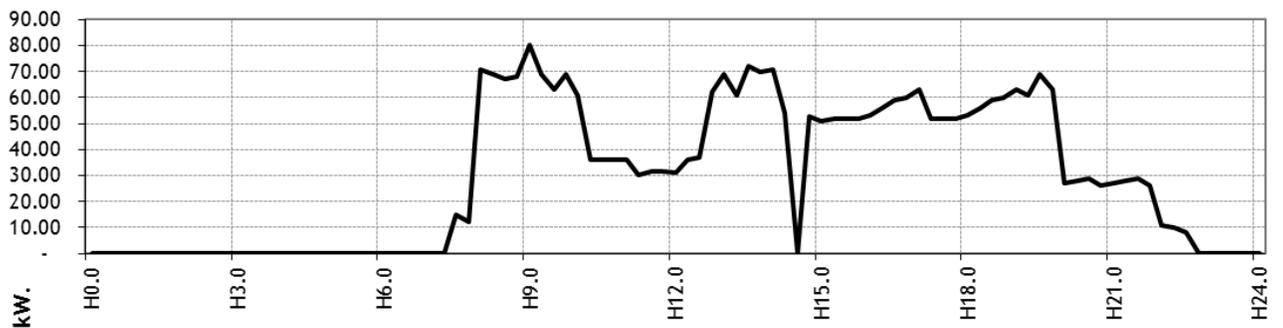


Figura 26. Día de la Potencia Máxima. (Elaboración propia).

La Figura 26 muestra el comportamiento del día en que se presentó el pico de potencia en el sistema.

2.5 Prueba de aislamiento a alimentadores principales con medidor de aislamiento Metrel MI3210

Al momento de revisar los antecedentes de la empresa Industrial Electric en los costos referentes al mantenimiento, se resalta que, parte significativa de estos son debido a cambio de alimentadores, ésta razón despierta el interés en hacer pruebas de aislamiento a los alimentadores principales, con el fin de poder identificar cuales están en deterioro y poder brindar soluciones al respecto.

La herramienta para este fin es el comprobador multifunción METREL MI 3152 EUROTTEST XC el cual es posible configurar para aplicar desde 50V hasta 1000V en la prueba de resistencia de aislamiento.

A continuación, se presentan los resultados relevantes con puntos de observación obtenidos de las pruebas de aislamiento de a los alimentadores principales:

CABLEADO BT DESDE PD1 HASTA CHILLER-2 (A12)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	312.73	1.21	Bueno	
			60	378.47			
2	L2 - T	600	30	301.06	1.35	Bueno	Revisar en próxima prueba
			60	405.50			
3	L3 - T	600	30	0.30	1.40	Malo	
			60	0.42			
4	L1 - L2	600	30	23,285.76	> 1.00	Bueno	
			60	31,703.04			
5	L1 - L3	600	30	0.27	1.48	Malo	
			60	0.40			
6	L2 - L3	600	30	46,755.84	1.08	Bueno	
			60	50,503.68			

Tabla 10. Datos de medición de resistencia de aislamiento conductor A12. (Elaboración propia).

CABLEADO BT DESDE TR5 HASTA PB-MAQ1 (A17)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (M Ω)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	0.52	0.92	Regular	
			60	0.48			
2	L2 - T	600	30	0.44	0.91	Regular	
			60	0.40			
3	L3 - T	600	30	0.36	0.89	Regular	
			60	0.32			
4	L1 - L2	600	30	0.44	1.09	Regular	
			60	0.48			
5	L1 - L3	600	30	0.44	0.91	Regular	
			60	0.40			
6	L2 - L3	600	30	0.36	0.89	Regular	
			60	0.32			

Tabla 11. Datos de medición de resistencia de aislamiento conductor A17. (Elaboración propia).

CABLEADO BT DESDE PD2 HASTA PB-BOMBAS (A20)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (M Ω)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	0.20	0.50	Regular	
			60	0.10			
2	L2 - T	600	30	0.55	0.49	Regular	
			60	0.27			
3	L3 - T	600	30	0.52	0.75	Regular	
			60	0.39			
4	L1 - L2	600	30	0.34	1.76	Regular	
			60	0.60			
5	L1 - L3	600	30	0.90	0.46	Regular	
			60	0.41			
6	L2 - L3	600	30	0.67	0.48	Regular	
			60	0.32			

Tabla 12. Datos de medición de resistencia de aislamiento conductor A20. (Elaboración propia).

Todos los datos obtenidos de esta prueba se encuentran en la sección de anexos.

2.6 Consumo energético de la empresa según facturas de la distribuidora EDESUR meses julio, agosto y septiembre

2.6.1 Régimen tarifario.

En la empresa Industrial Electric han contratado la tarifa MTD (Media Tensión Con Demanda horaria) en esencia debido a que estos reducen su potencia significativamente en las horas de punta del sistema que comprende desde las 8:30 hasta las 11:00 de la noche. Esta decisión es beneficiosa debido a que la tarifa tiene un valor de potencia muy reducido fuera de horas de punta, aunque se pudiera decir que esta tarifa penaliza a las empresas cobrando a un costo de equivalente 10 veces más por la demanda de potencia dentro del periodo de punta. Entre todas las variables que se facturan en esta tarifa tenemos:

1. Cargo fijo mensual: CFMTH.
2. Cargo por energía: CEMTH.
3. Cargo por potencia máxima.
4. Cargo por potencia máxima en horas de punta.

2.6.2 Histograma de consumo según facturas de la distribuidora EDESUR meses julio, agosto y septiembre.

Para poder cuantificar y analizar las penalizaciones recibidas de parte de la distribuidora correspondiente EDESUR, se recopilaron las facturas de los meses agosto, septiembre y octubre. Además, se puede observar el comportamiento de consumo de las energías demandadas por la empresa a lo largo del tiempo de muestra.

A continuación, se muestran estas facturas en el orden mencionado:

edesur
Edesur Dominicana, S.A.

RNC: 1-01-82124-8

OFICINA: 1308- HERRERA
AVDA ISABEL AGUIAR, 139
TELEFONO: 683-9393
REFERENCIA DE PAGO: 5724930105 84
NCF: A010010010101156124
FECHA DE EMISION: 18/07/2016

FECHA LIMITE DE PAGO : 17/08/2016 Importante

INSTALACIONES ELECTRICAS MEJIA, CXA
DIRECCION: 3
NO.: 13
Finca: INSTALACIONES ELÉCTRICAS MEJIA **Oficina:** 1308
REF.: FRENTE Nº18 **Ruta:** 55
LOC.: ZONA INDUSTRIAL HERRERA **Itiner.:** 0013
Sección: ZONA URBANA **NIC:** 5724930
Municipio: SANTO DOMINGO OESTE **NIS:**
Provincia: PROVINCIA SANTO DOMINGO **Medidor:** 89423018
Dirección Anterior:

Este es su número de contrato ↓

DIRECCION DEL SUMINISTRO
3
No.: 13
LOC.: ZONA INDUSTRIAL HERRERA **REF.:** FRENTE Nº18
NIS:

TITULAR DEL CONTRATO **NIC**
5724930
INSTALACIONES ELECTRICAS MEJIA, CXA
RNC - CEDULA:101607582

DATOS DEL CONTRATO		VOLTAJE:	EFICIENCIA	POTENCIA CONTRATADA	PERIODO DE FACTURACION
TARIFA: MTH		Alta 4,160 kV	0.80	191.250 kW	16/06/2016 - 16/07/2016 = 30 días

TIPO DE LECTURA	NO. DE CONTADOR	LECTURA ANTERIOR	LECTURA ACTUAL	MULTIPLIO	CONSUMO
Activa A.T.	89423018	2689	2796	120.0000	12840 kWh
Potencia fuera	89423018	0	0.666	120.0000	79,920 kW
Potencia punta	89423018	0	0.044	120.0000	30,280 kW
Reactiva A.T.	89423018	540	566	120.0000	9,582 kVARh

CALCULO DE LA FACTURA

Cargo fijo 30 días, RD\$ 224.53	RD\$ 224.53
Energía 12840 kWh X RD\$ 7.26	RD\$ 93,218.40
Potencia en Punta 30,280 kW X RD\$ 985.26	RD\$ 29,833.67
Potencia Fuera de Punta 83,040 kW X RD\$ 97.33	RD\$ 8,082.28
Recargo Factor de Potencia RD\$ 92,218.40 * 10.00%	RD\$ 9,221.84
IMPORTE TOTAL EN RD\$	140,580.72
FECHA LIMITE DE PAGO	17/08/2016

Mes	Cosm.	Pot.	kWh
07/15	13320	89,040	14280
08/15	14160	.	.
09/15	13560	.	.
10/15	13560	.	10710
11/15	13680	.	.
12/15	12360	.	.
01/16	8040	.	7140
02/16	12600	.	3570
03/16	12960	.	.
04/16	11760	.	.
05/16	11880	.	.
06/16	14280	.	.
07/16	12840	.	.

HISTORICO DE CONSUMOS

edesur
Edesur Dominicana, S.A.

TITULAR DEL CONTRATO
INSTALACIONES ELECTRICAS MEJIA, CXA

DIRECCION DEL SUMINISTRO
3

REFERENCIA DE PAGO 572493010584

FECHA LIMITE DE PAGO 17/08/2016

IMPORTE EN RD\$ 140,580.72

No.: 13 **Ruta:** 55

LOC.:ZONA INDUSTRIAL HERRERA **Itiner.:**0013

REF.:FRENTE Nº18

TARIFA: MTH

Figura 27. Factura eléctrica de mes de agosto. (Industrial Electric, 2016).



RNC: 1-01-82124-8

OFICINA: 1308- HERRERA
AVDA ISABEL AGUIAR, 139
TELEFONO: 683-9393
REFERENCIA DE PAGO: 5724930106 79
NCF: A010010010101172117
FECHA DE EMISION: 17/08/2016

INSTALACIONES ELECTRICAS MEJIA, CXA
DIRECCION: 3
NO.: 13
Finca: INSTALACIONES ELÉCTRICAS MEJIA **Oficina:** 1308
REF.: FRENTE Nº18 **Ruta:** 55
LOC.: ZONA INDUSTRIAL HERRERA **Itiner.:** 0013
Sección: ZONA URBANA **NIC:** 5724930
Municipio: SANTO DOMINGO OESTE **NIS:**
Provincia: PROVINCIA SANTO DOMINGO **Medidor:** 89423018
Dirección Anterior:

FECHA LIMITE DE PAGO : 16/09/2016 **Importante**

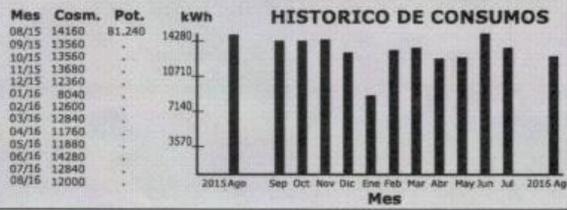
Este es su número de contrato

DIRECCION DEL SUMINISTRO
No.: 13
LOC.: ZONA INDUSTRIAL HERRERA **REF.:** FRENTE Nº18
NIS:
DATOS DEL CONTRATO **VOLTAJE:** Alta 4,160 kV **EFICIENCIA** 0.83 **POTENCIA CONTRATADA** 191.250 kW **PERIODO DE FACTURACION** 16/07/2016 - 15/08/2016 = 30 días
TARIFA: MTH

TITULAR DEL CONTRATO
 INSTALACIONES ELECTRICAS MEJIA, CXA **NIC** 5724930
 RNC - CEDULA:101607582

TIPO DE LECTURA	NO. DE CONTADOR	LECTURA ANTERIOR	LECTURA ACTUAL	MULTIPLICO	CONSUMO
Activa A.T.	89423018	2796	2896	120.0000	12000 kWh
Potencia fuera	89423018	0	0.560	120.0000	79.200 kW
Potencia punta	89423018	0	0.044	120.0000	31.760 kW
Reactiva A.T.	89423018	566	588	120.0000	7.754 kVARh

CALCULO DE LA FACTURA			
Cargo fijo	30 días, RD\$	224.53	RDS 224.53
Energía	12000 kWh X RD\$	7.26	RDS 87,120.00
Potencia en Punta	31.760 kW X RD\$	985.26	RDS 31,291.86
Potencia Fuera de Punta	81.720 kW X RD\$	97.33	RDS 7,953.81
Recargo Factor de Potencia	RDS 87,120.00 * 07.00%		RDS 6,098.40
IMPORTE TOTAL EN RD\$			132,688.60
FECHA LIMITE DE PAGO			16/09/2016



Av. Tiradentes #47, Torre Serrano, Ens. Naco, Santo Domingo, Rep. Dom.

edesur
 Edesur Dominicana, S.A.

TITULAR DEL CONTRATO
 INSTALACIONES ELECTRICAS MEJIA, CXA **REFERENCIA DE PAGO** 572493010679
DIRECCION DEL SUMINISTRO **FECHA LIMITE DE PAGO** 16/09/2016 **IMPORTE EN RD\$** 132,688.60

No.: 13 **Ruta:** 55
LOC.: ZONA INDUSTRIAL HERRERA **Itiner.:** 0013
REF.: FRENTE Nº18
TARIFA: MTH

Figura 28. Factura eléctrica de mes de septiembre. (Industrial Electric, 2016).



RNC: 1-01-82124-8

OFICINA: 1308- HERRERA
 AVDA ISABEL AGUIAR, 139
TELEFONO: 683-9393
REFERENCIA DE PAGO: 5724930107 67
NCF: A010010010101187217
FECHA DE EMISION: 15/09/2016

FECHA LIMITE DE PAGO: 15/10/2016

Importante

INSTALACIONES ELECTRICAS MEJIA, CXA
DIRECCION: 3
NO.: 13
Finca: INSTALACIONES ELÉCTRICAS MEJIA
REF.: FRENTE Nº18
LOC.: ZONA INDUSTRIAL HERRERA
Sección: ZONA URBANA
Municipio: SANTO DOMINGO OESTE
Provincia: PROVINCIA SANTO DOMINGO
Dirección Anterior:

Oficina: 1308
Ruta: 55
Itiner.: 0013
NIC: 5724930
NIS: 4172601
Medidor: 89423018

Este es su número de contrato

DIRECCION DEL SUMINISTRO
 3
No.: 13
LOC.: ZONA INDUSTRIAL HERRERA **REF.:** FRENTE Nº18
NIS: 4172601

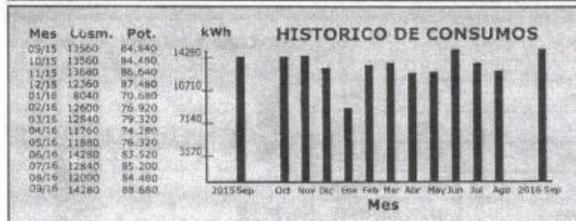
TITULAR DEL CONTRATO
 INSTALACIONES ELÉCTRICAS MEJIA, CXA
RNC - CEDULA: 101607582

NIC
5724930

DATOS DEL CONTRATO	VOLTAJE:	EFICIENCIA	POTENCIA CONTRATADA	PERIODO DE FACTURACION
TARIFA: MTH	Alta 4,160 kV	0.80	191.250 kW	15/08/2016 - 14/09/2016 = 30 días

TIPO DE LECTURA	NO. DE CONTADOR	LECTURA ANTERIOR	LECTURA ACTUAL	MULTIPLICO	CONSUMO
Activa A.T.	89423018	2895	3015	120.0000	14280 kWh
Potencia fuera	89423018	0	0.703	120.0000	84.360 kW
Potencia punta	89423018	0	0.036	120.0000	29.22 kW
Reactiva A.T.	89423018	588	620	120.0000	11,273 KVARh

CALCULO DE LA FACTURA			
Cargo fijo	30 días, RD\$	224.53	RDS 224.53
Energía	14280 kWh X RD\$ 7.26		RDS 103,672.80
Potencia en Punta	29.220 kW X RD\$ 985.26		RDS 28,789.30
Potencia Fuera de Punta	84.360 kW X RD\$ 97.33		RDS 8,210.76
Recargo Factor de Potencia	RDS 103,677.80 * 12.00%		RDS 14,470.74
IMPORTE TOTAL EN RD\$			155,368.13
FECHA LIMITE DE PAGO			15/10/2016



DEUDA FACTURAS ANTERIORES RD\$ 100,677.86

RESERVADO PARA LA OFICINA DE COBRO

edesur
 Edesur Dominicana, S.A.

TITULAR DEL CONTRATO
 INSTALACIONES ELECTRICAS MEJIA, CXA
DIRECCION DEL SUMINISTRO
 3
No.: 13
LOC.: ZONA INDUSTRIAL HERRERA
REF.: FRENTE Nº18
TARIFA: MTH

REFERENCIA DE PAGO 572493010767
FECHA LIMITE DE PAGO 15/10/2016

IMPORTE EN RD\$ 155,368.13

Ruta: 55
Itiner.: 0013

Figura 29. Factura eléctrica de mes de octubre. (Industrial Electric, 2016).

2.6.3 Penalización por Factor de Potencia según facturas de la distribuidora EDESUR meses julio, agosto y septiembre.

En la sección del detalle de cálculo de las facturas de los meses mencionados, se destaca un costo nombrado Recargo Factor de Potencia que hace referencia a la penalización por un factor menor a 0.90 que es lo establecido por la distribuidora, específicamente en el caso de estudio:

Mes	Factor de Potencia	Penalización
Agosto	0.8	DOP 9,221.84
Septiembre	0.83	DOP 6,098.40
Ocubre	0.78	DOP 12,440.74
Promedio	0.80	\$9,253.66

Tabla 13. Factor de Potencia - Penalización meses agosto, septiembre y octubre. (Elaboración propia).

2.6.4 Penalización por Potencia máxima en períodos sucesivos de 15 minutos según facturas de la distribuidora EDESUR meses julio, agosto y septiembre.

En las facturas eléctricas de los meses mencionados se pueden evidenciar dos cargos dentro del detalle de cálculo de las facturas, estos son:

1. Potencia Máxima en periodo sucesivo de 15 Minutos dentro del periodo de punta.

En este caso se promedia 30 kW en los meses de estudio analizados. Recordando que el periodo dentro de punta es 8:30 PM a 11:00 PM.

2. Potencia Máxima en periodo sucesivo de 15 Minutos fuera del periodo de punta.

En este caso se promedia 83 kW en los meses de estudio analizados.

