

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



**ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL
CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE EL
SALVADOR PERIODO 1998-2015**

PRESENTADO POR:

TEDDY MIGUEL CALDERÓN LÓPEZ

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO 2017

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR INTERINO :

LIC. JOSÉ LUIS ARGUETA ANTILLÓN

SECRETARIA GENERAL :

DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

SECRETARIO :

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

DIRECTOR :

ING. ARMANDO MARTÍNEZ CALDERÓN

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO ELECTRICISTA

Título :

**ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN
EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE EL
SALVADOR PERIODO 1998-2015**

Presentado por :

TEDDY MIGUEL CALDERÓN LÓPEZ

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor :

DR. CARLOS EUGENIO MARTÍNEZ CRUZ

San Salvador, Febrero 2017

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor :

DR. CARLOS EUGENIO MARTÍNEZ CRUZ

ACTA DE CONSTANCIA DE NOTA Y DEFENSA FINAL

En esta fecha, martes 13 de diciembre de 2016, en Laboratorio de Comunicaciones de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, a las 11:00 a.m. horas, en presencia de las siguientes autoridades de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador:

1. Ing. Armando Martínez Calderón
Director

Firma:  

2. MSc. José Wilber Calderón Urrutia
Secretario

Firma: 

Y, con el Honorable Jurado de Evaluación integrado por las personas siguientes:

1- Dr. Carlos Eugenio Martínez Cruz

2- MSc. Jorge Alberto Zetino Chicas

3- Ing. José Roberto Ramos López

Firma: 


Se efectuó la defensa final reglamentaria del Trabajo de Graduación:

ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR PERIODO 1998-2015

A cargo del Bachiller:

- CALDERÓN LÓPEZ TEDDY MIGUEL

Habiendo obtenido en el presente Trabajo una nota promedio de la defensa final: 10.0

(DIEZ PUNTO CERO)

AGRADECIMIENTOS

En primero lugar deseo desde el fondo de mi corazón darle gracias a mis padres Miguel Calderón Hidalgo y María Julia López ya que sin ellos no sería posible nada de lo que he logrado hasta este momento. A lo largo de mi vida me han brindado incondicionalmente su apoyo y consejo, siempre han estado a mi lado y quiero que sepan que son la razón que me mantuvo trabajando para alcanzar mis metas. No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, su guía, inmensa bondad y apoyo lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos.

Agradezco en mucho a mis compañeros y hermanos que me acompañaron a lo largo de la carrera Jonathan Enrique Fong, David Ernesto Preza y José David Serrano, quienes siempre me han apoyado en todo, brindándome una amistad incondicional, apoyo, confianza. Espero siempre tenerles a mi lado, hacerles partícipes de todos mis logros así como servirles de apoyo en toda ocasión que me necesiten.

De igual forma deseo agradecer a mi hermano Edson Otoniel Hernández García, pues aunque cientos de kilómetros nos separan siempre ha sido un gran apoyo para mí, nunca me ha fallado y siempre con su alegría me señala lo mejor de la vida. Nuestra gran amistad se ha forjado a base de lealtad y confianza. Así como la vida, caprichosa y mezquina nos separó espero algún día sea su voluntad reunirnos a todos.

También deseo Agradecer a José Enrique Córdova Zepeda otro incondicional hermano que lleva muchos años en mi compañía, a veces en corajes a veces riendo siempre me ha brindado amistad y consejo; mi gratitud hacia ti es infinita y creo que nunca lograre compensar todo lo que has hecho por mí.

Quisiera Agradecer a todos los que me han acompañado en esta larga cruzada principalmente a mi familia que siempre estuvieron al pendiente de mí y me ayudaron en todo. A mis tías Berta Calderón y Ángela López, mis tíos Luis Calderón, Miguel Calderón, Joaquín López, mis primas Sonia Rodas, Sonia Estefanía Hernández, Elizabeth Calderón y mi primo Alejandro Hernández. Todos de mil formas me ayudaron a salir adelante con mis deseos y por ello siempre estaré infinitamente agradecido.

Finalmente, pero no menos importante, quiero agradecer al Dr. Carlos Eugenio Martínez, asesor de este trabajo de graduación, por sus consejos y su ayuda en todo el proceso de este proyecto, ya que sin su conocimiento no hubiera podido ser posible llevarse a cabo todo lo que se realizó.

Teddy Miguel Calderón López

INDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| CAPITULO I: Antecedentes | 1 |
| 1.1. Introducción General | 1 |
| 1.2. Objetivos | 3 |
| 1.2.1. General..... | 3 |
| 1.2.2. Especificos | 3 |
| 1.3. Demanda energética de la UES. | 4 |
| 1.4. Auditoria Energética cic-ues (02-20)..... | 5 |
| 1.5. Ahorro Energético..... | 7 |
| 1.5.1. Niveles de iluminación y potenciales de ahorro..... | 7 |
| 1.5.2. Aires Acondicionados | 9 |
| 1.6. Ahorro Económico..... | 10 |
| 1.6.1 Alquiler de Transformadores | 10 |
| 1.6.2. Bajo Factor de Potencia | 11 |
| 1.6.3. Cargo por Distribución | 13 |
| 1.7. Cambios legales 2008 | 16 |
| 1.8. Calidad de la energía..... | 16 |
| 1.9. Propuestas y recomendaciones CIC-UES (02-20)..... | 18 |
| 1.9.1. Iluminación y Aires Acondicionados | 18 |
| 1.9.2. Unificación de Acometidas | 19 |
| 1.9.3. Unificación C. Deportivo – Fosa – Humanidades | 20 |
| 1.9.4. Unificación Agronomía –Derecho – Medicina | 22 |
| CAPITULO II: Recoleccion de datos | 24 |
| 2.1. Cargo por Comercialización | 24 |
| 2.2. Cargo por Distribución | 25 |
| 2.3. Cargo Por Energía | 26 |
| 2.4. Pliego Tarifario | 27 |
| 2.5. Facturas UES | 28 |
| 2.5.1. Datos de Interés | 28 |

| | |
|---|----|
| 2.5.2. Período 1998 – 2003..... | 31 |
| 2.5.3. Período 2004-2015 | 36 |
| 2.5.4. Facturas faltantes | 37 |
| 2.5.5. Cálculo de los costos por Energía y Potencia | 40 |
| CAPITULO III: Analisis de los resultados | 46 |
| 3.1. Ahorro Energético | 46 |
| 3.2. Ahorro Económico | 47 |
| 3.2.1. Alquiler de Transformadores | 47 |
| 3.2.2. Bajo Factor de potencia | 49 |
| 3.2.3. Ajustes en la Capacidad de Suministro..... | 52 |
| 3.3. Unificación de Acometidas..... | 58 |
| 3.3.1. Unificación C. Deportivo – Fosa – Humanidades..... | 58 |
| 3.3.2. Unificación Agronomía –Derecho – Medicina | 62 |
| CAPITULO IV: aplicación Web | 64 |
| 4.1. Elementos del servicio..... | 64 |
| 4.2. Plataforma de Google | 66 |
| 4.2.1. App Engine..... | 66 |
| 4.2.2. Cloud Datastore..... | 68 |
| 4.3. Estructura de la aplicación..... | 69 |
| 4.3.1. Front-End | 70 |
| 4.3.2. Back-End..... | 71 |
| 4.3.3 Base de Datos | 72 |
| 4.3.4. Ingreso de datos al servicio WEB | 73 |
| 4.4. Aplicación Web..... | 81 |
| 4.4.1. Página Principal..... | 81 |
| 4.4.2. Gráficos..... | 85 |
| 4.4.3. Tablas..... | 86 |
| 4.5 Identificación de Anomalías | 88 |
| Conclusiones..... | 90 |
| Recomendaciones y líneas futuras..... | 94 |
| Anexos..... | 96 |
| Anexo 1: Tabla de inversiones para cambio de luminarias | 97 |

| | |
|---|-----|
| Anexo 2: Copia de notificación enviada por CAESS | 98 |
| Anexo 3: cálculo de la inversión para reubicar carga | 99 |
| Anexo 4: Detalle cálculo de costos unificación..... | 100 |
| Anexo 5: Gráficas generadas por la aplicación web | 104 |
| 5.1. Costo total de cada año del período de estudio 1998-2016 | 104 |
| 5.2. Costos por mes de energía y demanda de potencia | 105 |
| 5.3. Costos mensuales para la acometida de Agronomía | 106 |
| 5.4. Costos mensuales para todas las acometidas | 107 |
| 5.5. Consumo de energía por franjas horarias | 108 |
| 5.6. Demanda de potencia total y su respectivo costo por mes | 109 |
| 5.7. Demanda de potencia por acometida y su respectivo costo por mes | 110 |
| 5.8. Energía demanda de 2004 comparada con los últimos 3 años..... | 111 |
| 5.9. Costo de Energía de 2004 comparada con los últimos 3 años | 112 |
| 5.10. Porcentaje de costo final correspondiente a cada cargo por mes | 113 |
| 5.11. Factor de potencia de cada mes por acometida | 114 |
| 5.12. Registro del pliego tarifario del cargo de distribución para el período 2002-2016 | 115 |
| 5.13. Pliego tarifario del cargo de Consumo de Energía para 2002-2016..... | 116 |
| Referencias bibliográficas | 117 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura II-1: Pliego tarifario vigente desde el 15 de Octubre de 2016 [9] | 28 |
| Figura II-3: Detalle acometida de Agronomía mes de Febrero de 2016 [11] | 42 |
| Figura II-4: Pliego tarifario vigente desde el 15 de Enero de 2016 para gran demanda [9] | 42 |
| Figura II-5: Detalle Acometida de Humanidades mes de Abril de 2016 [11] | 44 |
| Figura II-6: Pliego tarifario vigentes desde el 15 de Abril de 2016 [9] | 44 |
| Figura IV-1: Elementos de la aplicación Web | 65 |
| Figura IV-2: Cuotas gratis y sufragadas. [13] | 67 |
| Figura IV-3: Esquema de los componentes de la Aplicación Web | 69 |
| Figura IV-4: Formulario de ingreso inicial de un mes..... | 74 |
| Figura IV-5: Wizard por acometida para el mes de octubre de 2016..... | 75 |
| Figura IV-6: Formulario para el ingreso del Pliego Tarifario | 76 |
| Figura IV-7: Formulario para ingreso de Acometidas | 77 |
| Figura IV-8: Detalle de acometida de Humanidades del mes de Noviembre de 2015[11].. | 79 |
| Figura IV-9: Entidades encerradas en la base de datos..... | 80 |
| Figura IV-10: Carrusel de pantalla principal..... | 81 |
| Figura IV-11: Resumen de los últimos meses ingresados. | 82 |
| Figura IV-12: Grafica del consumo por franja horaria del último año ingresado..... | 83 |
| Figura IV-13: Datos anuales y por acometida del último año ingresado..... | 83 |
| Figura IV-14: Mapa de ubicación de las acometidas en operación..... | 84 |
| Figura IV-15: Formulario para selección de tabla..... | 86 |
| Figura IV-16: Tabla generada por la aplicación web para la acometida de Agronomía | 87 |

INDICE DE GRÁFICAS

| | |
|--|----|
| Gráfica I-1 Curva del perfil de consumo de las Acometidas la Fosa – C. D. – Humanidades - total [2]..... | 21 |
| Gráfica I-2: Curva del perfil de consumo de las Acometidas Agronomía – Derecho - Medicina [2] | 23 |
| Gráfica III-1: Registro del historial completo factor de potencia acometida La Fosa..... | 50 |
| Gráfica III-2: Registro histórico de factor de potencia para todas las acometidas 2004-2012. | 51 |
| Gráfica III-3: Registro histórico de la demanda de potencia total facturada generada por la aplicación web. | 55 |
| Gráfica III-4: Registro del pliego tarifario para el cargo por distribución generado por la aplicación web. | 56 |
| Gráfica III-5: Registro demanda de potencia facturada anual..... | 60 |
| Gráfica III-6: Comportamiento de las Acometidas que se unificaron en 2012..... | 61 |
| Gráfica III-7: Comportamiento de las Acometidas que se unificaron en 2010. | 63 |
| Gráfica IV-1: Demanda de potencia de la acometida del Complejo Deportivo para los años 2014-2016..... | 89 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla I-1: Acometidas de gran demanda. [2] | 5 |
| Tabla I-2: Escala de iluminación recomendada [2] | 8 |
| Tabla I-3: Demanda de potencia registrada 2002-2003. [2]..... | 14 |
| Tabla I-4: Presupuesto para unificación Fosa-C.D.- Humanidades [2] | 20 |
| Tabla I-5: Presupuesto para unificación Agronomía – Medicina – Derecho [2]..... | 22 |
| Tabla II-1 Cargo de comercialización histórico [9]..... | 25 |
| Tabla II-2: Categorías Tarifarias [5]..... | 27 |
| Tabla II-3: Horarios Tarifarios. [7]..... | 27 |
| Tabla II-4: Registro del consumo mensual (kWh) 1998-2003. [2] | 32 |
| Tabla II-5: Registro del consumo mensual de energía y demanda de potencia de 2001. [2]33 | |
| Tabla II-6: Registro del consumo mensual de energía y demanda de potencia de 2002. [2] | 34 |
| Tabla II-7: Registro del consumo mensual de energía y demanda de potencia de 2003. [2] | 35 |
| Tabla II-8: Registro de facturas en nuestra posesión (x) y facturas faltantes (-)..... | 37 |
| Tabla II-9: Cálculo de datos acometida de humanidades Diciembre 2015..... | 40 |
| Tabla II-10: Resumen vigencia pliegos tarifarios[5] | 41 |
| Tabla II-11: Calculo de costos acometida de Agronomía para el mes de Febrero[5] | 43 |
| Tabla II-12: Fracción de días correspondientes a cada Pliego Tarifario..... | 45 |
| Tabla II-13: Cálculo de los costos finales acometida de Humanidades Abril de 2016 [5].. | 45 |
| Tabla III-1: Monto cancelado por alquiler de transformadores (2002-2003) [2]..... | 47 |
| Tabla III-2: Detalle del costo total del alquiler de transformadores. [2]..... | 48 |
| Tabla III-3: Cálculo del tiempo de recuperación para las inversiones. [2]. | 49 |
| Tabla III-4: Historial de demanda de potencia medida, contratada y facturada para los años 2004 -2007. [11] | 53 |
| Tabla III-5: Incremento (%) entre potencia facturada y medida. [11]..... | 54 |
| Tabla IV-1: Comparativa bases de datos disponibles para App Engine. [13]..... | 68 |
| Tabla IV-2: Cuotas de Cloud Datastore. [13]..... | 69 |
| Tabla IV-3: Gráficas generadas. | 85 |

CAPITULO I: ANTECEDENTES

1.1.INTRODUCCIÓN GENERAL

El presente trabajo de graduación analiza los resultados obtenidos a partir de una investigación llevada a cabo en el año 2004 [2]. En dicha auditoria se reveló la importancia de implementar cuanto antes ciertas medidas con el fin de generar tanto un ahorro energético como un ahorro económico. A partir de las propuestas generadas en ese documento, se tenía la pauta para iniciar un proceso que debió beneficiar en gran medida a la universidad permitiendo que buena parte de los fondos ya no fuese destinada al pago de las facturas, sino a otros rubros de mayor importancia.

Con el fin de realizar un análisis adecuado de las facturas, se necesita una herramienta en la que se pueda almacenar la información y generar en base a ellos tablas y gráficos para juzgar desde una mejor perspectiva el panorama actual del consumo de energía eléctrica. Se implementó una aplicación web alojada en el servicio de “*Google Cloud Platform*” llamado “*App Engine*” la cual consiste básicamente de tres páginas web cada una con un propósito específico [12][13]. La página principal muestra el resumen de lo acontecido en el último año que fue ingresado. La segunda página genera gráficas detalladas por medio de un *JavaScript* muy versátil y con muchas opciones de ajuste. Finalmente, la tercera página genera tablas con los datos de los pliegos tarifarios y cada acometida, realizando el cálculo de los costos para comprobar los importes que aparecen en las facturas.

Para llevar a cabo esta aplicación fue necesaria la programación de varios software escritos en diferentes lenguajes tales como *Python*, *HTML*, *CSS*, *JavaScript*. Por lo que fue necesario utilizar varios *Frameworks* como el *Webapp2*, *Jinja2*, *Bootstrap* para coordinar la comunicación entre los diferentes niveles de código.

Quizá el componente más importante de la aplicación es la base de datos. En ella se resguarda toda la información del periodo en estudio. Para ello, se utilizó otro servicio de “*Google Cloud Platform*” llamado “*Cloud Datastore*”. Es una base de datos no relacional que brinda la ventaja de contar con una capacidad inicial gratuita permitiendo almacenar nuestra información sin ningún costo. Además, la información está replicada en varios “*Data Centers*” de Google por lo que es altamente improbable la pérdida de información y permite una disponibilidad muy alta para cualquier usuario que dese realizar consultas [12][13].

Este documento está compuesto de cuatro capítulos claramente diferenciados. En el primer capítulo se exponen los antecedentes históricos correspondientes al inicio del estudio. En el segundo capítulo, de los detalles de los procedimientos seguidos para la recolección y cálculo de los datos de interés que se muestran en la aplicación web. El tercer capítulo, realiza un análisis de los resultados encontrados. Finalmente, en último capítulo se profundiza más en el diseño e implementación de la aplicación web.

1.2.OBJETIVOS

1.2.1. GENERAL

- ✚ Analizar y comparar de forma más clara y precisa la situación actual y el comportamiento en la facturación de energía eléctrica del campus central de la Universidad durante el periodo 1998-2015.

1.2.2. ESPECIFICOS

- ✚ Desarrollar una aplicación web de análisis capaz de generar tablas que permitan un adecuado análisis de los datos recolectados de las facturas.
- ✚ Analizar el comportamiento anual de cada uno de los cargos presentes en la factura.
- ✚ Analizar el comportamiento del consumo de energía y la demanda de potencia durante un periodo cercano a dos décadas.
- ✚ Incorporar el concepto de datos abiertos.
- ✚ Desarrollar herramientas de visualización mediante gráficos del consumo de energía eléctrica.
- ✚ Cuantificar el ahorro que la universidad ha tenido debido a la unificación de acometidas.
- ✚ Identificar cuales propuestas generadas por el proyecto CIC-UES 02-20 se han llevado a cabo.
- ✚ Observar los resultados que se han obtenido debido a la implementación de dichas propuestas.

1.3. DEMANDA ENERGÉTICA DE LA UES.

La infraestructura de la UES se ha mantenido en continuo desarrollo. Nuevos edificios de aulas, oficinas administrativas, glorietas etc. Por lo que año con año, hay un aumento en los requerimientos energéticos de la universidad intrínsecamente relacionados a su crecimiento. De las mayores edificaciones, sobresale el Complejo Deportivo construido en 2002. Junto al desarrollo mismo de la universidad, podemos observar un crecimiento en la población estudiantil a lo largo de los años, aspecto que afecta directamente el incremento del consumo energético; en 2005 la población estudiantil era de 45,093 alumnos, llegando a alcanzar los 55,889 en el presente 2016[1].

El presente trabajo de graduación se realiza con datos de consumo de energía eléctrica correspondientes a los años de 1998-2015. Este período se divide en dos grupos, en primer lugar tenemos el conjunto 1998-2003 del cual no se cuenta con facturas; pero se ha podido obtener información general, a partir de una auditoria llevada a cabo en 2004. En cambio para el segundo grupo 2004-2015 si se cuenta con copias de las facturas de cobro enviadas por la distribuidora CAESS.

