

**La Eficiencia Energética como Estrategia de Sostenibilidad Económica en la industria de
Cartagena**

Milton Eduardo Reyes Boton

Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios - ECACEN

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA -UNAD

Especialización en Gestión de Proyectos

Cartagena, 2018

**La Eficiencia Energética como Estrategia de Sostenibilidad Económica en la industria de
Cartagena**

Milton Eduardo Reyes Botón

**Trabajo de Grado para Optar al Título de
Especialista en Gestión de Proyectos**

Asesor:

**Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios ECACEN
Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD
Especialización en Gestión de Proyectos
Cartagena
2018**

Dedicatoria

Dedico esta monografía a mis padres Gloria Esperanza Botón y Ramón Reyes, a mi esposa Luisa Fernanda Castro y a mi hermana Derly Marcela Reyes quienes me brindaron su colaboración durante toda mi etapa de formación, cada uno de ellos contribuyeron a que alcanzara la meta que me había propuesto a través de su apoyo espiritual y emocional que no me dejó claudicar en los momentos difíciles durante mi formación, también quiero agradecer a mi abuela Leopoldina Reyes quien ya no se encuentra con nosotros, quien me enseñó el valor de la perseverancia y la responsabilidad a través de sus consejos y sus acciones.

También quiero agradecer a los docentes de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia quienes nos brindaron toda su colaboración y dedicación durante la formación de la especialización.

A quienes me brindaron su apoyo incondicional y no me dejaron rendir en momentos difíciles, a todos ellos les dedico esta monografía.

Prólogo

Decidí elaborar la monografía en este tema tan complejo debido a la necesidad actual del país por encontrar nuevos métodos de eficiencia energética, este campo ha sido explorado por países vinculados al pacto de Kioto quienes buscan un equilibrio entre la industria y el medio ambiente, Colombia es un país industrializado que demanda grandes cantidades de energía eléctrica debido a los procesos de producción de cada empresa, Cartagena es una ciudad que cuenta con un sector industrializado demandante de energía eléctrica, que gran parte de los equipos de las empresas no están diseñados para obtener una eficiencia energética provocando altos consumos de energía.

El objetivo de este estudio es dar a conocer la eficiencia energética como estrategia de sostenibilidad económica en la industria de Cartagena a través de la empresa Cementos Argos quienes han implementado en su modelo estratégico nuevas políticas de eficiencia energética y que han demostrado ser rentables para la organización.

Confío que la información aquí relacionada se convierta en una herramienta para las empresas que deseen implementar la eficiencia energética en sus procesos y vean en ella una fuente de cicatear sus recursos y contribuir al medio ambiente.

Introducción

La presente monografía se refiere al tema de la eficiencia energética como estrategia de sostenibilidad económica en la industria de Cartagena, tomando como fuente de investigación a la empresa Cementos Argos quienes nos brindaron toda la información del proceso y resultados que obtuvieron al implementar esta metodología en sus procesos, a lo largo de este documento se evidenciará las experiencias que obtuvieron al realizar cambios y mejoras en equipos auxiliares, logrando alcanzar las metas propuestas por su equipo de política energética.

Las características principales en la eficiencia energética que adoptó Cementos Argos fue la reingeniería realizada en algunos de sus equipos los cuales aportaron un ahorro significativo en el consumo energético de la planta, esto demostró el alcance del proyecto y de su importancia para la organización.

Para analizar la importancia de la eficiencia energética en Cementos Argos es necesario conocer las problemáticas que tenía en su proceso y para ello es necesario de mencionar sus causas. Una de ellas es el alto consumo de energía que presentaba los ventiladores de refrigeración del cuarto de compresores y sala de máquinas. Se entiende por ventilador de refrigeración a un equipo que genera un flujo de viento que ayuda a disminuir las temperaturas de los motores y compresores permitiendo que el proceso no se detenga, también se buscó reemplazar los equipos que generaban altos consumos de energías por equipos que realizaran la misma labor pero con un bajo consumo, esto con el fin de no afectar el proceso de la planta.

Resumen

Este documento pretende hacer un análisis acerca del uso de nuevas estrategias de eficiencia energética en la industria de Cartagena, tomando como modelo a la empresa Cementos Argos, quienes han implementado políticas energéticas en sus procesos y hallado resultados producto de su implementación.

En el 2016 Colombia afrontó una de sus mayores crisis energéticas debido a la sequía que pasaba el país en su momento, sus principales fuentes hidroeléctricas estaban con niveles bajos en sus embalses provocando un racionamiento de energía en todo el país; durante ese fenómeno el gobierno implementó nuevas políticas energéticas, entre las cuales está la eficiencia energética en la industria y los ciudadanos.

Para comprender el tema es necesario identificar qué métodos se utilizan para lograr una eficiencia energética en la industria y qué empresas los están implementando; para ello se presentarán estudios ya realizados en dos empresas quienes facilitaron la información y nos brindaron su colaboración.

Palabras Clave

Eficiencia, energía, sostenibilidad, economía, procesos, industria, estrategia.

Abstract

This document pretends to do an analysis about the use of energy efficiency strategies in the Industry of Cartagena, taking as a model the company Cementos Argos, who has implemented energy policies in their processes and found results as a result of their implementation.

In 2016 Colombia faced one of its biggest energy crises due to the drought that the country was going through at that time, its main hydroelectric sources were with low levels in their reservoirs causing a rationing of energy throughout the country; during this phenomenon the government implemented new energy policies, among which is the energy efficiency in industry and citizens.

To understand the subject, it is necessary to identify which methods are used to achieve energy efficiency in the industry and which companies are implementing them; for this, studies already carried out in two companies will be presented who provided the information and offered their collaboration.

Words Key

Efficiency, energy, sustainability, economy, processes, industry, strategy.

ÍNDICE

Introducción.....	5
Capítulo 1. Información General.....	14
1.1. Planteamiento del Problema.....	14
1.2. Objetivo General.....	16
1.3. Objetivo Específico.....	16
Capítulo 2. Marco Contextual.....	17
2.1. Antecedentes.....	17
2.2. Contexto Histórico.....	17
2.3. Contexto Legal.....	18
2.4. Contexto Geográfico.....	22
Capítulo 3. Marco Teórico.....	24
3.1. Desarrollo Investigativo y Experiencias.....	24
3.1.1 Descripción de proceso.....	24
3.1.2 Demanda de energía.....	27
3.1.3 Consumos por equipo.....	28
3.1.4 Estudio de eficiencia energética primera fase planta de generación.....	33
3.1.5 Implementación y seguimiento.....	35

3.1.6 Recomendaciones adicionales...	45
3.2. Análisis de resultado...	46
3.3. Factores de éxito...	53
Conclusiones y Recomendaciones...	58
Referencias...	59

LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Zona industrial de Mamonal	23
Imagen 2. Unifilar sistema de sincronización	25
Imagen 3. Unifilar sistema aire de control	25
Imagen 4. Unifilar sistema de aceite	26
Imagen 5. Unifilar sistema de refrigeración	26
Imagen 6. Unifilar sistema de combustible	27
Imagen 7. Organigrama eficiencia energética	34
Imagen 8. Radiadores	36
Imagen 9. Compresores de instrumentos	37
Imagen 10. Compresor 1	39
Imagen 11. Compresor 2	39
Imagen 12. Luminarias	40
Imagen 13. Luminaria sala de máquinas	40
Imagen 14. Escala de iluminación	40
Imagen 15. Lámparas led	41
Imagen 16. Lámpara incandescente	42
Imagen 17. Control	43
Imagen 18. Gráfica de consumo	43
Imagen 19. Sistema de paneles solares	44

Imagen 20. Ventiladores de 18 metros cúbicos	45
Imagen 21. Grafica válvula de tres vías.	54
Imagen 22. Reporte ION Enterprise planta de generación	55
Imagen 23. KWH consumidos auxiliares	55
Imagen 24. Reporte ION Enterprise año 2017	56
Imagen 25. Reporte ION Enterprise año 2018	56

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Consumo de energía	28
Tabla 2. Datos año 2014	28
Tabla 3. Datos año 2015	29
Tabla 4. Datos año 2016	30
Tabla 5. Datos año 2017	31
Tabla 6. Datos año 2018	32
Tabla 7. Consumos	35

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica No. 1 Medidas de tensiones de fases	47
Gráfica No. 2 Medidas de tensiones de líneas	48
Gráfica No. 3 Tensiones de línea máximas registradas	48
Gráfica No. 4 Registro de corrientes de líneas	49
Gráfica No. 5 Frecuencia del sistema eléctrico	51

Capítulo 1. Información General

1.1. Planteamiento del problema

¿Es la eficiencia energética una estrategia de sostenibilidad económica en la industria del cemento en Cartagena?

Actualmente se ha evidenciado que a nivel internacional hay una creciente preocupación por el llamado “cambio climático”, y el impacto que tiene a corto, mediano y largo plazo sobre la calidad de vida en el planeta, los riesgos y posibles consecuencias que acarrea el mal uso de los recursos naturales que, en definitiva, se agotan; debido a esto es necesario buscar nuevas alternativas que permitan mitigar el impacto derivado sobre el medio ambiente.

La eficiencia energética es una práctica que tiene como objetivo reducir el consumo de energía a través del uso eficiente en los procesos productivos, incorporando nuevas alternativas para reducir el impacto energético, Una de estas alternativas es la implementación de nuevas estrategias de sostenibilidad en el campo energético ya que estas contribuyen con el 70% de las emisiones de GEI, según la ONU, Colombia es uno de los país más vulnerable frente al cambio climático, de acuerdo con los informes nacionales, la temperatura promedio del aire en Colombia aumentará cerca de 1,4 grados centígrados al 2040; 2,4 grados para el 2041; y 3,2 grados para el 2070, este informe demuestra la necesidad de implementar nuevos modelos sostenibles en la industria a través de la eficiencia energética, Colombia experimentó en el año 2016 una crisis energética debido a la sequía que afrontaba el país, durante este tiempo el gobierno Colombiano implementó estrategias para reducir el consumo energético tanto en las industrias como en los hogares logrando crear un ahorro del 5% diario en el consumo de energía, aunque la iniciativa en los primeros días no arrojó los resultados esperados con el tiempo se logró crear una cultura de ahorro en los colombianos.

Dicha situación demostró la necesidad de implementar nuevas políticas energéticas que logren evitar un apagón en el futuro, es por eso que la eficiencia energética cumple un papel importante en la industria de Cartagena ya que esta puede contribuir a la sostenibilidad económica de una empresa, reduciendo el costo de energía que implementan en sus procesos productivos.

De acuerdo a un estudio realizado por la universidad Nacional de Colombia con la financiación de Colciencias establece un sistema de gestión integral de la energía (SGIE) donde afirman que: *“La gestión de la energía se ha convertido en un factor estratégico de productividad y posicionamiento empresarial. Consciente de este panorama, el Programa Estratégico Nacional en Sistemas de Gestión Integral de la Energía PEN-SGIE ha trabajado desde el 2010 en la promoción de herramientas de innovación empresarial orientadas a la implementación de Sistemas de Gestión de la Energía en Colombia”*. (Colciencias 2014), esto nos da a entender que la eficiencia energética es una estrategia de sostenibilidad económica en cualquier industria y que trae beneficios para aquellos que deseen implementarla.

1.1 Objetivo Generales.

Determinar si la eficiencia energética es una estrategia de sostenibilidad económica en la industria de Cartagena, tomando como muestra los resultados obtenidos en la empresa Cementos Argos en los años 2014 al 2017.

1.2 Objetivo Específicos

- Elaborar unos diagnósticos entre los consumos de energía del año 2014 y 2017.
- Realizar un estudio de los principales equipos consumidores de energía en la planta.
- Analizar experiencias exitosas y sustentables.
- Determinar los factores de éxito.
- Recolección de información de los factores de éxito implementados en la planta.
- Analizar los resultados.