2.7 Frecuencia de mantenimiento de equipos

En la compañía el departamento encargado del seguimiento al mantenimiento de las maquinarias es el departamento de proyectos, quienes establecieron en forma tabular un plan de mantenimiento para cada equipo, incluyendo figuras y notas importantes.

Dichos planes se confinaron basándose en la implementación de la norma ISO 9000 que expone dentro de su contenido que “la organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del producto”.

A continuación, se presenta el plan de mantenimiento para cada maquinaria:

No. 1	
Máquina:	Punzonadora
Código:	Pun 1
Marca:	Haco
Modelo:	Punchmaster 310

Tabla 14. Datos de maquinaria No. 1. (Industrial Electric, 2016).



Figura 30. Maquinaria No. 1. (Industrial Electric, 2016).

Tareas de mantenimiento	Frecuencia						Según requerimiento
	Diario	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	
Revisión de nivel de aceite	X						
Limpiar porta-útiles	X						
Limpiar clavijas de referencia para la chapa	X						
Evitar condensación de aire comprimido (revisión)		X					
Limpiar husillo de los ejes X-Y		X					
Lubricar husillo de cojinete ejes X-Y		X					
Limpiar guías de los ejes X-Y		X					
Limpiar la superficie de la mesa		X					
Limpiar amarres		X					
Evitar condensación del acumulador de aire comprimido			X				
Reemplazar filtro hidráulico						X	
Reemplazar aceite hidráulico						X	

Tabla 15. Tareas y frecuencia de mantenimiento maquinaria No. 1. (Industrial Electric, 2016).

No. 2	
Máquina:	Cortadora
Código:	Cort 1
Marca:	Stilmax
Modelo:	CH - 306

Tabla 16. Datos de maquinaria No. 2. (Industrial Electric, 2016).



Figura 31. Maquinaria No. 2. (Industrial Electric, 2016).

Tareas de mantenimiento	Frecuencia						Según requerimiento
	Diario	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	
Limpiar depósito de aceite				X			
Limpiar filtro de aspiración de la bomba hidráulica				X			
Cambiar aceite hidráulico						X	
Limpiar y lubricar los ejes-guías y el husillo					X		
Lubricar tuercas		X					
Limpiar las herramientas y accesorios de la máquina	X						
Lubricar y limpiar la máquina	X						
Afilar las cuchillas (máquina y equipos especiales)							X

Tabla 17. Tareas y frecuencia de mantenimiento maquinaria No. 2. (Industrial Electric, 2016).

No. 3	
Máquina:	Cortadora
Código:	Cort 2
Marca:	Haco
Modelo:	TS - 3006

Tabla 18. Datos de maquinaria No. 3. (Industrial Electric, 2016).



Figura 32. Maquinaria No. 3. (Industrial Electric, 2016).

Tareas de mantenimiento	Frecuencia							
	Diario	Semanal	Mensual	Bimensual	Trimestral	Semestral	Anual	Según requerimiento
Limpiar depósito de aceite				X				
Limpiar filtro de aspiración de la bomba hidráulica				X				
Cambiar aceite hidráulico							X	
Revisar las conexiones hidráulicas y mecánicas			X					
Limpiar y lubricar los ejes-guías y el husillo						X		
Lubricar tuercas		X						
Limpiar las herramientas y accesorios de la máquina	X							
Lubricar y limpiar la máquina	X							
Afilar las cuchillas								X

Tabla 19. Tareas y frecuencia de mantenimiento maquinaria No. 3. (Industrial Electric, 2016).

No. 4	
Máquina:	Dobladora
Código:	Dobl 1
Marca:	Haco
Modelo:	PPM 36150

Tabla 20. Datos de maquinaria No. 4. (Industrial Electric, 2016).



Figura 33. Maquinaria No. 4. (Industrial Electric, 2016).

Tareas de mantenimiento	Frecuencia							Según requerimiento
	Diario	Semanal	Mensual	Bimensual	Trimestral	Semestral	Anual	
Revisión del depósito de aceite		X						
Revisión y limpieza del filtro de aire					X			
Limpiar depósito de aceite					X			
Cambiar aceite hidráulico							X	
Reemplazar filtro de aire por uno nuevo							X	
Limpieza de piezas hidráulicas y herramientas.					X			
Revisar las conexiones hidráulicas y mecánicas. Apretar conexiones de piezas.				X				

Tabla 21. Tareas y frecuencia de mantenimiento maquinaria No. 4. (Industrial Electric, 2016).

No. 5	
Máquina:	Dobladora
Código:	Dobl 2
Marca:	Haco
Modelo:	ERMS 30135

Tabla 22. Datos de maquinaria No. 5. (Industrial Electric, 2016).



Figura 34. Maquinaria No. 5. (Industrial Electric, 2016).

Tareas de mantenimiento	Frecuencia							Según requerimiento
	Diario	Semanal	Mensual	Bimensual	Trimestral	Semestral	Anual	
Revisión del depósito de aceite		X						
Revisión y limpieza del filtro de aire					X			
Limpiar depósito de aceite					X			
Cambiar aceite hidráulico							X	
Reemplazar filtro de aire por uno nuevo							X	
Limpieza de piezas hidráulicas y herramientas					X			
Revisar las conexiones hidráulicas y mecánicas. Apretar conexiones de piezas.				X				

Tabla 23. Tareas y frecuencia de mantenimiento maquinaria No. 5. (Industrial Electric, 2016).

No. 6	
Máquina:	Troqueladora de Esquinas
Código:	Troq 1
Marca:	Amada
Modelo:	CS - 220

Tabla 24. Datos de maquinaria No. 6. (Industrial Electric, 2016).



Figura 35. Maquinaria No. 6. (Industrial Electric, 2016).

Tareas de mantenimiento	Frecuencia							Según requerimiento
	Diario	Semanal	Mensual	Bimensual	Trimestral	Semestral	Anual	
Revisión del depósito de aceite	X							
Limpiar depósito de aceite							X	
Cambiar aceite hidráulico							X	
Lubricar y limpiar la máquina	X							

Tabla 25. Tareas y frecuencia de mantenimiento maquinaria No. 6. (Industrial Electric, 2016).

No. 7	
Máquina:	Laminadora
Código:	21C,41C
Marca:	
Modelo:	

Tabla 26. Datos de maquinaria No. 7. (Industrial Electric, 2016).



Figura 36. Maquinaria No. 7. (Industrial Electric, 2016).

Tareas de mantenimiento	Frecuencia							
	Diario	Semanal	Mensual	Bimensual	Trimestral	Semestral	Anual	Según requerimiento
Revisión del nivel de aceite	X							
Revisión y limpieza del filtro de aire					X			
Lubricar de manera diaria el troquelado de corte con aceite no.90	X							
Limpia depósito de aceite					X			
Cambiar aceite hidráulico							X	
Reemplazar filtro de aire por uno nuevo							X	
Limpieza de piezas hidráulicas y herramientas					X			
Lubricar rodamientos del eje con grasa.				X				
(Abrir cubierta) lubricar engranajes con grasa cada 3 meses					X			

Tabla 27. Tareas y frecuencia de mantenimiento maquinaria No. 7. (Industrial Electric, 2016).

No. 8	
Máquina:	Troqueladora
Código:	troq 5,4,3,2
Marca:	swaine. No 33A
Modelo:	sserie no.01445

Tabla 28. Datos de maquinaria No. 8. (Industrial Electric, 2016).



Figura 37. Maquinaria No. 8. (Industrial Electric, 2016).

Tareas de mantenimiento	Frecuencia							Según requerimiento
	Diario	Semanal	Mensual	Bimensual	Trimestral	Semestral	Anual	
Revisión del nivel de aceite	X							
Limpiar depósito de aceite					X			
Cambiar aceite hidráulico	X							
Limpieza de piezas hidráulicas y tornillos	X							
Lubricar rodamientos del eje con grasa.		X						

Tabla 29. Tareas y frecuencia de mantenimiento maquinaria No. 8. (Industrial Electric, 2016).

De manera que se pueda dar el seguimiento al cumplimiento de este plan de mantenimiento, han definido un formato para cada maquinaria que consiste en registrar la acción realizada diaria, semanal, mensual y anualmente. Por ejemplo:

		Mantenimiento																																																																
		Registro Máquinas																																																																
Máquina:	Funzonadora	Registro No.	_____																																																															
Código:	Pun 1	Fecha colocación registro:	_____																																																															
		Fecha retiro registro:	_____																																																															
*corresponde a este periodo de mantenimiento																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="31">Noviembre</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th><th>21</th><th>22</th><th>23</th><th>24</th><th>25</th><th>26</th><th>27</th><th>28</th><th>29</th><th>30</th><th>31</th> </tr> </thead> </table>				Noviembre																																1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Noviembre																																																																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																																			
DIARIO																																																																		
Revisión nivel de aceite																																																																		
Limpieza de porta-útiles																																																																		
Limpieza clavijas de referencia																																																																		
SEMANAL																																																																		
Limpiar y lubricar husillo de ejes X-Y																																																																		
Limpiar guías de los ejes X-Y																																																																		
Limpiar superficie de la mesa																																																																		
Limpiar amarres																																																																		
MENSUAL																																																																		
Evitar condensación de acumulador de aire comprimido																																																																		
ANUAL																																																																		
Reemplazar filtro hidráulico																																																																		
Reemplazar aceite hidráulico																																																																		

Tabla 30. Histograma de mantenimiento. (Industrial Electric, 2016).

CAPÍTULO 3

3. ESTRATEGIAS TÉCNICO-ECONÓMICAS DEFINIDAS

3.1 Banco de capacitores

3.1.1 Justificación técnica.

El factor de potencia en Industrial Electric es un tema determinante cuando hacemos mención de las pérdidas económicas derivadas de un mal manejo eléctrico en la industria. Tomando en cuenta los datos analizados en el capítulo 2, se presenta la propuesta:

Ítem	NIC	Suministro	Suplidor	Tarifa	Energía Activa (kWh)	Energía Reactiva (kVARh)	Factor Potencia (FP)
1	5724930	SUED	EDESUR	MTH2	12840	9582	0.80
					12000	7754	0.84
					14280	11263	0.79

Tabla 31. Valores de potencia divisados por medidor de distribuidora. (Elaboración propia).

Banco de Capacitores Propuesto							
KVAR Actual	FP Deseado		KVAR Necesarios	KVAR a Instalar	VERIFICACION FP	ESTATUS	COMENTARIO
62.25	0.96	24.21	38.04	40.00	0.97	OK	-
54.90	0.96	24.79	30.11	40.00	0.98	OK	-
64.42	0.96	24.21	40.21	40.00	0.96	OK	-

Tabla 32. Cálculos para banco de capacitores propuesto. (Elaboración propia).

Se propone la instalación de un banco de capacitores con regulación por etapas automáticas de 40 kVAR. En este análisis se contempla la flexibilidad para un posible crecimiento futuro.

3.1.2 Justificación económica.

Desde el punto de vista económico la propuesta de esta solución implica una inversión que debe ser contemplada en el presupuesto de Industrial Electric, la cual presenta un tiempo de retorno aproximado de 4 meses. A continuación, se presentan tablas detalladas de los costos de la inversión, costos por penalización y tiempo de recuperación de la inversión.

Banco De Capacitores	Inversión
Banco De Capacitores	DOP 35,200.00
Mano de obra	DOP 5,280.00
TOTAL	DOP 40,480.00

Tabla 33. Inversión banco de capacitores propuesto. (Elaboración propia).

Costo	
Penalización por factor de potencia (Promedio)	DOP 8,642.85
Gastos Mensuales	DOP 8,642.85
Gastos Anuales	DOP 103,714.15
Inversión	DOP 40,480.00
Recuperación de la inversión (Meses)	4.68

Tabla 34. Análisis de retorno de inversión de banco de capacitores. (Elaboración propia).

3.2 Limitador de Potencia

3.2.1 Justificación técnica.

Debido al costo por la demanda del sistema en horas de punta referido a las facturas de los meses evaluados en el capítulo 2 superan la cifra de 5kW, se propone la instalación de un limitador de potencia horario conjunto a un inversor trifásico de la marca PowerTech con una potencia equivalente a 8kVA.

Limitador de potencia horario ha sido diseñado en esencia para discernir cuando sea la hora de punta y desconectar la demanda energética de la distribuidora. Para poder suplir esta demanda de forma que la industria pudiera seguir trabajando si se presentara la ocasión sin ser penalizado por la EDE se propone un inversor trifásico que viene por diseño con sus baterías que tienen una autonomía de 5 horas por lo tanto queda exento el cálculo de las baterías.

No se plantea el uso del generador para solución de esta problemática debido a que los dos generadores superan una potencia de 70 kW lo cual generaría un gasto muy excesivo ya que la mayoría de veces que hay una demanda son en las oficinas, destinados para las luces y toma de corrientes generales. Estos equivalen a menos de un 5% de la potencia total, de todos modos, el limitador de potencia tiene la capacidad de descartar el uso del inversor y entrar a la planta a funcionamiento siempre y cuando la demanda pase de un 30% designado por diseño.

- Lista de dispositivos de la solución propuesta:

Limitador de potencia
2- Contactores
3- CT's
1-Medidor De Energia con salidas digitales
1- PLC
1- Relay
1- Bornas de control
1- Gabinete
Miselanios
Inversor con banco de baterias integrado

Tabla 35. Lista de materiales de sistema limitador de potencia propuesto. (Elaboración propia).

3.2.2 Justificación económica.

La solución propuesta del limitador propuesta implica un costo por equipos descrito a continuación:

Sistema Limitación De Potencia	Inversión
Limitador de potencia	DOP 10,300.00
Inversor Trifasico + Banco de baterias	DOP 100,024.00
TOTAL	DOP 110,324.00

Tabla 36. Inversión sistema limitador de potencia propuesto. (Elaboración propia).

Para ver la factibilidad de esta propuesta, se realiza una tabla donde muestra los gastos de esta problemática en comparación con los gastos de la solución, con la intención de determinar el tiempo del retorno de inversión:

Costo	
Pot.Punta	DOP 5,379.52
Ener.Punta	DOP 5,263.00
Gastos Mensuales	DOP 10,642.52
Gastos Anuales	DOP 127,710.24
Inversión	DOP 110,324.00
Recuperación de la inversión (Meses)	10.37

Tabla 37. Análisis de retorno de inversión de sistema limitador de potencia. (Elaboración propia).

Leyenda
Pot.Punta: Potencia Máxima en periodo sucesivo de 15 Minutos dentro del periodo de punta
Ener.Punta: Energia Consumida En Periodo De Punta

Tabla 38. Leyenda de retorno de inversión de sistema limitador de potencia. (Elaboración propia).

El resultado de este análisis se interpreta de manera que, al cabo de 11 meses, la inversión se recuperará, y luego de esto, como ya no serán penalizados se generará un activo de 10,642.52 pesos dominicanos mensuales, que al año significan 127,710.24 que podrán ser utilizados en otros fines.

3.3 Sustitución de lámparas fluorescentes por lámparas LED

3.3.1 Justificación técnica.

Tomando en consideración los resultados obtenidos en la sección 2.2.2 de corrida de iluminación al primer y segundo nivel de la empresa, salen a relucir los siguientes aspectos:

1. Las luminarias existentes no brindan la cantidad de iluminación necesaria según el tipo de actividad a realizar.
2. Las luminarias existentes están distribuidas de manera que quedan puntos oscuros dentro las instalaciones.

El primer punto es tomando como referencia los niveles de iluminación aceptados según las tareas realizadas dentro del espacio iluminado que brinda la institución Illuminating Engineering Society of North America (IESNA). Esta entidad facilita un manual completo en el que incluye la tabulación con la relación de actividad-luxes de una manera práctica y resumida.

Building Type	Space Type	Maintained Average Illuminance at working level (lux)	Measurement (working) Height (1 meter = 3.3 feet)
Barracks/Dormitories	Bedrooms	300	at 0 m
	Laundry rooms	300	at 1 m
Educational Buildings	Play room, nursery, classroom	400	at 0 m
	Lecture hall	400	at 0.8 m
	Computer practice rooms (menu driven)	30	at 0.8 m
Office buildings	Single offices	400	at 0.8 m
	Open plan offices	400	at 0.8 m
	Conference rooms	300	at 0.8 m
Educational buildings	Classrooms	300	at 0.8 m
	Classrooms for adult education	400	at 0.8 m
	Lecture hall	400	at 0.8 m
Hospitals	General ward lighting	300	at 0.8 m
	Simple examination	500	at 0.8 m
	Examination and treatment	1000	at 0.8 m
Hotels and restaurants	Self-service restaurant, dining room	100	at 0.8 m
	Kitchen	500	at 0.8 m
	Buffet	100	at 0.8 m
Sport facilities	Sports halls	300	at 0 m
Wholesale and retail sales	Sales area	500	at 0.8 m
	Till area	500	at 0.8 m
Circulation areas	Corridor	50	at 0 m
	Stairs	50	at 0 m
	Restrooms	300	at 0 m
	Cloakrooms, washrooms, bathrooms, toilets	300	at 0.8 m
Industrial	Metal working/ welding	300	at 1 m
	Simple Assembly	300	at 1 m
	Difficult Assembly	1,000	
	Exacting Assembly	3,000-10,000	
Central Plant	Boiler house	50	at 0 m
	Machine Halls	300	
	Side rooms, e.g. pump rooms, condenser rooms etc.	300	
	Control rooms	500	
Vehicle Construction/ Maintenance	Body work and assembly	500	at 1 m
	Painting, spraying, polishing	1000	
	Painting, touch-up, inspection	3,000-10,000	
Wood working and processing	Saw frame	300	at 1 m
	Work at joiner's bench, assembly	300	
	Polishing, painting, fancy joinery	1000	
	Work on wood working machines e.g. turning, fluting, dressing, rebating, grooving, cutting, sawing, sinking	500	

Tabla 39. Nivel de iluminación recomendado según tipo de actividad (IESNA, 2009).

Industrial Electric como es una empresa industrial de fabricación de equipos eléctricos, y en sus equipos hay piezas medianas y diminutas las cuales es necesarias ver con detalles cae en medio de los renglones “Industrial Simple Assembly” y “Industrial Difficult Assembly” que su traducción al español sería ensamblaje industrial simple y ensamblaje industrial con dificultad respectivamente.

Por esta razón para el estudio de luminotecnia y la recomendación brindada se establece un promedio de 650 Lux en todas las áreas de proceso industrial de la empresa.