Hacia el año 1998, la Ciudad Universitaria estaba servida por la Distribuidora Eléctrica CAESS, a través de 6 acometidas principales y otras 5 con una demanda mucho menor. Las acometidas principales, poseían un suministro a media tensión en la categoría tarifaria de gran demanda con medición horaria como se puede observar en la Tabla 1-1. Para el año 1998 ya se cancelaban por demanda de energía \$265,101.65 en total; para 2003 este valor había incrementado 21% llegando a \$322,331.96 [2], elevándose en 2015 a \$883,272.93 que representa 3.33 veces el valor que se pagaba en 1998.

| UBICACIÓN | NUMERO DE MEDIDOR | VOLTAJE PRIMARIO | NUMERO DE FASE |
|-------------|-------------------|------------------|----------------|
| INGENIERIA | 749470 | 23 / 13.2 K[V] | TRIFASICO |
| AGRONOMIA | 95203324 | 23 / 13.2 K[V] | TRIFASICO |
| C. DEPOTIVO | 95203325 | 23 / 13.2 K[V] | TRIFASICO |
| HUMANIDADES | 95203319 | 23 / 13.2 K[V] | TRIFASICO |
| DERECHO | 749035 | 23 / 13.2 K[V] | MONOFASICO |
| MEDICINA | 95079526 | 4.16 / 2.3 K[V] | TRIFASICO |

Tabla I-1: Acometidas de gran demanda. [2]

También de la Tabla 1-1 puede observarse que el voltaje primario en la Facultad de Medicina, fue de 4.16 KV. Esto se debió a que la distribuidora utilizaba un convertidor de voltaje de 23 KV a 4.16 KV 500 KVA, este voltaje alimentó el transformador trifásico de 1000 KVA instalado en el sótano de la facultad de medicina. [2]

1.4. AUDITORIA ENERGÉTICA CIC-UES (02-20)

En el año 2004 se llevó a cabo un estudio por parte de las autoridades de la universidad, titulado: **Auditoria Energética de la Universidad de El Salvador y estudio de fuentes de autogeneración** (2), realizada por ingenieros de la escuela de Ingeniería Eléctrica con el propósito de revelar los factores que inciden en la facturación y en el alto consumo de energía eléctrica en la ciudad universitaria, sus causas y posibles soluciones.

Dicha auditoria realizó el análisis por medio de cuadros de datos y gráficos, la información recopilada durante aproximadamente 9 meses que duró el proyecto que en forma general constó de:

- Planos actualizados de la red primaria de la Ciudad Universitaria en donde se mostró la ubicación y capacidad de las subestaciones existentes, diagramas unifilares de cada

acometida, distribución de transformadores por fase y detalles con propuesta de unificación.

- ✚ Historial de consumo de la institución, desde 1998 hasta Junio del 2004, este se dividió en diferentes cuadros que muestran consumo por año, mensual, por bandas horarias y evolución de la demanda real y contratada.
- ✚ Cuadros que mostraban los potenciales de ahorro de energía eléctrica en cada facultad obtenidos mediante el cambio de luminarias, cuadros resumen que indicaban el tiempo de recuperación de la inversión y niveles de iluminación recomendados.
- ✚ Cuadros resumen que indicaban la ubicación y situación de los equipos de aire acondicionado de cada facultad, en cuanto a capacidad, fugas y otras observaciones.

En 2003 La UES consumía en promedio, 320,000 kWh mensuales, constituyendo un promedio de 40 mil dólares. Un año después, nuevos edificios comenzaron a operar; Odontología y edificio administrativo de ingeniería, entre otros, generando un incremento en el consumo por iluminación, equipamiento y aires acondicionados. [2]

Es así como ya se observaba una tendencia al alza en el consumo de energía eléctrica en los primeros años del estudio, la cual continúa hasta nuestros días, ya que está íntimamente relacionada con el desarrollo de la infraestructura así como el crecimiento de la población estudiantil. De ahí surgió la necesidad de observar el comportamiento del consumo de la energía eléctrica. Por otra parte, también es importante analizar la orientación que existe en la toma de decisiones por parte de la unidad encargada, ya que en sus manos estaba que se implementaran las propuestas para dar soluciones a corto y largo plazo para las problemáticas identificadas.

La investigación presentada en 2004 puso especial énfasis en las posibilidades de generar ahorro energético y económico así como señalar problemas y proponer diversas soluciones. Los datos con los que se contó en ese estudio correspondieron al período comprendido desde 1998 hasta mediados de 2004, información que será ampliada en el presente trabajo de graduación.

1.5. AHORRO ENERGÉTICO

Los aspectos en los que la auditoria reveló mayores potenciales de ahorro energético fueron dos. Por una parte, la iluminación en general ya que contaba con muchos problemas. Por otra parte, los equipos de aires acondicionados, los cuales de igual forma contaban con muchos inconvenientes.

1.5.1. Niveles de iluminación y potenciales de ahorro

Como primera aproximación se midió la intensidad luminosa en la mayoría de locales de la universidad tomando varias lecturas en diferentes lugares y así determinar si era uniforme la distribución luminosa a la altura del plano de trabajo. Dichos valores se compararon con los estándares internacionales, que podemos observar en la Tabla 1-2.

| TIPO | Recomendación sobre el plano de trabajo(Lux) | Ejemplo de zonas o actividades |
|--|--|--|
| Alumbrado gral. en local y zonas de uso frecuente o tareas visuales ocasionales. | 20-50 | Escaleras, pasillos |
| | 100 | Restaurantes, área comedor |
| | 150 | Zonas de circulación en industrias y bodegas |
| | 100 | Museos, alumbrado gral. |
| Alumbrado gral. en locales de trabajo. | 200 | Iluminación mínima en servicios de tarea visual |
| | 300 | Trabajos manuales y a maquina. Lectura ocasional y archivo. |
| | 500 | Oficinas en gral. almacenes y tiendas |
| | 750 | Salas de lectura, de dibujo y oficinas con mq. De contabilidad |
| Alumbrado adicional localizado | > 2000 | Trabajos minuciosos y muy precisos; salas de quirófanos ej. |

Tabla I-2: Escala de iluminación recomendada [2]

De los locales auditados en aquel momento, el que mayor atención llamó fue la biblioteca central, lugar que se encontraba muy por debajo de los niveles recomendados de la Tabla I-2. Esto se debió principalmente al tipo y cantidad de luminarias en funcionamiento al momento de tomar las mediciones ya que el 53.4% de las luminarias se encontraban dañadas; en la primera planta, de 145 luminarias existentes, físicamente 100 no funcionaban apropiadamente.

Debido a lo anterior, en la auditoria se propuso evaluar la posibilidad de sustituir las luminarias existentes por una nueva tecnología más eficiente y con balastro electrónico. La inversión inicial ascendía a \$ 72,177.45, el tiempo de recuperación era en promedio de 3 años. En el anexo 1 se muestra una tabla con el detalle de los cálculos correspondientes a esta información. Este dato corresponde o equivale a unos 311,080 KWh, que representan el 11.27% de la energía que se consumió en 2003 en banda resto.

Finalmente, se observó el uso irracional de la energía por parte de la comunidad tanto de estudiantes como empleados, dándose casos como el auditorium de la facultad de ciencias naturales y matemáticas que llegó a permanecer con todas sus luminarias encendidas por periodos de 24 horas, así como muchos salones que en horas de almuerzo o que simplemente no estaban en uso, permanecían con sus luminarias encendidas.

1.5.2. Aires Acondicionados

En este apartado veremos en forma general a los equipos de Aire Acondicionado (AA) sobre los cuales año con año incrementan en las instalaciones de la Ciudad Universitaria, como se sabe estos equipos son necesarios para mantener otros dispositivos bajo condiciones de operación optimas además de ser utilizados para proveer un ambiente de trabajo agradable y el confort necesario a los empleados. Sin embargo, se logró observar en la auditoría, algunas deficiencias en su uso así como algunos problemas en sus instalaciones.

Un factor importante que la auditoría resaltó, fue la negligencia en el uso de estos equipos. Pues en algunos locales, estos equipos se mantienen en operación sin personal alguno dentro de sus instalaciones. Así mismo, se identificó errores en la distribución y ubicación de los equipos.

Por otro lado, se observó mal funcionamiento en varios equipos debido a una falta de mantenimiento. En la mayoría de casos, se pudo verificar que los filtros se encontraban sucios (equipos de ventana). También se encontró la existencia de fugas de aire en ventanas, cielos falsos y puertas que permanecen abiertas mientras los equipos de AA están operando, causando que los equipos se mantengan en operación perennemente pues el AA es controlado por un termostato que apaga temporalmente el equipo cuando el local adquiere una temperatura determinada y transcurrido algún tiempo se enciende nuevamente cuando la temperatura sube y se reinicia el ciclo, pero debido a las fugas esto no ocurre manteniéndose en operación el AA.

La carga total de aire acondicionado registrado en la ciudad universitaria para 2004 alcanzó el 33 % de la factura mensual por energía, demás está decir que la carga de AA representa una de las cargas más fuertes que intervienen en el pago por demanda de potencia.

1.6. AHORRO ECONÓMICO

En el aspecto económico se identificaron varias opciones que no contribuirían directamente a una disminución en el consumo de energía real de la universidad, pero sí disminuirían el costo final facturado mes a mes. Los más importantes de estos son el alquiler de transformadores, la penalización por bajo factor de potencia, el cobro de excedentes en la demanda de potencia contratada, y el desconocimiento existente por parte de los pagadores hacia los aspectos eléctricos reflejados en las facturas que conllevan a ambigüedad y desorientación en la toma de decisiones causando situaciones desfavorables para la universidad.

1.6.1 Alquiler de Transformadores

Al observar el detalle de los cargos facturados mes a mes, se encontró un acontecimiento de especial interés en la acometida o punto de entrega conocido como la Fosa, pues desde el año 2002, bajo circunstancias desconocidas, la universidad llevó a cabo la contratación de un servicio extra a la distribuidora en concepto del alquiler de 3 transformadores, cuya capacidad era de 37.5 KVA cada uno y cancelando un monto de \$83.66 mensuales por dicho servicio los primeros 2 años en operación.

En noviembre de 2003, CAESS envió un documento con el que notificaba a la universidad que se había realizado una actualización de precios en este rubro y por tanto a partir de 2004 el nuevo valor a cancelar sería de \$258.12 haciendo constar que éste tenía el IVA incluido; no obstante cuando se trató de corroborar la existencia del nuevo monto en facturas de 2004 (enero-junio) durante el desarrollo del proyecto CIC-UES (02-20) se encontró un valor de \$291.69, éste monto se obtiene de aplicar el IVA a los \$258.12 antes mencionados.

En el documento antes mencionado también se encontraba una propuesta de venta por parte de la distribuidora, ofertando los transformadores por un precio de \$3,097.39 IVA incluido, una copia de este documento puede ser encontrada en el Anexo 2.

La auditoría por su parte, generó una propuesta para reacomodar la carga que manejaban estos transformadores; pues era relativamente pequeña y había en las cercanías otros bancos de transformadores operando con cargas muy por debajo de su capacidad nominal. Se estimó una inversión de \$1,475.78, pagando un contratista particular para incluso reducir ese precio un 30% al efectuar las maniobras con personal de la institución, en el Anexo 3 se encuentra un detalle del cálculo de la inversión para reubicar la carga.

1.6.2. Bajo Factor de Potencia

En la acometida conocida como la Fosa se identificó un cargo extra aplicado muy frecuentemente, Este consiste en que reciben una penalización por bajo factor de potencia representando así un aumento en el monto cancelado mensualmente variando desde los \$5 hasta \$275. Debido a que en El Salvador la superintendencia general de Electricidad y telecomunicaciones (SIGET) ha establecido en el documento conocido como Términos y Condiciones de los pliegos tarifarios del año 2005 en el artículo N°77, que los contratos de suministro deben de incluir recargos cuando el factor de potencia (FP) inductivo sea inferior a 0.90 de acuerdo a los siguiente:

- a) Si el FP es igual o mayor a 0.75 y menor 0.90, el cargo por energía será aumentado en 1% por cada centésima que el FP sea inferior a 0.90;
- b) Si el FP es igual o mayor a 0.60 y menor a 0.75, el cargo por energía será aumentado en 15% más el 2% por cada centésima que el FP sea inferior a 0.75; y,
- c) Si el FP fuese inferior a 0.60, la Distribuidora, previa notificación, podrá suspender el suministro hasta tanto el usuario final adecue sus instalaciones a fin de superar dicho valor límite.

Para tal efecto, la Distribuidora establece el valor del Factor de Potencia midiendo la energía reactiva suministrada en el período de facturación. La medición de Factor de Potencia se debe realizar con conocimiento del usuario final, quién debe ser informado de los resultados.

En los casos que el Factor de Potencia sea inferior a 0.90, el distribuidor primero informar al usuario final sobre las causas del recargo; adicionalmente, debe comunicarle que dicho recargo dejará de aplicarse en cuanto el Factor de Potencia sea igual o mayor a 0.90.

La Distribuidora debe, cada vez que realice el correspondiente ciclo mensual de lectura de los medidores de energía eléctrica, reiniciar el registro de factor de potencia, y en ningún momento puede facturar un factor de potencia que no haya sido reiniciado mensualmente.

Antes de aplicar el recargo respectivo, la Distribuidora debe notificar mediante nota expresa a los usuarios finales en el primer mes en que presente dicha condición, para que tengan la oportunidad de corregirlo.

El recargo por bajo factor de potencia sólo puede penalizarse y facturarse a los usuarios finales después de haber transcurrido un plazo de tres meses consecutivos desde que la Distribuidora le notificó a éste sobre su situación y sí no corrige dicha condición en el referido plazo, en cuyo caso se podría penalizar y cobrar desde el momento en que se estableció el bajo factor de potencia. [3]

En base a lo anterior se sabe que la universidad debía ser notificada el primer mes en que incurría en el bajo factor de potencia y con ello tener la oportunidad para corregirlo y no pagar recargo alguno, pero se desconoce las razones por las que no se llevó a cabo ninguna acción para corregirlo a lo largo de los años.

1.6.3. Cargo por Distribución

Uno de los 3 cargos principales que se aplican a las facturas es el cargo por distribución comúnmente conocido como cargo por uso de red, que para el caso de gran demanda son calculados con base a la potencia entregada por nivel de tensión, sin considerar la energía suministrada, según el artículo 67 de la ley general de electricidad. [4]

Los cargos de distribución y comercialización que aparecen en los pliegos tarifarios al consumidor final, son revisados y aprobados por la SIGET cada cinco años. Una vez aprobados dichos cargos para el primer año del quinquenio, éstos podrán ser actualizados anualmente de conformidad a lo establecido en el Art. 90 del reglamento de la Ley general de Electricidad. [5][6]

En este campo la auditoria reveló dos situaciones que generaron mucha preocupación e interrogantes sobre las disposiciones tomadas por la universidad. La primera, debido a unas circunstancias legales que permitían (hasta 2008) que la distribuidora realizara cobros por potencia que la universidad no demandó; y la segunda, en el marco de los juegos Centroamericanos y del Caribe que se llevaron a cabo en las instalaciones de la universidad desde el 19 de noviembre al 30 de noviembre de 2002.

Juegos Centroamericanos y del Caribe

En el año 2002 fue el turno para El Salvador de servir como sede para los juegos Centroamericanos y del Caribe, los cuales se efectuaron en las instalaciones del complejo deportivo de la UES. Dentro de este marco los encargados determinaron ampliar la capacidad de suministro, es decir, la demanda de potencia contratada, probablemente debido a que supusieron que la demanda de potencia aumentaría durante los juegos.

| | 2002 | | | | | | | | | | | |
|------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------|--------------------|
| | Complejo Deportivo | | Agronomía | | Ingeniería | | Humanidades | | Medicina | | Derecho | |
| 2002 | Demanda Real | Demanda Contratada | Demanda Real | Demanda Contratada | Demanda Real | Demanda Contratada | Demanda Real | Demanda Contratada | Demanda Real | Demanda Contratada | Demanda Real | Demanda Contratada |
| enero | 0 | 0 | 441 | 475 | 144 | 156 | 234 | 228 | 80 | 184 | 19.49 | 51 |
| febrero | 0 | 0 | 450 | 475 | 132 | 156 | 234 | 228 | 80 | 80 | 6.5 | 51 |
| marzo | 0 | 0 | 460 | 475 | 144 | 156 | 264 | 228 | 144 | 80 | 6.5 | 51 |
| abril | 0 | 0 | 499 | 475 | 144 | 156 | 276 | 228 | 144 | 80 | 6.5 | 51 |
| mayo | 0 | 0 | 532 | 475 | 156 | 156 | 258 | 228 | 144 | 80 | 9.74 | 51 |
| junio | 0 | 0 | 532 | 475 | 156 | 156 | 258 | 228 | 160 | 80 | 9.74 | 51 |
| julio | 0 | 0 | 532 | 475 | 156 | 156 | 228 | 228 | 148 | 80 | 19.49 | 51 |
| agosto | 0 | 0 | 504 | 475 | 168 | 156 | 234 | 228 | 148 | 80 | 16.24 | 51 |
| septiembre | 0 | 0 | 537 | 475 | 168 | 156 | 240 | 228 | 148 | 80 | 25.98 | 51 |
| octubre | 0 | 0 | 542 | 1400 | 204 | 640 | 258 | 565 | 140 | 80 | 30.86 | 51 |
| noviembre | 0 | 0 | 528 | 1400 | 156 | 640 | 246 | 565 | 140 | 80 | 45.47 | 51 |
| diciembre | 0 | 390 | 528 | 1400 | 156 | 640 | 120 | 565 | 140 | 80 | 40.6 | 51 |
| 2003 | 2003 | | | | | | | | | | | |
| enero | 330 | 390 | 429 | 1,400 | 168 | 640 | 156 | 565 | 88 | 80 | 24.36 | 51 |
| febrero | 99 | 390 | 473 | 1,400 | 168 | 640 | 204 | 565 | 108 | 80 | 42.22 | 51 |
| marzo | 99 | 390 | 528 | 1,400 | 132 | 640 | 252 | 565 | 128 | 80 | 55.22 | 51 |
| abril | 132 | 330 | 572 | 542 | 144 | 204 | 264 | 258 | 124 | 80 | 64.96 | 51 |
| mayo | 110 | 330 | 572 | 542 | 168 | 168 | 252 | 258 | 128 | 80 | 66.58 | 51 |
| junio | 143 | 330 | 528 | 542 | 168 | 168 | 264 | 258 | 132 | 80 | 69.83 | 51 |
| julio | 154 | 330 | 517 | 542 | 168 | 168 | | | 124 | 80 | 69.83 | 51 |
| agosto | 143 | 330 | 550 | 542 | 168 | 168 | 228 | 258 | 120 | 80 | 69.83 | 51 |
| septiembre | 176 | 330 | 594 | 542.4 | 204 | 168 | 252 | 258 | 140 | 80 | | |
| octubre | 209 | 330 | 715 | 542 | 204 | 168 | 252 | 258 | 144 | 80 | 82.82 | 51 |
| noviembre | 242 | 330 | 671 | 542.4 | 216 | 168 | 264 | 258 | 140 | 80 | | |
| diciembre | 176 | 330 | 726 | 542.4 | 216 | 168 | 264 | 258 | 128 | 80 | | |

Tabla I-3: Demanda de potencia registrada 2002-2003. [2]

Sumado a que por las legislaciones presentes en el Art. 71 de Términos y Condiciones de los pliegos tarifarios correspondientes al año 2005; el usuario final no podía utilizar ni el distribuidor estaría obligado a suministrar potencias superiores a las acordadas en el contrato y si el usuario final necesitaba de una potencia mayor, debía solicitar al Distribuidor un aumento de capacidad de Suministro.