Capítulo 2. Marco Contextual

2.1 Antecedentes

Cementos Argos es una empresa cementera con más de setenta años en la industria de Colombia dedicada a producir cemento y a distribuirlo por todo el país, durante la época de la violencia se presentaron atentados al sistema energético del país con las voladuras de las infraestructuras de transmisión eléctrica, provocando que los procesos productivos de las empresas industriales no cumplieran con sus metas de producción, Cementos Argos conociendo la problemática que vivía el país en esa época decide tener sus propias autogeneradoras para garantizar su producción, en el año 2011 entra en operación la planta de autogeneración en Cartagena y su principal función es la de entregar 42 MW al proceso, en el año 2014 la empresa Cementos Argos decide implementar la eficiencia energética en el proceso de autogeneración, logrando reducir los costos de operación y mantenimiento en sus equipos.

2.2 Contexto Histórico

La crisis energética se presenta en Colombia debido a la violencia y a las sequías que afrontaba el país, esto incentivó a un grupo de empresas a invertir en sus propias autogeneradoras para garantizar que sus procesos de producción no se detuvieran, entre ese grupo selecto de empresas se encuentra Cementos Argos quien adquirió cinco moto- generadores con capacidad de generar 42 Megavatios, durante sus primeros años la empresa no implementa la eficiencia energética ya que se consideraba que se tenía tecnología de punta y que esta cumplía con todas las normas ambientales y energéticas que se tenían en Colombia, esto cambia cuando se presenta el informe de la ONU sobre el cambio climático y la necesidad de implementar nuevas políticas de sostenibilidad en los países industrializados ya que estos son los que más demandan recursos

en sus procesos productivos, en el año 2016 Cementos Argos en su política de sostenibilidad inicia una campaña de eficiencia energética en todas sus plantas cementeras estableciendo su compromiso con el medio ambiente y con la comunidad.

2.3 Contexto Legal

De acuerdo a las leyes colombianas la eficiencia energética se enmarca mediante la siguiente referencia legal:

Norma	Descripción
Decreto 2811 de 1974	reglamentó el Código Nacional de Recursos Renovables y Protección del Medio Ambiente
El artículo 80 de la Constitución Política	establece que el Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
El artículo 334	prevé que la dirección general de la economía estará a cargo del Estado y éste intervendrá por mandato de la ley en la explotación de los recursos naturales
Ley 115 de 1994 – Ley General de Educación,	Con motivo de las recomendaciones de las conferencias internacionales sobre el ambiente, Colombia adoptó la Ley 115 de 1994 – Ley General de Educación, que estableció como un fin de ella misma la adquisición de una conciencia

	<p>para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de vida y del uso racional de los recursos naturales. Con esto, obligó a transversalizar los currículos ambientales en la educación básica escolar.</p>
Ley 99 de 1993	<p>Los numerales 32 y 33 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993 le asignan al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la función de promover planes de reconversión industrial ligados al uso de tecnologías ambientalmente sanas, y de promover programas de sustitución de los recursos naturales no renovables, para el desarrollo de tecnologías de generación de energías no contaminantes ni degradantes</p>
Ley 142 de 1994	<p>El artículo 11.4 de la Ley 142 de 1994 establece que las entidades prestadoras de servicios públicos deben informar a los usuarios sobre la manera de utilizar con eficiencia y seguridad el servicio público respectivo.</p>
Ley 164 de 1994,	<p>Con la Ley 164 de 1994, Colombia ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, cuyo fin es estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Años más tarde, en la Cumbre de Johannesburgo, confirmó que el acceso a la</p>

	<p>energía facilita la erradicación de la pobreza y que para esto se deben incluir medidas globales relacionadas con su uso racional y eficiente – URE, con las fuentes no convencionales de energía – FNCE, la diversificación de fuentes energéticas y la promoción de la investigación y desarrollo en tecnologías de uso eficiente de energía</p>
Ley 697 de 2001	<p>La Ley 697 de 2001 fomenta el uso racional y eficiente de la energía – URE y promueve la utilización de energías alternativas en Colombia. La Ley considera el URE como asunto de interés social, público y de conveniencia nacional y fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.</p>
Decreto 3683 de 2003	<p>El Decreto 3683 de 2003 reglamentó la Ley 697 de 2001, creó la Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes No Convencionales de Energía (CIURE), del cual hacen parte el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, el Departamento Nacional de Planeación, la Comisión de</p>

	<p>Regulación de Energía y Gas – CREG, COLCIENCIAS y el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas – IPSE. El Decreto 3683 de 2003, también creó el Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y Fuentes No Convencionales – PROURE, adscrito al Ministerio de Minas y Energía.</p>
Resolución 180919 de 2010	<p>La Resolución 180919 de 2010 adopta el Plan de Acción Indicativo 2010-2015 para desarrollar el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas de Energía No Convencionales – PROURE.</p>
NTC-ISO 50001	<p>La norma técnica colombiana NTC-ISO 50001 es un estándar internacional de gestión de la energía destinado a reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero y otros impactos ambientales. Establece los sistemas y procesos para mejorar el desempeño energético dentro de las organizaciones, en donde se incluye el uso racional y eficiente de la energía.</p>
Ley 1715 de 2014	<p>La Ley 1715 de 2014 regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional. Esta Ley, recién promulgada, será objeto de</p>

	reglamentación por parte del Ministerio de Minas y Energía.
--	---

2.4 Contexto Geográfico

Cartagena está localizada en el norte del departamento de Bolívar a orillas del mar Caribe. Se encuentra a 10° 25' 30" latitud norte y 75° 32' 25" de longitud oeste.

La Zona Industrial el Mamonal es una de las principales actividades económicas de la ciudad es la industria, la cual aporta aproximadamente un 38% de la producción total de la ciudad y genera un 10% del total de puestos de trabajo. Cartagena cuenta con importantes subsectores industriales como el de fabricación de sustancias químicas, productos derivados de la refinación de petróleo y la industria manufacturera, sector que al despuntar el siglo XXI ha generado un impacto positivo en la economía local, como la introducción de tecnologías modernas, el entrenamiento de personal calificado, remuneraciones altas para dichos trabajadores, concentración de mano de obra calificada y cierta demanda de diferentes sectores productivos y de servicios. A nivel nacional, Cartagena posee una participación significativa, según la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) que realiza el DANE. La ciudad generó el 46.07% de la producción industrial, el 40.54% del valor agregado y el 23.35% del empleo que generó el sector industria del Caribe colombiano. Cartagena es la cuarta ciudad de mayor producción industrial de Colombia, aportando el 6.5% de lo producido por la industria del país. Su industria se caracteriza por una alta concentración de bienes intermedios (49.2% del producto bruto industrial). Este es un sector altamente exportador. La gran industria de la ciudad reúne más de 109 empresas, donde el 42% de valor agregado de la industria corresponde a productos

derivados de la refinación del petróleo, el 31% corresponde a sustancias químicas, el 10% a alimentos y bebidas, el 8% a la fabricación de productos plásticos y el 4% a productos minerales no metálicos. La anterior estructura industrial hace de Cartagena un emporio especializado en los sectores petroquímico, químico y plástico; por tanto, grandes multinacionales tienen su centro de producción y distribución en Cartagena. Tanto así, que es el principal fabricante de sustancias químicas del país y además es sede de la segunda refinería de petróleo del país más importante del país después del Complejo Petrolero de Barrancabermeja.

En Cartagena se encuentra la zona de desarrollo industrial y manufacturero más importante de la Costa Atlántica, el Parque Industrial de Mamonal, localizado a 12 kilómetros al sureste de la ciudad. Este parque industrial tiene el producto por trabajador más alto del país y la más alta tasa de incremento de la producción (7.3%) y de ventas brutas (8.3%).

Además, la ciudad cuenta actualmente con tres zonas francas, estas son:

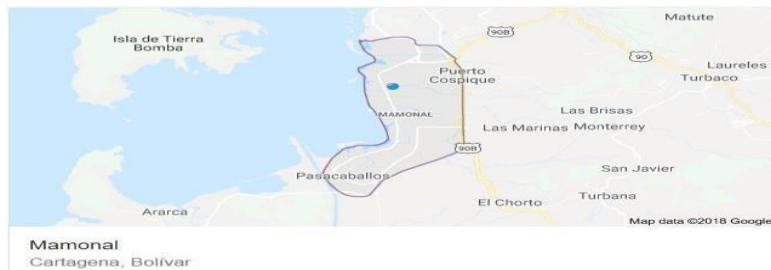
Zona Franca de la Candelaria.

La zona franca industrial de bienes y servicios de la Candelaria está localizada en el corazón del Parque Industrial de Mamonal.

Zona Franca Industrial de Bienes y Servicios Cartagena – Zofranca S.A.

Está ubicada al final del sector industrial de Mamonal y tiene dársena con muelle privado.

Imagen 1. Zona industrial de Mamonal



Capítulo 3. Marco Teórico

3.1. Desarrollo investigativo y experiencias

3.1.1 Descripción del proceso

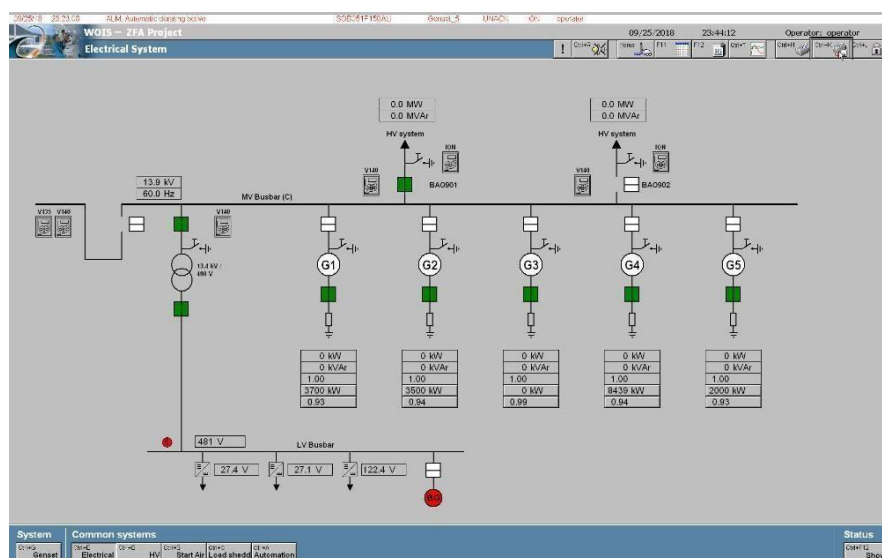
La Eficiencia Energética como Estrategia de Sostenibilidad Económica en la industria de Cartagena, para realizar este estudio se tomó como fuente de información a la empresa Cementos Argos quien nos colaboró con la información para desarrollar la investigación sobre el uso eficiente de energía en sus procesos, como referencia de estudio se decide analizar el proceso de autogeneración el cual le brinda al proceso cementero el 30% de ahorro por tonelada de cemento.

La planta de autogeneración fue diseñada para garantizar el fluido eléctrico en el proceso de cemento, consta de cinco moto-generadores a 8.4 Megavatios cada uno con equipos auxiliares demandantes de energía, estos motores son de combustión a gas de veinte cilindros con un consumo de agua de 1250 litros de ciclo cerrado, también tiene un consumo de aceite de 5200 litros, estos motores cuentan con equipos auxiliares para su operación, entre estos equipos se encuentran setenta radiadores, dos compresores de instrumentos y dos compresores de arranque, tableros de control e interruptores.