Sin embargo, en la corrida de iluminación se pueden observar en el gráfico de “Primer nivel/ Plano útil / Isolíneas (E)” valores que oscilan desde 170 a 340 Lux y en el segundo nivel en el gráfico de “Segundo nivel / Plano útil / Isolíneas (E)” valores que oscilan entre 120 a 240 Lux, dejando en evidencia el primer punto de que las luminarias no brindan la cantidad de iluminación suficiente para el tipo de actividad.

El punto dos va de la mano del punto uno, y es evidenciado debido a los valores críticos en la barrera inferior que son 170 y 120 Lux en el primer y el segundo nivel respectivamente, ya que una eficiente distribución de las luminarias permite que exista un nivel de iluminación homogéneo en todas las partes de la instalación, o al menos en base a su actividad.

Se recomienda la sustitución de las luminarias existentes de tipo fluorescentes por luminarias con tecnología led, específicamente tubos led de modelo LED15T8/L48/FP/850/SUB/G6 de la marca Sylvania, que es una luminaria equivalente a las existentes de 32W, pero con un menor consumo, más eficiencia en cantidad de lux, y más durabilidad.

Las especificaciones técnicas de la luminaria propuesta:



Figura 38. Luminarias propuestas de tecnología LED. (Sylvania, p.75, 2016).

Modelo	Tamaño	Potencia (W)	Lumenes	Temperatura de color	Voltaje
LED15T8/L 48/FP/850/ SUB/G6	48 "	15.5	2200	5000K	Multi-Volt

Tabla 40. Datos de luminaria propuesta. (Elaboración propia).

Se añaden a los beneficios en el aspecto técnico de esta sustitución que debido a que son compatibles es decir son del mismo molde, solo cambia la tecnología interna, al momento de hacer la instalación, no se debe contemplar un nuevo cajetín para las luminarias, sino que sería solo el remplazo de los tubos. Y que la temperatura de color está más acorde con el tipo de actividad realizada en la fábrica, de acuerdo a la institución (IESNA) mencionada anteriormente.

Para verificar que las luminarias propuestas cumplen con las condiciones mencionadas, es necesario realizar nuevamente la corrida de iluminación. A continuación, se muestra el resumen de los datos más relevantes de los resultados de la corrida.

Corrida de iluminación con luminarias propuestas para el primer nivel de la empresa.

PROYECTO TESIS IE LED / Lista de luminarias

152 Pieza	HAVELLS SYLVANIA S.A. UL 402 Luxem LED 48 6 620mA RA SMD Dif #1 De Colgar/ Iluminacion General N° de artículo: UL 402 Luxem LED 48 6 620mA RA SMD Dif #1 Flujo luminoso (Luminaria): 12858 lm Flujo luminoso (Lámparas): 14940 lm Potencia de las luminarias: 148.5 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 62 91 98 100 86 Lámpara: 6 x SMD 24 (Factor de corrección 1.000).	Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.
-----------	--	--

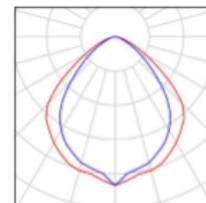


Figura 39. Cantidad y tipo de luminarias propuestas en primer nivel. (Elaboración propia).

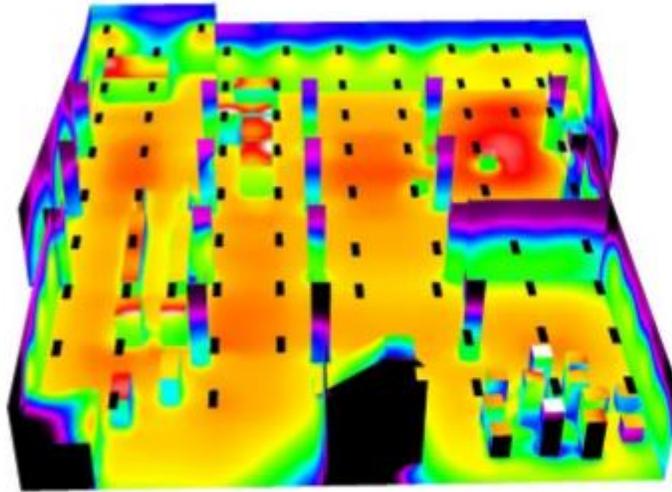
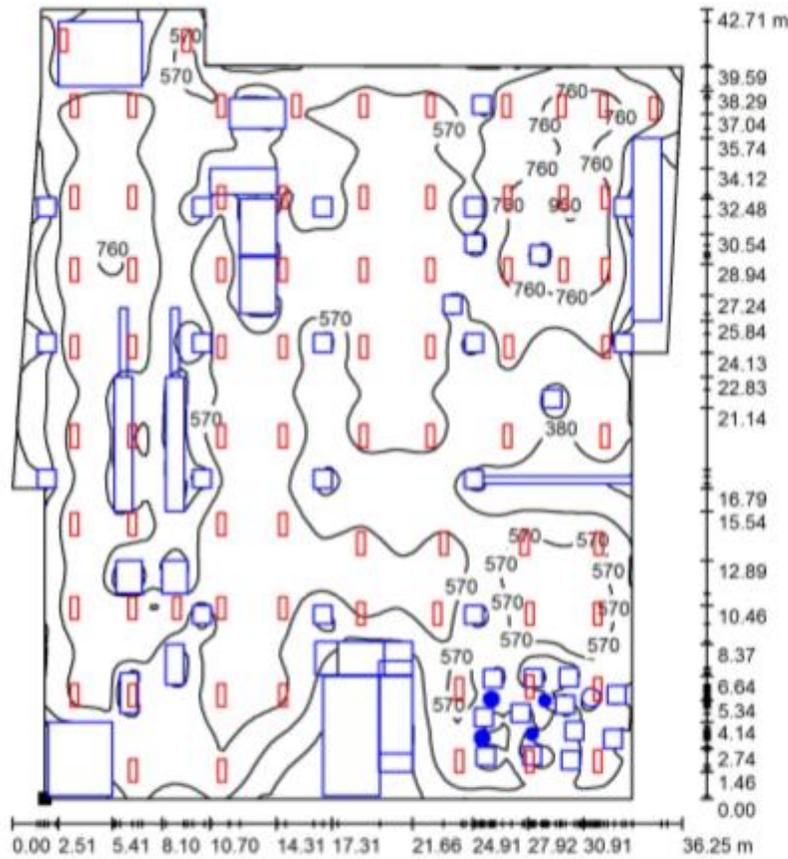


Figura 40. Simulación de colores falsos en 3D con luminarias propuestas de primer nivel. (Elaboración propia).

Primer nivel-LED / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 334

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(-459.532 m, 18.556 m, 0.850 m)

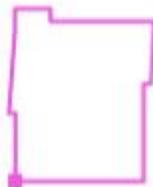


Figura 41. Simulación de isolíneas con luminarias propuestas de primer nivel. (Elaboración propia).

En contraste con las corridas de las luminarias existentes, se puede visualizar que todas las zonas del primer nivel están estandarizadas para un nivel de iluminación promedio de 570 Lux, mientras que las zonas críticas de ensamblaje, donde los

operadores deben manejar piezas medianas, están configuradas de manera tal que se tenga una iluminación de 760 Lux.

Corrida de iluminación con luminarias propuestas para el segundo nivel de la empresa.

Segundo nivel-LED / Rendering (procesado) de colores falsos

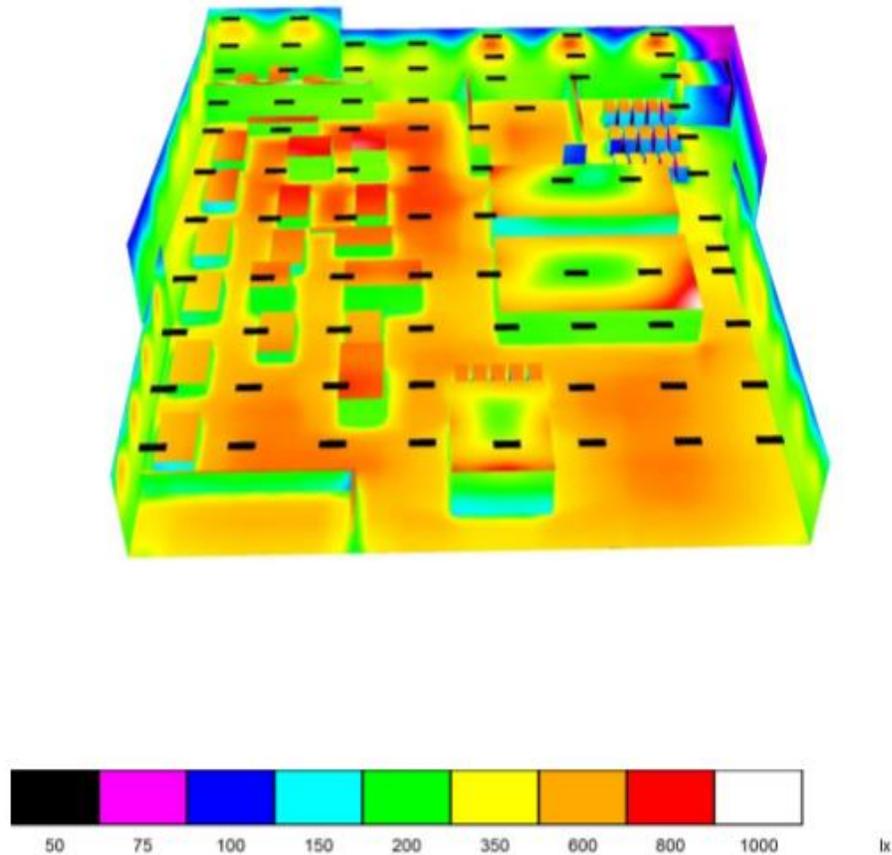


Figura 42. Simulación de colores falsos en 3D con luminarias propuestas de segundo nivel. (Elaboración propia).

Segundo nivel-LED / Plano útil / Isolíneas (E)

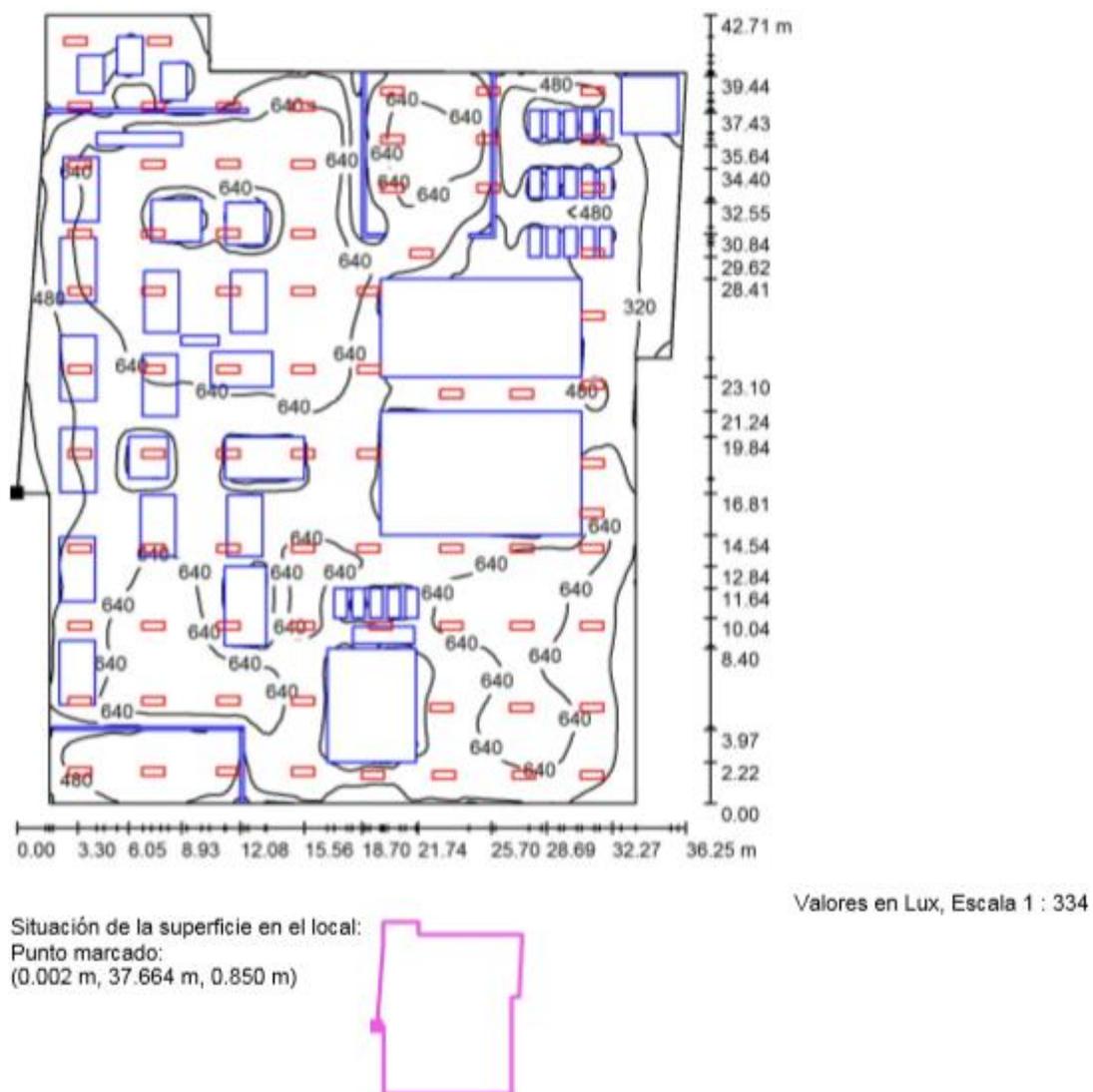


Figura 43. Simulación de Isolíneas con luminarias propuestas de segundo nivel. (Elaboración propia).

Para el segundo nivel se propone un promedio de 640 Lux, aún más que las propuestas en el primer debido a que en el segundo nivel se manejan piezas de control eléctrico y demás dispositivos que suelen tener tamaños menores a 30 cm.

3.3.2 Justificación económica.

La sustitución de las luminarias fluorescentes existentes por las luminarias propuestas de tecnología LED representa una inversión que debe ser estudiada para poner a discusión la factibilidad de la misma.

A continuación, se presenta el cálculo del retorno de inversión de la propuesta para determinar el tiempo en que se recupera la misma:

Sustitución de luminarias	Inversión
Luminarias LED Propuestas	DOP 278,000.00
Mano de obra de instalación (+ retiro de existentes)	DOP 13,900.00
TOTAL	DOP 291,900.00

Tabla 41. Inversión sustitución de luminarias a tecnología LED. (Elaboración propia).

Costo	
Cons. Lum.. Exist.	DOP 13,201.00
Cons. Lum. Prop.	DOP 4,892.00
Ahorro Mensual	DOP 8,309.00
Ahorro Anuales	DOP 99,708.00
Inversión	DOP 291,900.00
Recuperación de la inversión (años)	2.93

Tabla 42. Análisis de retorno de inversión sustitución de luminarias a tecnología LED. (Elaboración propia).

Leyenda
Cons. Lum. Exist: Consumo de las luminarias fluorecentes existentes mensualmente, representado en pesos.
Cons. Lum. Prop: Consumo de las luminarias LED propuestas mensualmente, representado en pesos.

Figura 44. Leyenda de análisis de retorno de inversión sustitución de luminarias a tecnología LED. (Elaboración propia).

Aun cuando el tiempo de retorno sea dentro de 3 años, para evaluar la decisión se debe contemplar que con este cambio se reduce la frecuencia de remplazo de las luminarias ya que las de tecnología led brindan más tiempo de garantía.

Luego de los 3 años para recuperar la inversión se estima 99,708 DOP que podrán ser utilizados para otros fines de mejora en la empresa.

3.4 Sustitución de Chiller existente de 10 toneladas a 5 toneladas del área de recepción y salón de conferencias

3.4.1 Justificación técnica.

En la sección 2.2.3 se menciona la unidad chiller de 10 toneladas, que junto a la manejadora de la misma capacidad brindan servicio al área de recepción y salón de conferencia de la empresa, delimitada en la sección 2.1.

Luego de realizado el levantamiento de todos los parámetros en esas zonas, e introducidos en el software que dio como resultado la corrida térmica de la sección 2.2.3.1. En esta última se observa que el dato "Total coil load" tiene un valor de 2.4 Tons esto se interpreta que con una unidad condensadora y una manejadora de 5 Tons es más que suficiente debido a que son áreas que no siempre están en funcionamiento ni tienen la cantidad de personas contempladas en el diseño de la corrida.

Esta propuesta de sustituir los equipos de 10 Ton por equipos de 5 Tons incluye una flexibilidad de diseño de un 40% de su capacidad en caso de crecimiento de las áreas de servicio. Además de representar una reducción significativa en el consumo y por consecuente en el costo, desde el aspecto económico será explicado en la siguiente sección explicada en la siguiente sección.

Los modelos propuestos son:

Modelo	Tipo	CAPACIDAD	Potencia (KW)	MCA	REFRIGERANTE
CARRIER 24ACC460W0030	CONDENSADORA	5 TON	20.2	24.3	R410A
CARRIER 40RUA07A1A6	MANEJADORA	5 TON	2.16	4.3	R410A

Tabla 43. Datos de sistema de climatización propuesto. (Elaboración propia).



Figura 45. Unidad condensadora propuesta. (Carrier, p.45, 2012).



40RU07 - 12

Figura 46. Unidad manejadora propuesta. (Carrier, p.1, 2013).

3.4.2 Justificación económica.

Desde el punto de vista económico la propuesta de la sustitución de los equipos de climatización del área de recepción, implica costos de inversión que incluyen el equipo a instalar, la mano de obra de retirar el equipo existente, la mano de obra de la instalación de las tuberías, etc. A continuación, se describe el total de la inversión para llevar a cabo la solución presentada:

Sustitución de sistema de climatización	Inversión
Condensadora Carrier 24ACC460W0030 + Manejadora	DOP 332,640.00
Mano de obra de instalación (+ retiro de existente)	DOP 91,000.00
TOTAL	DOP 423,640.00

Tabla 44. Inversión sustitución de sistema de climatización propuesto. (Elaboración propia).