Sobreviniendo como resultado que durante un ciclo de 6 meses se cancelara este nuevo valor contratado, del cual se desconoce los métodos utilizados para definirlo pero que en la mayoría de las acometidas equivale casi a un 300% de la demanda de potencia que históricamente se venía cancelando, como se puede observar en la Tabla 1-3.

Ajuste en la Capacidad de Suministro

La segunda problemática que se daba todos los años 2003-2007 es una circunstancia legal que permitía a la distribuidora cobrar por demanda de potencia que realmente no fue solicitada, todo esto respaldado por el Art. 74 de Términos y Condiciones de los pliegos tarifarios al consumidor final. [3]

En el Art. 71 del documento vigente hasta 2007 se plantea que el usuario final no podía utilizar, ni el distribuidor estaba obligado a suministrar potencias superiores a las acordadas, pero el Art 74 cambiaba la perspectiva ofreciendo la circunstancia en caso que el usuario final demandara un excedente (cualquiera que fuese el motivo y por una duración de al menos 15 minutos para ser registrada por el medidor) siempre que ello no significara un peligro para las instalaciones del distribuidor, se procederá a considerar este valor de potencia realmente registrado como la capacidad de suministro acordada para los siguientes 6 meses. [3]

Finalmente, el Art. 76 facultaba al distribuidor de iniciar un nuevo período de 6 meses cuando el usuario final incurriera en un nuevo exceso que superara el nuevo valor de Capacidad de Suministro antes de finalizar el período de 6 meses original.

En base a lo anterior, la universidad siempre terminaba cayendo en ciclos perennes pagando al menos 6 meses seguidos por un valor de demanda de potencia, la cual fue realmente demandada 1 solo mes del ciclo, mientras que en la mayoría de los meses restantes era menor la potencia medida que la facturada. Dándose muchas veces el peor de los casos; antes de terminar un ciclo de 6 meses la universidad incurría en un nuevo exceso iniciándose un nuevo ciclo siempre tendiendo a la alza y manteniendo precios altos de demanda de potencia aún en los meses del año de muy poca actividad como lo son diciembre y enero en los que la universidad se encuentra prácticamente vacía.

1.7. CAMBIOS LEGALES 2008

No fue sino hasta el año 2008 en que los Términos y Condiciones Generales de los pliegos tarifarios al consumidor final fueron reformados eliminándose todos los artículos referentes a la potencia facturada y a los ajustes por períodos de 6 meses en la capacidad de suministro. Y redactándose el Art. 10 estableciendo que, para todos aquellos servicios que cuentan con medición de potencia, el cargo por distribución será facturado de acuerdo a la potencia realmente demandada y registrada por el medidor en el mes correspondiente.[7]

1.8. CALIDAD DE LA ENERGÍA

En marzo de 2002, mediante el acuerdo N° 20-E-2002, se establecieron las normas de calidad del Servicio de los Sistemas de Distribución y desde esta época; se puede observar en Términos y Condiciones el Art. 23 en el cual se obliga al distribuidor a proporcionar el servicio de energía eléctrica conforme a lo establecido en las normas previamente

mencionadas. Más sin embargo, estas normas no contemplaban penalización o compensación por incumplimiento de los indicadores.

En Septiembre de 2003 mediante el acuerdo N° 254-E-2003 se implementaron las compensaciones por el incumplimiento de los indicadores de calidad, pero poco después en Diciembre del mismo, se acordó prorrogar la etapa transitoria hasta el 31/12/2004.

Una vez fue rebasado Diciembre de 2004, se sustituyeron las normas de calidad del servicio presentadas en los acuerdos anteriores por las del acuerdo N°192-E-2004. Iniciándose la etapa de régimen en Enero de 2005, con lo que entraron en vigencia las compensaciones individuales de la calidad comercial y del producto técnico.

En Enero de 2006, entraron en vigencia las compensaciones individuales y globales de la calidad del servicio técnico y en Enero de 2008 entran en vigencia las compensaciones globales por calidad del servicio comercial y producto técnico además de incrementarse las exigencias de los indicadores de la calidad del servicio técnico.

Poco a poco se iban implementando las compensaciones por el incumplimiento de los indicadores. Sin embargo, hasta Junio de 2011, entraron en vigencia los recargos y compensaciones relacionados con la perturbaciones eléctricas en las redes de distribución (flicker y armónicos). En 2012, se substituyeron los conceptos de zona urbana y rural por zonas de alta y baja densidad de carga.

Finalmente en Enero de 2016 se inician las compensaciones económicas por incumplir los indicadores individuales y/o globales relativos al control de la exactitud de los equipos de medición. Dichos indicadores fueron implementados en 2014. [5][8]

1.9. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES CIC-UES (02-20)

1.9.1. Iluminación y Aires Acondicionados

En lo que concierne a la iluminación, la propuesta más significativa consistió en reemplazar las luminarias existentes, de las cuales la mayoría no funcionan, por unas de tecnología más eficiente como podría ser las de tipo LED, Así mismo, se propuso una política interna que toda nueva luminaria a instalar sea con balastro electrónico y lámparas eficientes.

También se propuso desarrollar una campaña permanente a través de carteles, periódicos, artículos, charlas, seminarios ponencias etc. dirigida a todos los miembros de la comunidad Universitaria, relacionada con el tema del ahorro de energía y sus beneficios para nuestra universidad. Ya que de su cultura depende principalmente el hacer buen uso de las instalaciones para reducir el consumo energético. De igual forma, a nivel institucional, conviene que se promueva en los empleados un uso racional del recurso. Dicha promoción, puede enfocarse en la concientización del personal sobre el uso irracional que existe en muchas unidades.

Para el caso de los aires acondicionados, lo más importante era iniciar un programa de mantenimiento para mejorar la eficiencia de los equipos. Así como, designar una persona encargada de apagar y encender sólo durante la jornada laboral, los tableros y protecciones que controlan los equipos de aire acondicionado y alumbrado, logrando así mantener apagados estos equipos durante la noche y al medio día.

Consecuentemente, se recomendó instalar circuitos de tiempo en los sistemas de aires acondicionado para fijar un tiempo de operación diario. De igual forma, revisar el dimensionamiento de los equipos, pues la capacidad de muchos equipos es menor a las necesidades del local en el que se encuentran causando que se mantengan en funcionamiento permanentemente.

La investigación propuso programas para generar conciencia y dar paso a una nueva cultura cimentada sobre el ahorro y eficiencia energética, puesto que con la breve inspección realizada por la auditoría, se reveló un uso irracional de la energía eléctrica. Era muy común encontrar puertas abiertas en las oficinas mientras los aires acondicionados estuvieran operando, muchos edificios quedaban completamente iluminados en horas muy avanzadas de la noche y madrugada; en las que está claro la institución no opera. De igual forma en muchas oficinas, durante la hora de almuerzo, quedaban funcionando todos los equipos de aires acondicionados, computadoras e iluminación. Finalmente, se pueden encontrar locales cuya iluminación exterior permanecía encendida 24 horas del día.

1.9.2. Unificación de Acometidas

La propuesta más ambiciosa y que mayores beneficios traería a corto y largo plazo para la universidad, era la unificación de acometidas, dado que en 2004 la universidad era servida por medio de 6 acometidas principales en la categoría de gran demanda con medición horaria como se detalla en la Tabla 1-1. Se propuso a la universidad reducir el número de puntos de entrega interconectando circuitos internamente.

Mediante la información obtenida de los medidores de CAESS correspondientes al período entre el 24 de Septiembre y el 18 de Noviembre de 2003 se realizó una evaluación técnica y económica para plantear las posibles agrupaciones y ventajas obtenidas de su respectiva unificación.

1.9.3. Unificación C. Deportivo – Fosa – Humanidades

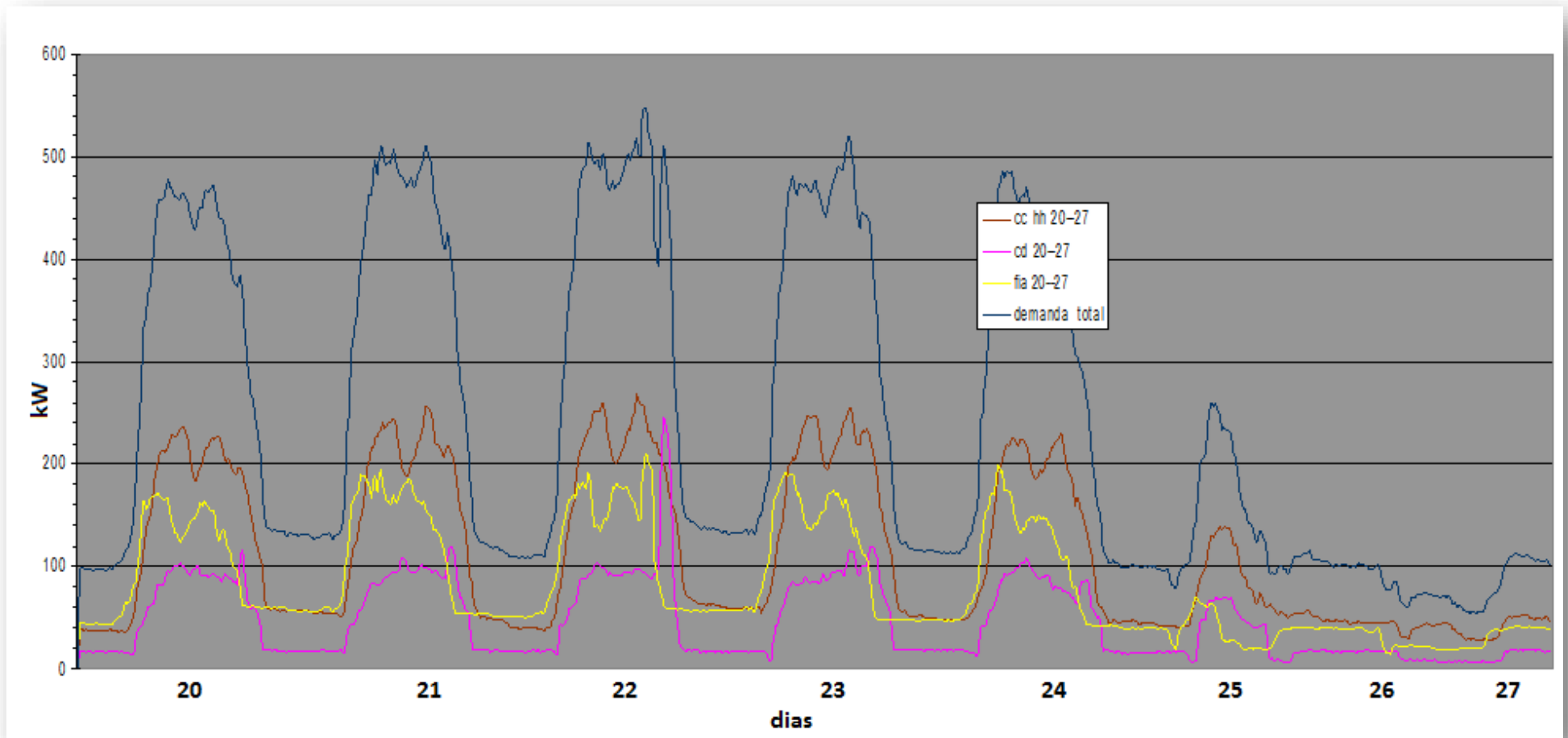
El caso de estas tres acometidas representa la propuesta más significativa en el tema de ahorro económico, puesto que la suma de las demandas máximas facturadas que incluyen excedentes asciende a 718 KW. Debido a las legislaciones que permitían al distribuidor cobrar por ciclos de 6 meses un valor máximo que fue medido en un mes y que no representa el comportamiento de los demás.

Se estimó una rentabilidad económica favorable, pues al observar la curva de demanda unificada de las 3 acometidas de la Grafica 1-1 se obtiene un valor máximo de 546.72 KW lo que representa una disminución de 176.88 KW, con respecto al cobro que efectúa la distribuidora incluyendo excedentes; en dinero esto significa un aproximado de \$ 902.44 de ahorro mensual, éste valor fue estimado con el pliego tarifario vigente en Junio de 2004.

Dicho ahorro no comprende la eliminación del cargo por alquiler de transformadores que constituye \$291.68 mensuales y la penalización por bajo factor de potencia que ronda entre \$5 y \$275; ambos aplicados a la acometida de la Fosa. Finalmente, como se puede observar en la Tabla 1-4 de la inversión a realizar y el ahorro mínimo mostrado, prácticamente en 3 años se recuperaría la inversión, un resumen con mayor detalle acerca del cálculo de los costos de ambas propuestas de unificación se encuentra en el anexo 4. (2)

| Unión Acometida Fosa –Complejo Deportivo - Humanidades | |
|---|----------------------|
| Costo medición propia | \$13990.00 |
| Costo unión C.D.- CCHH | \$6545.00 |
| Costo unión C.D.-Ingeniería | \$3079.00 |
| Costo tramo unificación y mantenimiento | \$3566.00 |
| Suma | \$27180.00 |
| IVA | \$3533.40 |
| TOTAL | \$30713.40 |
| Ahorro mensual esperado con esta unificación (potencia no demandada) | \$902.44 /mes |

Tabla I-4: Presupuesto para unificación Fosa-C.D.- Humanidades [2]



Gráfica I-1 Curva del perfil de consumo de las Acometidas la Fosa – C. D. – Humanidades - total [2]

1.9.4. Unificación Agronomía –Derecho – Medicina

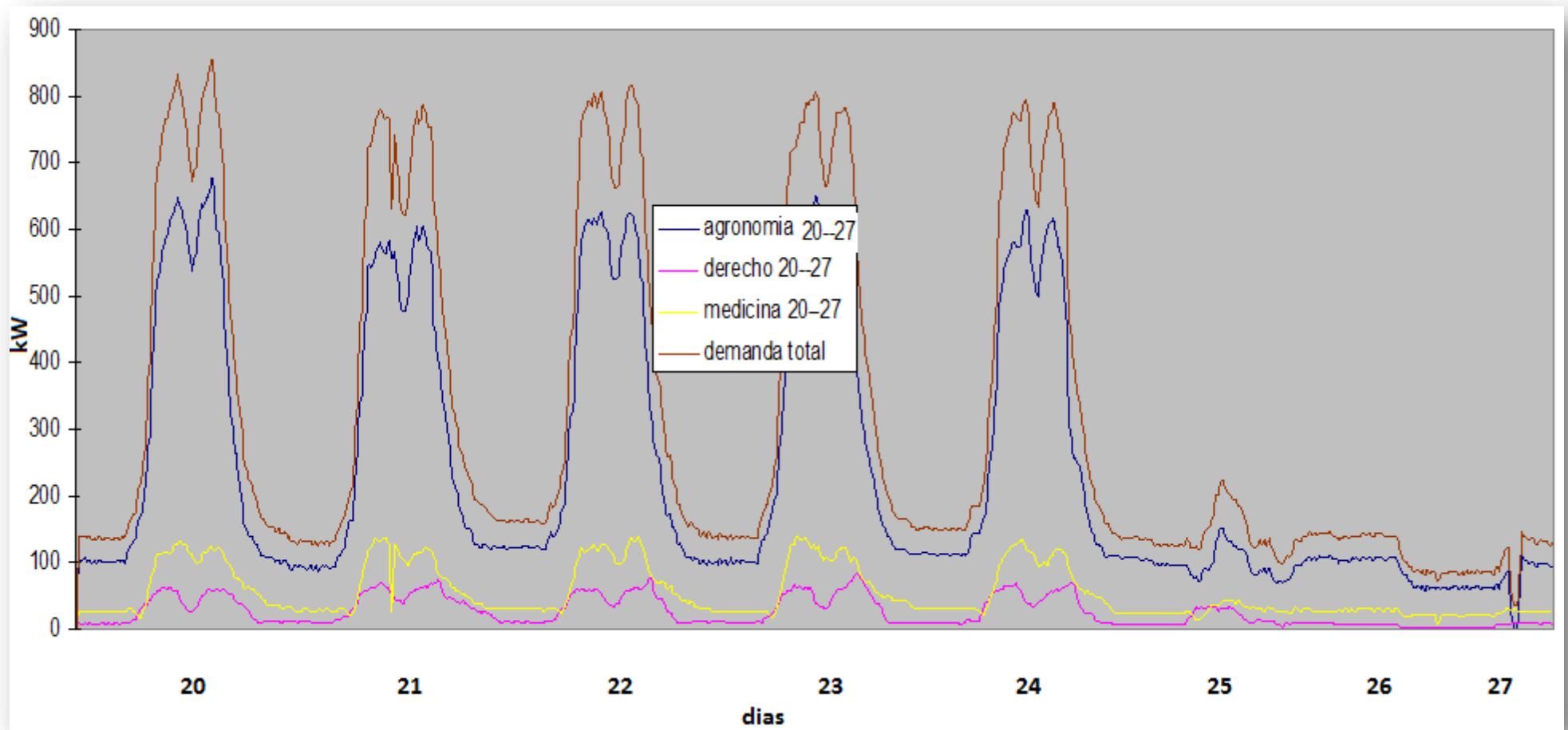
Esta propuesta de unificación para las acometidas de Agronomía, Derecho y Medicina; muestra en la Gráfica 1-2 que la curva resultante tenía un valor máximo de 856.92 KW lo que representa una disminución de 42.48 KW, convirtiéndose con respecto al cobro que efectuaba la distribuidora en un aproximado de \$ 216.73 de ahorro mensual.

En cuanto a la parte técnica; este proceso de unificación presentaba la variante de que la facultad de Medicina poseía una subestación de “1000 KVA” a 4,160 voltios. El voltaje de unificación era de 23,000 voltios, por tanto, se volvía necesario poner otra subestación para ese edificio, dejando fuera de servicio la existente. A esto se debe el alto costo de la unión Agronomía –Medicina observado en la Tabla 1-5, lo que involucra transformadores nuevos, alimentador y protecciones. Esta inversión tiene sentido si pensamos a largo plazo, ya que este transformador fue construido en 1970 y la vida útil estimada para estos equipos es de 30 años. En todo caso, es un transformador que requiere un mantenimiento más periódico que involucre pruebas de aislamiento, aceite y revisión de sus protecciones principales y auxiliares para mantenerlo en buen estado de operación. [2]

En cambio, la unión Agronomía –Derecho era muy recomendable efectuarla dada la pequeña inversión a realizar.

| Unión acometida Agronomía –Medicina –Derecho | |
|---|-------------------|
| Costo medición propia | \$13990.00 |
| Costo unión Agronomía –Medicina | \$21309.00 |
| Costo unión Agronomía –Derecho | \$1876.00 |
| Suma | \$37175.00 |
| IVA | \$4832.75 |
| TOTAL 2 | \$42007.75 |
| Ahorro mensual esperado con esta unificación | \$216.73 |

Tabla I-5: Presupuesto para unificación Agronomía – Medicina – Derecho [2]



Gráfica I-2: Curva del perfil de consumo de las Acometidas Agronomía – Derecho - Medicina [2]

CAPITULO II: RECOLECCION DE DATOS

Para el presente trabajo de graduación las principales fuentes de datos son, en primer lugar el proyecto CIC-UES (02-20) que comprende el período 1998-2003 y el historial de las facturas enviadas por CAESS durante el período 2004-2015. En nuestro país las empresas distribuidoras trasladan 3 cargos principales a los usuarios finales por requerimientos de la Ley General de Electricidad, estos deben presentarse diferenciados en la factura: **Cargo por Energía, Cargo por Distribución y Cargo por Comercialización.**

2.1. CARGO POR COMERCIALIZACIÓN

El cargo por comercialización remunera al distribuidor por los servicios de atención al cliente en oficinas y por teléfono, facturación, emisión y distribución de facturas y gestión de cobranzas, es decir, los costos de comercialización y atención al cliente. Dicho cargo, es un valor fijo, ya que no se calcula en base a energía o potencia demandadas, sus unidades son US\$/usuario. En la actualidad se establece cada 5 años pero durante el quinquenio está sujeto a ajustes anuales conforme a lo indicado en el Art.90 del Reglamento de la Ley General de Electricidad. [5][6]

Para el caso específico de la UES, que hasta 2010 contaba con 6 puntos de entrega en la categoría de gran demanda, se veía obligado a pagar 6 veces el cargo de comercialización o cargo por atención al cliente (Tabla II-1). Esto se debió a que la normativa de Términos y Condiciones estipula que cuando un usuario final tenga distintos puntos de entrega, el distribuidor deberá emitir un documento de cobro por cada punto de entrega. [3][7]

| AÑO | Atención al cliente (US\$-Usuario) | AÑO | Atención al cliente (US\$-Usuario) |
|---------------------|---------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| 6 puntos de entrega | | 5 puntos de entrega | |
| 2004 | 0.680000 | 2010 | 10.260164 |
| 2005 | 0.695980 | 2011 | 10.402138 |
| 2006 | 0.705638 | 4 puntos de entrega | |
| 2007 | 0.714355 | 2012 | 11.049250 |
| 2008 | 9.568748 | 2013 | 12.876732 |
| 2009 | 10.399483 | 2014 | 12.974283 |
| | | 2015 | 13.195557 |
| | | 2016 | 12.896956 |

Tabla II-1 Cargo de comercialización histórico [9]

Dado que el cargo por atención al cliente solo representa un aproximado de 1.6% del monto final de las facturas, es el que menor influencia tiene en ésta. En especial por ser un valor fijo que no varía a lo largo del año y es mucho menor que los otros dos. Debido a lo anterior, el presente trabajo se centra en los cargos de distribución y de energía que son mucho más significativos al propósito del mismo.