El sistema de control de cada equipo muestra los parámetros que se requieren para su adecuado funcionamiento dentro de la operación diaria, estos parámetros son: temperatura de

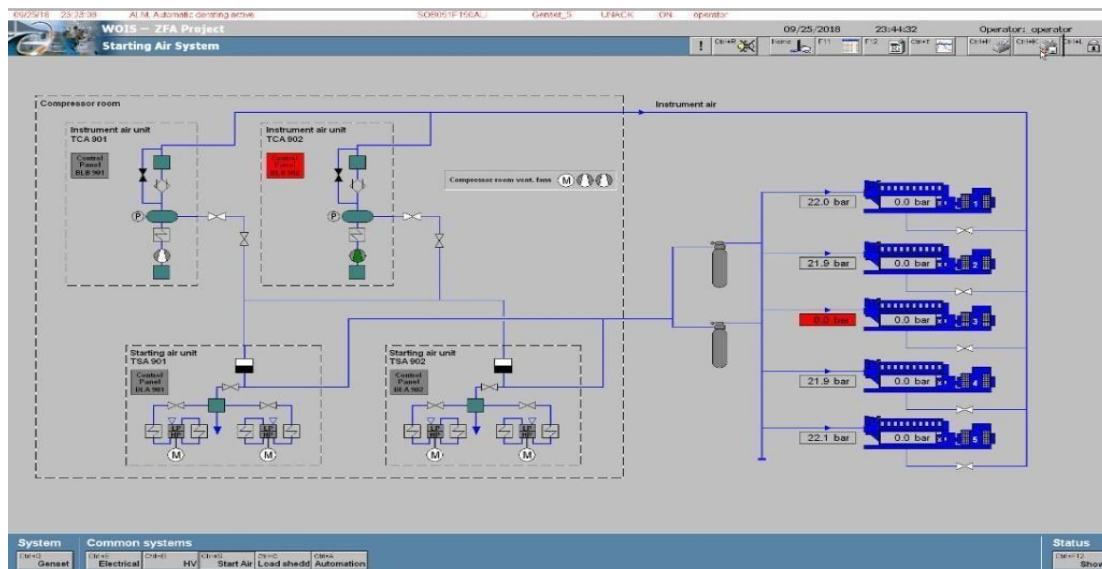
aceite mayor a 50 °C, temperatura del agua mayor a 45 °C, test de falla del sistema de gas, presión de aire de instrumentos 5.5 Bar, presión de aire de arranque mayor a 18 Bar, posición del turning gear en OFF y posición del interruptor energizado, a continuación, se mostrará el unifilar de los equipos.

Imagen 2. Unifilar sistema de sincronización



De acuerdo a la imagen se visualiza cinco moto-generadores acoplados a una barraje el cual le suministra energía a toda planta cementera.

Imagen 3. Unifilar sistema aire de control



En este diagrama se puede observar los dos compresores de instrumentos y los dos de arranque, estos últimos permiten el proceso de encendido del motor.

Imagen 4. Unifilar sistema de aceite

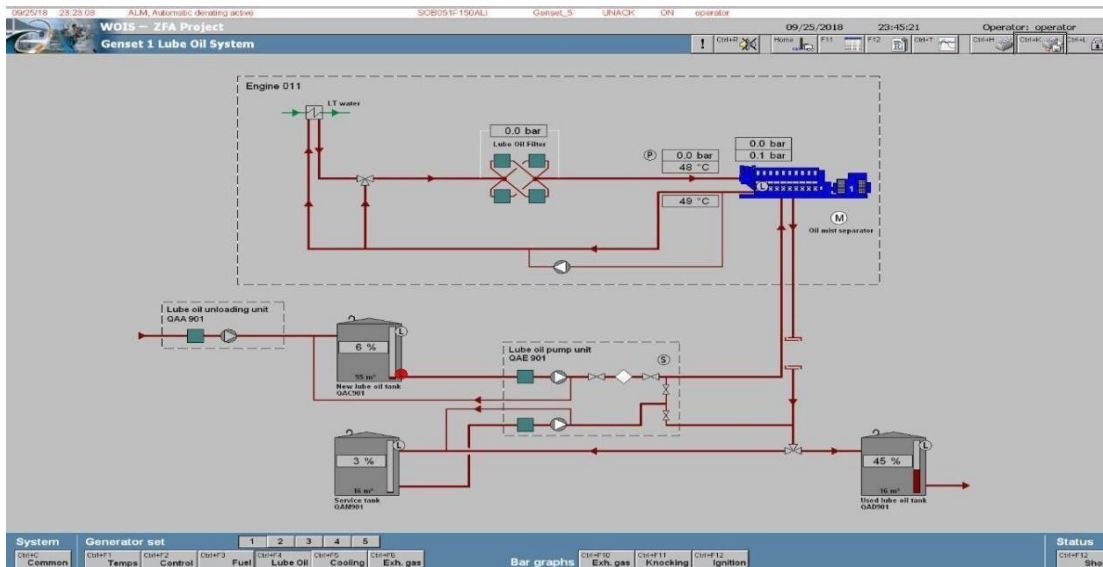


Imagen 5. Unifilar sistema de refrigeración

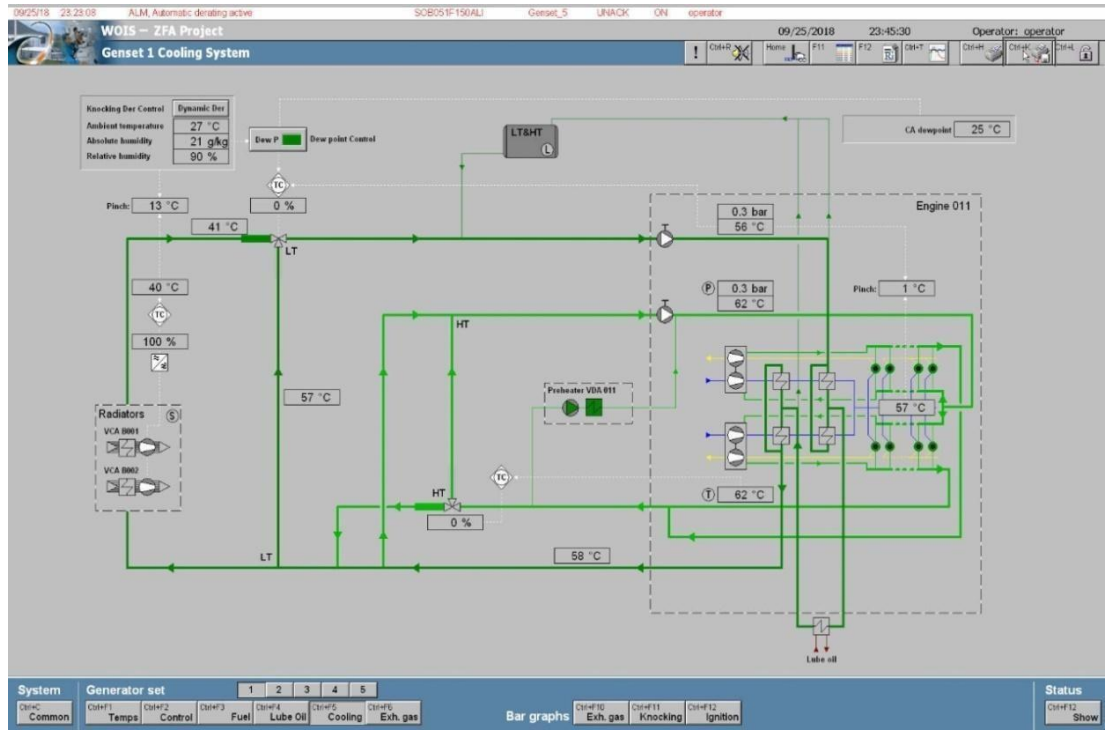
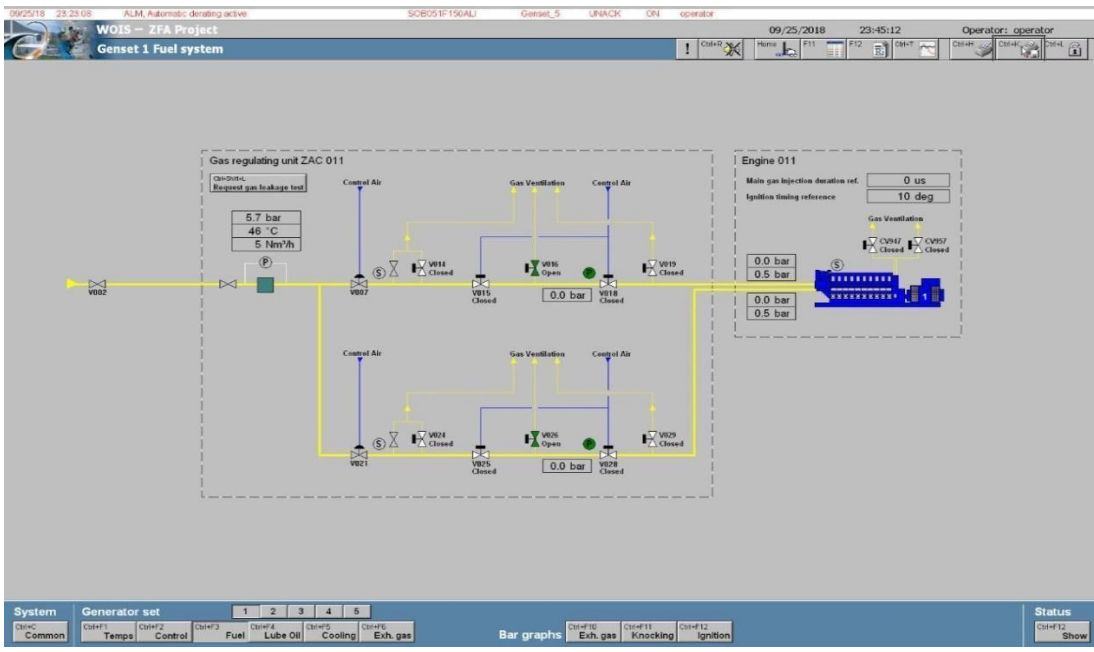


Imagen 6. Unifilar sistema de combustible



Sistema de lubricación, sistema de gases de escape y sistema de refrigeración de los motores, cada sistema por separado permite el buen desempeño de los motores.

3.1.2 Demanda de energía

La fábrica de cemento tiene unos equipos que demandan gran cantidad de energía, entre estos se encuentran el molino de crudo, los molinos de cemento, los ventiladores de tiro, los motores centrales, el molino de carbón y el edificio administrativo, son aproximadamente 23 Megavatios los que utilizan para su proceso, la planta de generación cuenta con un consumo de energía de 9 Megavatios debido a los auxiliares de cada moto-generador.

A continuación, se presentará la tabla de consumo de energía durante los años 2014 al 2018.

Tabla 1. Consumo de energía

Año	Consumo fabrica KWD	Consumo autogeneración KWD	Generado planta eléctrica KWD
2014	154.673.618,4	3.234.844,8	144.759.253,5
2015	171.769.409,9	2.729.829,4	121.230.342,2
2016	148.406.155,8	2.489.933	148.873.012,4
2017	143.591.942,9	2.707.826,4	150.249.021,9
2018 Corte al 3 de septiembre	101.645.715,8	1.372.532,2	479.29.036,7

3.1.3 Consumos por equipo

Datos del año 2014 promedio por mes

Tabla 2. Datos año 2014

Planta de Generación	
Auxiliares Motor 1	1,3 MW
Auxiliares Motor 2	1,3 MW
Auxiliares Motor 3	1,3 MW
Auxiliares Motor 4	1,3 MW
Auxiliares Motor 5	1,3 MW
Edificio y consola	2,3 MW
Fábrica de Cemento	
Molino de Crudo	6,8 MW
Molino de Cemento 6	4 MW
Molino de Cemento 7	4 MW
Molino de Carbón	0.4 MW
Centrales del Horno	0,4 MW
Ventiladores de Tiro	0,6
Empacadora	1,3
Edificio administrativo y consola	2.5

Datos del año 2015 promedio por mes

Tabla 3. Datos año 2015

Planta de Generación	
Auxiliares Motor 1	1,3 MW
Auxiliares Motor 2	1,3 MW
Auxiliares Motor 3	1,3 MW
Auxiliares Motor 4	1,3 MW
Auxiliares Motor 5	1,3 MW
Edificio y consola	0.9 MW
Fábrica de Cemento	
Molino de Crudo	6,8 MW
Molino de Cemento 6	4 MW
Molino de Cemento 7	4 MW
Molino de Carbón	0.4 MW
Centrales del Horno	0,4 MW
Ventiladores de Tiro	0,6
Empacadora	1,3
Edificio administrativo y consola	2.5