Es decir que la empresa Industrial Electric debe contemplar del presupuesto 332,640 DOP para llevar a cabo esta solución, entonces para estudiar la factibilidad de esto, es necesario ver el tiempo de retorno de la inversión, como se muestra a continuación:

Costo	
Cons. Equip. Exist.	DOP 21,580.00
Cons. Equip. Prop.	DOP 14,285.00
Ahorro Mensual	DOP 7,295.00
Ahorro Anuales	DOP 87,540.00
Inversión	DOP 423,640.00
Recuperación de la inversión	4.84

Tabla 45. Análisis de retorno de inversión sustitución de sistema de climatización propuesto. (Elaboración propia).

Leyenda
Cons. Equip. Exist: Consumo de los equipos de climatización existentes de 10 Tons mensualmente, representado en pesos.
Cons. Equip. Prop: Consumo equipos de los climatización propuestos de 10 Tons mensualmente, representado en pesos.

Tabla 46. Leyenda de análisis de retorno de inversión sustitución de sistema de climatización propuesto. (Elaboración propia).

En resumen, luego de cinco años con los equipos propuestos instalados, la inversión queda cubierta, y a partir de ese punto, se generarán 7,295 DOP que anualmente implicarían 87,540 DOP en ahorros.

Se debe contemplar que, de poder venderse los equipos existentes a un precio adecuado, se puede hacer la compra de los equipos existentes, y percibir los beneficios económicos inmediatamente.

3.5 Sustitución conductores principales A-12, A-17, A-20

Luego de realizadas las pruebas con el medidor de resistencia de aislamiento Metrel MI-3210 a los conductores principales ilustrados en el unifilar de la sección 2.2.4, en la sección 2.4 se muestran las pruebas que destacaron los conductores que su aislamiento no está dentro de los parámetros, es decir los conductores que están cerca de perder su capacidad dieléctrica completamente y esto poder causar un corto circuito.

En suceder esta última condición representaría daños irreversibles a los paneles y equipos a los cuales suministran energía. Es por esto que se auto justifica la necesidad de remplazar dichos conductores.

Además, cuando los conductores y terminales están en mal estado, se produce un consumo referente a las altas impedancias que a su vez generan calor excesivo que disminuye la vida útil de los conductores finalmente dañándolos completamente.

3.6 Aumento de frecuencia de mantenimiento a maquinarias

En la sección 2.6 se muestran el plan de mantenimiento existente del departamento de mantenimiento de la empresa Industrial Electric, donde se deja en evidencia que no se cumplen a plenitud las fechas de los mantenimientos. Esto provoca que las maquinas tengan un funcionamiento forzado ya que son piezas electromecánicas que necesitan ciertos fluidos para evitar los movimientos bruscos.

Una vez las máquinas están funcionando de esta forma, sin lubricantes y desgastadas tienden a demandar más potencia para realizar sus actividades. De igual manera se reduce el tiempo de vida útil de los equipos y se requiere sustituir piezas con más frecuencia.

Si todas las maquinarias están en sobreconsumo por falta de mantenimiento, significa que del consumo total existe un porcentaje posible de reducir solo llevando a cabo el plan de mantenimiento correctamente.

Este valor es imposible conocerlo a exactitud debido a que no existe un factor que determine el nivel de consumo cuando las maquinarias están faltas de mantenimientos. Sin embargo, es posible determinar el costo de las sustituciones de piezas de los equipos por falta de mantenimiento.

3.7 Formato esquematizado propuesto

No. de empleados: _____ Ocupación/Capacidad de producción (%): _____

Turnos	Horario de trabajo		Empleados por turno de Trabajo
No. 1			
No. 2			
No. 3			

2. Gestión de Energía.

¿Existe responsable energético en la empresa? Indicar: _____
 ¿Existen procedimientos de contabilidad energética? Indicar: _____

3. Auditorías/Planes Energéticos.

¿Se han realizado anteriormente?
 Indicar: _____

Ahorro energético derivado de estas actividades: _____
 Existe un plan de ahorro propio de la empresa? _____

Situación del plan: Fase Inicial: _____
 Fase de desarrollo: _____
 Concluido: _____

Calificación de Cambios detectados: Indiferente: _____
 Positivo: _____
 Negativo: _____

¿Han realizado inversiones en ahorro de energía? _____
 ¿Existen medidores para áreas principales? _____
 ¿Existe algún tipo de sistema automatizado? _____

Comentarios: _____

4. Datos Generales del Sistema de Energía de la Empresa (Fotografía)

DIAGRAMA UNIFILAR

5. Suministro Eléctrico.

Acometida: Contador No.: _____
AT: _____
MT: _____
BT: _____
Contratada: _____

Tarifa aplicada: _____
NIC: _____
Supridor: _____

Historico de facturación

Mes	Consumo	Potencia	Eficiencia (FP)

Generación de Energía Alternativa.

¿Ha analizado la implementación de un sistema? Indique: _____

¿Existe alguna en la actualidad? _____

Indique: _____

HERRAMIENTA A UTILIZAR

Analizador
Otros

Observaciones

6. Luminotecnia

Table 1. Examples of design illumination levels for selected Army buildings and spaces (IESNA 9th Edition Handbook, 200, Illuminating Engineering Society of North America.).

Building Type	Space Type	Maintained Average Illuminance at working level (lux)	Measurement (working) Height (1 meter = 3.3 feet)
Barracks/Dormitories	Bedrooms	300	at 0 m
	Laundry rooms	300	at 1 m
Educational Buildings	Play room, nursery, classroom	400	at 0 m
	Lecture hall	400	at 0.8 m
Office buildings	Computer practice rooms (menu driven)	30	at 0.8 m
	Single offices	400	at 0.8 m
	Open plan offices	400	at 0.8 m
Educational buildings	Conference rooms	300	at 0.8 m
	Classrooms	300	at 0.8 m
	Classrooms for adult education	400	at 0.8 m
Hospitals	Lecture hall	400	at 0.8 m
	General ward lighting	300	at 0.8 m
	Simple examination	500	at 0.8 m
Hotels and restaurants	Examination and treatment	1000	at 0.8 m
	Self-service restaurant, dining room	100	at 0.8 m
	Kitchen	500	at 0.8 m
Sport facilities	Buffet	100	at 0.8 m
	Sports halls	300	at 0 m
Wholesale and retail sales	Sales area	500	at 0.8 m
	Till area	500	at 0.8 m
Circulation areas	Corridor	50	at 0 m
	Stairs	50	at 0 m
	Restrooms	300	at 0 m
	Cloakrooms, washrooms, bathrooms, toilets	300	at 0.8 m
Industrial	Metal working/ welding	300	at 1 m
	Simple Assembly	300	at 1 m
	Difficult Assembly	1,000	
	Exactng Assembly	3,000-10,000	
Central Plant	Boiler house	50	at 0 m
	Machine Halls	300	
	Side rooms, e.g. pump rooms, condenser rooms etc.	300	
	Control rooms	500	
Vehicle Construction/ Maintenance	Body work and assembly	500	at 1 m
	Painting, spraying, polishing	1000	
	Painting, touch-up, inspection	3,000-10,000	
Wood working and processing	Saw frame	300	at 1 m
	Work at joiner's bench, assembly	300	
	Polishing, painting, fancy joinery	1000	
	Work on wood working machines e.g. turning, fluting, dressing, rebating, grooving, cutting, sawing, sinking	500	

¿Qué tipo de luminaria se utiliza? (De haber varias mencionarlas todas) Indique: _____

Segun la tabla 1. presentada , ¿Se cumple con la norma de Lux por Area en las diferentes area de la compañía? Si _____
 No _____

¿Dónde no se cumplen? (Especificar zonas) _____

7. Equipos de climatización

¿Existen equipos de climatización en funcionamiento? Si _____
 No _____

Especifique:

TIPO	MODELO	CAPACIDAD	EFICIENCIA	CONSUMO	VOLTAJE	CORRIENTE	REFRIGERANTE

Realizar corrida térmica de área de climatización

¿Según los resultados de la corrida térmica, de que forma está la capacidad de de los equipos existentes en comparacion a los equipos recomendados?

Sub-dimensionada _____
Correcta _____
Sobre-dimensionada _____

En caso de que los equipos esten sub o sobre dimensionados, realizar estudio de retorno de inversion

¿Es economicamente factible el remplazo de los equipos?

Si _____
No _____

¿A qué temperatura se configuran regularmente las unidades evaporadoras en la compañía? _____°C

¿Existen equipos instalados debajo de hojas de zinc?

Si _____
No _____

Observaciones (Cualquier tipo de observaciones):

8. Mantenimiento

¿Qué tipo de mantenimiento se realiza?

Correctivo _____
Preventivo _____
Otro _____

¿Con qué regularidad?

Diario _____
Mensual _____
Trimestral _____
Anual _____

9. Observaciones Visuales

Observaciones (Cualquier tipo de observaciones):

CONCLUSIÓN

Los gastos fijos de una empresa, en ocasiones representan uno de sus principales retos, ya que son una de las razones por las cuales las empresas pequeñas/medianas fracasan. Dichos gastos, pueden verse alterados debido a una mala gestión energética.

En el desarrollo y análisis del presente proyecto se han estudiado diferentes aspectos de la calidad de energía, queda en evidencia que:

- Inicialmente se estimaba que Industrial Electric anualmente percibía pérdidas en el orden de RD\$ 100,000 anuales, no obstante, las perdidas reales sobrepasan la cifra de los 400,000 pesos anuales debido al mal diseño y mal manejo de la electricidad.
- Industrial Electric posee un control deficiente en cuanto a la distribución de sus cargas, por lo cual fue necesario realizar un diagrama unifilar actualizado para el análisis de sus cargas instaladas.
- La falta de capacitación del personal sobre la gestión energética de la empresa da paso a la falta de atención de los factores que aumentan o disminuyen la tarifa eléctrica.

- La penalización por factor de potencia representa un 25% del total de las perdidas, variable que es significativa debido a que anualmente RD\$ 103,714.15 están siendo destinados al pago de esa penalidad.
- Los factores como: la falta de concientización en cuanto al uso correcto de las maquinarias, las lámparas encendidas todo el tiempo, la demanda excesiva debido a configurar los termostatos en 16° C, y la baja frecuencia en el mantenimiento, en conjunto sobrepasan los RD\$ 150,000 anuales.
- Debido a un mal diseño, se realizaron selecciones no eficientes de equipos como chiller de baja eficiencia, y las lámparas fluorescentes de alto consumo que en conjunto suman un 52% de las perdidas eléctricas de la industria.
- La penalización por demanda de potencia en horas pico, superan los RD\$ 120,000 anuales.
- Alimentadores principales en mal estado los cuales influye en el desgaste de las maquinarias y que eventualmente producirán daños significantes.

En resumen, las pérdidas anuales debido a la deficiencia energética se pueden representar de la siguiente manera:

Variables que afectan económicamente a Industrial Electric debido al mal manejo energético		
Variable	Cargo	Por ciento
Penalización por factor de potencia	DOP 103,714.15	25%
Penalización por horas pico	DOP 127,710.24	31%
Luminarias Fluorescentes	DOP 99,708.00	24%
Climatización	DOP 87,540.00	20%
Total	DOP 418,672.39	100%

Tabla 47. Variables que afectan económicamente a la empresa debido a mal manejo energético. (Elaboración propia).

Mientras que la inversión total si se aplican las propuestas, se puede representar de la siguiente manera:

Inversión en soluciones propuestas		
Solución	Cargo	Por ciento
Banco de capacitores	DOP 40,480.00	5%
Sistema limitador de potencia	DOP 110,324.00	13%
Luminarias LED	DOP 291,990.00	34%
Climatización	DOP 423,640.00	49%
Total	DOP 866,434.00	100%

Tabla 48. Inversión total en soluciones propuestas. (Elaboración propia).

De manera que, si se aplican todas las soluciones de manera conjunta, al cabo de dos años se recupera la inversión, y a partir de ese punto, se perciben RD\$ 418,672.39 como beneficios anuales.

RECOMENDACIONES

Anualmente Industrial Electric sufre pérdidas de más de RD\$ 400,000, para eliminar estos gastos y fomentar el estudio de la calidad de energía constantemente en la empresa, se propone:

- Realizar sustitución de alimentadores A12, A17, A20 representados en el unifilar, a la mayor brevedad posible.
- Considerar el cambio de la tecnología de luminarias fluorescentes a luminarias LED ya que la misma no solo representa un ahorro en consumo sino también una mejor iluminación, y menos alteraciones en su sistema eléctrico.
- Gestionar la fijación de los termostatos en 23° en todas las oficinas.
- Balancear las cargas en los paneles de distribución y a su vez realizar una actualización y levantamiento de todos los planos de Industrial Electric.
- Realizar charlas de concientización acerca eficiencia energética, ahorro responsable y cuidado del medio ambiente en la compañía.

- Implementar el sistema de limitador de potencia y el banco de capacitores, ya que son las inversiones de menor costo y que tienen menor tiempo de recuperación de la inversión.
- Realizar la sustitución de los equipos de climatización propuestos.
- Capacitar al departamento de mantenimientos sobre gestión de la energía eléctrica de manera que se garantice un desarrollo continuo en materia.
- Apegarse fielmente al plan de mantenimiento existente para evitar el funcionamiento forzado de las maquinarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) Bernal, G. (2015). Historia de la calidad de la Energía Eléctrica timeline. Timetoast. Extraído de:

<https://www.timetoast.com/timelines/historia-de-la-calidad-de-la-energia-electrica-88ebbf72-32a6-4344-9aa2-ce34cfa603b0>

(2) Ramírez, S. & Cano, E. (2005). Calidad Del Servicio De Energía Eléctrica (Doctorado). Universidad Nacional De Colombia.

(3, 4, 6, 7, 8, 9) Análisis De Calidad De Energia. (2012). (1st Ed.). Ljublijanska, Extraído de:

http://www.metrel.si/dl?d=PDF_dokumentacija/General_catalog/Spa/2012/General_2012_Spa_September.pdf

(5, 11, 12, 13, 14, 15) Wildi, T., Navarro Salas, R., & Ortega González, L. (2007). Máquinas eléctricas y sistemas de potencia.

(10) Trabajo y Energía. (2007). In La biblia de la física y química (pp. 67-83). Lima, Peru: Lexus Editores S.A. Extraído de:

<http://go.galegroup.com.ezproxy.unapec.edu.do/ps/i.do?p=GVRL&sw=w&u=unapec&v=2.1&it=r&id=GALE%7CCX3087100012&asid=a547ae32df42201b6d2d07b9fbbd7112>

(16, 17) Glover, J. D., & Sarma, M. S. (2005). Técnicas de Compensación Reactiva. In Sistemas de potencia: Análisis y diseño (3rd ed., pp. 239-249). Mexico City: Cengage Learning. Extraído de:

<http://go.galegroup.com.ezproxy.unapec.edu.do/ps/i.do?p=GVRL&sw=w&u=unapec&v=2.1&it=r&id=GALE%7CCX4059000057&asid=060eb8b01ab0158ddc9c161acc5f57d3>

(18) Arroyo García, J. B., Bernal Agustín, J. L., Carod Pérez, E. S., García García, M. Á., & Yusta Loyo, J. M. (2008). Introducción a la Teoría de Circuitos. Elementos de circuitos. Potencia y energía eléctrica. In Á. A. Bayod Rújula (Ed.), Energías renovables. Fundamentos de sistemas eléctricos (pp. [13]-55). Zaragoza, Spain: Prensas Universitarias de Zaragoza. Extraído de:

<http://go.galegroup.com.ezproxy.unapec.edu.do/ps/i.do?p=GVRL&sw=w&u=unapec&v=2.1&it=r&id=GALE%7CCX2342800009&asid=4873b5c59f20274d35f78fa45fb03d2e>

(19) Sanz, J. C., & Gallego, R. (2001). Luminotecnia. In Akal Diccionarios 29. Diccionario del Color (p. 538). Madrid: Ediciones Akal, S.A. Extraído de:

<http://go.galegroup.com.ezproxy.unapec.edu.do/ps/i.do?p=GVRL&sw=w&u=unapec&v=2.1&it=r&id=GALE%7CCX2689304696&asid=c566286e7c52bb2d9bcd020a4b8abe2a>

(20) Güeto, J. (2005). Tecnología de los materiales cerámicos. Madrid: Díaz de Santos Consejería de Educación. Extraído de:

<https://books.google.com.do/books?id=4H6OXgN1w6wC&pg=PA39&dq=concepto+temperatura+calor&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiM2lq1r-DPAhVEbR4KHYYfIAmMQ6AEILjAD#v=onepage&q=concepto%20temperatura%20calor&f=true>

(21) Rolle, K., Pozo, V. & Ortega, A. (2006). Termodinámica. Naucalpan de Juárez, Edo. de Mex: Pearson, Educación. Extraído de:

<https://books.google.com.do/books?id=1rIBBXQhmCwC&pg=PA91&dq=definicion+de+btu&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjr1ue2oePPAhXJpB4KHRCvDVwQ6AEIGjAA#v=onepage&q=definicion%20de%20btu&f=false>

(22) Negrete, J. (2005). Apuntes de física general. México, D.F: UNAM, Facultad de Estudios Superiores Acatlán. Extraído de:

<https://books.google.com.do/books?id=1ShJLuv8IHIC&pg=PA160&dq=definicion+de+btu&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjr1ue2oePPAhXJpB4KHRCvDVwQ6AEIMzAE#v=onepage&q=definicion%20de%20btu&f=false>

APÉNDICE A

Diagramas de construcción de banco de capacitores propuesto:

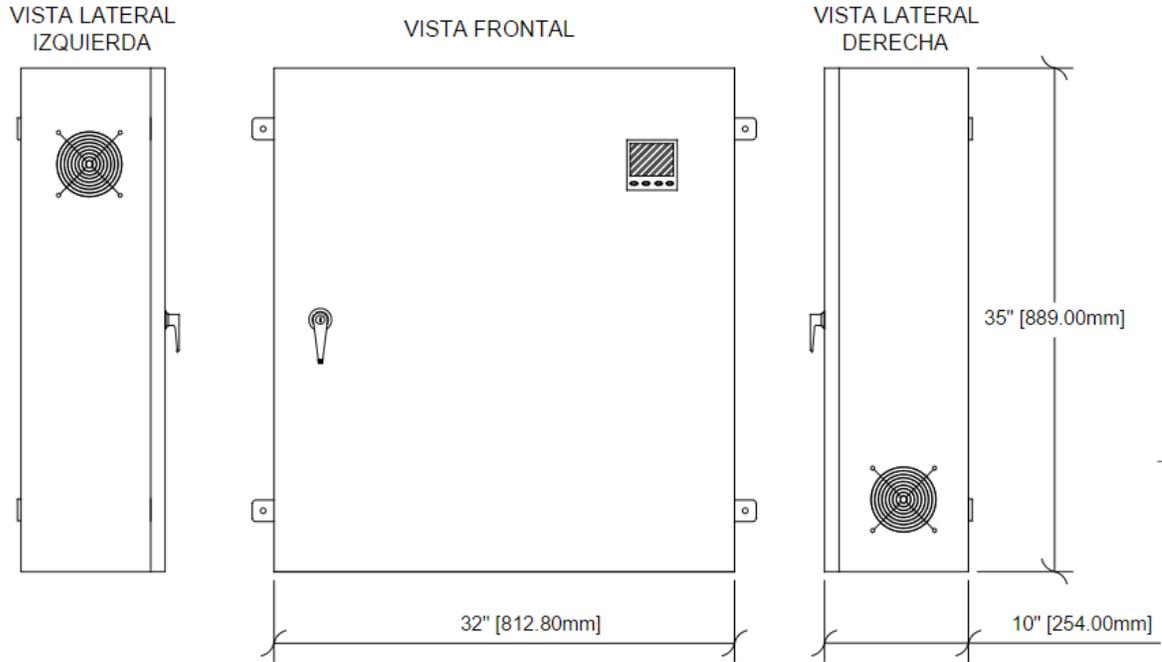
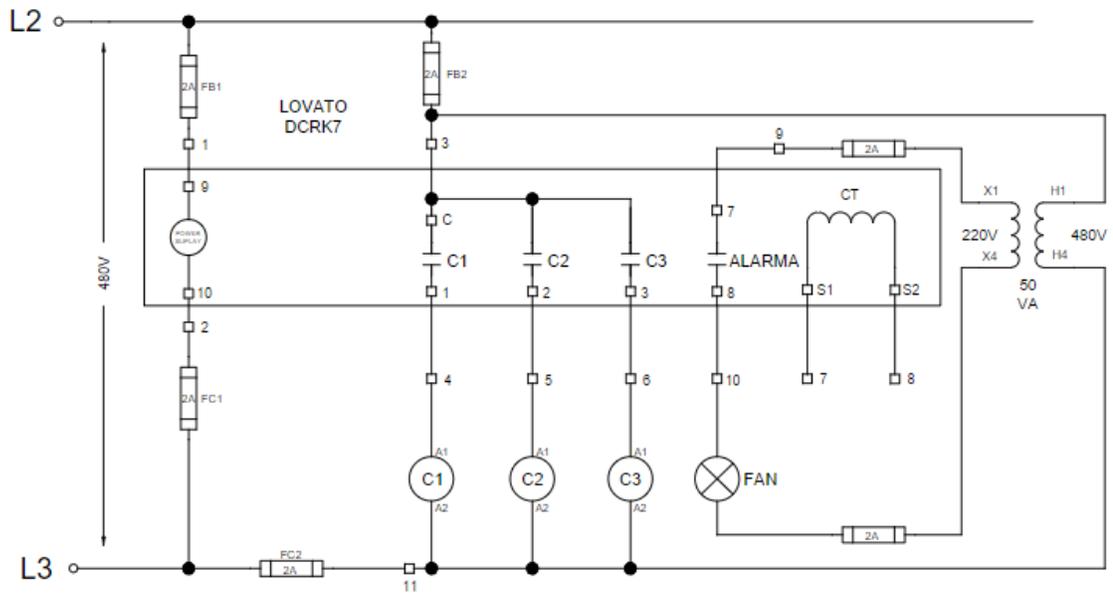


DIAGRAMA DE CONTROL



APÉNDICE B

Diagramas de construcción de limitador de potencia propuesto:

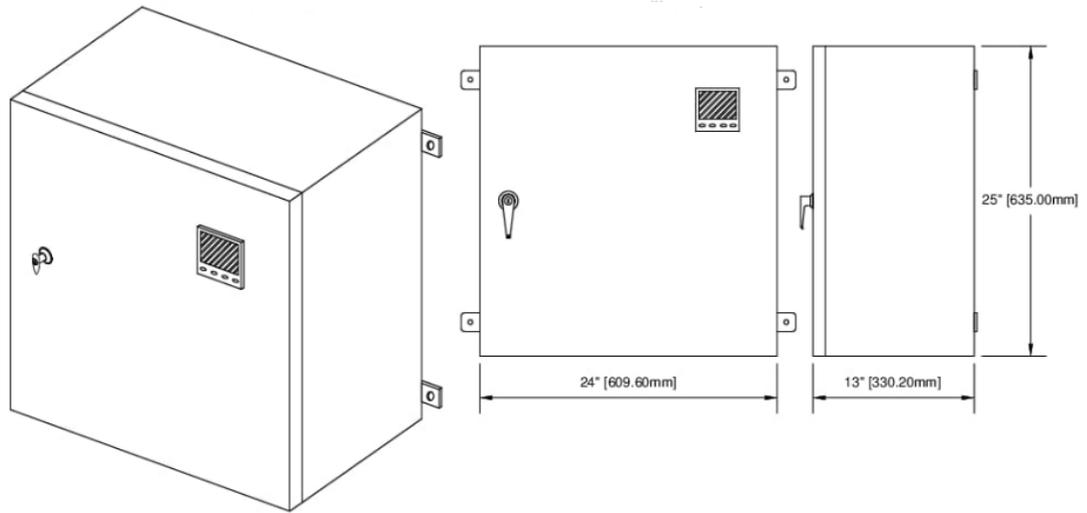
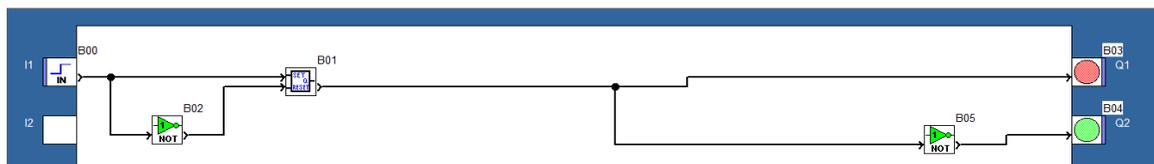
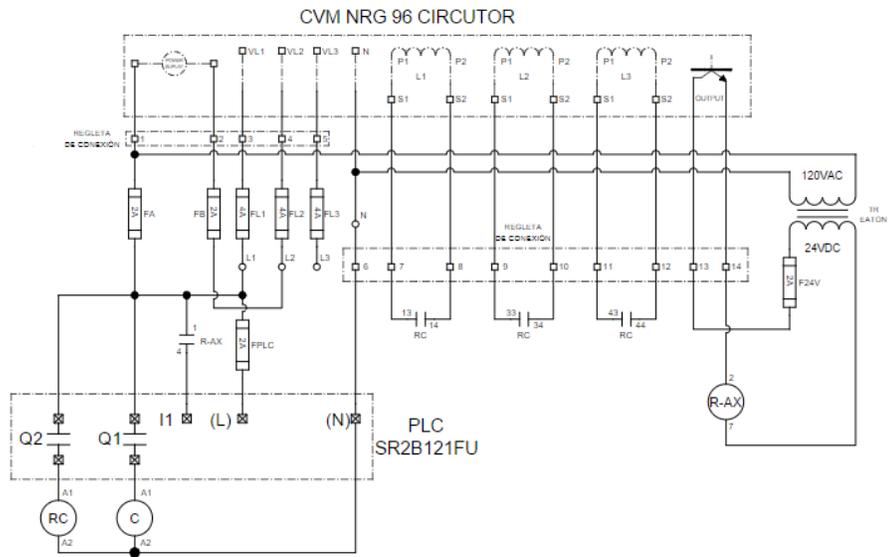


DIAGRAMA DE CONTROL



ANEXOS



Anexo 1. Fotos de levantamiento de maquinarias.



Anexo 2. Fotos de levantamiento de equipos de climatización.

Anexo 3. Corrida térmica completa de oficinas administrativas.

Air System Sizing Summary for OFICINAS		10/31/2016 04:02p.m.
Project Name: Oficinas Adm Osias Prepared by: Aldebot & Asociados		

Air System Information

Air System Name _____ OFICINAS	Number of zones _____ 1
Equipment Class _____ PKG ROOF	Floor Area _____ 4843.8 ft ²
Air System Type _____ CAV/RH	Location _____ Santo Domingo, Dominican Republic

Sizing Calculation Information

Calculation Months _____ Jan to Dec	Zone CFM Sizing _____ Sum of space airflow rates
Sizing Data _____ Calculated	Space CFM Sizing _____ Individual peak space loads

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load _____ 12.6 Tons	Load occurs at _____ Aug 1400
Total coil load _____ 151.4 MBH	OA DB / WB _____ 90.2 / 80.8 °F
Sensible coil load _____ 121.9 MBH	Entering DB / WB _____ 72.3 / 62.2 °F
Coil CFM at Aug 1400 _____ 6523 CFM	Leaving DB / WB _____ 55.0 / 54.1 °F
Max block CFM _____ 6523 CFM	Coil ADP _____ 53.1 °F
Sum of peak zone CFM _____ 6523 CFM	Bypass Factor _____ 0.100
Sensible heat ratio _____ 0.805	Resulting RH _____ 55 %
ft ³ /Ton _____ 383.9	Design supply temp. _____ 55.0 °F
BTU/(hr-ft ³) _____ 31.3	Zone T-stat Check _____ 1 of 1 OK
Water flow @ 10.0 °F rise _____ N/A	Max zone temperature deviation _____ 0.0 °F

Supply Fan Sizing Data

Actual max CFM _____ 6523 CFM	Fan motor BHP _____ 0.00 BHP
Standard CFM _____ 6512 CFM	Fan motor kW _____ 0.00 kW
Actual max CFM/ft ² _____ 1.35 CFM/ft ²	Fan static _____ 0.00 in wg

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow CFM _____ 424 CFM	CFM/person _____ 16.30 CFM/person
CFM/ft ² _____ 0.09 CFM/ft ²	

Zone Sizing Summary for OFICINAS		10/31/2016 04:02p.m.
Project Name: Oficinas Adm Osias Prepared by: Aldebot & Asociados		

Air System Information

Air System Name _____ OFICINAS	Number of zones _____ 1
Equipment Class _____ PKG ROOF	Floor Area _____ 4843.8 ft ²
Air System Type _____ CAV/RH	Location _____ Santo Domingo, Dominican Republic

Sizing Calculation Information

Calculation Months _____ Jan to Dec	Zone CFM Sizing _____ Sum of space airflow rates
Sizing Data _____ Calculated	Space CFM Sizing _____ Individual peak space loads

Zone Terminal Sizing Data

Zone Name	Design Supply Airflow (CFM)	Minimum Supply Airflow (CFM)	Zone CFM/ft ²	Reheat Coil Load (MBH)	Reheat Coil Water gpm @ 20.0 °F	Zone Htg Unit Coil Load (MBH)	Zone Htg Unit Water gpm @ 20.0 °F	Mixing Box Fan Airflow (CFM)
OFICINAS	6523	6523	1.35	108.3	-	0.0	-	0

Zone Peak Sensible Loads

Zone Name	Zone Cooling Sensible (MBH)	Time of Peak Sensible Cooling Load	Zone Heating Load (MBH)	Zone Floor Area (ft ²)
OFICINAS	119.6	Aug 1400	2.8	4843.8

Space Loads and Airflows

Zone Name / Space Name	Mult.	Cooling Sensible (MBH)	Time of Peak Sensible Load	Air Flow (CFM)	Heating Load (MBH)	Floor Area (ft ²)	Space CFM/ft ²
OFICINAS							
OFICINAS	1	119.6	Aug 1400	6523	2.8	4843.8	1.35

Ventilation Sizing Summary for OFICINAS

Project Name: Oficinas Adm Osias
Prepared by: Aldebot & Asociados

10/31/2016
04:02p.m.

1. Summary

Ventilation Sizing Method: _____ Sum of Space OA Airflows
Design Ventilation Airflow Rate: _____ 424 CFM

2. Space Ventilation Analysis Table

Zone Name / Space Name	Mult.	Floor Area (ft²)	Maximum Occupants	Maximum Supply Air (CFM)	Required Outdoor Air (CFM/person)	Required Outdoor Air (CFM/ft²)	Required Outdoor Air (CFM)	Required Outdoor Air (% of supply)	Uncorrected Outdoor Air (CFM)
OFICINAS									
OFICINAS	1	4843.8	26.0	6523.1	5.30	0.08	0.0	0.0	423.8
Totals (incl. Space Multipliers)				6523.1					423.8

Air System Design Load Summary for OFICINAS

Project Name: Oficinas Adm Osias
Prepared by: Aldebot & Asociados

10/31/2016
04:02p.m.

ZONE LOADS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1400			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 90.2 °F / 80.8 °F			HEATING OA DB / WB 67.4 °F / 56.3 °F		
	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	1378 ft²	10344	-	1378 ft²	1236	-
Roof Transmission	4844 ft²	40931	-	4844 ft²	1305	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	4844 ft²	0	-	4844 ft²	0	-
Partitions	1421 ft²	1066	-	1421 ft²	0	-
Ceiling	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Overhead Lighting	3150 W	10748	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	11500 W	39238	-	0	0	-
People	26	6370	5330	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	10870	533	10%	254	0
>> Total Zone Loads	-	119565	5863	-	2795	0
Zone Conditioning	-	113126	5863	-	1003	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Return Fan Load	6523 CFM	0	-	6523 CFM	0	-
Ventilation Load	424 CFM	8746	23638	424 CFM	574	0
Supply Fan Load	6523 CFM	0	-	6523 CFM	0	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
>> Total System Loads	-	121872	29501	-	1576	0
Central Cooling Coil	-	121872	29516	-	-95471	0
Terminal Reheat Coils	-	0	-	-	97047	-
>> Total Conditioning	-	121872	29516	-	1576	0
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

Zone Design Load Summary for OFICINAS

Project Name: Oficinas Adm Osias
Prepared by: Aldebot & Asociados

10/31/2016
04:02p.m.

OFICINAS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1400			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 90.2 °F / 80.8 °F			HEATING OA DB / WB 67.4 °F / 56.3 °F		
	OCCUPIED T-STAT 72.0 °F			OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
ZONE LOADS	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	1378 ft²	10344	-	1378 ft²	1236	-
Roof Transmission	4844 ft²	40931	-	4844 ft²	1305	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	4844 ft²	0	-	4844 ft²	0	-
Partitions	1421 ft²	1066	-	1421 ft²	0	-
Ceiling	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Overhead Lighting	3150 W	10748	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	11500 W	39238	-	0	0	-
People	26	6370	5330	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	10870	533	10%	254	0
>> Total Zone Loads	-	119565	5863	-	2795	0

Space Design Load Summary for OFICINAS

Project Name: Oficinas Adm Osias
Prepared by: Aldebot & Asociados

10/31/2016
04:02p.m.

TABLE 1.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " OFICINAS " IN ZONE " OFICINAS "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1400			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 90.2 °F / 80.8 °F			HEATING OA DB / WB 67.4 °F / 56.3 °F		
	OCCUPIED T-STAT 72.0 °F			OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
SPACE LOADS	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	1378 ft²	10344	-	1378 ft²	1236	-
Roof Transmission	4844 ft²	40931	-	4844 ft²	1305	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	4844 ft²	0	-	4844 ft²	0	-
Partitions	1421 ft²	1066	-	1421 ft²	0	-
Ceiling	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Overhead Lighting	3150 W	10748	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	11500 W	39238	-	0	0	-
People	26	6370	5330	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	10870	533	10%	254	0
>> Total Zone Loads	-	119565	5863	-	2795	0

TABLE 1.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " OFICINAS " IN ZONE " OFICINAS "						
	Area (ft²)	U-Value (BTU/(hr-ft²-°F))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (BTU/hr)	SOLAR (BTU/hr)	TRANS (BTU/hr)
S EXPOSURE						
WALL	689	0.345	-	5123	-	618
W EXPOSURE						
WALL	689	0.345	-	5222	-	618
H EXPOSURE						
ROOF	4844	0.104	-	40931	-	1305

System Psychrometrics for OFICINAS

Project Name: Oficinas Adm Osias
Prepared by: Aldebot & Asociados

10/31/2016
04:02p.m.

August DESIGN COOLING DAY, 1400

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°F)	Specific Humidity (lb/lb)	Airflow (CFM)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (BTU/hr)	Latent Heat (BTU/hr)
Ventilation Air	Inlet	90.2	0.02084	424	400	8746	23638
Vent - Return Mixing	Outlet	72.3	0.00963	6523	951	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	55.0	0.00868	6523	951	121872	29516
Supply Fan	Outlet	55.0	0.00868	6523	951	0	-
Cold Supply Duct	Outlet	55.0	0.00868	6523	951	-	-
Zone Air	-	71.1	0.00887	6523	989	113126	5883
Return Plenum	Outlet	71.1	0.00887	6523	989	0	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.080; At site altitude = 1.078 BTU/(hr-CFM-F)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 4746.6; At site altitude = 4738.7 BTU/(hr-CFM)
 Site Altitude = 46.0 ft

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (BTU/hr)	T-stat Mode	Zone Cond (BTU/hr)	Zone Temp (°F)	Zone Airflow (CFM)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (BTU/hr)	Zone Heating Unit (BTU/hr)
OFICINAS	119565	Deadband	113126	71.1	6523	989	0	0

System Psychrometrics for OFICINAS

Project Name: Oficinas Adm Osias
Prepared by: Aldebot & Asociados

10/31/2016
04:02p.m.