2.2. CARGO POR DISTRIBUCIÓN

Este cargo, al igual que el de comercialización, se remunera en su totalidad a la distribuidora y se obtiene según el Art 67 de la Ley General de Electricidad; a partir de los costos medios de inversión, operación y mantenimiento de una red de distribución eficientemente dimensionada y operada.

Como costo medio de inversión, se utiliza la anualidad del Valor Nuevo de Reemplazo de una red de distribución eficientemente dimensionada al mercado. Dicha anualidad es calculada considerando la vida útil típica de las instalaciones de distribución y la tasa de descuento también definida en la Ley General; mientras que como costos de operación y mantenimiento se utilizan los costos anuales de operación, considerando costos locales y estándares internacionales de eficiencia.

El cargo está caracterizado por unidad de potencia entregada y diferenciando los niveles de tensión para los cuales la empresa distribuidora presta servicio; de aquí la razón por la que el pliego tarifario se encuentra dividido en categorías de pequeña, mediana y gran demanda y a su vez se sub dividen en baja y media tensión. [4][5][10]

2.3. CARGO POR ENERGÍA

Este cargo es trasladado por la distribuidora en su totalidad al productor o generador para sufragar los costos de generación, costos de transporte por redes de alta tensión, cargos asociados al mercado regional, servicios auxiliares, SIGET, UT, pérdidas en alta tensión, costos de operación y administración del mercado mayorista. [10]

En la actualidad el precio de la energía experimenta ajustes trimestrales que se efectúan el 15 de Enero, 15 de Abril, 15 de Julio y 15 de Octubre de cada año en función del comportamiento que experimentan los precios en el mercado mayorista de electricidad y por ello en estas fechas se publica el pliego tarifario.

A lo largo de los años ha variado el periodo de ajuste y aprobación de este cargo, durante los años 2002 hasta mediados de 2003 sufrió ajustes mensuales, luego desde Junio de 2003 hasta junio de 2007 se ajustó cada 6 meses (10 de Junio y 10 de Diciembre), finalmente desde Enero de 2008 hasta el presente se ajusta por periodos trimestrales determinando la vigencia del pliego tarifario. [9]

2.4. PLIEGO TARIFARIO

El pliego tarifario se encuentra dividido por categorías en función de la demanda máxima de potencia mensual. Cada categoría se encuentra clasificada por la tensión en la que se realiza el suministro como se puede observar en la Tabla II-2.

| Categoría | Características | Suministro |
|------------------------|--|-------------------|
| Pequeña Demanda | Demanda máxima de potencia menor o igual a 10kW | Baja Tensión |
| Mediana Demanda | Demanda máxima de potencia mayor a 10kW y menor o igual a 10kW | Baja Tensión |
| | | Media Tensión |
| Gran Demanda | Demanda máxima de potencia superior a 50 kW | Baja Tensión |
| | | Media Tensión |

Tabla II-2: Categorías Tarifarias [5]

Es de suma importancia resaltar que para la categoría de gran demanda a la que pertenecen las acometidas principales de la UES, en el cargo por energía existe una diferenciación por la hora en que se toman las mediciones. Esto, está estipulado en la sección de Términos y Condiciones que define los horarios tarifarios que se presentan en la tabla II-3.

| Horario | Inicio (horas) | Final (horas) |
|----------------|-----------------------|----------------------|
| Punta | 18:00 | 22:59 |
| Resto | 05:00 | 17:59 |
| Valle | 23:00 | 04:59 |

Tabla II-3: Horarios Tarifarios. [7]

El cargo aplicado a cada horario tarifario o franja horaria, es diferente como se puede observar en la Figura II-1, en la que se muestra el pliego tarifario vigente para la categoría de gran demanda desde el 15 de Octubre del 2016.

| III. GRANDES DEMANDAS (>50 kW) | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| BAJA TENSION CON MEDIDOR HORARIO | | | | | | | | | |
| | | CAESS | DEL SUR | CLESA | EEO | DEUSEM | EDESAL | B&D | ABRUZZO |
| Cargo de Comercialización: | | | | | | | | | |
| Atención al Cliente | US\$/Usuario-m | 12.896956 | 14.474650 | 12.267412 | 13.905912 | 13.854964 | 17.560792 | 14.216244 | 6.590515 |
| Cargo de Energía: | | | | | | | | | |
| Energía en Punta | US\$/kWh | 0.120201 | 0.123520 | 0.122895 | 0.124311 | 0.123707 | 0.121611 | 0.113004 | 0.110708 |
| Energía en Resto | US\$/kWh | 0.120027 | 0.122555 | 0.123465 | 0.122896 | 0.124055 | 0.120651 | 0.112473 | 0.109377 |
| Energía en Valle | US\$/kWh | 0.117349 | 0.118934 | 0.117619 | 0.119608 | 0.120605 | 0.114770 | 0.107192 | 0.100788 |
| Cargo de Distribución: | | | | | | | | | |
| Potencia: | US\$/kW-mes | 13.116398 | 21.334001 | 21.559507 | 26.988811 | 26.549845 | 35.956016 | 15.128387 | 19.603189 |
| MEDIA TENSION CON MEDIDOR HORARIO | | | | | | | | | |
| | | CAESS | DEL SUR | CLESA | EEO | DEUSEM | EDESAL | B&D | ABRUZZO |
| Cargo de Comercialización: | | | | | | | | | |
| Cargo Fijo | US\$/Usuario-m | 12.896956 | 14.474650 | 12.267412 | 13.905912 | 13.854964 | 17.560792 | 14.216244 | 6.590515 |
| Cargo de Energía: | | | | | | | | | |
| Energía en Punta | US\$/kWh | 0.111354 | 0.113070 | 0.112080 | 0.110848 | 0.109642 | 0.112866 | 0.107411 | 0.097845 |
| Energía en Resto | US\$/kWh | 0.111193 | 0.112187 | 0.112600 | 0.109586 | 0.109950 | 0.111976 | 0.106906 | 0.096669 |
| Energía en Valle | US\$/kWh | 0.108712 | 0.108872 | 0.107269 | 0.106655 | 0.106892 | 0.106517 | 0.101886 | 0.089078 |
| Cargo de Distribución: | | | | | | | | | |
| Potencia: | US\$/kW-mes | 6.241701 | 6.843612 | 12.008595 | 17.332651 | 16.556324 | 16.414279 | 6.818254 | 5.050746 |

Figura II-1: Pliego tarifario vigente desde el 15 de Octubre de 2016 [9]

2.5. FACTURAS UES

2.5.1. Datos de Interés

EL documento que es enviado mes a mes, tiene como primer componente una factura con la información general del mes, tales como el número NIC que identifica el contrato de suministro, el mes facturado, la fecha de vencimiento y un resumen de los precios facturados totales como se puede observar en la figura II-2, debido a que en éste solo se exponen datos totales sin diferenciación alguna entre las acometidas y tampoco muestran datos de energía y potencia, no es de utilidad para nuestro estudio.

Número Contrato: 2500671 GD2 - MT con Med. Hor.

Potencia contratada: 258.0Ckw

Potencia facturada: 300.0Ckw

Dirección del Suministro: CL CIRCUNVALACION, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Huta-Itin-Aol: 81186

CGV: 22

U E S - Sector Nor-Oeste. fte ANDA

| Medidor ✓ | Mult. | Desde | Hasta | Lectura Actual | Lectura Anterior | Consumo |
|-----------|-------|------------|------------|----------------|------------------|---------------|
| 95203319 | 1200 | 06/07/2004 | 04/08/2004 | 214.20 | 205.60 | 10,320.00 kwh |
| 95203319 | 1200 | 06/07/2004 | 04/08/2004 | 159.80 | 153.90 | 7,080.00 kwh |
| 95203319 | 1200 | 06/07/2004 | 04/08/2004 | 778.10 | 743.10 | 42,000.00 kwh |
| 95203319 | 1200 | 06/07/2004 | 04/08/2004 | 0.22 | 0.25 | 264.00 kw |
| 95203319 | 1 | 06/07/2004 | 04/08/2004 | 97.00 | 97.20 | 97.00 F.P. |
| Concepto | | | | | | Importe en \$ |

| | |
|------------------------------------|-----------------------|
| Cargo por Atencion al Cliente | 0.770000 |
| Costo por tasa municipal por poste | 0.180000 |
| Cargo por Energia Punta | 922.580000 |
| Cargo por Energia Valle | 466.060000 |
| Cargo por Energia Resto | 3,510.660000 |
| Uso de Red Potencia | 1,549.860000 |
| Compensacion por fallas | -3.330000 |
| Disp.Final/Des.Soli | 38.400000 |
| Festejos del Mun. de San Salvador | 1.920000 |
| Subtotal: | \$6,487.100000 |

Figura II-3: Detalle cobro por acometida de Humanidades Julio 2004. [11]

En la Figura II-3 se han señalado los principales datos que se recolectan de cada punto de entrega. Dentro del cuadro rojo, se encuentran los valores registrados por el medidor correspondiente a las franjas horarias de Punta, Valle y Resto de arriba hacia abajo en el orden correspondiente y cuyas unidades son kWh, el Cuarto valor es la demanda de potencia medida en kW y el último elemento es el factor de potencia inductivo que es adimensional. En el cuadro azul podemos observar los importes en dólares para cada uno de los horarios tarifarios y demanda de potencia respectivamente.

Es necesario hacer una importante aclaración, para esta época, en los documentos de cobros (Figura II-3) aparecen 3 cifras relacionadas con la demanda de potencia, primero observamos en el cuadro rojo la demanda de potencia medida que es el valor registrado por el medidor, es decir la demanda real de la universidad, que para este caso es de 264kW. Mientras que en el recuadro verde aparece la potencia contratada que es el valor al que se ligó el contrato de suministro que es de 258kW y la potencia facturada que es de 300kW.

Estos 3 valores conforman el fenómeno que se mencionaba en el capítulo anterior (sección 1.4.3 ajuste en la capacidad de suministro). La cifra sobre la que se realiza el cálculo del cobro es la potencia facturada; es decir 300kW. A pesar que la potencia realmente demandada fue de 264kW, esto debido a que un mes antes (Junio), La potencia realmente demandada fue de 300kW y dado que este valor supera los 258kW contratados, se convirtió en el nuevo valor de potencia contratada para un ciclo de 6 meses.

De lo anterior, no se debe perder de vista que la universidad terminó pagando por 36kW de potencia que realmente no demandó. Situación que se repite durante muchos meses siempre tendiendo a la alza en el monto final. Posteriormente, en 2008 cambiaron estas circunstancias desfavorables para el usuario final. Actualmente, se cobra la potencia realmente demandada.

2.5.2. Período 1998 – 2003

Los datos históricos de los años 1998 al 2003 únicamente contienen los datos totales por cada mes. Al no poseer las facturas, no se cuenta con información detallada por acometida. Tal como se muestra en la Tabla II-4, es de suma importancia aclarar que los años desde 1998 hasta el 2000 solo se cuenta con datos generales por mes. No fue hasta 2001 que la SIGET aprobó el cobro por bandas horarias y desde ese año se efectuó la diferenciación.

En lo concerniente a la demanda de potencia se tienen datos a partir del año 2001, dicha cifras son totales mensuales y no se cuentan con el detalle por acometida para este período hasta el año 2003.

| Meses | 1998 | 1999 | 2000 |
|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Enero | 220,229.00 | 124,300.00 | 224,140.00 |
| Febrero | 249,171.00 | 383,769.00 | 288,766.00 |
| Marzo | 299,023.00 | 310,175.00 | 311,499.00 |
| Abril | 248,910.00 | 236,016.00 | 289,188.00 |
| Mayo | 287,174.00 | 283,289.00 | 261,321.00 |
| Junio | 299,267.00 | 322,151.00 | 398,093.00 |
| Julio | 265,999.00 | 261,853.00 | 307,520.00 |
| Agosto | 223,354.00 | 278,754.00 | 254,294.00 |
| Septiembre | 285,634.00 | 312,395.00 | 316,356.00 |
| Octubre | 296,661.00 | 301,459.00 | 272,999.00 |
| Noviembre | 296,661.00 | 367,310.00 | 298,789.00 |
| Diciembre | 331,196.00 | 284,827.00 | 289,344.00 |
| TOTAL ANUAL | 3,303,279.00 | 3,466,298.00 | 3,422,309.00 |
| PROMEDIO MENSUAL | 275,273.25 | 288,858.17 | 285,192.42 |
| COSTO ANUAL | \$265,101.65 | \$278,184.59 | \$274,654.29 |

Tabla II-4: Registro del consumo mensual (kWh) 1998-2003. [2]

| 2001 | Potencia | | Punta | | Valle | | Resto | | Total Franjas Horarias | |
|----------------------|----------------------|------------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|---------------------|-------------------|------------------------|-------------------|
| Mes | kW | \$ | kWh | \$ | kWh | \$ | kWh | \$ | Energía total | \$ Energía total |
| En. | 1,156.18 | 4,566.56 | 26,660.72 | 316.44 | 25,949.92 | 1,513.09 | 139,311.00 | 9,256.38 | 191,921.64 | 11,085.90 |
| Febr. | 1,170.80 | 4,624.31 | 25,157.68 | 298.60 | 27,093.68 | 1,579.78 | 139,682.72 | 9,281.08 | 191,934.08 | 11,159.45 |
| Mzo. | 1,170.80 | 4,624.31 | 24,175.60 | 286.94 | 24,846.88 | 1,448.77 | 147,464.32 | 9,798.12 | 196,486.80 | 11,533.83 |
| Abr. | 1,168.05 | 4,613.45 | 30,130.96 | 357.62 | 22,395.20 | 1,305.82 | 155,874.24 | 10,356.91 | 208,400.40 | 12,020.35 |
| Ma. | 1,166.42 | 4,607.01 | 29,944.98 | 355.42 | 25,283.12 | 1,474.21 | 189,132.00 | 12,566.69 | 244,360.10 | 14,396.31 |
| Jun. | 1,197.87 | 4,731.23 | 34,830.56 | 413.40 | 28,775.36 | 1,677.83 | 226,101.26 | 15,023.07 | 289,707.18 | 17,114.31 |
| Jul. | 1,197.87 | 4,731.23 | 32,508.31 | 385.84 | 27,663.21 | 1,612.99 | 184,201.65 | 12,239.09 | 244,373.17 | 14,237.92 |
| Ag. | 1,166.42 | 4,607.36 | 28,853.17 | 342.46 | 25,969.33 | 1,514.22 | 176,427.58 | 11,722.55 | 231,250.08 | 13,579.23 |
| Sept. | 1,168.05 | 4,613.45 | 35,107.82 | 416.69 | 31,163.91 | 1,817.11 | 212,215.75 | 14,100.46 | 278,487.48 | 16,334.26 |
| Oct. | 1,170.80 | 4,624.31 | 34,160.22 | 405.45 | 28,466.35 | 1,659.82 | 199,951.11 | 13,285.55 | 262,577.68 | 15,350.82 |
| Nov. | 1,170.80 | 4,624.31 | 37,829.07 | 448.99 | 31,054.72 | 1,810.74 | 218,283.74 | 14,503.64 | 287,167.53 | 16,763.38 |
| Dic. | 1,156.18 | 4,566.56 | 23,391.90 | 277.64 | 19,463.50 | 1,134.88 | 127,580.50 | 8,476.96 | 170,435.90 | 9,889.47 |
| Sub T | 14,060.24 | 55,534.08 | 362,750.99 | 4,305.49 | 318,125.18 | 18,549.24 | 2,116,225.87 | 140,610.51 | 2,797,102.04 | 163,465.25 |
| TOTAL GENERAL | \$ 218,999.33 | | | | | | | | | |

Tabla II-5: Registro del consumo mensual de energía y demanda de potencia de 2001. [2]

| 2002 | Potencia | | Punta | | Valle | | Resto | | Total Franjas Horarias | |
|----------------------|----------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|---------------------|-------------------|------------------------|-------------------|
| Mes | kW | \$ | kWh | \$ | kWh | \$ | kWh | \$ | Energía Total | \$ Energía Total |
| En. | 1,201.67 | 4,746.24 | 39,749.76 | 4,693.85 | 37,231.27 | 1,628.16 | 188,479.82 | 14,440.19 | 265,460.85 | 20,762.20 |
| Febr. | 1,221.79 | 4,825.70 | 35,566.58 | 4,019.02 | 32,847.69 | 1,759.39 | 197,147.38 | 14,324.53 | 265,561.65 | 20,102.94 |
| Mzo. | 1,173.81 | 4,636.20 | 31,657.66 | 3,208.85 | 28,223.71 | 1,406.47 | 185,491.35 | 15,699.43 | 245,372.72 | 20,314.76 |
| Abr. | 1,210.01 | 4,779.18 | 31,506.37 | 2,317.70 | 27,716.66 | 1,202.68 | 169,579.96 | 11,708.31 | 228,802.99 | 15,228.69 |
| Ma. | 1,245.23 | 4,918.28 | 34,016.69 | 2,650.74 | 28,818.06 | 1,161.25 | 211,345.93 | 14,895.26 | 274,180.68 | 18,707.25 |
| Jun. | 1,249.23 | 4,934.08 | 36,979.00 | 3,397.22 | 33,264.00 | 1,800.48 | 225,235.18 | 20,590.32 | 295,478.18 | 25,788.03 |
| Jul. | 1,261.23 | 4,981.48 | 33,423.00 | 2,548.43 | 33,937.00 | 1,619.20 | 195,984.21 | 12,647.70 | 263,344.21 | 16,815.34 |
| Ag. | 1,273.23 | 5,029.26 | 39,505.00 | 3,258.77 | 38,596.00 | 2,442.35 | 221,220.00 | 16,498.59 | 299,321.00 | 22,199.71 |
| Sept. | 1,279.66 | 5,054.27 | 39,909.00 | 3,499.54 | 37,746.00 | 2,627.42 | 229,127.97 | 19,444.49 | 306,782.97 | 25,571.45 |
| Oct. | 1,314.06 | 5,190.14 | 43,962.00 | 4,326.87 | 40,204.00 | 2,494.14 | 243,986.20 | 18,610.05 | 328,152.20 | 25,431.05 |
| Nov. | 2,901.43 | 11,459.78 | 33,373.00 | 3,314.84 | 33,499.00 | 2,233.38 | 158,980.90 | 11,766.97 | 225,852.90 | 17,315.19 |
| Dic. | 2,893.31 | 11,427.71 | 83,110.00 | 8,696.46 | 70,185.00 | 6,130.59 | 251,934.89 | 17,963.71 | 405,229.89 | 32,790.77 |
| Sub T | 18,224.66 | 71,982.32 | 482,758.06 | 45,932.31 | 442,268.39 | 26,505.51 | 2,478,513.79 | 188,589.56 | 3,403,540.24 | 261,027.39 |
| TOTAL GENERAL | \$ 333,009.71 | | | | | | | | | |