Datos del año 2016 promedio por mes

Tabla 4. Datos año 2016

Planta de Generación	
Auxiliares Motor 1	1,3 MW
Auxiliares Motor 2	1,3 MW
Auxiliares Motor 3	1,3 MW
Auxiliares Motor 4	1,3 MW
Auxiliares Motor 5	1,3 MW
Edificio y consola	0.3 MW
Fábrica de Cemento	
Molino de Crudo	6,8 MW
Molino de Cemento 6	4 MW
Molino de Cemento 7	4 MW
Molino de Carbón	0.4 MW
Centrales del Horno	0,4 MW
Ventiladores de Tiro	0,6
Empacadora	1,3
Edificio administrativo y consola	2.5

Datos del año 2017 promedio por mes

Tabla 5. Datos año 2017

Planta de Generación

Auxiliares Motor 1	1,3 MW
Auxiliares Motor 2	1,3 MW
Auxiliares Motor 3	1,3 MW
Auxiliares Motor 4	1,3 MW
Auxiliares Motor 5	1,3 MW
Edificio y consola	0.9 MW
Fábrica de Cemento	
Molino de Crudo	6,8 MW
Molino de Cemento 6	4 MW
Molino de Cemento 7	4 MW
Molino de Carbón	0.4 MW
Centrales del Horno	0,4 MW
Ventiladores de Tiro	0,6
Empacadora	1,3
Edificio administrativo y consola	2.5

Datos del año 2018 promedio por mes

Tabla 6. Datos año 2018

Planta de Generación	
Auxiliares Motor 1	1,3 MW

Auxiliares Motor 2	1,3 MW
Auxiliares Motor 3	1,3 MW
Auxiliares Motor 4	1,3 MW
Auxiliares Motor 5	1,3 MW
Edificio y consola	0.9 MW
Fábrica de Cemento	
Molino de Crudo	6,8 MW
Molino de Cemento 6	4 MW
Molino de Cemento 7	4 MW
Molino de Carbón	0.4 MW
Centrales del Horno	0,4 MW
Ventiladores de Tiro	0,6
Empacadora	1,3
Edificio administrativo y consola	2.5

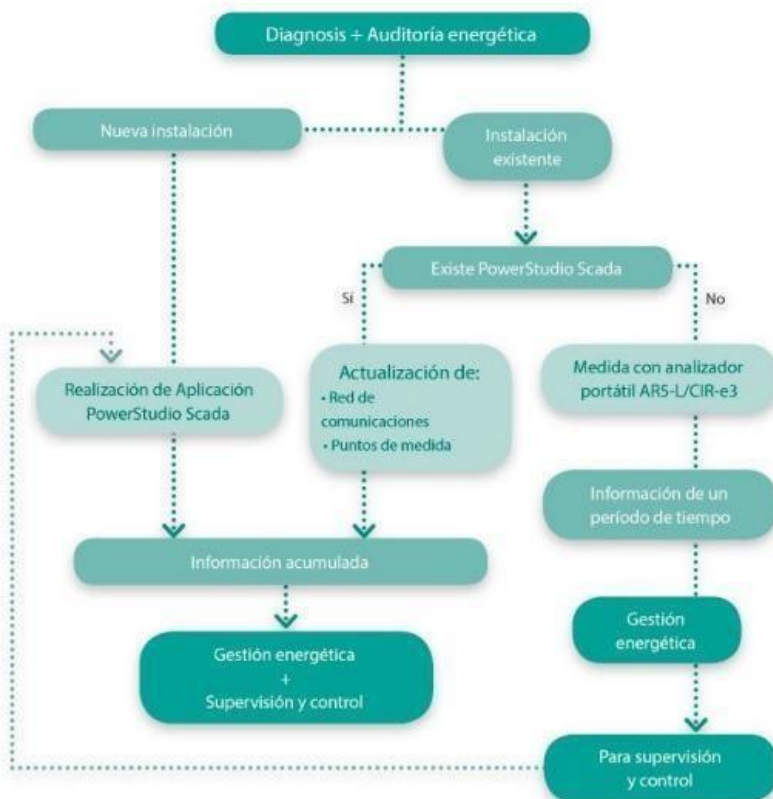
3.1.4 Estudio de eficiencia energética primera fase planta de generación

Cementos Argos realiza tres etapas en la elaboración de su estudio de eficiencia energética, la primera inicia en el proceso de autogeneración, la segunda en el proceso de línea seca y la tercera en el proceso de línea húmeda, estas dos últimas están en desarrollo.

En el proceso de autogeneración se inicia con un estudio de medición en los contadores de energía realizados por la firma Ingesoft, esto con el fin de verificar que los datos suministrados

por los contadores sean verídicos y sin margen de error, el informe entregado por Ingesoft establece que todos los medidores de energía se encuentran operando en óptimas condiciones, una vez que se verifica que las mediciones son correctas se procede a realizar el estudio de eficiencia energética de acuerdo al organigrama:

Imagen 7. Organigrama eficiencia energética



El estudio se realiza en las instalaciones ya existentes de autogeneración a través de los profesionales de generación y la firma Elios quienes aplican un software para recoger los datos de consumo de cada equipo, el informe arrojó que los equipos que más consumen energía en la operación diaria de la planta son:

- Sistema de refrigeración de los generadores.
- Aire comprimido.
- Iluminación interna y externa.
- Climatización.
- Ventilación.

Consumos por equipos

Tabla 7. Consumos

Equipos	Consumos
Sistema de refrigeración de los generadores	11.000 Kwh
Aire comprimido	278 Kwh
Iluminación interna y externa	8.000 W
Climatización	1000 Kwh
Ventilación	600 Kwh

3.1.5 Implementación y seguimiento

La planta de Autogeneración de energía eléctrica de Cementos Argos es una central térmica que utiliza 5 motores de combustión interna a gas cada uno con una capacidad máxima de generación de 8439 Kwh para un neto instalado de 42 MWh aproximadamente.

Los consumos internos de la planta antes de ejecutar trabajos de eficiencia energética estaban alrededor de los 11000 KWh diarios operando 3 generadores en promedio.

El área de Autogeneración de Cementos Argos teniendo en cuenta que realiza un consumo interno intensivo de energía eléctrica, ideó con su propio personal una serie de modificaciones a los equipos y sistemas con el objetivo de bajar los consumos sin sacrificar prestaciones; es decir convertirse en un consumidor eficiente.

Existen varias áreas objeto en las cuales se puede obtener ahorros de energía plenamente identificadas, las cuales son:

- Sistema de refrigeración de los generadores.
- Aire comprimido.
- Iluminación interna y externa.
- Climatización.
- Ventilación.

A continuación, se detalla los ahorros generados y potenciales de ahorro área por área así:

Sistema de refrigeración de los generadores

Imagen 8. Radiadores



En uno de los artículos de la revista electrónica hace mención a la eficiencia energética en los motores eléctricos Villalobos (2018) afirma: *“El tema de la eficiencia energética toma importancia ante el aumento en el uso de la energía eléctrica en países donde el crecimiento energético se contrapone con el crecimiento industrial. Ante esa visión, la generación de energía está limitada y aprovechando la existente simplemente debemos hacer más eficientes los usos. Ahora bien, existen variados equipamientos eléctricos asociados con bajo consumo, pero el caso relevante sin duda que son los motores eléctricos”*, este mismo autor establece que: *“En la industria cerca del 60% de la energía eléctrica se "consume" en motores eléctricos. De éstos, el 70% corresponden a motores trifásicos de inducción tipo jaula de ardilla”*, si dentro del proceso se logra reducir el tiempo de servicio de los motores eléctricos esto contribuiría a un ahorro energético.

En los motores se utiliza radiadores para enfriar el agua del sistema de refrigeración; se detectó que el agua era enfriada para luego ser calentada a través de unas válvulas mezcladoras antes de ser enviada de nuevo a los equipos. Esto era poco eficiente y analizando se optó por no enfriar el agua hasta ese nivel de temperatura sino a un nivel un poco más alto y que el resto lo

hiciera la mezcladora. Al aplicar este nuevo método los variadores que mueven los motores de los radiadores (6.3 KWh) no tenían que trabajar a máxima potencia sino a un régimen más bajo con lo cual se logró ahorrar cantidades significativas de energía eléctrica.

Los consumos internos pasaron de 11000 KWh a 9000 KWh promedio diario logrando ahorros en energía del 18.18 % diarios. Estas modificaciones se hicieron con acompañamiento del fabricante quien envió un técnico especializado para el desarrollo del trabajo.

Aire comprimido

Imagen 9. Compresores de instrumentos



La guía de buenas prácticas para el ahorro de energía en las empresas realizada por la firma OptimaGrid establece un parámetro para el ahorro energético en compresores de aire auto contenidos: *“mantener la presión de generación al mínimo aceptable es decir que se debe comprobar la presión mínima para asegurar el trabajo de los equipos, teniendo en cuenta las pérdidas de presión que se producen en la red”*, tomando como base esta recomendación los profesionales encargados de la operación de la planta de generación realizan gamas diarias al sistema de aire de los equipos sabiendo que la planta cuenta con 2 compresores de aire para instrumentos tipo tornillo (1 de operación continua y 1 stand by) y 4 compresores de aire tipo pistón para maniobras de arranque y de servicio en general (operación no continua) los cuales

están ubicados en un cuarto equipado con 2 ventiladores de 5.8 KWh cada uno. Dado que los enfriadores de los compresores de instrumentos descargan el calor hacia el mismo recinto, los ventiladores duraban en funcionamiento la mayor parte del día para poder evacuar todo este calor.

Nuevamente se analizó la situación y se propuso hacer unos ductos que permitieran enviar todo este calor hacia la atmósfera y de esa forma evitar el calentamiento del cuarto y por ende el accionamiento de la ventilación; el trabajo se ejecutó y las temperaturas en el cuarto bajaron evitando la operación de los ventiladores; solo arrancan muy escasamente cuando los compresores de aire de arranque lo hacen.

Imagen 10. Compresor 1



Imagen 11. Compresor 2



Con esto se pasó de unos 278 Kwh diarios a unos 22 Kwh por día en promedio, lográndose ahorros de un 92 % en consumo de energía diarios.

Se tiene proyectado trabajar en el tema de fugas para los 2 sistemas con lo cual se consigue que los equipos trabajen menos tiempo reflejándose en menos consumo energético.

Iluminación interna y externa

De acuerdo a la resolución número 40122 de 2016 del ministerio de minas y energía, el cual adicionó y modificó el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público, establece las definiciones de tipo de alumbrados y su funcionalidad.

Para esta área se optó por realizar una migración total de luces incandescentes y fluorescentes a tecnología tipo led sumado a otras estrategias de ahorro como la independización de circuitos de iluminación en zonas donde se encontró demasiadas luces en uso.

Se empezó por reemplazar luminarias externas tipo incandescentes de 150 W por tipo led de 100W; se reemplazaron alrededor de 25 luminarias con lo cual se logró un ahorro del 33.33% diario (15 kwh).

Imagen 12. Luminarias

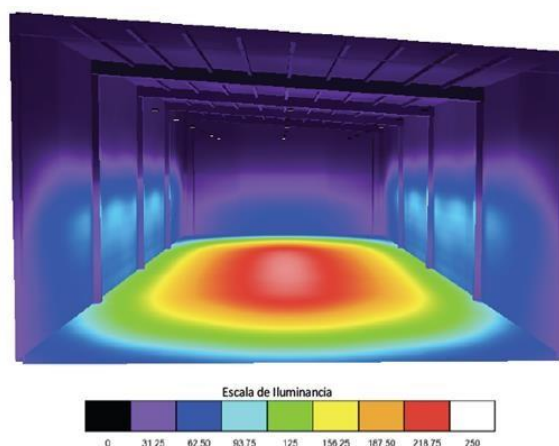


En sala de máquinas de la planta se cuenta con 20 luminarias incandescentes de 400 W cada una, en cuyo sistema se detectó que había exceso de lámparas por lo cual se decidió armar 2 circuitos de 9 lámparas con lo cual se obtenía buena visibilidad y se ahorra la mitad de la energía. A pesar de que esta idea es buena se decidió cambiar un circuito a led a modo de prueba teniendo en cuenta que con este sistema los mantenimientos al alumbrado son casi nulos evitando los costos que ello conlleva.