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

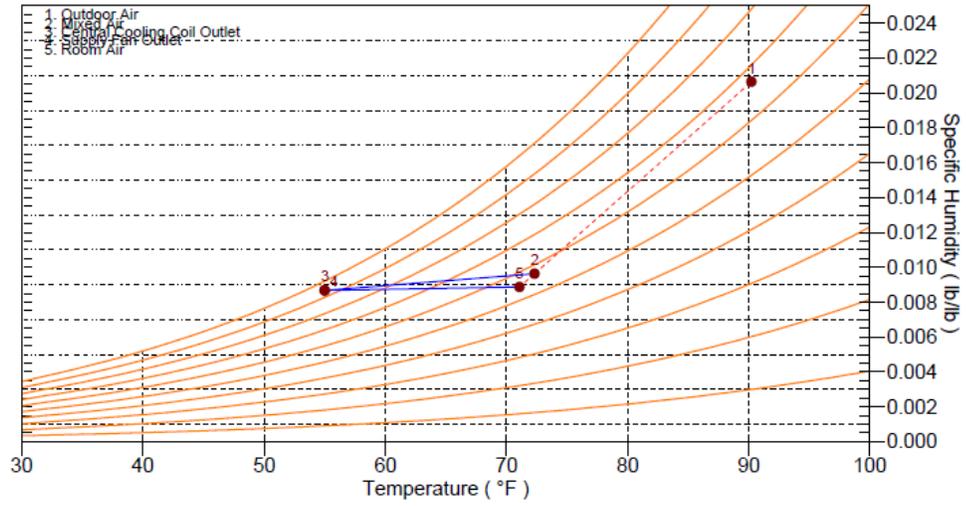
Component	Location	Dry-Bulb Temp (°F)	Specific Humidity (lb/lb)	Airflow (CFM)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (BTU/hr)	Latent Heat (BTU/hr)
Ventilation Air	Inlet	67.4	0.00711	424	400	-574	0
Vent - Return Mixing	Outlet	68.8	0.00711	6523	537	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	55.0	0.00711	6523	537	95471	0
Supply Fan	Outlet	55.0	0.00711	6523	537	0	-
Cold Supply Duct	Outlet	55.0	0.00711	6523	537	-	-
Zone Air	-	68.7	0.00711	6523	548	-1003	0
Return Plenum	Outlet	68.7	0.00711	6523	548	0	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.080; At site altitude = 1.078 BTU/(hr-CFM-F)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 4746.6; At site altitude = 4738.7 BTU/(hr-CFM)
 Site Altitude = 46.0 ft

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (BTU/hr)	T-stat Mode	Zone Cond (BTU/hr)	Zone Temp (°F)	Zone Airflow (CFM)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (BTU/hr)	Zone Heating Unit (BTU/hr)
OFICINAS	-2795	Heating	-1003	68.7	6523	548	97047	0

Location: Santo Domingo, Dominican Republic
Altitude: 46.0 ft.
Data for: August DESIGN COOLING DAY, 1400



Anexo 4. Corrida térmica completa de salón de conferencias y recepción.

Air System Sizing Summary for RECEPCION		10/31/2016
Project Name: Oficinas Adm Osias	Prepared by: Aldebot & Asociados	04:01p.m.

Air System Information

Air System Name _____ RECEPCION
 Equipment Class _____ PKG ROOF
 Air System Type _____ CAV/RH
 Number of zones _____ 1
 Floor Area _____ 807.3 ft²
 Location _____ Santo Domingo, Dominican Republic

Sizing Calculation Information

Calculation Months _____ Jan to Dec
 Sizing Data _____ Calculated
 Zone CFM Sizing _____ Sum of space airflow rates
 Space CFM Sizing _____ Individual peak space loads

Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load _____ 2.4 Tons	Load occurs at _____ Aug 1800
Total coil load _____ 29.0 MBH	OA DB / WB _____ 88.0 / 80.2 °F
Sensible coil load _____ 21.3 MBH	Entering DB / WB _____ 72.9 / 63.3 °F
Coil CFM at Aug 1800 _____ 1102 CFM	Leaving DB / WB _____ 55.0 / 54.1 °F
Max block CFM _____ 1102 CFM	Coil ADP _____ 53.0 °F
Sum of peak zone CFM _____ 1102 CFM	Bypass Factor _____ 0.100
Sensible heat ratio _____ 0.734	Resulting RH _____ 56 %
ft ³ /Ton _____ 333.8	Design supply temp. _____ 55.0 °F
BTU/(hr-ft ²) _____ 35.9	Zone T-stat Check _____ 1 of 1 OK
Water flow @ 10.0 °F rise _____ N/A	Max zone temperature deviation _____ 0.0 °F

Supply Fan Sizing Data

Actual max CFM _____ 1102 CFM	Fan motor BHP _____ 0.00 BHP
Standard CFM _____ 1100 CFM	Fan motor kW _____ 0.00 kW
Actual max CFM/ft ² _____ 1.37 CFM/ft ²	Fan static _____ 0.00 in wg

Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow CFM _____ 101 CFM	CFM/person _____ 10.06 CFM/person
CFM/ft ² _____ 0.12 CFM/ft ²	

Zone Sizing Summary for RECEPCION		10/31/2016
Project Name: Oficinas Adm Osias	Prepared by: Aldebot & Asociados	04:01p.m.

Air System Information

Air System Name _____ RECEPCION
 Equipment Class _____ PKG ROOF
 Air System Type _____ CAV/RH
 Number of zones _____ 1
 Floor Area _____ 807.3 ft²
 Location _____ Santo Domingo, Dominican Republic

Sizing Calculation Information

Calculation Months _____ Jan to Dec
 Sizing Data _____ Calculated
 Zone CFM Sizing _____ Sum of space airflow rates
 Space CFM Sizing _____ Individual peak space loads

Zone Terminal Sizing Data

Zone Name	Design Supply Airflow (CFM)	Minimum Supply Airflow (CFM)	Zone CFM/ft ²	Reheat Coil Load (MBH)	Reheat Coil Water gpm @ 20.0 °F	Zone Htg Unit Coil Load (MBH)	Zone Htg Unit Water gpm @ 20.0 °F	Mixing Box Fan Airflow (CFM)
OFICINAS	1102	1102	1.37	18.1	-	0.0	-	0

Zone Peak Sensible Loads

Zone Name	Zone Cooling Sensible (MBH)	Time of Peak Sensible Cooling Load	Zone Heating Load (MBH)	Zone Floor Area (ft ²)
OFICINAS	20.2	Aug 1900	0.3	807.3

Space Loads and Airflows

Zone Name / Space Name	Mult.	Cooling Sensible (MBH)	Time of Peak Sensible Load	Air Flow (CFM)	Heating Load (MBH)	Floor Area (ft ²)	Space CFM/ft ²
OFICINAS							
RECEPCION	1	20.2	Aug 1900	1102	0.3	807.3	1.37

Ventilation Sizing Summary for RECEPCION

Project Name: Oficinas Adm Osias
Prepared by: Aldebot & Asociados

10/31/2016
04:01p.m.

1. Summary

Ventilation Sizing Method: _____ Sum of Space OA Airflows
Design Ventilation Airflow Rate: _____ 101 CFM

2. Space Ventilation Analysis Table

Zone Name / Space Name	Mult.	Floor Area (ft²)	Maximum Occupants	Maximum Supply Air (CFM)	Required Outdoor Air (CFM/person)	Required Outdoor Air (CFM/ft²)	Required Outdoor Air (CFM)	Required Outdoor Air (% of supply)	Uncorrected Outdoor Air (CFM)
OFICINAS									
RECEPCION	1	807.3	10.0	1102.3	5.30	0.08	0.0	0.0	100.6
Totals (incl. Space Multipliers)				1102.3					100.6

Air System Design Load Summary for RECEPCION

Project Name: Oficinas Adm Osias
Prepared by: Aldebot & Asociados

10/31/2016
04:01p.m.

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1800			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 88.0 °F / 80.2 °F			HEATING OA DB / WB 67.4 °F / 56.3 °F		
ZONE LOADS	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	301 ft²	4631	-	301 ft²	270	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	807 ft²	0	-	807 ft²	0	-
Partitions	1539 ft²	1154	-	1539 ft²	0	-
Ceiling	807 ft²	1211	-	807 ft²	0	-
Overhead Lighting	525 W	1791	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	6824	-	0	0	-
People	10	2450	2050	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	1808	205	10%	27	0
>> Total Zone Loads		19868	2255		297	0
Zone Conditioning	-	19508	2255	-	-845	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Return Fan Load	1102 CFM	0	-	1102 CFM	0	-
Ventilation Load	101 CFM	1797	5480	101 CFM	143	0
Supply Fan Load	1102 CFM	0	-	1102 CFM	0	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
>> Total System Loads		21303	7715		-701	0
Central Cooling Coil	-	21303	7716	-	-16183	0
Terminal Reheat Coils	-	0	-	-	15462	-
>> Total Conditioning		21303	7716		-701	0
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

Zone Design Load Summary for RECEPCION

Project Name: Oficinas Adm Osias
Prepared by: Aldebot & Asociados

10/31/2016
04:01p.m.

OFICINAS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1900			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 86.4 °F / 79.8 °F			HEATING OA DB / WB 67.4 °F / 56.3 °F		
	OCCUPIED T-STAT 72.0 °F			OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
ZONE LOADS	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	301 ft²	4937	-	301 ft²	270	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	807 ft²	0	-	807 ft²	0	-
Partitions	1539 ft²	1154	-	1539 ft²	0	-
Ceiling	807 ft²	1211	-	807 ft²	0	-
Overhead Lighting	525 W	1791	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	6824	-	0	0	-
People	10	2450	2050	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	1837	205	10%	27	0
>> Total Zone Loads	-	20204	2255	-	297	0

Space Design Load Summary for RECEPCION

Project Name: Oficinas Adm Osias
Prepared by: Aldebot & Asociados

10/31/2016
04:01p.m.

TABLE 1.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "RECEPCION" IN ZONE "OFICINAS"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1900			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 86.4 °F / 79.8 °F			HEATING OA DB / WB 67.4 °F / 56.3 °F		
	OCCUPIED T-STAT 72.0 °F			OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
SPACE LOADS	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	301 ft²	4937	-	301 ft²	270	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	807 ft²	0	-	807 ft²	0	-
Partitions	1539 ft²	1154	-	1539 ft²	0	-
Ceiling	807 ft²	1211	-	807 ft²	0	-
Overhead Lighting	525 W	1791	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	2000 W	6824	-	0	0	-
People	10	2450	2050	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	10% / 10%	1837	205	10%	27	0
>> Total Zone Loads	-	20204	2255	-	297	0

TABLE 1.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "RECEPCION" IN ZONE "OFICINAS"						
	Area (ft²)	U-Value (BTU/(hr-ft²-°F))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (BTU/hr)	SOLAR (BTU/hr)	TRANS (BTU/hr)
W EXPOSURE						
WALL	301	0.345	-	4937	-	270

System Psychrometrics for RECEPCION

Project Name: Oficinas Adm Osias
Prepared by: Aldebot & Asociados

10/31/2018
04:01p.m.

August DESIGN COOLING DAY, 1800

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°F)	Specific Humidity (lb/lb)	Airflow (CFM)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (BTU/hr)	Latent Heat (BTU/hr)
Ventilation Air	Inlet	88.0	0.02059	101	400	1797	5460
Vent - Return Mixing	Outlet	72.9	0.01019	1102	1383	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	55.0	0.00871	1102	1383	21303	7716
Supply Fan	Outlet	55.0	0.00871	1102	1383	0	-
Cold Supply Duct	Outlet	55.0	0.00871	1102	1383	-	-
Zone Air	-	71.4	0.00915	1102	1481	19506	2255
Return Plenum	Outlet	71.4	0.00915	1102	1481	0	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.080; At site altitude = 1.078 BTU/(hr-CFM-F)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 4746.6; At site altitude = 4738.7 BTU/(hr-CFM)
 Site Altitude = 46.0 ft

TABLE 2: ZONE DATA

Zone Name	Zone Sensible Load (BTU/hr)	T-stat Mode	Zone Cond (BTU/hr)	Zone Temp (°F)	Zone Airflow (CFM)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (BTU/hr)	Zone Heating Unit (BTU/hr)
OFICINAS	19868	Deadband	19506	71.4	1102	1481	0	0

System Psychrometrics for RECEPCION

Project Name: Oficinas Adm Osias
Prepared by: Aldebot & Asociados

10/31/2018
04:01p.m.

WINTER DESIGN HEATING

TABLE 1: SYSTEM DATA

Component	Location	Dry-Bulb Temp (°F)	Specific Humidity (lb/lb)	Airflow (CFM)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (BTU/hr)	Latent Heat (BTU/hr)
Ventilation Air	Inlet	67.4	0.00711	101	400	-143	0
Vent - Return Mixing	Outlet	68.6	0.00711	1102	495	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	55.0	0.00711	1102	495	16163	0
Supply Fan	Outlet	55.0	0.00711	1102	495	0	-
Cold Supply Duct	Outlet	55.0	0.00711	1102	495	-	-
Zone Air	-	68.7	0.00711	1102	505	845	0
Return Plenum	Outlet	68.7	0.00711	1102	505	0	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.080; At site altitude = 1.078 BTU/(hr-CFM-F)
Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 4746.6; At site altitude = 4738.7 BTU/(hr-CFM)
 Site Altitude = 46.0 ft

TABLE 2: ZONE DATA

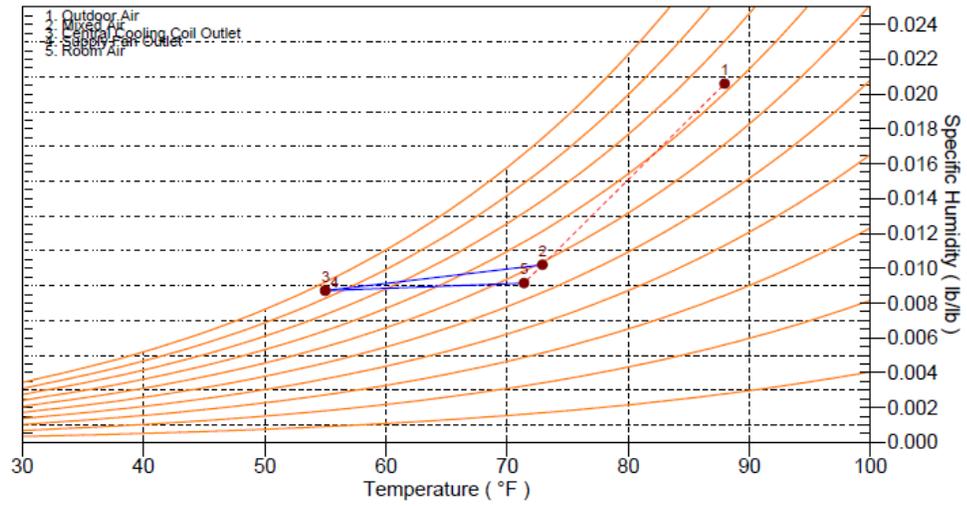
Zone Name	Zone Sensible Load (BTU/hr)	T-stat Mode	Zone Cond (BTU/hr)	Zone Temp (°F)	Zone Airflow (CFM)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (BTU/hr)	Zone Heating Unit (BTU/hr)
OFICINAS	-297	Heating	845	68.7	1102	505	15462	0

Psychrometric Analysis for RECEPCION

Project Name: Oficinas Adm Osias
Prepared by: Aldebot & Asociados

10/31/2016
04:01p.m

Location: Santo Domingo, Dominican Republic
Altitude: 46.0 ft.
Data for: August DESIGN COOLING DAY, 1800



Anexo 5. Datos de prueba de resistencia de aislamiento con equipo Metrel MI 3210.

CABLEADO BT DESDE TR-1 HASTA MAIN BREAKER (A1)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	681.98	1.09	Bueno	
			60	743.42			
2	L2 - T	600	30	97.08	1.01	Bueno	
			60	98.30			
3	L3 - T	600	30	86.63	1.02	Bueno	
			60	88.47			
4	L1 - L2	600	30	178.18	1.21	Bueno	
			60	215.04			
5	L1 - L3	600	30	69,206.02	1.45	Bueno	
			60	100,663.30			
6	L2 - L3	600	30	297.98	1.15	Bueno	
			60	341.61			
CABLEADO BT DESDE MAIN BREAKER HASTA ITA1 NORMAL (A2)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	96.46	1.07	Bueno	Revisar en próxima prueba
			60	103.22			
2	L2 - T	600	30	138.85	1.08	Bueno	Revisar en próxima prueba
			60	150.53			
3	L3 - T	600	30	153.60	1.09	Bueno	
			60	167.12			
4	L1 - L2	600	30	1,258,291.20	0.07	Bueno	
			60	81,788.93			
5	L1 - L3	600	30	333,447.17	0.57	Bueno	
			60	188,743.68			
6	L2 - L3	600	30	245,366.78	0.82	Bueno	
			60	201,326.59			
CABLEADO BT DESDE GENERADOR 1 HASTA ITA1 EMERGENCIA (A3)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	274.02	1.03	Bueno	
			60	282.01			
2	L2 - T	600	30	817.15	1.05	Bueno	
			60	854.02			
3	L3 - T	600	30	823.30	1.10	Bueno	
			60	909.31			
4	L1 - L2	600	30	176,160.77	0.89	Bueno	
			60	157,286.40			
5	L1 - L3	600	30	163,577.86	1.00	Bueno	
			60	163,577.86			
6	L2 - L3	600	30	195,035.14	1.03	Bueno	
			60	201,326.59			
CABLEADO BT DESDE ITA1 HASTA ITA2 NORMAL (A4)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	110.00	1.21	Bueno	
			60	133.00			
2	L2 - T	600	30	264.00	1.16	Bueno	
			60	306.00			
3	L3 - T	600	30	592.00	1.04	Bueno	
			60	615.00			
4	L1 - L2	600	30	104,448.00	1.05	Bueno	
			60	109,568.00			
5	L1 - L3	600	30	336,896.00	0.95	Bueno	
			60	321,536.00			
6	L2 - L3	600	30	333,824.00	1.12	Bueno	
			60	372,736.00			