Tabla II-6: Registro del consumo mensual de energía y demanda de potencia de 2002. [2]

| 2003 | Potencia | | Punta | | Valle | | Resto | | Total Franjas Horarias | |
|----------------------|----------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|---------------------|-------------------|------------------------|-------------------|
| Mes | kW | \$ | kWh | \$ | kWh | \$ | kWh | \$ | Energía Total | \$ Energía Total |
| En. | 2,881.60 | 11,704.19 | 70,711.33 | 7,766.65 | 61,440.14 | 4,714.12 | 165,361.45 | 12,575.57 | 297,512.92 | 25,056.34 |
| Febr. | 2,881.60 | 11,704.19 | 42,219.56 | 4,188.77 | 45,642.86 | 3,373.10 | 175,781.64 | 15,294.76 | 263,644.06 | 22,856.63 |
| Mzo. | 2,881.60 | 11,704.19 | 43,376.12 | 4,759.36 | 43,540.18 | 2,809.34 | 211,112.06 | 19,776.34 | 298,028.36 | 27,345.05 |
| Abr. | 2,881.60 | 11,704.19 | 49,998.24 | 5,243.02 | 50,162.96 | 3,111.96 | 233,460.40 | 22,714.06 | 333,621.60 | 31,069.04 |
| Ma. | 2,554.60 | 10,376.02 | 44,233.12 | 4,863.39 | 41,373.76 | 2,772.41 | 192,506.88 | 17,859.44 | 278,113.76 | 25,495.24 |
| Jun. | 1,232.60 | 5,565.31 | 55,045.20 | 5,175.13 | 48,455.68 | 2,902.01 | 266,725.36 | 20,495.18 | 370,226.24 | 28,572.32 |
| Jul. | 1,232.60 | 5,565.31 | 36,441.12 | 3,426.05 | 31,947.04 | 1,913.31 | 197,464.16 | 15,173.15 | 265,852.32 | 20,512.50 |
| Ag. | 1,232.60 | 5,565.31 | 43,230.72 | 4,064.38 | 41,251.12 | 2,470.53 | 208,662.16 | 16,033.60 | 293,144.00 | 22,568.51 |
| Sept. | 1,232.60 | 5,565.31 | 55,027.44 | 5,173.46 | 47,667.84 | 2,854.83 | 255,800.88 | 19,655.74 | 358,496.16 | 27,684.03 |
| Oct. | 1,232.60 | 5,565.31 | 55,317.20 | 5,200.70 | 46,366.24 | 2,776.87 | 261,691.44 | 20,108.37 | 363,374.88 | 28,085.95 |
| Nov. | 1,232.60 | 5,565.31 | 61,378.24 | 5,770.54 | 47,797.68 | 2,862.60 | 300,279.92 | 23,073.51 | 409,455.84 | 31,706.65 |
| Dic. | 1,232.60 | 5,565.31 | 56,864.08 | 4,703.57 | 45,024.08 | 2,487.90 | 292,425.28 | 24,188.25 | 394,313.44 | 31,379.71 |
| Sub T | 22,709.20 | 96,149.98 | 613,842.37 | 60,335.01 | 550,669.58 | 35,048.98 | 2,761,271.63 | 226,947.97 | 3,925,783.58 | 322,331.96 |
| TOTAL GENERAL | \$ 418,481.94 | | | | | | | | | |

Tabla II-7: Registro del consumo mensual de energía y demanda de potencia de 2003. [2]

Como se puede observar en las tablas II-10, II-11 y II-12 que corresponden a los registros de los años 2001, 2002 y 2003, cuentan con información sobre el comportamiento del consumo por bandas horarias y demanda de potencia. Al comparar el consumo del año 2001 con sus predecesores, se puede ver una clara contracción, debida prioritariamente a los terremotos que causaron fuera cerrada la UES por algún tiempo.

2.5.3. Período 2004-2015

La información a partir del año 2004 fue recolectada de las facturas generadas por CAESS, contándose con copias de los documentos originales. Por lo que se incluye un mayor nivel de detalle, desde los datos de factor de potencia inductivo por acometida, el consumo de energía por banda horaria de cada acometida, demanda de potencia, inicio y final del mes facturado entre otros.

Sin embargo, el registro de facturas está incompleto dado que por diversas razones, algunas facturas se perdieron. A pesar de ello, siempre y cuando se tenga el mes inmediato siguiente y anterior, es posible realizar el cálculo de la información correspondiente a un mes faltante. De los casi 12 años analizados sólo existen 3 parejas de meses de los que no ha sido posible obtener su información como se puede observar en la Tabla II-8; estos son Noviembre y Diciembre de 2004, Febrero y Marzo de 2007 y Agosto y Septiembre de 2008

Además de los detalles del consumo de energía eléctrica presentes en las facturas, éstas han revelado importante información sobre la implementación de diferentes medidas propuestas por CIC-UES (02-20), así como la verificación del cambio efectuado en 2008 referente al cobro de la demanda de potencia realmente demanda.

| | AÑO | | | | | | | | | | | 2014 | 2015 | 2016 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|------|------|------|
| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | | | | |
| Enero | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Febrero | x | x | x | - | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Marzo | x | x | x | - | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Abril | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Mayo | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Junio | x | - | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | - |
| Julio | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Agosto | x | x | x | x | - | x | x | x | x | x | - | x | x | x |
| Septiembre | x | x | x | x | - | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Octubre | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | - |
| Noviembre | - | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | - |
| Diciembre | - | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | - | - | - |

Tabla II-8: Registro de facturas en nuestra posesión (x) y facturas faltantes (-)

2.5.4. Facturas faltantes

Se cuenta con un registro de las facturas que a lo largo de los años, gracias a la unidad del departamento de contabilidad dentro de las instalaciones de la universidad, se ha podido recopilar. Sin embargo, por extravíos de recibos, desconocimiento de su ubicación si se han almacenado, cambios de locales etc. Algunos años no están completos y no se cuenta con copias de los meses faltantes. También es importante resaltar que a partir del año 2016 el departamento de contabilidad ya no es el encargado de resguardar las facturas.

En las situaciones donde sólo falta un único mes, y gracias a la información presente en las facturas de los meses anterior y posterior, es posible calcular los datos. Desafortunadamente para los 3 casos en que 2 meses seguidos hacen falta, no se tiene suficiente información para realizar el cálculo. A continuación, se muestra la metodología seguida para obtener los datos

de un solo mes faltante. Se toma como ejemplo la acometida de Humanidades correspondiente al mes de Diciembre de 2015.

| Número Contrato: | | 2500571 | GD2 - MT con Med. Hor.CAESS | | Potencia contratada: 258.00kw | | |
|------------------------------------|----------|---|-----------------------------|----------------|-------------------------------|----------|------------------------|
| Dirección del Suministro: | | AY DON BOSCO FTE EDIF ALAS TOBAR, AULAS FACULT CIENCIAS ECON | | | Potencia facturada: | kw | |
| | | U E S - Sector Nor-Oeste. fte ANDA | | | Ruta-Itin-Aol: | 84 9 3 | |
| | | | | | CGV: | 22 | |
| Medidor | Mult. | Desde | Hasta | Lectura Actual | Lectura Anterior | Consumo | |
| Punta | 95203319 | 1200 | 02/11/2015 | 02/12/2015 | 1,959.50 | 1,942.52 | 20,376.00 kwh |
| Valle | 95203319 | 1200 | 02/11/2015 | 02/12/2015 | 1,196.40 | 1,187.41 | 10,788.00 kwh |
| Resto | 95203319 | 1200 | 02/11/2015 | 02/12/2015 | 8,072.70 | 7,992.12 | 96,696.00 kwh |
| Potencia | 95203319 | 1200 | 02/11/2015 | 02/12/2015 | 0.39 | 0.39 | 468.00 kw |
| Factor de Potencia | 95203319 | 1 | 02/11/2015 | 02/12/2015 | 98.20 | 98.20 | 98.20 F.P. |
| | | | | | | Concepto | Importe en \$ |
| Cargo de Comercialización | | | | | | | 14.920000 |
| Costo por tasa municipal por poste | | | | | | | 0.550000 |
| Cargo por Energía Punta | | | | | | | 3,109.950000 |
| Cargo por Energía Valle | | | | | | | 1,599.750000 |
| Cargo por Energía Resto | | | | | | | 14,888.330000 |
| Cargo de Distribución Potencia | | | | | | | <u>3,347.060000</u> |
| Retención IVA(Factura) | | | | | | | -221.190000 |
| Compensación por fallas | | | | | | | -3.970000 |
| Interés por mora | | | | | | | 279.270000 |
| Venta Servicios Mantenimiento | | | | | | | 1,754.230000 |
| Subtotal: | | | | | | | \$24,766.900000 |

Figura II-4 (a): Detalle de acometida de Humanidades del mes de Noviembre de 2015. [11]

Como primer paso utilizamos la factura del mes anterior (Noviembre) que se muestra en la Figura II-4 (a). Se observa en el cuadro rojo, la fecha final del mes facturado, y dado que la fecha de finalización es la que se utiliza para señalar el inicio del próximo, ya tenemos el valor de inicio para el siguiente mes 02/12/2015 que se utiliza para realizar el cálculo del costo final y definir el pliego tarifario a utilizar.

| Medidor | Mult. | Desde | Hasta | Lectura Actual | Lectura Anterior | Consumo |
|------------------------------------|-------|------------|------------|----------------|------------------|------------------------|
| 95203319 | 1200 | 02/01/2016 | 01/02/2016 | 1,979.10 | 1,970.10 | 10,800.00 kwh |
| 95203319 | 1200 | 02/01/2016 | 01/02/2016 | 1,211.20 | 1,203.80 | 8,880.00 kwh |
| 95203319 | 1200 | 02/01/2016 | 01/02/2016 | 8,141.30 | 8,109.30 | 38,400.00 kwh |
| 95203319 | 1200 | 02/01/2016 | 01/02/2016 | 0.26 | 0.34 | 312.00 kw |
| 95203319 | 1 | 02/01/2016 | 01/02/2016 | 97.30 | 97.40 | 97.30 F.P. |
| Concepto | | | | | | Importe en \$ |
| Cargo de Comercializacion | | | | | | 14.580000 |
| Costo por tasa municipal por poste | | | | | | 0.550000 |
| Cargo por Energia Punta | | | | | | 1,482.340000 |
| Cargo por Energia Valle | | | | | | 1,184.840000 |
| Cargo por Energia Resto | | | | | | 5,282.290000 |
| Cargo de Distribucion Potencia | | | | | | 2,200.570000 |
| Retencion IVA(Factura) | | | | | | -89.960000 |
| Compensacion por fallas | | | | | | -1.740000 |
| Subtotal: | | | | | | \$10,073.470000 |

Figura II-4 (b): Detalle de acometida de Humanidades del mes de Enero de 2016. [11]

De forma similar, en el cuadro rojo de la Figura II-4 (b) observamos la fecha que marca el inicio del mes de Enero, que es la misma que marca el final del mes de Diciembre 02/01/2016. Con la información del inicio y final del mes ahora se puede definir si el mes facturado se encuentra cubierto por un solo pliego tarifario o está dentro de dos pliegos.

Para los datos de energía observamos que el mes de diciembre está delimitado por la medición en que finaliza el mes de Noviembre “lectura actual” y la medición que marca el inicio de Enero “lectura anterior”.

Entonces obtenemos el consumo de energía para cada franja horaria al restar los datos del cuadro azul de la Figura II-4 (lectura anterior) menos su contraparte del cuadro azul de la Figura II-3 (lectura actual), luego multiplicamos esta cifra por el multiplicador característico del medidor en cuestión que se encuentra en el cuadro verde.

Los datos correspondientes a la demanda de potencia y el factor de potencia respectivamente se obtienen del detalle del mes posterior, es decir de Enero. El valor que aparece en la sección del cuadro azul (lectura anterior) de la Figura II-4(b), es el valor correspondiente al mes de Diciembre. Para el caso del factor de potencia, es inmediato que es 312kW y para la demanda de potencia solo es necesario realizar el producto con el multiplicador característico del medidor obteniéndose el valor de 408kW. Un resumen de lo antes mencionado se presenta en la Tabla II-9. Una vez se han obtenido estos datos ya solo es necesario el cálculo de los importes finales en dólares operando con el pliego tarifario.

| Diciembre 2015 | final | inicio | Operación | Resultado |
|---------------------------|----------|----------|--------------------------------|-------------------|
| Duración del mes | 02/01/16 | 02/12/15 | | |
| Energía Punta | 1,970.10 | 1,959.50 | $(1,970.10 - 1,959.50) * 1200$ | 12,720 kWh |
| Energía Valle | 1,203.80 | 1,196.40 | $(1,203.80 - 1,196.40) * 1200$ | 8,880 kWh |
| Energía Resto | 8,109.30 | 8,072.70 | $(8,109.30 - 8,072.70) * 1200$ | 43,320 kWh |
| Potencia | 0.34 | --- | $0.34 * 1200$ | 408 kW |
| Factor de potencia | 97.40 | --- | 97.40 | 97.40 |

Tabla II-9: Cálculo de datos acometida de humanidades Diciembre 2015

2.5.5. Cálculo de los costos por Energía y Potencia

Este apartado es de suma importancia dado que la aplicación web realiza este cálculo, con los datos ingresados de consumo de energía y demanda de potencia, tomando como referencia las fechas que delimitan el mes facturado para identificar y seleccionar si está

cubierto por uno o más pliegos tarifarios. Con el propósito de generar una tabla en la que se comparan el valor que ella ha calculado con el que refleja la factura y así llevar un control más riguroso de las facturas.

Primero, es necesario identificar los períodos de vigencia de cada pliego tarifario. Por ejemplo, en la actualidad se cuentan con las siguientes fechas de publicación: 15 de Enero, 15 de Abril, 15 de Julio y 15 de Octubre. De aquí que algunos meses quedan cubiertos dentro de un solo pliego y otros se encuentran dentro de 2 como se observa en la Tabla II-10.

| Pliego Tarifario | Meses cubiertos | Meses compartidos |
|------------------|-----------------------|-------------------|
| 15 de Enero | Enero, Febrero, Marzo | Abril |
| 15 de Abril | Mayo, Junio | Abril, Julio |
| 15 de Julio | Agosto, Septiembre | Julio, Octubre |
| 15 de Octubre | Noviembre, Diciembre | Octubre |

Tabla II-10: Resumen vigencia pliegos tarifarios[5]

Con las fechas de facturación obtenidas en el detalle de cada acometida, se determina cual pliego tarifario las incluye ya sea en su totalidad o parcialmente.

Mes incluido en su totalidad por un Pliego Tarifario. Éste es el caso más sencillo, pues una vez identificado el pliego tarifario que contiene al mes, sólo se multiplican los cargos contenidos en el pliego tarifario por su correspondiente en los valores medidos; ya sea de una franja horaria por consumo de energía, o la demanda de potencia. A manera de ejemplo, realizaremos el cálculo para la acometida de Agronomía del mes de Febrero de 2016, cuyo detalle se muestra en la Figura II-5 utilizando el pliego tarifario vigente desde el 15 de Enero al 15 de Abril. Para la categoría de gran demanda presente en la Figura II-6, seleccionamos

el pliego anterior debido a que encierra por completo al mes facturado que va desde el 1 de Febrero hasta el 2 de Marzo.

| Número Contrato: | 2500673 | GD2 - MT con Med. Hor.CAESS | Potencia contratada: 542.40k | | | |
|------------------------------------|--|-----------------------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------------|
| Dirección del Suministro: | AV DON BOSCO FTE EDIF ALAS TOBAR, AULAS FACULT CIENCIAS ECON | | Potencia facturada: k | | | |
| | UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR-FAC AGRONOMIA | | Ruta-lín-Aol: 84 9 3 | | | |
| | | | CGV: 25 | | | |
| Medidor | Mult. | Desde | Hasta | Lectura Actual | Lectura Anterior | Consumo |
| 96343092 | 1100 | 01/02/2016 | 02/03/2016 | 281.70 | 258.70 | 25,300.00 kwh |
| 96343092 | 1100 | 01/02/2016 | 02/03/2016 | 263.10 | 241.90 | 23,320.00 kwh |
| 96343092 | 1100 | 01/02/2016 | 02/03/2016 | 2,182.20 | 2,006.20 | 193,600.00 kwh |
| 96343092 | 1100 | 01/02/2016 | 02/03/2016 | 1.08 | 0.77 | 1,188.00 kw |
| 96343092 | 1 | 01/02/2016 | 02/03/2016 | 94.20 | 91.30 | 94.20 F.P. |
| Concepto | | | | | | Importe en \$ |
| Cargo de Comercialización | | | | | | 14.580000 |
| Costo por tasa municipal por poste | | | | | | 0.550000 |
| Cargo por Energía Punta | | | | | | 3,175.060000 |
| Cargo por Energía Valle | | | | | | 2,846.500000 |
| Cargo por Energía Resto | | | | | | 24,201.870000 |
| Cargo de Distribución Potencia | | | | | | 8,379.110000 |
| Retención IVA(Factura) | | | | | | -346.180000 |
| Compensación por fallas | | | | | | -4.300000 |
| Interés por mora | | | | | | 501.730000 |
| Subtotal: | | | | | | \$38,768.920000 |

Figura II-2: Detalle acometida de Agronomía mes de Febrero de 2016 [11]

| III. GRANDES DEMANDAS (>50 kW) | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| BAJA TENSION CON MEDIDOR HORARIO | | | | | | | | |
| | CAESS | DEL SUR | CLESA | EEO | DEUSEM | EDESAL | B&D | ABRUZZO |
| Cargo de Comercialización: | | | | | | | | |
| Atención al Cliente US\$/Usuario-m | 12.896956 | 14.474650 | 12.267412 | 13.905912 | 13.854964 | 17.560792 | 14.216244 | 6.590515 |
| Cargo de Energía: | | | | | | | | |
| Energía en Punta US\$/kWh | 0.119882 | 0.121675 | 0.121497 | 0.122047 | 0.123011 | 0.123203 | 0.116828 | 0.106345 |
| Energía en Resto US\$/kWh | 0.119417 | 0.119573 | 0.121256 | 0.120444 | 0.122656 | 0.120252 | 0.116212 | 0.103567 |
| Energía en Valle US\$/kWh | 0.116602 | 0.116119 | 0.114890 | 0.117606 | 0.119036 | 0.114526 | 0.108758 | 0.093173 |
| Cargo de Distribución: | | | | | | | | |
| Potencia: US\$/kW-mes | 13.116398 | 21.334001 | 21.559507 | 26.988811 | 26.549845 | 35.956016 | 15.128387 | 19.603189 |
| MEDIA TENSION CON MEDIDOR HORARIO | | | | | | | | |
| | CAESS | DEL SUR | CLESA | EEO | DEUSEM | EDESAL | B&D | ABRUZZO |
| Cargo de Comercialización: | | | | | | | | |
| Cargo Fijo US\$/Usuario-m | 12.896956 | 14.474650 | 12.267412 | 13.905912 | 13.854964 | 17.560792 | 14.216244 | 6.590515 |
| Cargo de Energía: | | | | | | | | |
| Energía en Punta US\$/kWh | 0.111059 | 0.111381 | 0.110805 | 0.108829 | 0.109025 | 0.114344 | 0.111046 | 0.093989 |
| Energía en Resto US\$/kWh | 0.110628 | 0.109457 | 0.110585 | 0.107400 | 0.108710 | 0.111605 | 0.110460 | 0.091534 |
| Energía en Valle US\$/kWh | 0.108020 | 0.106295 | 0.104780 | 0.104869 | 0.105502 | 0.106291 | 0.103375 | 0.082348 |
| Cargo de Distribución: | | | | | | | | |
| Potencia: US\$/kW-mes | 6.241701 | 6.843612 | 12.008595 | 17.332651 | 16.556324 | 16.414279 | 6.818254 | 5.050746 |