Imagen 13. Luminaria sala de máquinas



Imagen 14. Escala de iluminación



Luego de un análisis con un software especializado, unos de los circuitos de luminarias incandescentes fueron reemplazados por 9 lámparas tipo led de 95 W c/u con muy buenos resultados hasta el momento logrando tolerar temperaturas de hasta 45 grados, esto generó ahorros del 76.25% (32.94 kwh) diarios.

En iluminación interna se esperan los tubos tipo led para realizar conversión de los fluorescentes usando la misma carcasa en toda Autogeneración; el potencial de ahorro en este caso es de aproximadamente 200 kwh día.

Imagen 15. Lámparas led



También se espera reflectores tipo led para reemplazar los de 400 W incandescentes externos que existen actualmente en la planta por unos de 150 W.

Adicionalmente se instala sensores de movimiento para áreas donde las luces se prenden de manera ocasional para evitar derroche por luces que se dejan encendidas.

Además, se está buscando la homologación a led de los bombillos incandescentes de las lámparas externas mayormente usadas en la planta, lo cual generaría grandes ahorros dado que su cantidad es bastante considerable.

Imagen 16. Lámpara incandescente



Si no es posible su homologación dada la potencia de los bombillos, ya se tiene pensado en un plan b, el cual consiste en la instalación de un sistema de regulación de tensión y de intensidad que puede generar ahorros de hasta el 40%.

Igualmente se ha detectado que las luces quedan encendidas por problemas de las fotoceldas o debido a que oscurece más temprano o más tarde lo cual los sistemas de iluminación externa controlados por PLC no perciben; para este problema se propone los interruptores crepusculares y astronómicos los cuales resuelven los dos problemas anteriores al mismo tiempo.

Por otro lado para las salas de capacitación y en general recintos que cuentan con sistemas de climatización centrales de gran potencia, se ha pensado una propuesta de sistemas que a través de tarjetas de proximidad permitan que todo el sistema tanto luces como aires acondicionados se enciendan; luego de finalizado el evento al cerrar la puerta de la sala con la misma tarjeta se desactiva todo evitando el derroche de energía en recintos que quedan con todos los sistemas encendidos; esta tarjeta la suministrará quien presta la sala y debe ser devuelta a ella misma garantizando que la sala quedó apagada.

Climatización

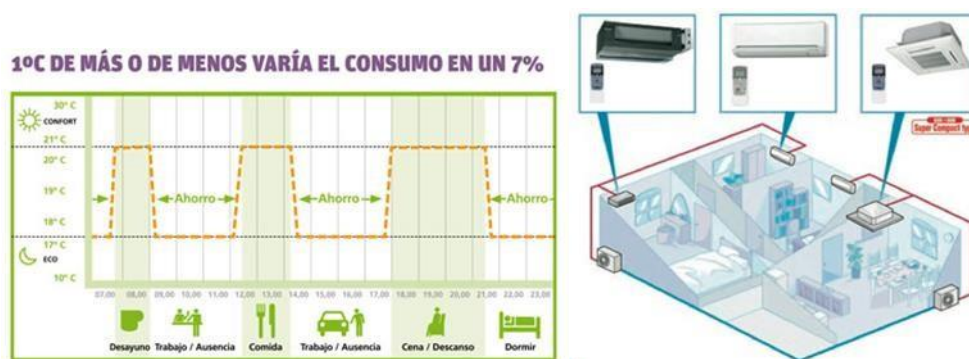
En este tema actualmente no se ha trabajado, sin embargo, se esperan temporizadores programables para aires acondicionados tipo Split que permitan programar su operación de manera semanal con ciclos de arranque y parada sin generar problemas de confort y de condiciones de temperatura y humedad.

Imagen 17. Control



En aires acondicionados centrales se propone modificar los diseños actuales de ducteria e independización de la climatización de ciertas áreas lo cual permite que los equipos operen de acuerdo a las necesidades puntuales. Muchos de estos sistemas están mal proyectados y terminan impidiendo la flexibilidad del sistema en situaciones de carga parcial.

Imagen 18. Gráfica de consumo



Actualmente se prueba en la planta en la Portería de canteras un aire acondicionado híbrido solar que se puede implementar en muchas áreas de la empresa dada su alta eficiencia comprobada de hasta 45% de ahorros en energía (falta cerrar la idea en IDEAXION para que la

compañía tome la decisión de adoptarlo como política donde se pueda poner a operar). También existen centrales con esta tecnología.

Imagen 19. Sistema de paneles solares



Ventilación

La planta cuenta con ventilación interna en sala de máquinas con equipos que no poseen variadores de frecuencia; implementando variadores o motores de alta eficiencia se lograrían importantes ahorros dado que estos equipos pasan la mayor parte del tiempo encendido.

Todo esto sin sacrificar prestaciones, ya que el flujo de aire debe ser igual o mayor, pero utilizando menos potencia.

Imagen 20. Ventiladores de 18 metros cúbicos



La ilustración nos muestra ventiladores de 18 m³ (18 kwh) y 12 m³ (2 * 5.8 kwh) respectivamente los cuales trabajan en conjunto cuando un generador está operando, su función es mantener ventilada la sala de máquinas y generar temperaturas admisibles para los equipos; si generalmente se operan 3 equipos serian 6 ventiladores que permanecerán trabajando las 24 horas con lo cual los potenciales de ahorro en esta área son grandes. Se pueden cambiar los motores por unos de alta eficiencia (96% - 97%) o colocar un sistema de variadores que permitan bajar el amperaje de acuerdo a la temperatura presente en la sala de máquinas.

3.1.6 Recomendaciones adicionales

Se recomienda la intervención de los equipos no basándose en el preventivo sino en los consumos históricos que los equipos presentan a lo largo de su vida útil; es decir si en algún punto el consumo energético está muy alejado de la línea base, se debe analizar y mirar que está generando ese alto consumo y en ese punto ver qué resulta más económico; seguir operando así o parar e intervenir.

En maquinaria con consumo intensivo de energía, por lo general es más barato intervenir el equipo que seguir operando hasta que cumpla con el tiempo o ciclos del preventivo.

Existen herramientas de diagnóstico energético para analizar esta parte, todo esto apoyado con sistemas de medición debidamente calibrados.

La eficiencia energética es un modelo sostenible para cualquier tipo de empresa ya que se ha demostrado a través de estudios contratados a firmas especializadas en el tema de eficiencia energética que resulta ser rentable en los procesos productivos alcanzando un ahorro de un 25% en el consumo de energía, esto permite un crecimiento económico en aquellas empresas que tienen una política energética bien estructurada, que sigue al pie de la letra las recomendaciones dadas por los especialistas y que no escatiman la inversión requerida para alcanzar las metas trazadas.

3.2. Análisis de resultado

En el Artículo - Eficiencia Energética y ciudad: retos y experiencias exitosas del grupo EnergíaBogotá *“La Eficiencia Energética (EE) es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Ser eficientes con el uso de la energía significa “hacer más con menos o al menos con lo mismo”, es aprovechar en forma más completa y funcional la energía sin disminuir la calidad de vida de los usuarios finales”*, estable que se deben realizar unas acciones para que se vean los resultados en el consumo energético, en la planta de generación se estableció unas metas en el consumo energético con la colaboración de la firma contratistas Helios e Ingesoft.

Con la firma Helios se realizó un estudio de análisis de calidad de la potencia eléctrica en el control de autogeneración esto con el fin de determinar el estado de la calidad de la energía eléctrica y evaluar el comportamiento de la carga de los equipos asociados al sistema de control instalado en los Generadores Argos Cartagena.

Las mediciones se realizaron con un equipo analizador de red eléctrica con las siguientes características:

Marca	Número de Serie	Periodo de Medición
Circuitor	MYebox	1 minuto

Se realiza la instalación del equipo para medir las siguientes variables en la red:

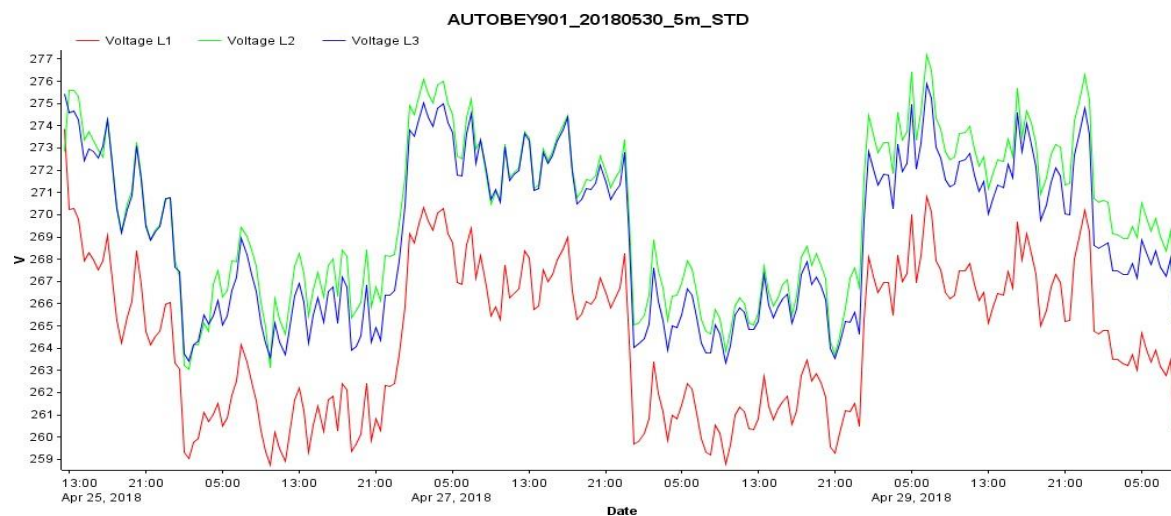
- Parámetros eléctricos: Tensión, corriente, frecuencia.
- Armónicos: Distorsión armónica total en tensión (THD) y en corriente (TDD).

El punto de medición se realiza sobre la entrada que alimenta a todo el sistema eléctrico de los equipos de control asociados a los generadores del área de Autogeneración de ARGOS Cartagena.

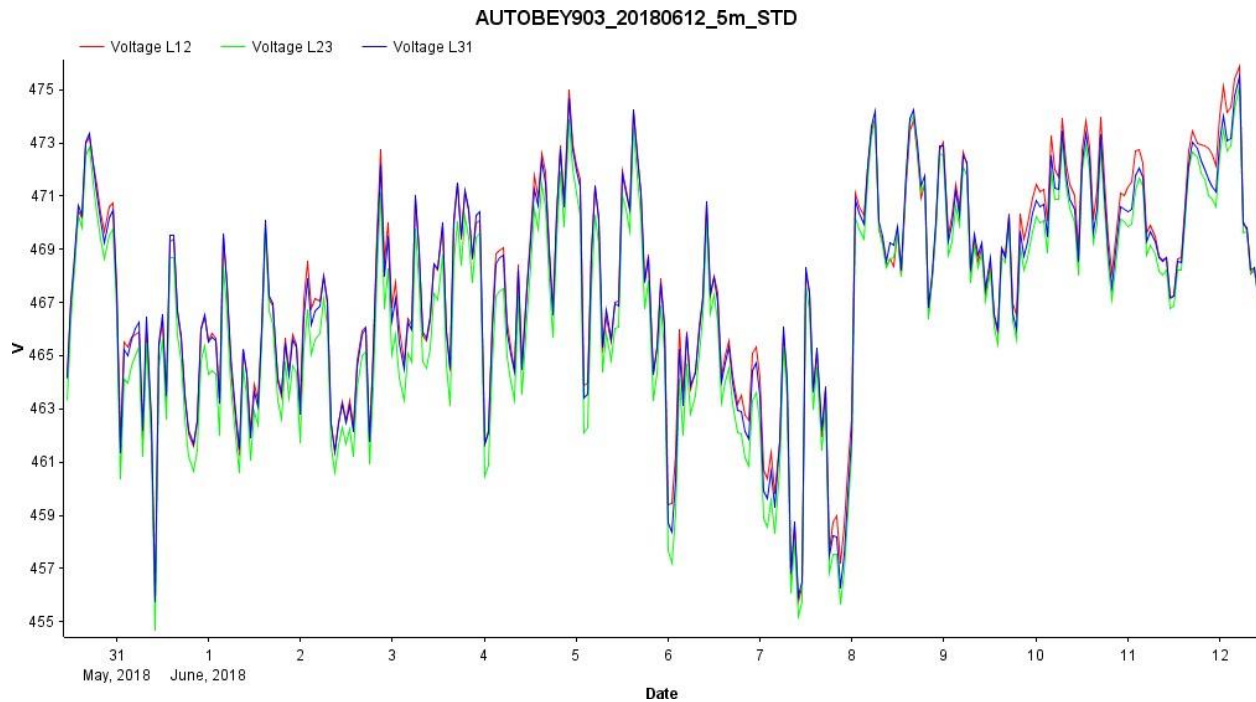
Los resultados y el análisis fueron realizados en la tensión, corriente y frecuencia.