CABLEADO BT DESDE GENERADOR 2 HASTA ITA2 EMERGENCIA (A5)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	
1	L1 - T	600	30	6,983,516.16	0.07	Bueno	
			60	522,190.85			
2	L2 - T	600	30	952.32	0.92	Bueno	
			60	878.59			
3	L3 - T	600	30	915.46	0.98	Bueno	
			60	897.02			
4	L1 - L2	600	30	1,258,291.20	0.48	Bueno	
			60	597,688.32			
5	L1 - L3	600	30	1,258,291.20	1.00	Bueno	
			60	1,258,291.20			
6	L2 - L3	600	30	220,200.96	1.06	Bueno	
			60	232,783.87			
CABLEADO BT DESDE ITA2 HASTA PDI (A6)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	320,864.26	1.04	Bueno	
			60	333,447.17			
2	L2 - T	600	30	333,447.17	1.11	Bueno	
			60	371,195.90			
3	L3 - T	600	30	320,864.26	1.04	Bueno	
			60	333,447.17			
4	L1 - L2	600	30	289,406.98	0.98	Bueno	
			60	283,115.52			
5	L1 - L3	600	30	333,447.17	1.06	Bueno	
			60	352,321.54			
6	L2 - L3	600	30	113,246.21	1.28	Bueno	
			60	144,703.49			
CABLEADO BT DESDE PD1 HASTA TR2 (A7)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	70.04	1.07	Bueno	
			60	74.96			
2	L2 - T	600	30	68.26	1.03	Bueno	
			60	70.04			
3	L3 - T	600	30	50.64	1.02	Bueno	
			60	51.42			
4	L1 - L2	600	30	62,914.56	2.40	Bueno	
			60	150,994.94			
5	L1 - L3	600	30	880,803.84	0.86	Bueno	
			60	754,974.72			
6	L2 - L3	600	30	4,055.04	0.94	Bueno	
			60	3,821.57			
CABLEADO BT DESDE TR2 HASTA PB-OFICINAS (A8)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	692,060.16	1.27	Bueno	
			60	880,803.84			
2	L2 - T	600	30	1,258,291.20	1.00	Bueno	
			60	1,258,291.20			
3	L3 - T	600	30	208.90	1.08	Bueno	
			60	224.87			
4	L1 - L2	600	30	610,271.23	1.13	Bueno	
			60	692,060.16			
5	L1 - L3	600	30	880,803.84	0.86	Bueno	
			60	754,974.72			
6	L2 - L3	600	30	4,055.04	0.94	Bueno	
			60	3,821.57			

CABLEADO BT DESDE PD1 HASTA TR3 (A9)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	195,035.14	1.32	Bueno	
			60	257,949.70			
2	L2 - T	600	30	503,316.48	1.14	Bueno	
			60	572,522.50			
3	L3 - T	600	30	1,050.62	1.01	Bueno	
			60	1,056.77			
4	L1 - L2	600	30	257,949.70	0.93	Bueno	
			60	239,075.33			
5	L1 - L3	600	30	585,105.41	0.96	Bueno	
			60	559,939.58			
6	L2 - L3	600	30	572,522.50	1.00	Bueno	
			60	572,522.50			
CABLEADO BT DESDE TR3 HASTA PB-SALON RECEP. (A10)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	383,778.82	1.97	Bueno	
			60	754,974.72			
2	L2 - T	600	30	509,607.94	1.36	Bueno	
			60	692,060.16			
3	L3 - T	600	30	515,899.39	1.22	Bueno	
			60	629,145.60			
4	L1 - L2	600	30	100,663.30	1.06	Bueno	
			60	106,954.75			
5	L1 - L3	600	30	113,246.21	1.17	Bueno	
			60	132,120.58			
6	L2 - L3	600	30	60,641.28	1.14	Bueno	
			60	69,206.02			
CABLEADO BT DESDE PD1 HASTA CHILLER-1 (A11)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	522,190.85	1.11	Bueno	
			60	578,813.95			
2	L2 - T	600	30	509,607.94	1.04	Bueno	
			60	528,482.30			
3	L3 - T	600	30	547,356.67	1.02	Bueno	
			60	559,939.58			
4	L1 - L2	600	30	46,755.84	1.08	Bueno	
			60	50,503.68			
5	L1 - L3	600	30	195,035.14	1.16	Bueno	
			60	226,492.42			
6	L2 - L3	600	30	23,285.76	1.36	Bueno	
			60	31,703.04			
CABLEADO BT DESDE PD1 HASTA CHILLER-2 (A12)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	312.73	1.21	Bueno	
			60	378.47			
2	L2 - T	600	30	301.06	1.35	Bueno	Revisar en próxima prueba
			60	405.50			
3	L3 - T	600	30	0.30	1.40	Malo	
			60	0.42			
4	L1 - L2	600	30	23,285.76	> 1.00	Bueno	
			60	31,703.04			
5	L1 - L3	600	30	0.27	1.48	Malo	
			60	0.40			
6	L2 - L3	600	30	46,755.84	1.08	Bueno	
			60	50,503.68			

CABLEADO BT DESDE PD1 HASTA PD2 (A13)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	21.45	1.00	Bueno	
			60	21.45			
2	L2 - T	600	30	20.79	1.00	Bueno	
			60	20.79			
3	L3 - T	600	30	14.80	1.00	Bueno	
			60	14.80			
4	L1 - L2	600	30	14.73	1.00	Bueno	
			60	14.73			
5	L1 - L3	600	30	14.59	1.00	Bueno	
			60	14.59			
6	L2 - L3	600	30	15.42	1.00	Bueno	
			60	15.42			
CABLEADO BT DESDE PD2 HASTA TR4 (A14)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	21.60	1.00	Bueno	
			60	21.60			
2	L2 - T	600	30	21.06	1.00	Bueno	
			60	21.06			
3	L3 - T	600	30	21.24	1.00	Bueno	
			60	21.24			
4	L1 - L2	600	30	15.30	1.00	Bueno	
			60	15.30			
5	L1 - L3	600	30	15.12	1.00	Bueno	
			60	15.12			
6	L2 - L3	600	30	15.48	1.00	Bueno	
			60	15.48			
CABLEADO BT DESDE TR4 HASTA PB-TCYLUM1,2 (A15)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	21.60	1.00	Bueno	
			60	21.60			
2	L2 - T	600	30	21.06	1.00	Bueno	
			60	21.06			
3	L3 - T	600	30	21.24	1.00	Bueno	
			60	21.24			
4	L1 - L2	600	30	15.30	1.00	Bueno	
			60	15.30			
5	L1 - L3	600	30	15.12	1.00	Bueno	
			60	15.12			
6	L2 - L3	600	30	15.48	1.00	Bueno	
			60	15.48			
CABLEADO BT DESDE PD2 HASTA TR5 (A16)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	21.60	1.00	Bueno	
			60	21.60			
2	L2 - T	600	30	21.06	1.00	Bueno	
			60	21.06			
3	L3 - T	600	30	21.24	1.00	Bueno	
			60	21.24			
4	L1 - L2	600	30	15.30	1.00	Bueno	
			60	15.30			
5	L1 - L3	600	30	15.12	1.00	Bueno	
			60	15.12			
6	L2 - L3	600	30	15.48	1.00	Bueno	
			60	15.48			

CABLEADO BT DESDE TR5 HASTA PB-MAQ1 (A17)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	0.52	0.92	Regular	
			60	0.48			
2	L2 - T	600	30	0.44	0.91	Regular	
			60	0.40			
3	L3 - T	600	30	0.36	0.89	Regular	
			60	0.32			
4	L1 - L2	600	30	0.44	1.09	Regular	
			60	0.48			
5	L1 - L3	600	30	0.44	0.91	Regular	
			60	0.40			
6	L2 - L3	600	30	0.36	0.89	Regular	
			60	0.32			
CABLEADO BT DESDE PD2 HASTA TR6 (A18)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	21.60	1.00	Bueno	
			60	21.60			
2	L2 - T	600	30	21.06	1.00	Bueno	
			60	21.06			
3	L3 - T	600	30	21.24	1.00	Bueno	
			60	21.24			
4	L1 - L2	600	30	15.30	1.00	Bueno	
			60	15.30			
5	L1 - L3	600	30	15.12	1.00	Bueno	
			60	15.12			
6	L2 - L3	600	30	15.48	1.00	Bueno	
			60	15.48			
CABLEADO BT DESDE TR6 HASTA PB-MAQ2 (A19)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	21.60	1.00	Bueno	
			60	21.60			
2	L2 - T	600	30	21.06	1.00	Bueno	
			60	21.06			
3	L3 - T	600	30	21.24	1.00	Bueno	
			60	21.24			
4	L1 - L2	600	30	15.30	1.00	Bueno	
			60	15.30			
5	L1 - L3	600	30	15.12	1.00	Bueno	
			60	15.12			
6	L2 - L3	600	30	15.48	1.00	Bueno	
			60	15.48			
CABLEADO BT DESDE PD2 HASTA PB-BOMBAS (A20)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	0.20	0.50	Regular	
			60	0.10			
2	L2 - T	600	30	0.55	0.49	Regular	
			60	0.27			
3	L3 - T	600	30	0.52	0.75	Regular	
			60	0.39			
4	L1 - L2	600	30	0.34	1.76	Regular	
			60	0.60			
5	L1 - L3	600	30	0.90	0.46	Regular	
			60	0.41			
6	L2 - L3	600	30	0.67	0.48	Regular	
			60	0.32			

CABLEADO BT DESDE PD2 HASTA PB-ASCENSORES (A21)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	21.60	1.00	Bueno	
			60	21.60			
2	L2 - T	600	30	21.06	1.00	Bueno	
			60	21.06			
3	L3 - T	600	30	21.24	1.00	Bueno	
			60	21.24			
4	L1 - L2	600	30	15.30	1.00	Bueno	
			60	15.30			
5	L1 - L3	600	30	15.12	1.00	Bueno	
			60	15.12			
6	L2 - L3	600	30	15.48	1.00	Bueno	
			60	15.48			
CABLEADO BT DESDE PD2 HASTA PB-MAQ3 (A22)							
Item	Conductor	Voltaje Aplicado (V)	Tiempo de Aplicación (seg)	Valor Medido (MΩ)	Relación de Absorción Dieléctrica (DAR)	Estado	Observación
1	L1 - T	600	30	21.60	1.00	Bueno	
			60	21.60			
2	L2 - T	600	30	21.06	1.00	Bueno	
			60	21.06			
3	L3 - T	600	30	21.24	1.00	Bueno	
			60	21.24			
4	L1 - L2	600	30	15.30	1.00	Bueno	
			60	15.30			
5	L1 - L3	600	30	15.12	1.00	Bueno	
			60	15.12			
6	L2 - L3	600	30	15.48	1.00	Bueno	
			60	15.48			

Anteproyecto de grado presentado:

**PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DE UN
PROGRAMA DE CALIDAD ENERGÉTICA IMPLEMENTADO
EN LA EMPRESA INDUSTRIAL ELECTRIC DE LA ZONA
INDUSTRIAL DE HERRERA EN EL PERIODO
SEPTIEMBRE – DICIEMBRE 2016**

4. 1. INTRODUCCIÓN

Desde su descubrimiento en 1752 la electricidad ha sido una de las fuentes más importantes para el hombre y su desarrollo, siendo esta hoy en día utilizada en casi todos los ámbitos que involucran al ser humano.

A partir de la revolución industrial a mitad del siglo XVIII la sociedad se vio con la necesidad de aumentar la demanda de este recurso, trayendo consigo incremento de las pérdidas eléctricas. A esto se le suma la introducción de maquinarias industriales que contribuyeron a que la calidad de la energía se vea afectada.

La calidad de energía es un conjunto de medidas teóricas y prácticas para optimizar en la medida de lo posible el rendimiento de la energía consumida en los distintos procesos. Dicho de otro modo, obtener mejoras productivas o que tengan que ver con la calidad de los servicios prestados, reduciendo la potencia y energía eléctrica demandada de la red.

En la República Dominicana la deficiencia energética representa un problema común dentro de las empresas, principalmente las que utilizan maquinarias de tipo industrial en su ámbito de operación diaria. Esta problemática da como resultado gastos fuera de presupuesto, mal funcionamiento de equipos, sustituciones prematuras de componentes, entre otros fenómenos.

5. 2. JUSTIFICACIÓN

En el sector eléctrico convergen diferentes vertientes, entre ellas se encuentran la generación, transmisión y distribución, entre todas estas el 33% de la energía total se traduce en pérdidas.

La consecuencia más perjudicial de esta situación son los altos costos que recaen sobre los usuarios, principalmente las industrias ya que estas poseen una demanda y distorsiones energéticas a mayor escala. Es decir, al tener grandes perturbaciones, las distribuidoras y generadoras se ven en la necesidad de penalizar estas irregularidades.

En el caso de estudio las penalizaciones en la empresa Industrial Electric han alcanzado costos superiores a los RD\$ 200,000.00, por otro lado, el 15% del presupuesto del año 2015 fue destinado a la reparación y sustitución de equipos electrónicos e industriales, lo cual no estaba contemplado para esos fines.

La intención de este estudio es poder brindar una propuesta que sirva de solución a la deficiencia energética en la empresa, mediante la aplicación de herramientas que ayuden a la identificación y corrección de estos fenómenos.

Por otro lado, se espera generar un formato esquematizado de los pasos para corregir la problemática, que a su vez pueda ser implementado en cualquier tipo de instalación que presente condiciones similares.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa Industrial Electric ubicada en la zona Industrial de Herrera de la ciudad de Santo Domingo presenta un déficit energético, esto se evidencia a través ciertos de factores que pueden dividirse en dos vertientes, tangibles e intangibles, entre los tangibles se puede mencionar: calentamientos en los conductores, parpadeos en la luces, paro y mal funcionamiento de maquinarias, entre otros. Mientras que los intangibles son presencia de armónicos, bajo factor de potencia, bajadas excesivas de voltaje, entre otros. Estos síntomas se reflejan en costos elevados en la factura eléctrica, pérdida de aislamiento en los conductores, remplazos prematuros de equipos y maquinarias, y funcionamiento ineficiente de los mismos.

Los propietarios de la empresa se encuentran intranquilos ya que estos fenómenos obligan a que los altos costos por la facturación y cambio de maquinarias incidan sobre el precio final de los productos, restando competitividad a la fábrica y reduciendo sus ventas drásticamente.

Para tratar esta problemática se deben realizar estudios de campo para identificar cuáles son los fenómenos eléctricos que están presente en el sistema de la empresa y así recomendar los equipos necesarios que mitiguen los mismos.

1. 3.1 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La investigación se llevará a cabo en la empresa IE Industrial Electric S. A. S. ubicada en la zona industrial de herrera República Dominicana durante el cuatrimestre Septiembre – Diciembre 2016.

6. 4. OBJETIVOS

2. 4.1 OBJETIVO GENERAL

Presentar una propuesta que sirva de solución a la deficiencia energética con la finalidad de ser implementada para reducir los costos de facturación eléctrica en la empresa Industrial Electric.

3. 4.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Resaltar los principales problemas que inciden en la perdida de energía de la empresa.
- Brindar posibles soluciones a la deficiencia energética en la empresa.

- Evaluar los criterios de diseño e instalación del sistema eléctrico de la empresa en su totalidad.
- Crear un formato estandarizado para próximas evaluaciones en otras empresas.

7. 5. MARCO REFERENCIAL

4. 5.1 MARCO TEÓRICO

“Desde el triunfo en 1880 de Nikola Tesla defensor de la tecnología de la corriente alterna en la polémica de la guerra de las corrientes alterna y directa, el uso de la corriente alterna permite la transmisión y distribución de grandes cantidades de potencia, a largas distancias. Esto hizo posible la masificación de su uso. ("Guerra de las corrientes", 2016).

Luego, aunque la ley de Faraday Lenz se enunció desde 1931 su aplicación al transformador se hizo práctica con el primer transformador patentado por Károly Zipernowsky en 1885. Este invento fue importante porque para transmitir grandes potencias se requieren voltajes altos, pero se probó en este mismo año que un voltaje mayor a 500 V es peligroso para los usuarios. (Bernal, 2015).

En 1982 se lanzó el primer documento con la demostración teórica que la variación de la corriente alterna debía ser sinusoidal. En matemáticas, se

llama senoide o senoide la curva que representa gráficamente la función seno y también a dicha función en sí.

“Para 1893 la primera generación de corriente alterna, a 25 Hz, “utilizada para alumbrado público, produce un efecto que se conoce como "Flicking"; que consiste en que el ojo humano puede detectar variaciones rápidas de la iluminación. Este efecto produce daños en la visión. Para reducir este efecto, en Estados Unidos, se subió la frecuencia de la corriente alterna de 25 Hz a 60 Hz, y se dictaminó como norma para todos los sistemas de generación americanos.” (Bernal, 2015).

Se dice que hay fluctuaciones de tensión cuando se producen series de variaciones periódicas o series de cambios aleatorios en la tensión de la red eléctrica. Su efecto más perceptible es el parpadeo de la luminosidad en las lámparas. La percepción de la variación de la luminosidad de una lámpara experimentada por el ojo humano, causado por fluctuaciones de tensión, es lo que se denomina “flicker”. (Análisis de calidad de energía, 2012).

En 1904 con el desarrollo del osciloscopio de rayos catódicos, entre 1904 y 1931, se confirma la forma de la corriente alterna, forma sinusoidal, como se había

previsto desde 1892. Hoy en día el osciloscopio permite verificar la calidad de la forma de onda del voltaje de corriente alterna.

“La primera norma que define la calidad que debe tener la onda de voltaje de corriente alterna se publica en 1936 por la IEEE. Esta publicación, es “american standards for electrical rotating machinery, electrical standards committee. American standards association, 1936”.” (Ramírez & Cano, 2003).

Entre los años 1940 y 1950 el desarrollo de la electrónica de potencia llevó a la masificación del uso de múltiples equipos como radios, televisores, computadoras, etc. Estos equipos, en el tema de la calidad de la energía, se conocen con el nombre de "cargas sensibles", debido a que para su buen funcionamiento requerían una onda de tensión muy buena y un voltaje muy preciso. Al mismo tiempo creaban deformación de las ondas de voltaje y corriente, afectando la calidad de la potencia.

Las normas de la calidad de la potencia establecen los acuerdos entre las empresas de la energía, los usuarios y los fabricantes de los equipos para que, entre todos se establezca un mismo vocabulario, una misma manera de calificar la calidad de la energía eléctrica y unos intervalos para garantizar un buen funcionamiento de los equipos de los usuarios.

En 1996 la IEC comenzó los estudios para publicar más adelante su colección de normas IEC 61000, referentes a la calidad de la energía.

“La EN 50160 es una de las normas más importantes en el campo de la calidad de la energía que define, describe y especifica las características principales de la tensión en las terminales de suministro de un usuario en redes de distribución pública de baja y media tensión bajo condiciones normales de funcionamiento. La norma describe los límites o valores de permanencia de la tensión dentro del conjunto de la red de distribución pública y no describe la situación típica que experimenta un usuario individual en la red.” (Análisis de calidad de energía, 2012).

Con la calidad de energía que contribuye a la sostenibilidad del sistema, se reducen los costes económicos y se obtienen mejoras en la gestión técnica, limitando en gran medida apagones, paradas de procesos, etc.