Figura II-3: Pliego tarifario vigente desde el 15 de Enero de 2016 para gran demanda [9]

Con la información antes mostrada, se procede a realizar el producto de cada cargo del pliego tarifario, por el consumo de energía o demanda de potencia, y, aplicar el IVA según sea el caso como se muestra en el resumen de la Tabla II-11; cuyos resultados se pueden comprobar de los importes que se encuentran en la Figura II-5.

| | Pliego tarifario | Consumo | Calculo | Resultado |
|----------------------|-------------------|-------------|----------------------------|--------------------|
| Energía Punta | 0.111059 US\$/kWh | 25,300 kWh | $0.111059 * 25300 * 1.13$ | \$3,175.06 |
| Energía Valle | 0.108020 US\$/kWh | 23,320 kWh | $0.108020 * 23320 * 1.13$ | \$2,846.50 |
| Energía Resto | 0.110628 US\$/kWh | 193,600 kWh | $0.110628 * 193600 * 1.13$ | \$24,201.87 |
| Potencia | 6.241701 US\$/kW | 1,188 kW | $6.241701 * 1188 * 1.13$ | \$8,379.11 |

Tabla II-11: Calculo de costos acometida de Agronomía para el mes de Febrero[5]

Mes cubierto por 2 pliegos tarifarios. Este caso es un poco más complicado. Pues es necesario determinar cuántos días del mes se encuentran dentro de cada pliego tarifario. Luego se procede como en el caso anterior, sólo añadiendo en la multiplicación final la fracción de los días correspondientes. En este ejemplo, calculamos los importes de la acometida de Humanidades para el mes de Abril de 2016 que aparece en la Figura II-7, utilizando el Pliego Tarifario del ejemplo anterior y el siguiente que inicia el 15 de Abril el cual aparece en la Figura II-8.

| | | | | |
|---------------------------|--|-----------------------------|----------------------|----------|
| Número Contrato: | 2500671 | GD2 - MT con Med. Hor.CAESS | Potencia contratada: | 258.00kw |
| Dirección del Suministro: | AV DON BOSCO FTE EDIF ALAS TOBAR, AULAS FACULT CIENCIAS ECON | | Potencia facturada: | kw |
| | U E S - Sector Nor-Oeste. fte ANDA | | Ruta-Itin-Aol: | 84 9 3 |
| | | | CGV: | 22 |

| Medidor | Mult. | Desde | Hasta | Lectura Actual | Lectura Anterior | Consumo |
|------------------------------------|-------|------------|------------|----------------|------------------|-----------------|
| 95203319 | 1200 | 01/04/2016 | 02/05/2016 | 2,027.80 | 2,008.80 | 22,800.00 kwh |
| 95203319 | 1200 | 01/04/2016 | 02/05/2016 | 1,239.20 | 1,228.90 | 12,360.00 kwh |
| 95203319 | 1200 | 01/04/2016 | 02/05/2016 | 8,362.20 | 8,273.30 | 106,680.00 kwh |
| 95203319 | 1200 | 01/04/2016 | 02/05/2016 | 0.43 | 0.41 | 516.00 kw |
| 95203319 | 1 | 01/04/2016 | 02/05/2016 | 96.00 | 96.00 | 96.00 F.P. |
| Concepto | | | | | | Importe en \$ |
| Cargo de Comercialización | | | | | | 14.570000 |
| Costo por tasa municipal por poste | | | | | | 0.540000 |
| Cargo por Energía Punta | | | | | | 2,607.680000 |
| Cargo por Energía Valle | | | | | | 1,389.500000 |
| Cargo por Energía Resto | | | | | | 12,183.250000 |
| Cargo de Distribución Potencia | | | | | | 3,639.420000 |
| Retención IVA(Factura) | | | | | | -177.310000 |
| Interes por mora | | | | | | 201.290000 |
| Subtotal: | | | | | | \$19,858.940000 |

Figura II-4: Detalle Acometida de Humanidades mes de Abril de 2016 [11]

| III. GRANDES DEMANDAS (>50 kW) | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| BAJA TENSION CON MEDIDOR HORARIO | | | | | | | | | |
| | | CAESS | DEL SUR | CLESA | EEO | DEUSEM | EDESAL | B&D | ABRUZZO |
| Cargo de Comercialización: | | | | | | | | | |
| Atención al Cliente | US\$/Usuario-m | 12.896956 | 14.474650 | 12.267412 | 13.905912 | 13.854964 | 17.560792 | 14.216244 | 6.590515 |
| Cargo de Energía: | | | | | | | | | |
| Energía en Punta | US\$/kWh | 0.100503 | 0.102139 | 0.100504 | 0.100733 | 0.101964 | 0.101888 | 0.096973 | 0.074426 |
| Energía en Resto | US\$/kWh | 0.100594 | 0.101081 | 0.100736 | 0.100180 | 0.102580 | 0.100330 | 0.097072 | 0.073457 |
| Energía en Valle | US\$/kWh | 0.099805 | 0.099964 | 0.097806 | 0.099289 | 0.101504 | 0.097859 | 0.093340 | 0.069347 |
| Cargo de Distribución: | | | | | | | | | |
| Potencia: | US\$/kW-mes | 13.116398 | 21.334001 | 21.559507 | 26.988811 | 26.549845 | 35.956016 | 15.128387 | 19.603189 |
| MEDIA TENSION CON MEDIDOR HORARIO | | | | | | | | | |
| | | CAESS | DEL SUR | CLESA | EEO | DEUSEM | EDESAL | B&D | ABRUZZO |
| Cargo de Comercialización: | | | | | | | | | |
| Cargo Fijo | US\$/Usuario-m | 12.896956 | 14.474650 | 12.267412 | 13.905912 | 13.854964 | 17.560792 | 14.216244 | 6.590515 |
| Cargo de Energía: | | | | | | | | | |
| Energía en Punta | US\$/kWh | 0.093106 | 0.093498 | 0.091659 | 0.089824 | 0.090371 | 0.094562 | 0.092173 | 0.065779 |
| Energía en Resto | US\$/kWh | 0.093190 | 0.092529 | 0.091871 | 0.089331 | 0.090917 | 0.093115 | 0.092267 | 0.064923 |
| Energía en Valle | US\$/kWh | 0.092459 | 0.091507 | 0.089199 | 0.088536 | 0.089963 | 0.090822 | 0.088720 | 0.061290 |
| Cargo de Distribución: | | | | | | | | | |
| Potencia: | US\$/kW-mes | 6.241701 | 6.843612 | 12.008595 | 17.332651 | 16.556324 | 16.414279 | 6.818254 | 5.050746 |

Figura II-5: Pliego tarifario vigentes desde el 15 de Abril de 2016 [9]

Primero es necesario identificar la fracción del mes que pertenece a cada pliego tarifario, tal como se muestra en la Tabla II-12 Luego se obtienen las fracciones, determinando cuántos días del mes corresponden a cada pliego tarifario.

| | inicio | Final | Fracción |
|-------------------|---------------|--------------|-----------------|
| Fracción 1 | 1 de Abril | 15 de Abril | 14/31 |
| Fracción 2 | 15 de Abril | 2 de Mayo | 17/31 |

Tabla II-12: Fracción de días correspondientes a cada Pliego Tarifario.

Finalmente, se procede como el ejemplo anterior, con la diferencia de añadir la fracción en el cálculo para cada pliego de energía y el resultado final será la suma de ambos, tal y como se muestra en la tabla II -13. Para la demanda de potencia, no es necesario aplicarlo porque esta tarifa se ajusta anualmente, por lo tanto, es la misma para ambos pliegos.

| | Pliego tarifario | Consumo | Calculo | Resultado | Suma |
|----------------------|-------------------------|----------------|--|-------------------|--------------------|
| Energía Punta | 0.111059 US\$/kWh | 22,800 | $0.111059 * 22800 * 1.13 * \frac{14}{31}$ | \$1292.21 | \$2,607.68 |
| | 0.093106 US\$/kWh | kWh | $0.093106 * 22800 * 1.13 * \frac{17}{31}$ | \$1315.46 | |
| Energía Valle | 0.108020 US\$/kWh | 12,360 | $0.108020 * 12360 * 1.13 * \frac{14}{31}$ | \$681.34 | \$1,389.50 |
| | 0.092459 US\$/kWh | kWh | $0.092459 * 12360 * 1.13 * \frac{17}{31}$ | \$708.16 | |
| Energía Resto | 0.110628 US\$/kWh | 106,680 | $0.110628 * 106680 * 1.13 * \frac{14}{31}$ | \$6,022.72 | \$12,183.25 |
| | 0.093190 US\$/kWh | kWh | $0.093190 * 106680 * 1.13 * \frac{17}{31}$ | \$6,160.52 | |
| Potencia | 6.241701 US\$/kW | 516 kW | $6.241701 * 516 * 1.13$ | | \$3,639.41 |

Tabla II-13: Cálculo de los costos finales acometida de Humanidades Abril de 2016 [5]

CAPITULO III: ANALISIS DE LOS RESULTADOS

En el presente apartado se muestra cómo ha cambiado la situación de la UES, si se consideraron las propuestas y recomendaciones realizadas por la auditoria, cuales fueron llevadas a cabo, y qué resultado se obtuvo de ellas. Ahora que nos encontramos a 12 años de la auditoria energética, y pudimos observar la información recolectada para un período de casi 18 años, tenemos a nuestra disposición un amplio registro de información con la que podemos realizar los análisis pertinentes.

3.1. AHORRO ENERGÉTICO

En lo que concierne al ahorro energético, podemos observar 2 grandes componentes. Las acciones y disposiciones de la UES, y la cultura o conciencia por parte de la población en general. Por parte de la universidad se observan una actitud positiva al utilizar tecnologías más eficientes y de menor consumo, también podemos afirmar que se ha aceptado el compromiso de incluir dispositivos que ayuden al ahorro de energía eléctrica al realizar proyecciones o diseños para nuevas edificaciones.

Por otra parte, se sigue observando el extendido uso de los equipos de Aires Acondicionados cuyo número no deja de elevarse. Estos representan no solo un consumo de energía grande, sino también un valor que incrementa gradualmente la demanda de potencia. Por lo que es necesario fiscalizar su uso así como también, darles un mantenimiento preventivo frecuente.

Un factor importante que ha contribuido al ahorro energético, ha sido la concientización de estudiantes y empleados en el uso eficiente de los equipos e instalaciones de la Universidad, sin embargo, aún existe un buen número de usuarios que no toman interés en el tema de ahorro energético.

3.2. AHORRO ECONÓMICO

En ésta área es donde más claro se muestra el panorama. Con la información recabada; es posible determinar en primera instancia, si se llevaron a cabo las propuestas realizadas por la auditoría. Es decir, si se implementaron a tiempo y establecer si su resultado fue de provecho. De igual forma con la aplicación web generada por este trabajo de graduación, es factible identificar posibles fallas de facturación y analizar el consumo histórico de la UES.

3.2.1. Alquiler de Transformadores

Como se manifestó en la sección 1.4.1. En la acometida conocida como La Fosa se identificó un servicio extra en concepto de alquiler de 3 transformadores de 37.5 KVA cada uno. Esto representó un desembolso mensual constante totalmente innecesario puesto que existían muchas alternativas para prescindir de ellos.

A finales de 2003 cuando ya se había pagado durante 1 año y medio por este servicio, saltaba a la vista la necesidad de cancelarlo. Para este momento, se habían desaprovechado \$1,505.88 en total como se observa en la Tabla III-1. La auditoría, en este punto señaló un evento de crucial importancia; una notificación enviada por la distribuidora anunciando un aumento para el costo de este servicio a implementarse desde 2004. [2]

| Año | Meses | Pago | Anualidad |
|--------------|-------|---------|-------------------|
| 2002 | 6 | \$83.66 | \$501.96 |
| 2003 | 12 | \$83.66 | \$1,003.92 |
| Total | | | \$1,505.88 |

Tabla III-1: Monto cancelado por alquiler de transformadores (2002-2003) [2]

Dicha notificación planteaba dos opciones para la universidad. Por una parte, incremento en el costo, por otra parte, se ofrecía la posibilidad de comprar los transformadores. Sin embargo, con la información obtenida de las facturas de los años posteriores desde la culminación de la auditoría a mediados de 2004 se pudo observar que no se llevó a cabo ninguna de las recomendaciones señaladas para este servicio por lo que se prolongó hasta

Febrero del 2012, fecha en la que se realizó la integración de la acometida de La Fosa y fue cancelado, por lo que transcurrieron un poco más de 8 años para que definitivamente fuera eliminado este servicio.

A lo largo de este período, en el que se conservó el servicio, se cancelaron mensualmente \$291.68; es decir, \$3,500.16 anuales. Cifra de la que nunca fue totalmente aclarada su procedencia pues la notificación de 2003, expresaba que el importe a pagar era de \$258.12 por mes con IVA incluido o \$3,097.44 al año. Por lo que se sospecharía existió un error en la notificación de la que se pudieron generar quejas en su momento. En cualquier caso, por este servicio se canceló un monto de \$30,090.52 cuyo detalle se puede examinar en la Tabla III-2. Salta a la vista, la diferencia de \$3,288.88 entre el total realmente pagado y el precio que reflejaba el documento antes mencionado.

| Tarifa Realmente Cancelada | | |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| Años | Mensualidad | Total anual |
| 2004-2011 | \$291.68 | \$3,500.16 |
| 2012 | 291.68 (2 meses) | \$583.36 |
| Total 2004 -2012 | | \$28,584.64 |
| Total 2002-2012 | | \$30,090.52 |
| Tarifa de la Notificación | | |
| Años | Mensualidad | Total anual |
| 2004-2011 | \$258.12 | \$3,097.44 |
| 2012 | 258.12(2 meses) | \$516.24 |
| Total 2004 -2012 | | \$25,295.76 |
| Total 2002-2012 | | \$26,801.64 |

Tabla III-2: Detalle del costo total del alquiler de transformadores. [2]

Resulta muy cuestionable el hecho que la universidad no tomara acciones inmediatas. En 2004 se contaba con alternativas que claramente requerían de una inversión, pero que eliminarían este servicio definitivamente.

La propuesta con la inversión más grande consistía en la compra de los transformadores, que a finales de 2003 fueron ofertados por \$3,097.39 cifra menor que el monto pagado por un año. También se contaba con la opción de reacomodar la carga que tenían los transformadores mediante la contratación de un contratista particular por \$1,475.78 con la posibilidad de reducir esta cifra un 30% recurriendo al personal de la universidad [2].

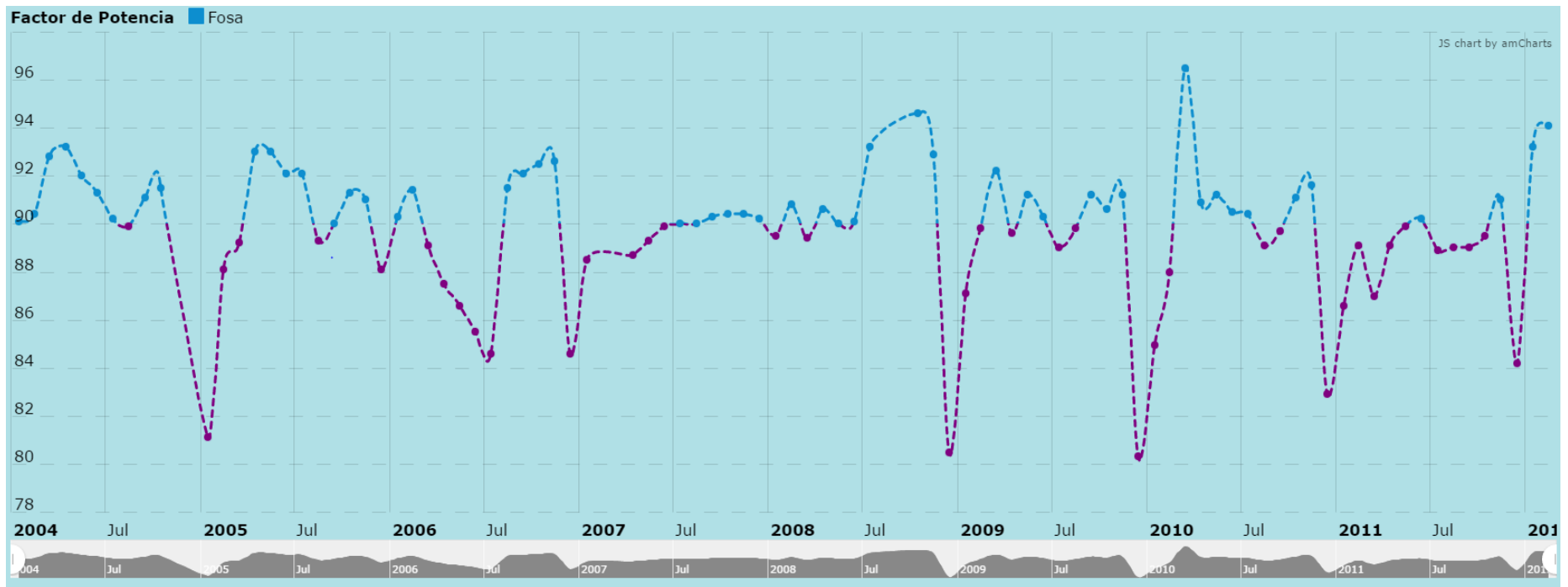
Ambas cifras demostraron ser menores que el monto a pagar por un año de servicio con la tarifa del 2004 por lo que el tiempo de recuperación de la inversión era muy atractivo como se muestra en la tabla III-3, a pesar de todo esto los encargados no tomaron cartas en el asunto hasta el año 2012, lo que costo a la universidad \$30,090.52

| Propuesta | Inversión Inicial | Ahorro Anual | Tiempo de Recuperación | Resultado |
|--|-------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-----------|
| Compra de Transformadores | \$3,097.39 | \$3,500.16 (tarifa real) | $\frac{3,097.39}{3,500.16} = 0.8849$ | < 1 año |
| Reubicación de Carga | \$1,475.78 | \$3,500.16 (tarifa real) | $\frac{1,475.78}{3,500.16} = 0.4216$ | < 6 meses |
| Reubicación de Carga (30% ahorro) | \$1,033.05 | \$3,500.16 (tarifa real) | $\frac{1,033.05}{3,500.16} = 0.30$ | 4 meses |

Tabla III-3: Cálculo del tiempo de recuperación para las inversiones. [2].