Tensión.

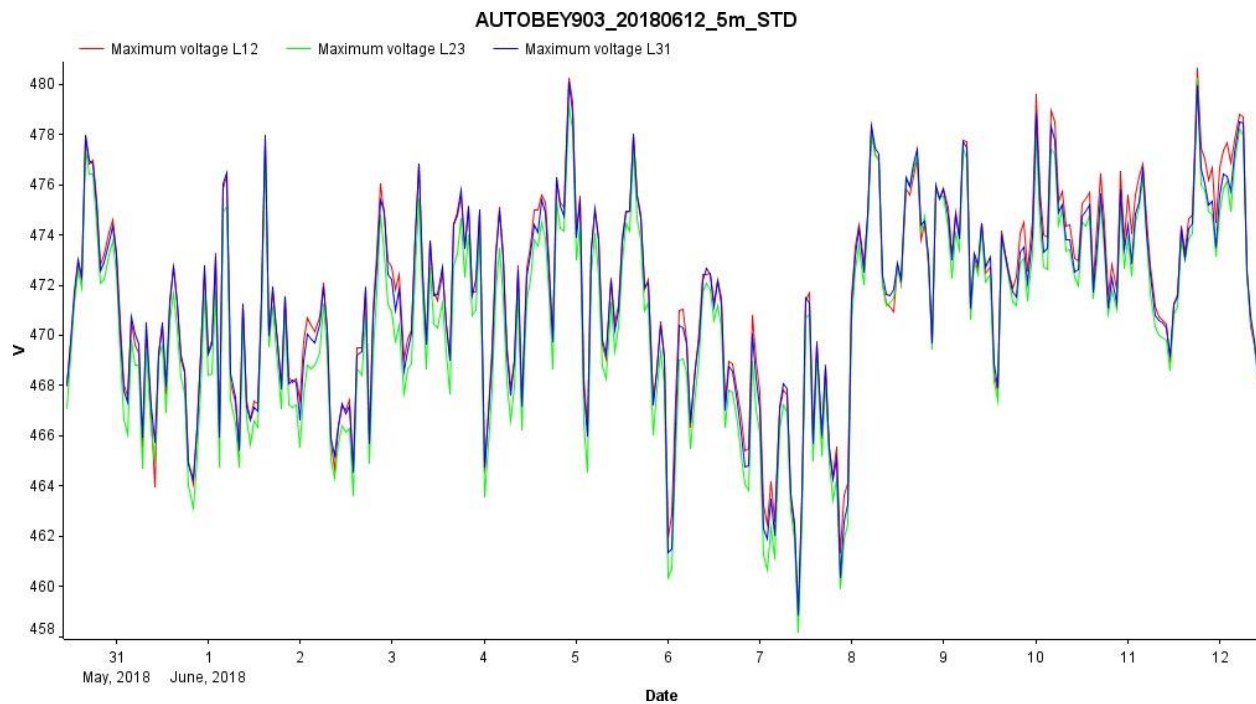
La Gráfica No.1 muestra las tensiones de fases registradas durante todo el periodo de muestreo.



Gráfica No. 1 Medidas de tensiones de fases



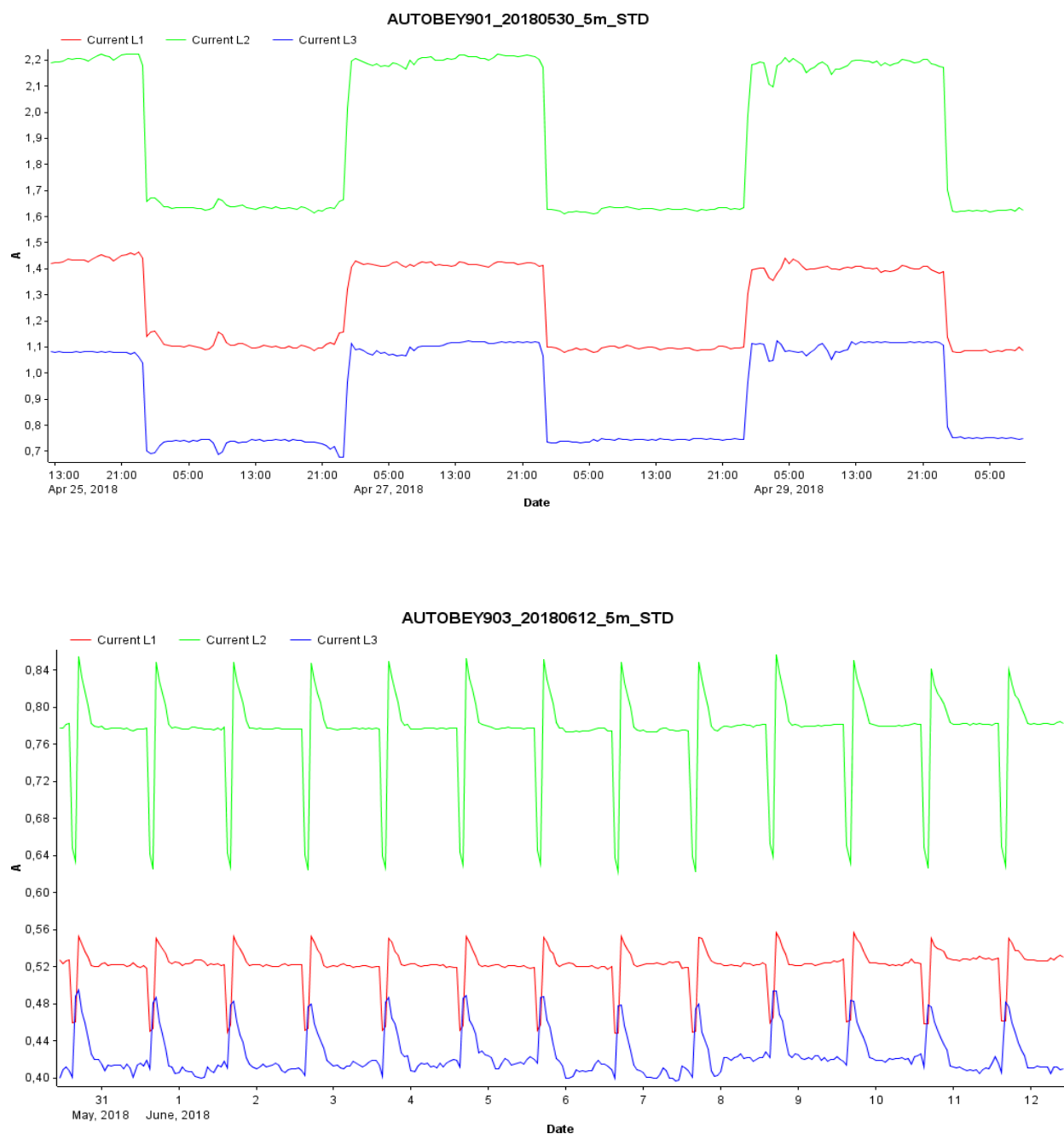
Gráfica No. 2 Medidas de tensiones de líneas



Gráfica No. 3 Tensiones de línea máximas registradas

En la gráfica No. 3, observan los valores máximos registrados en tensiones de fases, llegando a los 481 voltios, el valor promedio de tensiones de línea fue de 466 voltios y el valor mínimo fue de 459 voltios, lo que indica que la alimentación de tensión está dentro de lo requerido en la Resolución CREG 024/2005 ANEXO 1.

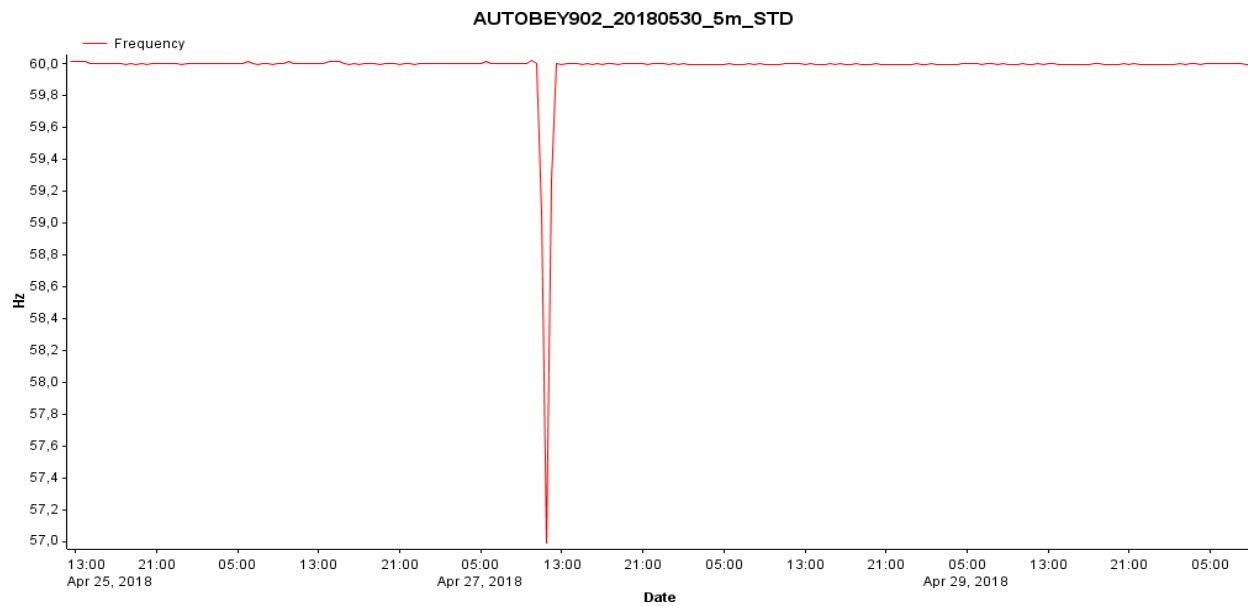
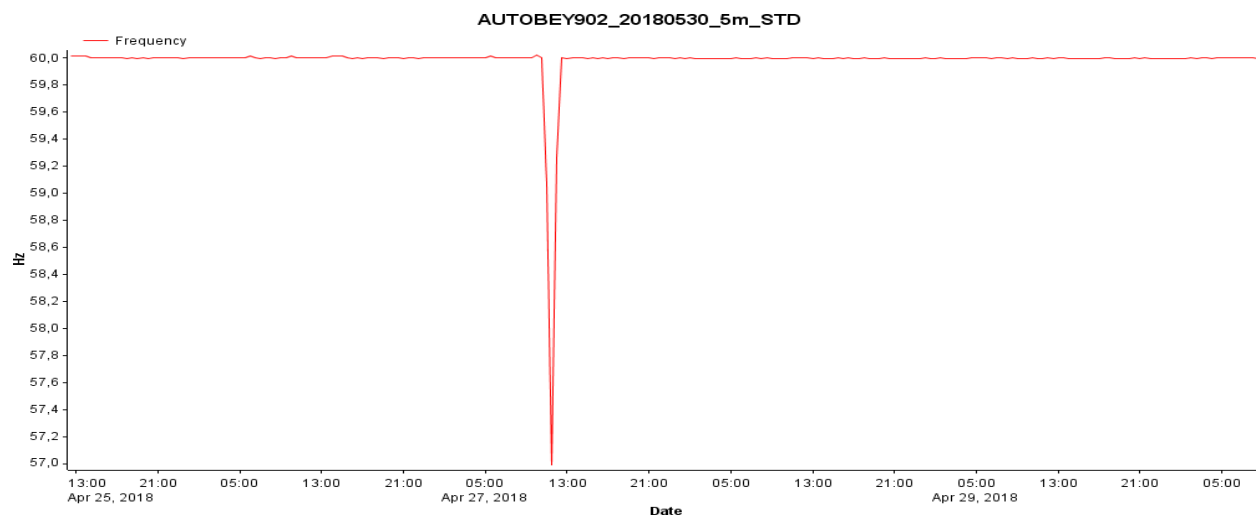
Corriente.