Para ello es necesario:

- Una total y absoluta concienciación social, entendiendo que está en las manos del consumidor el aprovechar al máximo la energía existente y optimizar su rendimiento reduciendo costes.
- Analizar los procesos existentes en cada caso. Recibir auditorías energéticas o cualquier tipo de asesoramiento por parte de expertos, pero también analizar las pautas de consumo energético actuales por nosotros mismos.

- Establecer un procedimiento de control energético continuado, desde un punto de vista predictivo y no correctivo.
- Planificación energética en cada caso.

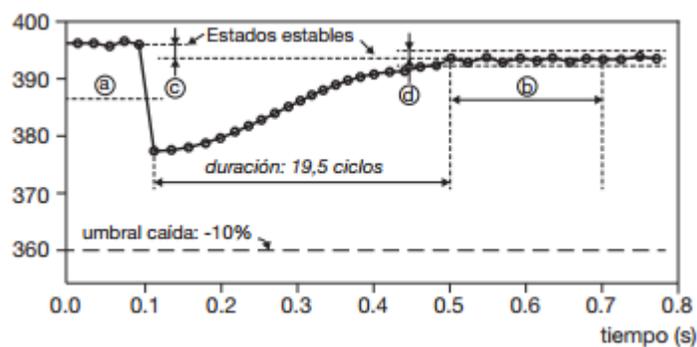
Para realizar la investigación es necesario conocer el significado de cada una de las perturbaciones de red más comunes, ya que de estas va a depender si se tiene o no un sistema de energía eficiente y de buena calidad.

“Variaciones de frecuencia es uno de estos parámetros. Se dice que se produce una variación de frecuencia en un sistema eléctrico de corriente alterna cuando se produce una alteración del equilibrio entre carga y generación. La frecuencia está directamente relacionada con la velocidad de giro, es decir, con el número de revoluciones por minuto de los alternadores. Existen dos posibilidades, cuando la carga es superior a la generación. En este caso la frecuencia disminuye. En tal caso, si la disminución de la frecuencia se sitúa por encima del margen de tolerancia y los sistemas de regulación no son capaces de responder de forma suficientemente rápida para detenerla caída de la misma, puede llegar a producirse un colapso en el sistema. La recuperación de dicho sistema se lograría mediante un deslastre rápido, selectivo y temporal de cargas. La carga es inferior a la generación. En este caso la frecuencia aumenta. El equilibrio se restablece mediante un proceso análogo al anterior, actuando sobre los sistemas de regulación de los alternadores para disminuir su capacidad de generación. El equilibrio se alcanza de modo más rápido y sencillo que en el primer caso.” (Análisis de calidad de energía, 2012).

Otro fenómeno son las variaciones lentas de tensión que se producen cuando hay una alteración en la amplitud y, por tanto, en el valor eficaz de la onda de tensión.

Variaciones rápidas de tensión, es decir un cambio de tensión rápido es un cambio rápido en una tensión entre dos condiciones estables. Es originado por la conexión y la desconexión de una gran carga. La causa típica de un cambio de tensión rápido es el encendido de un motor grande.

Ilustración 1. Definición de variación de tensión rápida



Huecos de tensión que son una reducción temporal de una tensión por debajo de un umbral. La duración de los fenómenos está limitada a 10 segundos. La mayoría de los huecos son monofásicos, duran menos de 1 segundo y tiene una profundidad inferior al 60%.

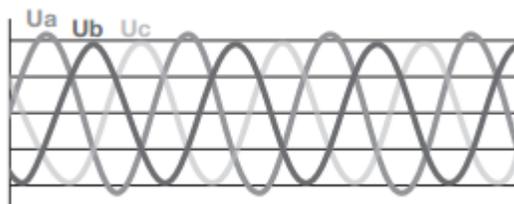
Los microcortes son faltas de tensión de una duración muy breve cuyos efectos no se notan en las cargas poco sensibles, pero con el incremento de ordenadores y

controladores, pequeñas interrupciones apenas perceptibles pueden llegar a producir mal funcionamiento o paralización de máquinas en los procesos productivos. (Ramírez & Cano, 2003).

El desequilibrio en un sistema monofásico viene dado por una diferente magnitud de la parte positiva y la negativa de una señal eléctrica y se expresa en tanto por ciento.

“Mucho más frecuentes son los desequilibrios trifásicos (de tensión y/o de corriente)., que suponen un desigual reparto de las cargas entre las tres ramas de una distribución trifásica y originan alteraciones en el sistema, afectando, por tanto, a los usuarios. Un sistema trifásico se representa por tres vectores de igual módulo y desfasados 120° . Cuando los tres vectores tienen diferente magnitud, o cuando los tres ángulos son distintos, se dice que existe desequilibrio.” (Análisis de calidad de energía, 2012).

Ilustración 2. Desequilibrio trifásico

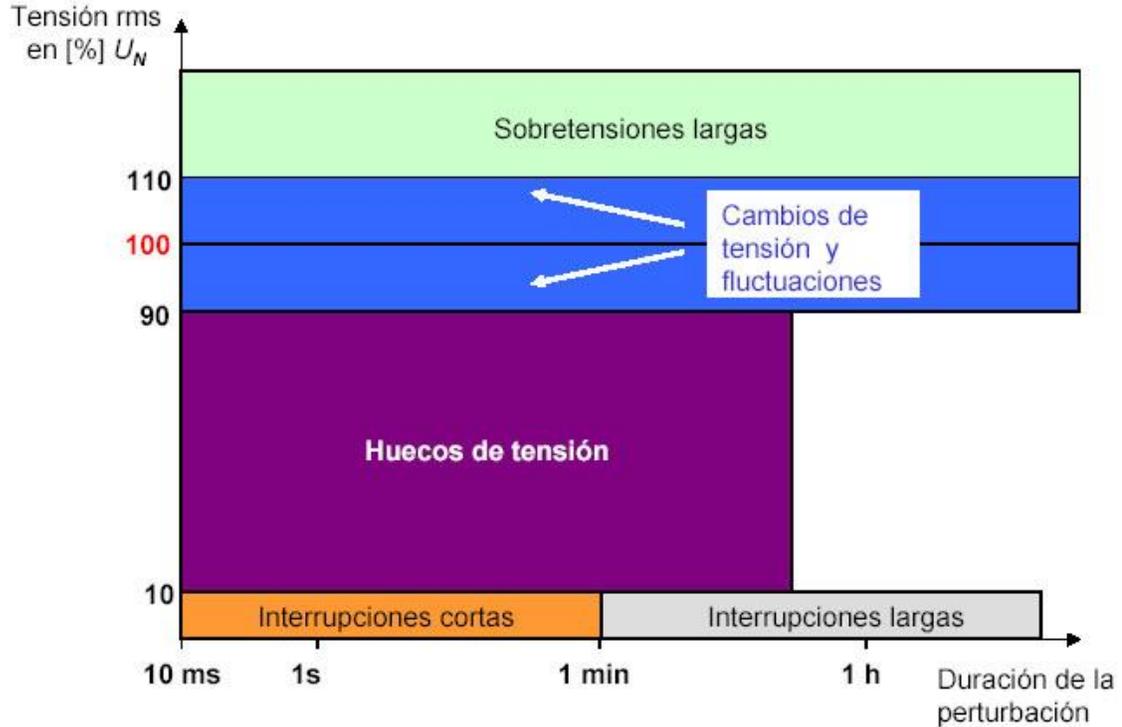


La consecuencia inmediata de este fenómeno es la aparición de un gran desequilibrio en sistema, el cual se desarrolla de forma permanente. Una

perturbación armónica es una deformación de la onda respecto de la onda senoide pura. Los armónicos son tensiones o corrientes de frecuencia múltiplo entero de la frecuencia fundamental. Se dice que existe distorsión armónica cuando debido a la presencia de armónicos en la señal, prácticamente pura que generan las centrales eléctricas, ésta sufre deformaciones en las redes de alimentación a los usuarios. Aunque la señal sea de 60Hz, ésta contiene componentes de alta frecuencia. Esta distorsión armónica depende de los armónicos presentes, de sus magnitudes y de las fases en las que se encuentren.

Normalmente se suele pensar que el factor de potencia y el $\cos \varphi$ son lo mismo, utilizando indistintamente ambos términos. Esto sólo es estrictamente cierto cuando no hay armónicos. El factor de potencia por definición es el cociente $FP = P / S$. El $\cos \varphi$ es el coseno del ángulo que forman la componente fundamental de la potencia activa (P , resistiva, eje de las X). y la aparente (S , plano XY). Si no hay armónicos, ambos valores coinciden.

Ilustración 3. Resumen de perturbaciones respecto al tiempo.



5. 5.2 MARCO CONCEPTUAL

Voltaje

El voltaje, tensión o diferencia de potencial es la presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza electromotriz (FEM). sobre las cargas eléctricas o electrones en un circuito eléctrico cerrado, para que se establezca el flujo de una corriente eléctrica. (Análisis de calidad de energía, 2012).

Corriente Eléctrica

Lo que se conoce como corriente eléctrica no es otra cosa que la circulación de cargas o electrones a través de un circuito eléctrico cerrado, que se mueven siempre del polo negativo al polo positivo de la fuente de suministro de fuerza electromotriz (FEM). (Wildi, Navarro Salas, & Ortega González, 2007).

Frecuencia

La frecuencia es la cantidad de ciclos completos en una corriente eléctrica y se calculan por segundo, La unidad para medir estos ciclos es el Hertz (Hz). (Arrillaga Garmendia & Eguíluz Morán, 1994).

Potencia Eléctrica

La cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un momento determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio (watt). (Arrillaga Garmendia & Eguíluz Morán, 1994).

Potencia Activa

Es la que se aprovecha como potencia útil. También se llama potencia media, real o verdadera y es debida a los dispositivos resistivos. Su unidad de medida en el vatio (W). (Arrillaga Garmendia & Eguíluz Morán, 1994).

Potencia Aparente

Es la potencia total consumida por la carga y es el producto de los valores eficaces de tensión e intensidad. Su unidad de medida es el voltamperio (VA). (Arrillaga Garmendia & Eguíluz Morán, 1994).

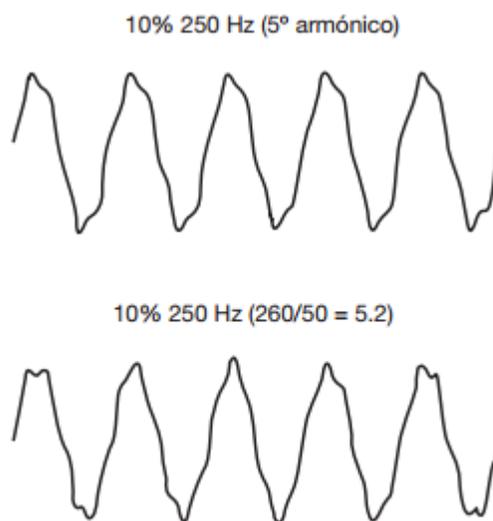
Potencia Reactiva

Es la potencia que necesitan las bobinas y los condensadores para generar campos magnéticos o eléctricos, pero que no se transforma en trabajo efectivo, sino que fluctúa por la red entre el generador y los receptores. Su unidad de medida es el voltamperio reactivo (VAR). (Arrillaga Garmendia & Eguíluz Morán, 1994).

Armónicos

Los armónicos son distorsiones de las ondas sinusoidales de tensión y/o corriente de los sistemas eléctricos, debido al uso de cargas con impedancia no lineal, a materiales ferro magnéticos, y en general al uso de equipos que necesiten realizar conmutaciones en su operación normal. (Análisis de calidad de energía, 2012).

Ilustración 4. Ondas con armónicos



Factor de potencia

Cociente entre la potencia activa y la potencia aparente, que es coincidente con el coseno del ángulo entre la tensión y la corriente cuando la forma de onda es sinusoidal pura. (Arrillaga Garmendia & Eguíluz Morán, 1994).

Eficiencia Energética

Consiste en reducir la cantidad de energía requerida para proporcionar los mismos productos y servicios. (Análisis de calidad de energía, 2012).

Forma de onda

La define su expresión matemática, y es la representación temporal de la misma. En el caso de la onda de alimentación de tensión esta expresión es: la forma de la onda depende del tipo de cargas que se alimentan de ella, pudiendo producir importantes deformaciones en la onda.

Valor de pico (Vp).

valor máximo que alcanza la señal. En la señal de tensión que alimenta las viviendas oscila entre 311Vp y 325 Vp, según sea la tensión de alimentación de 220 Vac ó 230 Vac. (Análisis de calidad de energía, 2012).

Es un valor de suma importancia, ya que todos los ordenadores, variadores de velocidad, SAIs y en general cualquier equipo con rectificadores o fuentes de alimentación utilizan este valor de pico para alimentar sus circuitos internos.

Valor eficaz

Valor de la energía que tiene una señal. También llamado valor cuadrático medio. Representa el valor de alterna (AC). que produce la misma disipación de potencia en una resistencia que un valor en continua (DC)., es decir, el valor de alterna que es equivalente al valor de continua. (Análisis de calidad de energía, 2012).

Factor de cresta

Factor de suma importancia en relación a la seguridad de cables, motores y cargas en general. Es un factor de deformación que relaciona el valor eficaz y el valor de pico. (Análisis de calidad de energía, 2012).

8. 6. HIPÓTESIS

El desarrollo de una propuesta para tener una buena calidad energética en la empresa Industrial Electric, permitirá reducir significativamente los costos de la facturación eléctrica.

9. 7. DISEÑO METODOLÓGICO

6. 7.1 MÉTODO Y TIPO DE ESTUDIO

El método de lógico de investigación a usar es el método de la medición, puesto que, a partir de datos tomados en campo, conceptos de diseños, normativas y patrones de cargas, se llegará a un fin particular que resultará en la realización de una propuesta para corregir la deficiencia energética en lugar de estudio.

La investigación a realizar es una combinación de tipo de campo, exploratoria y cuantitativa. Ya que se necesitará hacer un levantamiento de la instalación que no se había realizado antes y registrar los parámetros con equipos especiales que nos brinden la información necesaria para determinar cuáles anomalías presenta la red y de campo.

7. 7.2 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Las técnicas a utilizar en el desarrollo de esta investigación serán la observación directa y participante, listas de chequeos de datos, y la encuesta. La observación directa y participante debido a que es necesario estar en el plantel para realizar la obtención de los datos, más que se necesita ver las condiciones físicas de conductores y maquinarias. Lista de Chequeos ya que se necesita verificar que cada parte de la instalación cumpla con las normas nacionales. Encuestas para registrar la frecuencia de los mantenimientos, cambios de equipos, entre otros.

10.8. FUENTES DE DOCUMENTACION

- [1] Análisis De Calidad De Energia. (2012). (1st Ed.). Ljublijanska, De http://www.metrel.si/dl?d=PDF_dokumentacija/General_catalog/Spa/2012/General_2012_Spa_September.pdf
- [2] Bernal, G. (2015). Historia de la calidad de la Energía Eléctrica timeline. Timetoast. Retrieved 30 June 2016, de <https://www.timetoast.com/timelines/historia-de-la-calidad-de-la-energia-electrica-88ebbf72-32a6-4344-9aa2-ce34cfa603b0>
- [3] M. Rodríguez Reyna, V. (2014). Producción de armónicos, desventaja de las nuevas tecnologías de control. constructor electrico. Retrieved 1 July 2016, from <https://constructorelectrico.com/produccion-de-armonicos-desventaja-de-las-nuevas-tecnologias-de-control/>
- [4] Guerra de las corrientes. (2016). Es.wikipedia.org. Retrieved 30 June 2016, from https://es.wikipedia.org/wiki/Guerra_de_las_corrientes
- [5] Ramírez, S. & Cano, E. (2003). Calidad Del Servicio De Energía Eléctrica (Doctorado). Universidad Nacional De Colombia.
- [6] Rey Martinez, F. & Valasco Gomez, E. (2006). Eficiencia energetica en edificios. Madrid, Espana: Paraninfo.
- [7] Wildi, T., Navarro Salas, R., & Ortega González, L. (2007). Máquinas eléctricas y sistemas de potencia.
- [8] Arrillaga Garmendia, J. & Eguíluz Morán, L. (1994). Armónicos en sistemas de potencia.
- [9] Fuchs, E. & Masoum, M. (2008). Power quality in power systems and electrical machines. Amsterdam: Academic Press/Elsevier.
- [10] Estudios de armonicos - Schneider Electric. (2016). Schneider electric.es. Retrieved 1 July 2016, from <http://www.schneider-electric.es/es/work/solutions/for-business/energy-efficiency/explore-our-offer/services/harmonic-studies.jsp>

11.9. ESQUEMA PRELIMINAR DEL CONTENIDO DEL TRABAJO

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

METODOLOGIA.

INTRODUCCION.

CAPITULO 1. ANTECEDENTES HISTORICO ENERTICO.

1.1. ANTECEDENTES PERFILES DE CARGA.

1.2. PRESUPUESTO DESTINADO PARA LOS FACTORES ENERGETICOS EN LA EMPRESA EN PORCIENTO.

1.3. EVOLUCION HISTORICA DE LA EMPRESA ENFOCADO EN LA CALIDAD DE SU PROPIA ENERGIA.

CAPITULO 2. ANALISIS DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGETICA

2.1. ¿CUALES SON LOS INDICADORES A ANALIZAR?

2.2. LEVANTAMIENTO DE TODA LA ESTRUCTURA DE INDUSTRIAL ELECTRIC.

2.3. DISEÑO DIAGRAMA UNIFILAR DE LA ESTRUCTURA LEVANTADA.

2.4. PROCEDIMIENTO DE MEDICION E INSTALACION DE LOS EQUIPOS (POWER QUALITY).

2.5. ESTUDIO LUMINICO DE LA INSTALACION.

2.6. DESCRIPCIONES DE INDICADORES QUE SE ANALIZARAN.

2.7. NORMAS SOBRES LA CALIDAD ENERGETICAS.

CAPITULO 3. COMPROBACION DE LOS INDICADORES.

3.1. ANALISIS DE LOS VALORES DE INDICADORES.

3.2. ANALISIS LUMINOTECNICOS EN LA INSTALACION.

3.3. DATOS ELECTRICOS.

3.4. INSPECCION VISUAL DE LA INSTALACION.

3.5. SITUACION ACTUAL DE LA INSTALACION.

3.6. ANALISIS ENERGETICOS.