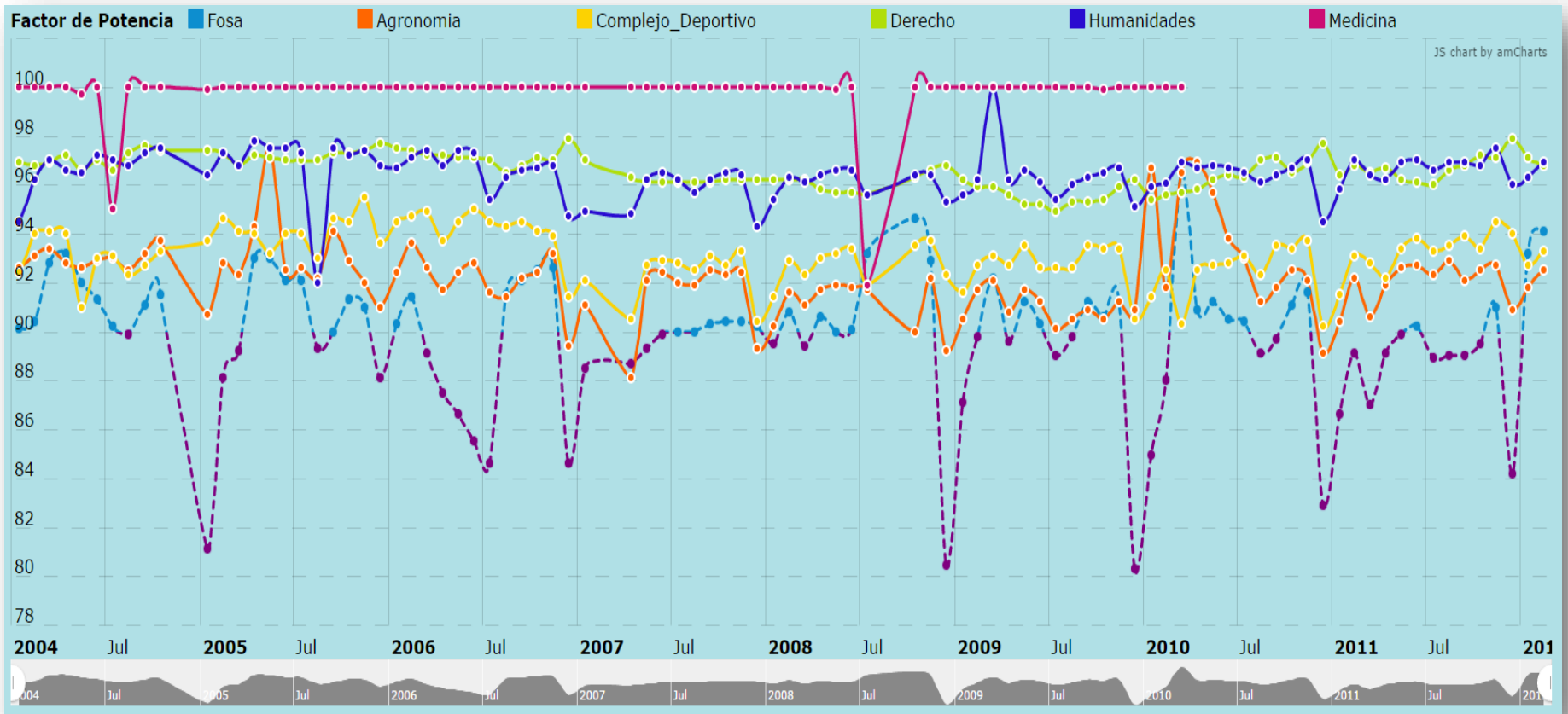
3.2.2. Bajo Factor de potencia

El Bajo Factor de potencia es otro inconveniente encontrado en la acometida conocida como la Fosa, está constituido por un cobro variable que depende de que tan debajo de 0.90 se halle el Factor de Potencia inductivo del punto de entrega.



Gráfica III-1: Registro del historial completo factor de potencia acometida La Fosa

La Gráfica III-1 representa el historial del factor de potencia presente en las facturas para la acometida de la Fosa. En color azul tenemos los meses que no fueron penalizados, mientras que en morado se muestran los meses en que se midió un bajo factor de potencia. Dado que la ley obliga al distribuidor a enviar una notificación el primer mes que se registra este problema y señalando un plazo de 3 meses para corregir este problema, por lo que solo los casos en que al menos 3 meses seguidos presentan esta condición fueron penalizados.



Gráfica III-2: Registro histórico de factor de potencia para todas las acometidas 2004-2012.

Tal y como se puede constatar en la Gráfica III-1, son muchos los grupos de 3 meses o más que registraron un valor menor a 90. Por lo que se puede concluir que era un problema muy recurrente para esta acometida. No obstante, pasaron los años y no se tomó medida alguna para corregirlo.

En la Gráfica III-2, podemos observar como solo la acometida de La Fosa presentaba recurrentemente este problema, mientras que en las demás acometidas raramente se registraba algún valor menor a 90. Y de ser el caso, sucedía en los meses que la universidad se encontraba cerrada o con poca actividad.

3.2.3. Ajustes en la Capacidad de Suministro

Como se mencionó en la sección 1.4.3, para la época en la que se realizó la auditoria, existían unas circunstancias legales que permitían a las distribuidoras cobrar por una potencia que no fue demandada. Indudablemente, no estaba en manos de la universidad cambiar la legislación, pero podían implementar medidas paliativas con las que reducir los pagos.

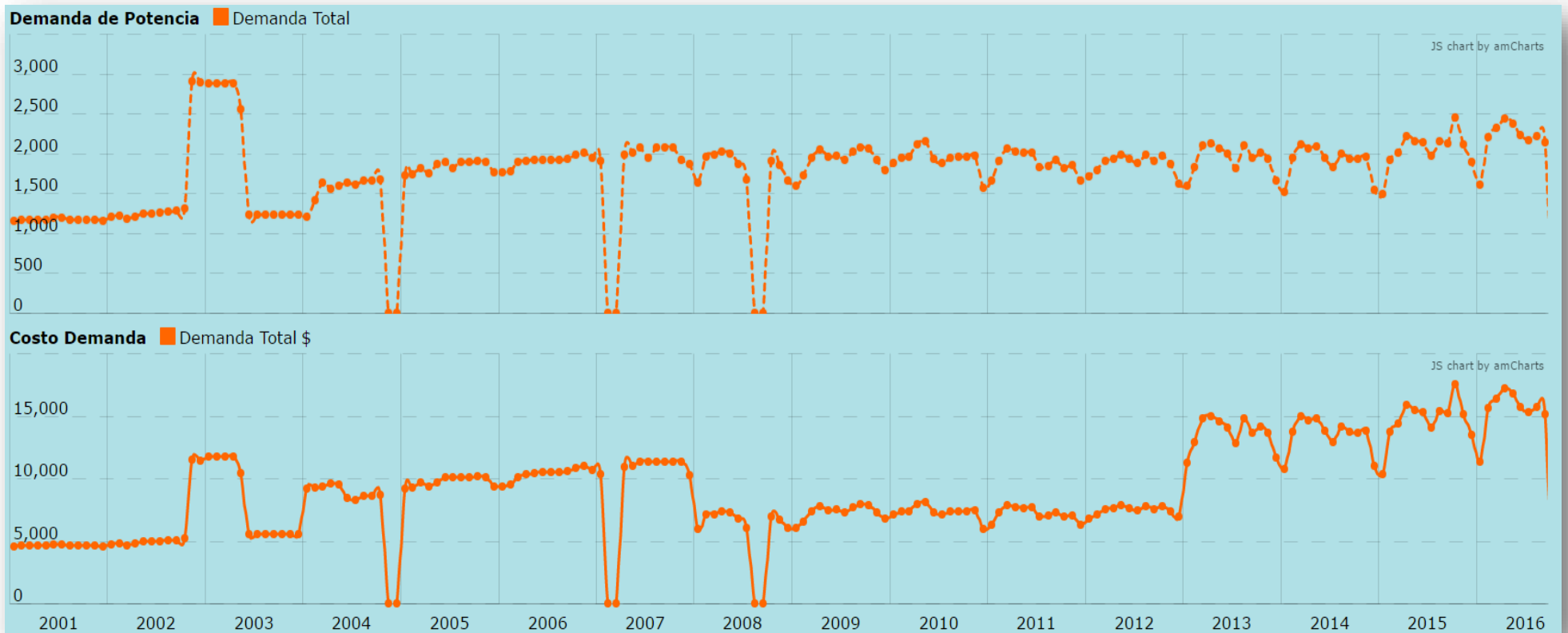
Vale la pena analizar los datos de las facturas correspondientes a los años posteriores a la auditoria. El reglamento cambió hasta el año 2008, por lo que durante 4 años la universidad estuvo obligada durante ciclos de 6 meses a pagar por una demanda de potencia que realmente no fue registrada. Esto se refleja en la Tabla III-4 que contiene el historial correspondiente a los años previamente mencionados. Al comparar las columnas de potencia facturada y medida para cada acometida, se encuentran diferencias en la mayoría de meses tal como se ve en la Tabla III-5 que muestra en porcentaje la proporción en que es mayor la potencia facturada a la que fue realmente demandada.

| | Agronomía | | | Complejo | | | Derecho | | | Humanidades | | | Medicina | | | Fosa | | |
|--------|-----------|------------|-----------|----------|------------|-----------|----------|------------|-----------|-------------|------------|-----------|----------|------------|-----------|----------|------------|-----------|
| | Medición | Contratado | Facturado | Medición | Contratado | Facturado | Medición | Contratado | Facturado | Medición | Contratado | Facturado | Medición | Contratado | Facturado | Medición | Contratado | Facturado |
| jun-04 | 682 | 542.4 | 748 | 132 | 99 | 132 | 100.69 | 51 | 100.69 | 300 | 258 | 300 | 124 | 80 | 144 | 204 | 168 | 204 |
| jul-04 | 671 | 542.4 | 748 | 121 | 99 | 132 | 86.07 | 51 | 100.69 | 264 | 258 | 300 | 132 | 80 | 144 | 180 | 168 | 180 |
| ago-04 | 748 | 542.4 | 748 | 165 | 99 | 165 | 86.07 | 51 | 100.69 | 300 | 258 | 300 | 132 | 80 | 144 | 204 | 168 | 204 |
| sep-04 | 715 | 542.4 | 748 | 165 | 99 | 165 | 92.57 | 51 | 100.69 | 300 | 258 | 300 | 144 | 80 | 144 | 204 | 168 | 204 |
| oct-04 | 759 | 542.4 | 759 | 143 | 99 | 165 | 90.94 | 51 | 100.69 | 300 | 258 | 300 | 136 | 80 | 144 | 192 | 168 | 204 |
| ene-05 | 561 | 542.4 | 770 | 88 | 99 | 165 | 82.82 | 51 | 100.69 | 240 | 258 | 312 | 120 | 80 | 144 | 132 | 168 | 228 |
| feb-05 | 630 | 542.4 | 770 | 176 | 99 | 176 | 84.5 | 51 | 100.69 | 260 | 258 | 312 | 120 | 80 | 144 | 140 | 168 | 228 |
| mar-05 | 836 | 542.4 | 836 | 121 | 99 | 176 | 94.19 | 51 | 100.69 | 324 | 258 | 324 | 136 | 80 | 144 | 216 | 168 | 228 |
| abr-05 | 770 | 542.4 | 836 | 154 | 99 | 176 | 120.18 | 51 | 120.18 | 336 | 258 | 336 | 136 | 80 | 144 | 240 | 168 | 240 |
| may-05 | 847 | 542.4 | 847 | 187 | 99 | 187 | 110.2 | 51 | 120.18 | 348 | 258 | 348 | 144 | 80 | 144 | 235 | 168 | 240 |
| jun-05 | 748 | 542.4 | 847 | 121 | 99 | 187 | 108.81 | 51 | 120.18 | 324 | 258 | 348 | 136 | 80 | 144 | 228 | 168 | 240 |
| jul-05 | 715 | 542.4 | 847 | 137 | 99 | 187 | 108.81 | 51 | 120.18 | 276 | 258 | 348 | 132 | 80 | 144 | 216 | 168 | 240 |
| ago-05 | 748 | 542.4 | 847 | 154 | 99 | 187 | 108.81 | 51 | 120.18 | 300 | 258 | 348 | 140 | 80 | 144 | 204 | 168 | 240 |
| sep-05 | 715 | 542.4 | 847 | 143 | 99 | 187 | 112.06 | 51 | 120.18 | 300 | 258 | 348 | 148 | 80 | 148 | 204 | 168 | 240 |
| oct-05 | 715 | 542.4 | 847 | 176 | 168 | 187 | 112.06 | 51 | 120.18 | 300 | 258 | 348 | 160 | 80 | 160 | 228 | 168 | 240 |
| ene-06 | 660 | 542.4 | 748 | 88 | 99 | 187 | 102.31 | 51 | 102.31 | 264 | 258 | 348 | 128 | 80 | 144 | 228 | 168 | 228 |
| feb-06 | 770 | 542.4 | 770 | 99 | 99 | 187 | 102.31 | 51 | 102.31 | 300 | 258 | 348 | 144 | 80 | 144 | 228 | 168 | 228 |
| mar-06 | 858 | 542.4 | 858 | 154 | 99 | 187 | 115.3 | 51 | 115.3 | 336 | 258 | 348 | 156 | 80 | 156 | 228 | 168 | 228 |
| abr-06 | 858 | 542.4 | 858 | 187 | 99 | 187 | 115.3 | 51 | 115.3 | 360 | 258 | 360 | 152 | 80 | 156 | 228 | 168 | 228 |
| may-06 | 836 | 542.4 | 858 | 154 | 99 | 187 | 118.55 | 51 | 118.55 | 360 | 258 | 360 | 148 | 80 | 156 | 240 | 168 | 240 |
| jun-06 | 814 | 542.4 | 858 | 132 | 99 | 187 | 118.55 | 51 | 118.56 | 336 | 258 | 360 | 140 | 80 | 156 | 240 | 168 | 240 |
| jul-06 | 781 | 542.4 | 858 | 99 | 99 | 187 | 118.51 | 51 | 118.55 | 288 | 258 | 360 | 132 | 80 | 156 | 240 | 168 | 240 |
| ago-06 | 836 | 542.4 | 858 | 132 | 99 | 187 | 112.06 | 51 | 118.55 | 336 | 258 | 360 | 144 | 80 | 156 | 240 | 168 | 240 |
| sep-06 | 869 | 542.4 | 869 | 165 | 99 | 187 | 116.93 | 51 | 118.55 | 348 | 258 | 360 | 152 | 80 | 156 | 240 | 168 | 240 |
| oct-06 | 847 | 542.4 | 869 | 198 | 99 | 198 | 112.06 | 51 | 118.55 | 372 | 258 | 372 | 148 | 80 | 156 | 264 | 168 | 264 |
| nov-06 | 836 | 542.4 | 869 | 264 | 99 | 264 | 105.56 | 51 | 118.55 | 348 | 258 | 360 | 136 | 80 | 156 | 240 | 168 | 240 |
| dic-06 | 759 | 542.4 | 869 | 143 | 99 | 198 | 94.19 | 51 | 118.55 | 324 | 258 | 360 | 128 | 80 | 156 | 216 | 168 | 240 |
| ene-07 | 792 | 542.4 | 869 | 132 | 99 | 198 | 95.82 | 51 | 118.55 | 312 | 258 | 360 | 132 | 80 | 156 | 204 | 168 | 240 |
| abr-07 | 847 | 542.4 | 869 | 121 | 99 | 198 | 116.93 | 51 | 118.55 | 396 | 258 | 396 | 144 | 80 | 156 | 252 | 168 | 252 |
| may-07 | 880 | 542.4 | 880 | 132 | 99 | 198 | 126.67 | 51 | 126.67 | 396 | 258 | 396 | 144 | 80 | 156 | 252 | 168 | 252 |
| jun-07 | 946 | 542.4 | 946 | 165 | 99 | 198 | 126.67 | 51 | 126.67 | 384 | 258 | 396 | 144 | 80 | 156 | 252 | 168 | 252 |
| jul-07 | 935 | 542.4 | 946 | 121 | 99 | 198 | 126.67 | 51 | 126.67 | 370 | 258 | 396 | 144 | 80 | 156 | 252 | 168 | 252 |
| ago-07 | 891 | 542.4 | 946 | 154 | 99 | 198 | 126.67 | 51 | 126.67 | 360 | 258 | 396 | 148 | 80 | 156 | 252 | 168 | 252 |
| sep-07 | 891 | 542.4 | 946 | 143 | 99 | 198 | 126.67 | 51 | 126.67 | 360 | 258 | 396 | 144 | 80 | 156 | 252 | 168 | 252 |
| oct-07 | 869 | 542.4 | 946 | 187 | 99 | 198 | 126.67 | 51 | 126.97 | 348 | 258 | 396 | 144 | 80 | 156 | 252 | 168 | 252 |
| nov-07 | 858 | 542.4 | 946 | 187 | 99 | 198 | 126.67 | 51 | 126.67 | 348 | 258 | 396 | 144 | 80 | 156 | 252 | 168 | 252 |