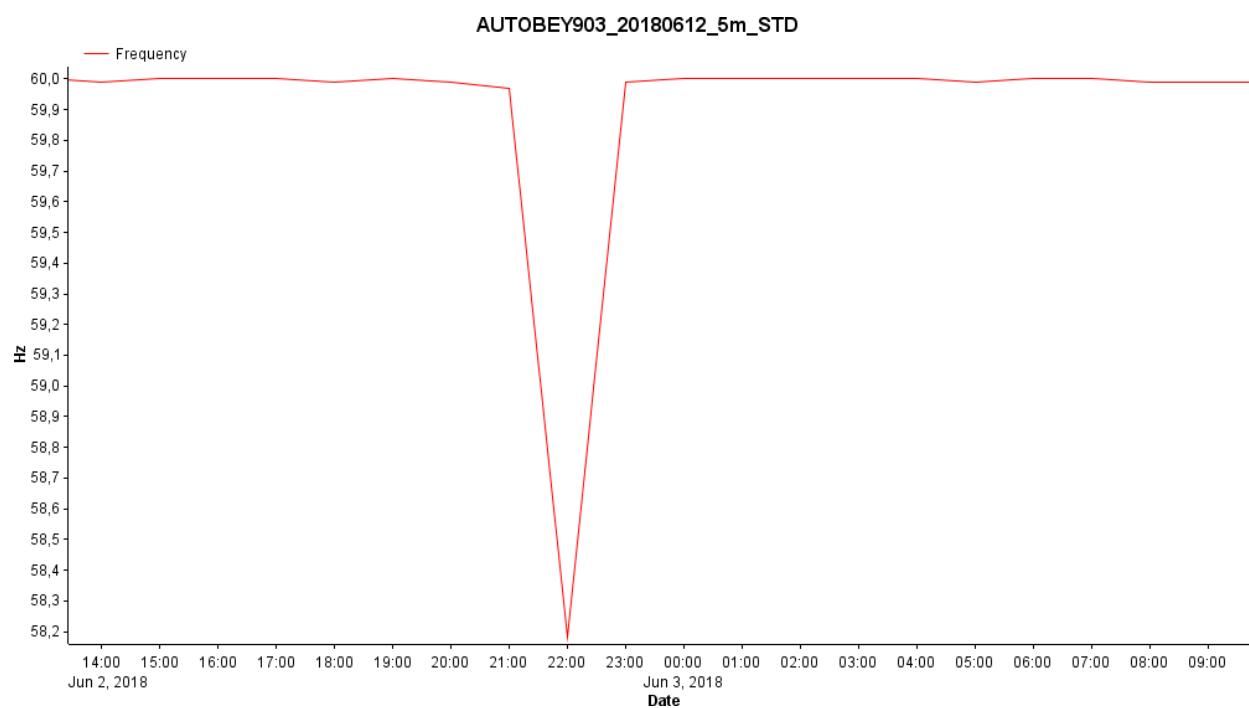
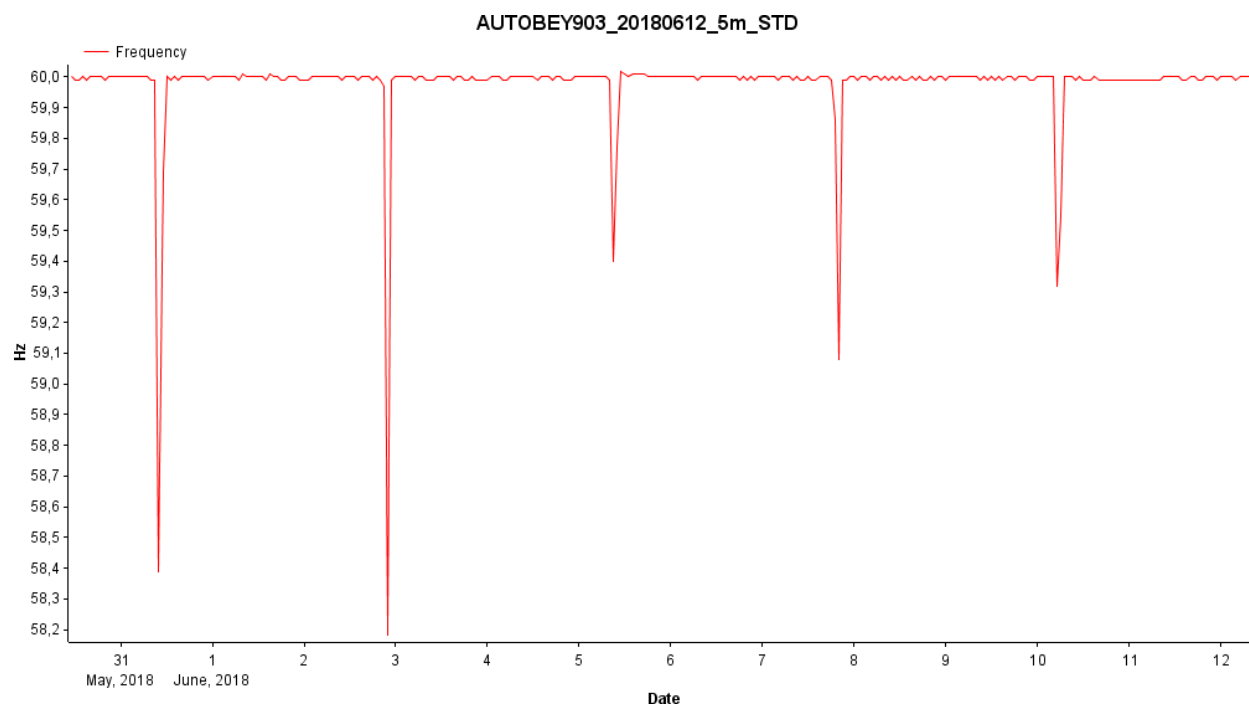


Gráfica No. 4 Registro de corrientes de líneas

En la gráfica No. 4 aparecen las corrientes de línea registradas a la entrada de dos de los tres tableros de control, los valores máximos de las tres líneas trifásicas fueron 2.2 A, 1.4 A y 1.1 A respectivamente.

Frecuencia.





Gráfica No. 5 Frecuencia del sistema eléctrico

En la gráfica No. 5 presenta varias mediciones de frecuencias tomadas durante todo el período de toma de los registros.

De acuerdo a la resolución de la CREG, citada en el Numeral 3, la frecuencia nominal del Sistema Interconectado Nacional es 60 Hz y su rango de variación de operación está entre 59.8 y 60.2 Hz.

Para el caso de análisis, todos los puntos se encuentran dentro del rango exigido, se recomienda analizar si las disminuciones profundas de frecuencia coinciden con salidas de operación de los generadores.

Como resultado a las pruebas realizadas se concluye

La tensión nominal del sistema es 460 V. De acuerdo a la referencia de la CREG (citada en el Numeral 3), los límites superior e inferior comprenden entre el 90% y el 110% [414V - 506V]. Durante el análisis se evidencia que todas las tensiones entre líneas, se encuentran en este rango de operación exigido por la CREG.

Para el caso de Desequilibrios de tensión, los cuales son producidos cuando en un sistema trifásico existen diferencias entre los valores eficaces (rms) de las tensiones, tenga o no distribuido el conductor neutro, el desequilibrio en tensión no debe superar el 3%, para el presente caso, no superó el 0,35%, es decir, está dentro de los límites permitidos.

El desbalance de corriente encontrado durante todo el periodo de muestreo fue del 40% en promedio, si bien es cierto que es un valor fuera de rango, por tratarse de un sistema de control, este desbalance no interfiere con el correcto funcionamiento de este sistema.

De acuerdo a la resolución de la CREG, citada en el Numeral 3, la frecuencia nominal del Sistema Interconectado Nacional es 60 Hz y su rango de variación de operación registrado está entre 59.8 y 60.2 Hz.

En lo referente a la distorsión armónica de tensión THD, se puede apreciar que los valores están por debajo del 5% según lo indicado en la IEEE 519-1992, es decir se está cumpliendo con esta normatividad. Los picos registrados por encima del 3% coinciden con las disminuciones de frecuencias registradas, probablemente por salidas de los generadores de operación, caso a verificar con la operación de dichos equipos.

En el espectro de las armónicas de corriente, se pudo apreciar, que el tercer armónico alcanzó un valor del 11%, valor este cercano al límite permitido del 12 %, lo cual fue necesario

compararlo con el resultado del cálculo del TDD para saber su peso en el sistema. El cálculo del TDD, en todos los casos arrojó como resultado que la distorsión armónica total de corriente, está por encima del 15%, es decir por encima de lo indicado en la IEEE 519 1992. Se recomienda instalar para cada tablero de control BEY901, BEY902 y BEY903 un transformador de aislamiento trifásico de mínimo 4 KVA.

Con la reducción de armónicas se obtienen en general beneficios tales como:

- Elevación del factor de potencia
- Reducción de consumo de energía reactiva.
- Reducción de pérdidas producidas por efecto Joule (I^2R)
- Prolongar la vida de equipo electrónico
- Reducción de sobrecalentamientos en el cableado
- Reducción de pérdidas en transformadores
- Incremento en la eficiencia y prolongación de la vida de motores
- Disminución de fallas en sistemas eléctricos.

3.3. Factores de éxito

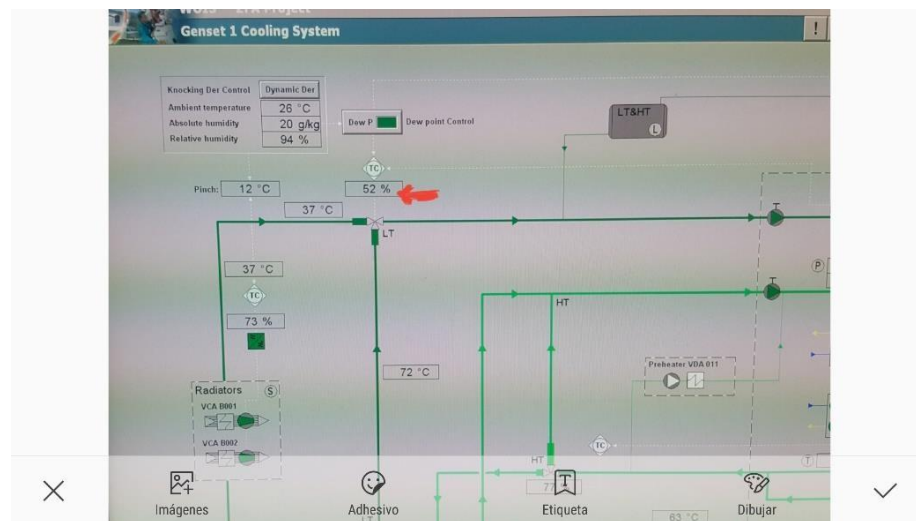
A lo largo del proyecto implementado por Cementos Argos se detectó factores de éxito que determinaron la viabilidad del proyecto dichos factores son:

- La implementación de tecnología en el análisis de consumo de energía en los equipos a través de la firma Helios.
- Reingeniería en los procesos de refrigeración, alumbrado, sistema de compresores y climatización.
- Capital humano, Cementos Argos cuenta con un grupo de profesionales con especialización en eficiencia energética.
- Inversión, para alcanzar las metas trazadas por el departamento de política energética la empresa ha destinado recursos para implementar el proyecto de eficiencia energética.

Las recolecciones de información de los factores de éxito implementados en la planta se detallarán a continuación:

- Se logró un ahorro del 18% en el consumo de energía en los radiadores gracias a la calibración de la válvula de tres vías en cada uno de los motores permitiendo que los ventiladores de los radiadores trabajaran a baja revoluciones.

Imagen 21. Grafica válvula de tres vías.



- En el sistema de compresores se aplica la reingeniería en la salida del aire caliente, ya que estos quedaban en el recinto ocasionando que los ventiladores de refrigeración trabajaran constantemente, al aplicar la reingeniería se elabora unos ductos que direccionan los aires calientes hacia el exterior logrando un ahorro de energía del 33%. Se puede observar en la imagen 10.
- A través del estudio realizado por la firma Helios del análisis de red eléctrica se logra detectar que en algunos equipos la corriente es alta al igual que la frecuencia, esto permitió corregir el consumo de energía de dichos equipos logrando obtener un ahorro de energía, se puede comprobar con el estudio ya mencionado en la página 41.
- En el cambio de iluminarias tanto interna como externa de la planta se logró un ahorro del 76% se puede evidenciar en los informes de energía enviados a la gerencia.

- Con la implementación de la eficiencia energética en el año 2018 se puede comparar el ahorro con respecto al año 2017 de acuerdo al informe suministrado por los medidores Schneider.

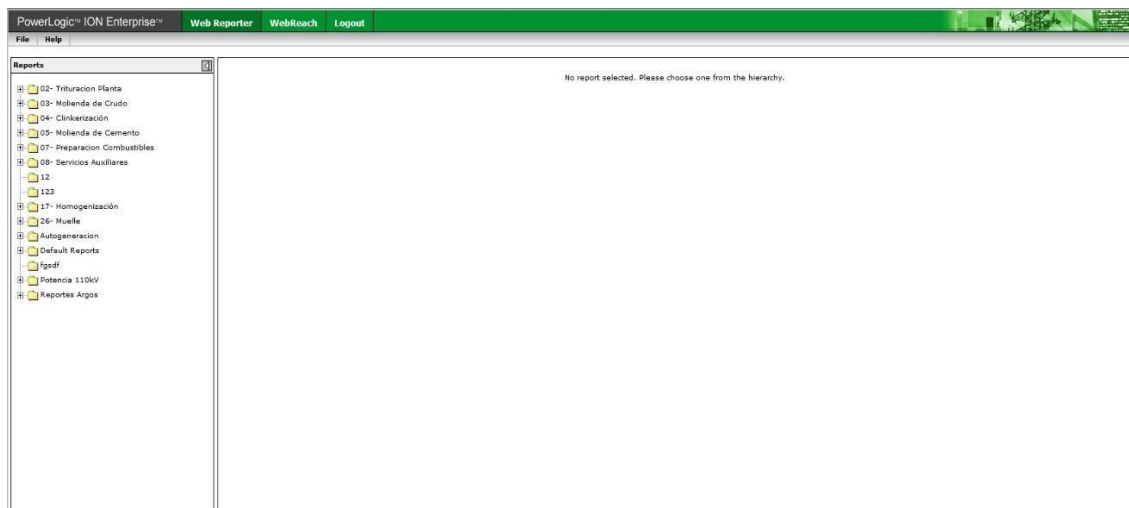


Imagen 22. Reporte ION Enterprise planta de generación

Imagen 23. KWH consumidos auxiliares

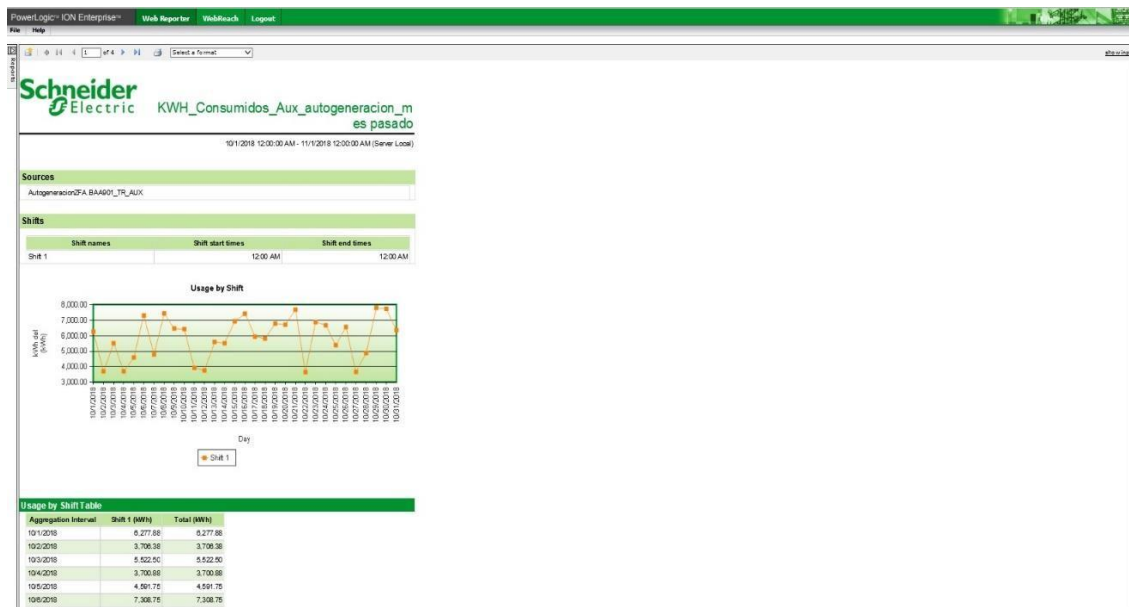


Imagen 24. Reporte ION Enterprise año 2017

Aggregation Interval	Shift 1 (kWh)	Total (kWh)
10/1/2017	5,279.00	5,279.00
10/2/2017	6,829.00	6,829.00
10/3/2017	7,023.00	7,023.00
10/4/2017	7,584.00	7,584.00
10/5/2017	7,886.00	7,886.00
10/6/2017	8,500.00	8,500.00
10/7/2017	8,038.00	8,038.00
10/8/2017	4,356.00	4,356.00
10/9/2017	7,408.00	7,408.00
10/10/2017	7,284.00	7,284.00
10/11/2017	7,230.00	7,230.00
10/12/2017	8,080.00	8,080.00
10/13/2017	6,914.00	6,914.00
10/14/2017	7,971.00	7,971.00
10/15/2017	7,582.00	7,582.00
10/16/2017	7,054.00	7,054.00
10/17/2017	7,152.00	7,152.00
10/18/2017	7,828.00	7,828.00
10/19/2017	9,164.00	9,164.00
10/20/2017	9,395.00	9,395.00
10/21/2017	6,269.00	6,269.00
10/22/2017	6,140.00	6,140.00
10/23/2017	8,239.00	8,239.00
10/24/2017	8,517.00	8,517.00
10/25/2017	8,594.00	8,594.00
10/26/2017	9,340.00	9,340.00
10/27/2017	8,239.00	8,239.00
10/28/2017	8,101.00	8,101.00
10/29/2017	7,363.58	7,363.58
10/30/2017	6,675.77	6,675.77

En esta imagen se puede observar que los consumos del mes de octubre del año 2017 fueron entre los 7000 kwh y 9000 kwh.

Imagen 25. Reporte ION Enterprise año 2018

Aggregation Interval	Shift 1 (kWh)	Total (kWh)
10/1/2018	6,277.88	6,277.88
10/2/2018	3,706.38	3,706.38
10/3/2018	5,522.50	5,522.50
10/4/2018	3,709.88	3,709.88
10/5/2018	4,591.75	4,591.75
10/6/2018	7,368.75	7,368.75
10/7/2018	4,750.63	4,750.63
10/8/2018	7,442.50	7,442.50
10/9/2018	6,464.75	6,464.75
10/10/2018	6,425.63	6,425.63
10/11/2018	3,832.50	3,832.50
10/12/2018	3,787.38	3,787.38
10/13/2018	5,586.38	5,586.38
10/14/2018	5,520.88	5,520.88
10/15/2018	6,927.50	6,927.50
10/16/2018	7,428.25	7,428.25
10/17/2018	5,939.13	5,939.13
10/18/2018	5,821.00	5,821.00
10/19/2018	6,776.00	6,776.00
10/20/2018	6,718.75	6,718.75
10/21/2018	7,682.25	7,682.25
10/22/2018	3,652.25	3,652.25
10/23/2018	6,875.00	6,875.00
10/24/2018	6,877.25	6,877.25
10/25/2018	5,302.50	5,302.50
10/26/2018	6,571.50	6,571.50
10/27/2018	3,687.25	3,687.25
10/28/2018	4,879.75	4,879.75
10/29/2018	7,869.25	7,869.25
10/30/2018	7,744.50	7,744.50

En esta última imagen se puede evidenciar el ahorro de energía a través del proyecto eficiencia energética que adopto Cementos Argos, en el mes de octubre del 2018 sus consumos en los auxiliares fueron de 3000 kwh a 7000 kwh bajando un 26% con respecto al año 2017, esto demuestra que si es rentable la eficiencia energética en la industria de Cartagena.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La eficiencia energética si es una estrategia sostenible para cualquier industria de Cartagena ya que a lo largo de este trabajo se pudo demostrar el ahorro que genera un proyecto como este y de su importancia a la hora de buscar nuevas alternativas sostenibles en un proceso productivo, a través de la recolección de información se pudo establecer el impacto económico que este proyecto genera en una organización es el caso de la empresa Cementos Argos quien a través de su política energética han logrado alcanzar las metas trazadas a lo largo del año 2018 y aunque este proyecto solo fue implementado en una de sus áreas, se recomienda implementarla en toda la organización.

Bibliografía

- Alegria, L. R. (2005). El ahorro de energía en la industria cementera como estrategia de la excelencia operativa. Lima, Peru.
- CASTRILLON, R. D. (2013). Mejoramiento de la eficiencia energética en la industria del cemento por proceso húmedo a través de la implementación del sistema de gestión integral de la energía. Cali, Colombia.
- Consulting, H. (2018). Análisis de la calidad de la potencia eléctrica control autogeneración Argos Cartagena. Cartagena, Colombia.
- Departamento Administrativo de Ciencia, T. e. (2014). Sistemas de gestión integral de la energía. Bogotá, Colombia.
- Ltd, A. S. (2007). Optimización de la energía en. Baden, Suiza.
- Marisa Jacott, C. R. (2001). El uso de la energía en la industria cementera de América del Norte:.
- MESA, M. S. (2009). Propuesta para la implementación del sistema "Led" para la iluminación pública en Antioquia. Envigado, Colombia.
- MORENO, A. F. (2014). *Monografía pasantía empresarial*. Bogotá, Colombia: Universidad Santo Tomás.
- OPTIMAGRID. (2011). Buenas Practicas para el Ahorro de Energía en las Empresas.
- Puello, J. E. (s.f.). *Aproximación a la Cartagena empresarial: un análisis coyuntural*. Recuperado de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2009d/614/SECTOR%20INDUSTRIAL%20EN%20CARTAGENA.htm>
- Ramírez, A. Z. (2014). Jornada eficiencia energética en la industria. Madrid, España.
- Romero, J. P. (2015). *Innovación en el sector cementero de Colombia: estudio de caso*. Recuperado de www.elsevier.es/estudiosgerenciales
- S.L., H. E. (2017). *Emprendedores*. Recuperado de <https://www.emprendedores.es/crear-una-empresa/a60170/factores-exito-proyecto-emprendedor/>
- Vásquez, J. P. (2017). Estrategias energéticas aplicables a la administración de edificaciones residenciales y comerciales en Colombia. Medellín, Colombia.