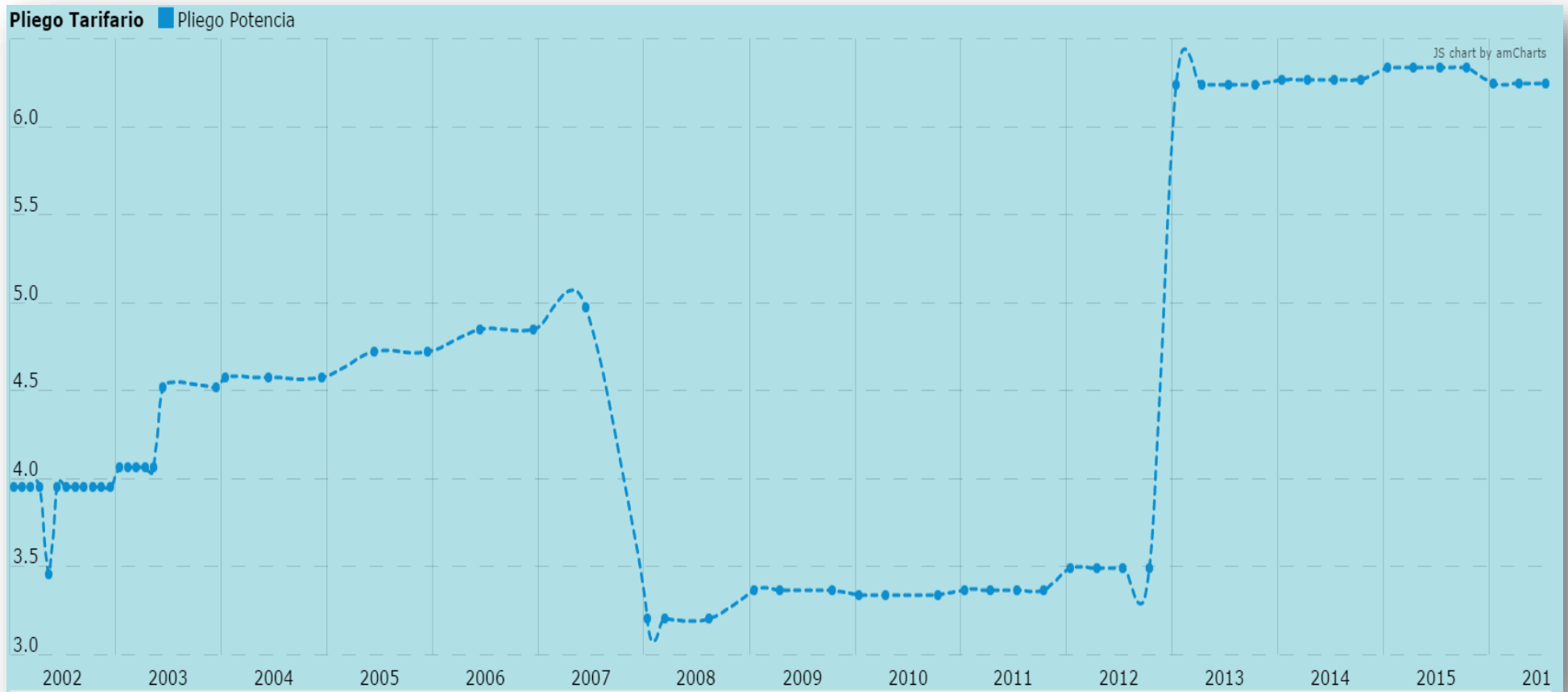
Tabla III-4: Historial de demanda de potencia medida, contratada y facturada para los años 2004 -2007. [11]

| % de incremento entre Facturado y Medido | | | | | | | |
|--|-----------|----------|---------|-------------|----------|-------|----------|
| Mes | Agronomía | Complejo | Derecho | Humanidades | Medicina | Fosa | Promedio |
| jun-04 | 9.68 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 16.13 | 0.00 | 4.30 |
| jul-04 | 11.48 | 9.09 | 16.99 | 13.64 | 9.09 | 0.00 | 10.05 |
| ago-04 | 0.00 | 0.00 | 16.99 | 0.00 | 9.09 | 0.00 | 4.35 |
| sep-04 | 4.62 | 0.00 | 8.77 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.23 |
| oct-04 | 0.00 | 15.38 | 10.72 | 0.00 | 5.88 | 6.25 | 6.37 |
| ene-05 | 37.25 | 87.50 | 21.58 | 30.00 | 20.00 | 72.73 | 44.84 |
| feb-05 | 22.22 | 0.00 | 19.16 | 20.00 | 20.00 | 62.86 | 24.04 |
| mar-05 | 0.00 | 45.45 | 6.90 | 0.00 | 5.88 | 5.56 | 10.63 |
| abr-05 | 8.57 | 14.29 | 0.00 | 0.00 | 5.88 | 0.00 | 4.79 |
| may-05 | 0.00 | 0.00 | 9.06 | 0.00 | 0.00 | 2.13 | 1.86 |
| jun-05 | 13.24 | 54.55 | 10.45 | 7.41 | 5.88 | 5.26 | 16.13 |
| jul-05 | 18.46 | 36.50 | 10.45 | 26.09 | 9.09 | 11.11 | 18.62 |
| ago-05 | 13.24 | 21.43 | 10.45 | 16.00 | 2.86 | 17.65 | 13.60 |
| sep-05 | 18.46 | 30.77 | 7.25 | 16.00 | 0.00 | 17.65 | 15.02 |
| oct-05 | 18.46 | 6.25 | 7.25 | 16.00 | 0.00 | 5.26 | 8.87 |
| ene-06 | 13.33 | 112.50 | 0.00 | 31.82 | 12.50 | 0.00 | 28.36 |
| feb-06 | 0.00 | 88.89 | 0.00 | 16.00 | 0.00 | 0.00 | 17.48 |
| mar-06 | 0.00 | 21.43 | 0.00 | 3.57 | 0.00 | 0.00 | 4.17 |
| abr-06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.63 | 0.00 | 0.44 |
| may-06 | 2.63 | 21.43 | 0.00 | 0.00 | 5.41 | 0.00 | 4.91 |
| jun-06 | 5.41 | 41.67 | 0.01 | 7.14 | 11.43 | 0.00 | 10.94 |
| jul-06 | 9.86 | 88.89 | 0.03 | 25.00 | 18.18 | 0.00 | 23.66 |
| ago-06 | 2.63 | 41.67 | 5.79 | 7.14 | 8.33 | 0.00 | 10.93 |
| sep-06 | 0.00 | 13.33 | 1.39 | 3.45 | 2.63 | 0.00 | 3.47 |
| oct-06 | 2.60 | 0.00 | 5.79 | 0.00 | 5.41 | 0.00 | 2.30 |
| nov-06 | 3.95 | 0.00 | 12.31 | 3.45 | 14.71 | 0.00 | 5.73 |
| dic-06 | 14.49 | 38.46 | 25.86 | 11.11 | 21.88 | 11.11 | 20.49 |
| ene-07 | 9.72 | 50.00 | 23.72 | 15.38 | 18.18 | 17.65 | 22.44 |
| abr-07 | 2.60 | 63.64 | 1.39 | 0.00 | 8.33 | 0.00 | 12.66 |
| may-07 | 0.00 | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 8.33 | 0.00 | 9.72 |
| jun-07 | 0.00 | 20.00 | 0.00 | 3.13 | 8.33 | 0.00 | 5.24 |
| jul-07 | 1.18 | 63.64 | 0.00 | 7.03 | 8.33 | 0.00 | 13.36 |
| ago-07 | 6.17 | 28.57 | 0.00 | 10.00 | 5.41 | 0.00 | 8.36 |
| sep-07 | 6.17 | 38.46 | 0.00 | 10.00 | 8.33 | 0.00 | 10.49 |
| oct-07 | 8.86 | 5.88 | 0.24 | 13.79 | 8.33 | 0.00 | 6.18 |
| nov-07 | 10.26 | 5.88 | 0.00 | 13.79 | 8.33 | 0.00 | 6.38 |

Tabla III-5: Incremento (%) entre potencia facturada y medida. [11]



Gráfica III-3: Registro histórico de la demanda de potencia total facturada generada por la aplicación web.



Gráfica III-4: Registro del pliego tarifario para el cargo por distribución generado por la aplicación web.

De igual forma al revisar la Tabla III-5 se encuentran algunos meses en los que la discrepancia es excesiva, tal es el caso de la acometida del Complejo deportivo en Enero de 2006 para la cual, la potencia facturada es 112% mayor que la medida. Asimismo, podemos encontrar meses en los que el promedio de todas las acometidas alcanzó valores muy grandes como el mes de Enero de 2005, en que el promedio de la potencia facturada fue 44.84% mayor que la medida constituyendo \$4,477 de alza.

En lo que concierne a lo sucedido durante la preparación para los Juegos de Centroamérica y el Caribe, la Gráfica III-3 nos muestra claramente el error que se cometió al pedir aumentos en el contrato de suministro, la potencia facturada durante esa época son los máximos históricos. A pesar que año con año aumenta la potencia que se demanda, en los 16 años de los que se cuenta con la información de facturas, la cifra de demanda realmente registrada más cercana se queda 500kW abajo.

Existe un contraste diferente al observar la sección de la gráfica correspondiente al costo, pues el pliego tarifario aprobado para el quinquenio que inició en 2013, prácticamente se duplico como se observa en la Grafica III-4. El quinquenio anterior alcanzó como máximo \$3.5. En cambio el actual se elevó casi al doble rondando \$6.5.

Debido a este aumento en la tarifa, se puede observar una considerable alza en el costo de la demanda a partir de 2013, aunque realmente la demanda como tal no haya aumentado un margen tan grande.

3.3. UNIFICACIÓN DE ACOMETIDAS

La propuesta de la auditoria que más ventajas representaba para generar ahorro económico en un corto plazo, sin duda, era la unificación de acometidas. Además de otras propuestas que requerían un mayor nivel de inversión incluyen siempre la unificación.

Antes de iniciar el análisis, se debe aclarar que transcurrieron 6 años desde que se generaron las propuestas hasta el año 2010 en que se inició la unificación, cesando su operación la acometida de Medicina e integrándose a la de Agronomía. Debieron transcurrir 2 años más, para que en 2012, finalmente fuese cerrada la problemática acometida de La Fosa integrándose a la acometida del Complejo Deportivo.

Por razones desconocidas se inició la unificación con la acometida de Medicina, la cual históricamente no había presentado problemas y que implicaba una inversión mayor por el cambio del transformador principal y sus accesorios. Dejando para el año 2012, la integración de la acometida de La Fosa, que llevaba más de una década dando problemas y representando una carga para la universidad puesto que se pagaba mensualmente por alquiler de transformadores y frecuentemente era penalizada por bajo factor de potencia.

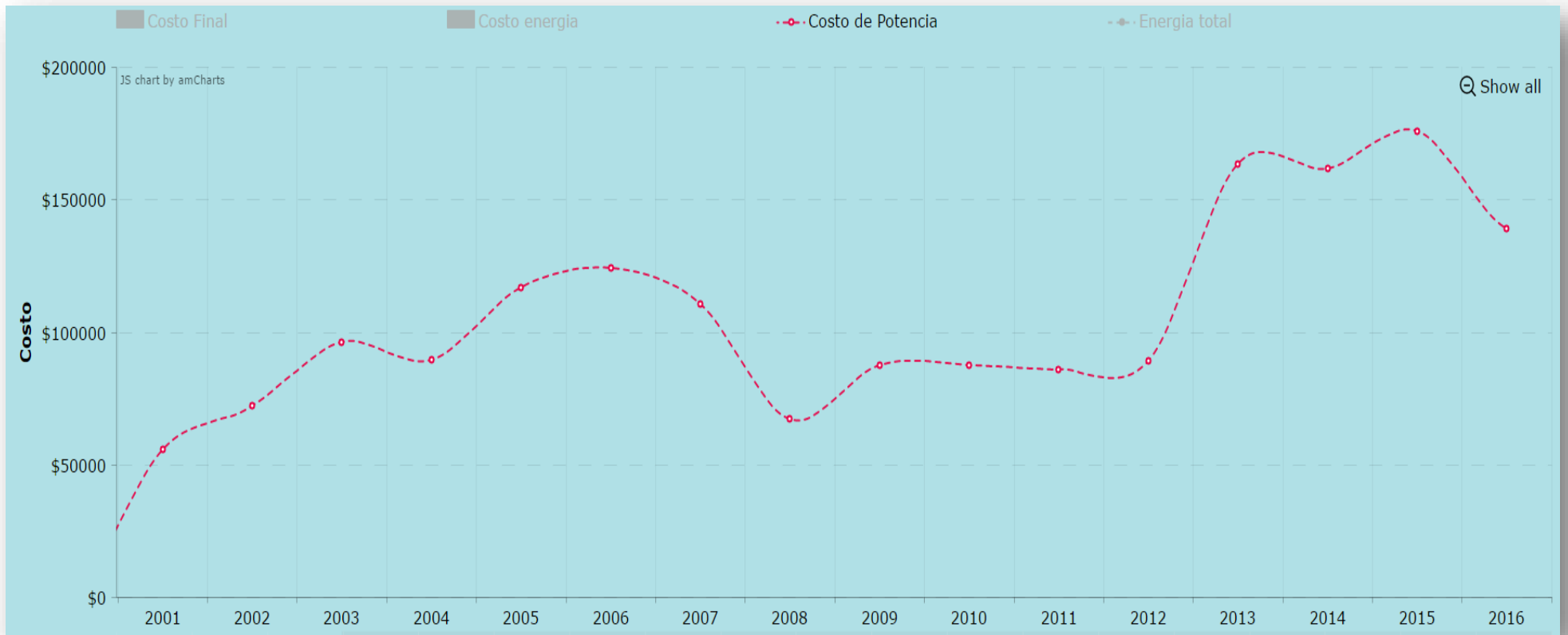
3.3.1. Unificación C. Deportivo – Fosa – Humanidades

Estas acometidas son el grupo que mayores expectativas presumían. De haberse llevado a cabo en el menor tiempo posible, en especial durante el periodo 2004-2008 habría representado un ahorro de grandes proporciones. En primer lugar al unificarlas acometidas la demanda resultante hubiese sido menor a la suma de los cobros con excedentes de dos acometidas separadas, ya que los máximos no ocurren al mismo tiempo.

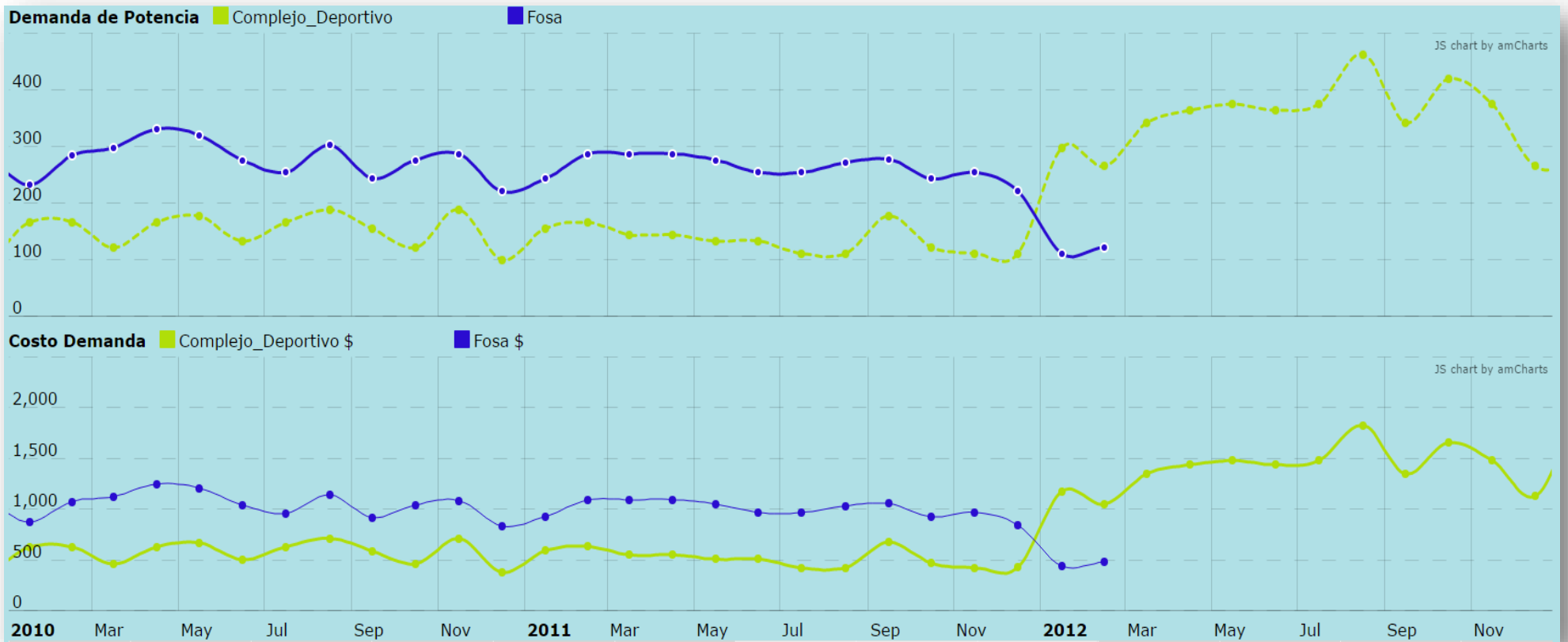
La estimación de la auditoría, que consiste sólo de la reducción de los pagos por potencia, manifiesta un prospecto de \$902.44 mensuales ahorrados. Si agregamos a esta cifra el pago por alquiler de transformadores de \$291.68 se alcanzan \$1,194.12 por mes, sería aún más, si incluimos la eliminación de la penalización por bajo factor de potencia. En cada año se hubiese tenido un ahorro mayor a los \$14,500 solo para esta acometida; dicha cantidad representa entre un 12% y 15% de ahorro anual posible para el período 2004-2007

Hasta la fecha, de las 3 acometidas contempladas por la propuesta se ha implementado el tramo Complejo Deportivo – La Fosa, que fue realizado en 2012. Después de cancelar durante cerca de una década el alquiler de transformadores y penalizaciones por bajo factor de potencia en el punto de entrega de La Fosa. Actualmente en 2016 seguimos a la espera de la culminación mediante la integración de la acometida de Humanidades, no se tiene certeza de cuantos años deban de pasar para que finalmente este completa la unificación.

Con respecto a la integración de los 2 puntos de entrega Complejo Deportivo-La Fosa podemos observar en la Gráfica III-6 el registro de las demandas antes y después de la integración. Se observa que la suma del monto cancelado por la demanda de ambas acometidas en el 2011, es mayor a la cifra demanda de la acometida ya integrada en 2012. Se demuestra que efectivamente existe un ahorro relativamente pequeño. Pero lo más importante si recordamos que con esta integración se eliminó el alquiler de transformadores y las penalizaciones por bajo factor de potencia, salta a la vista que es mucho más notable el ahorro.



Gráfica III-5: Registro demanda de potencia facturada anual



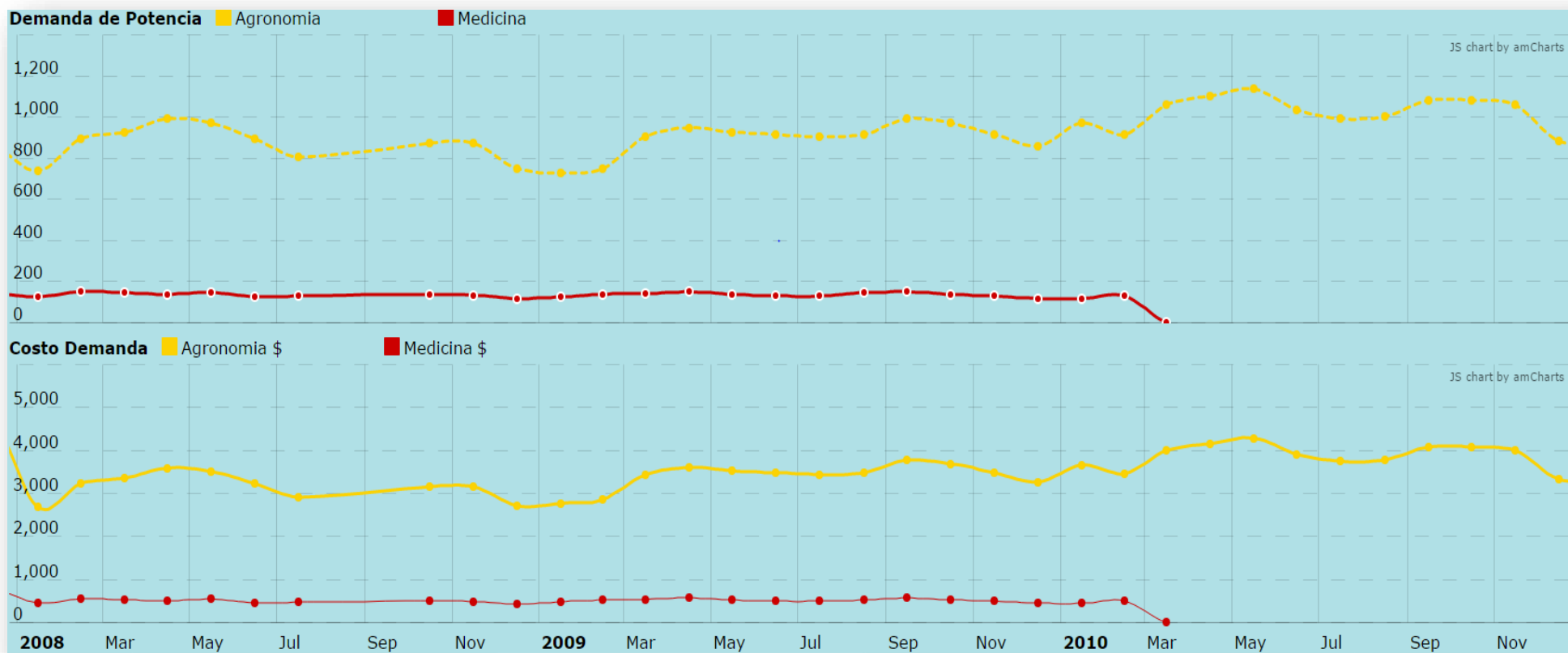
Gráfica III-6: Comportamiento de las Acometidas que se unificaron en 2012

3.3.2. Unificación Agronomía –Derecho – Medicina

Para esta propuesta no existía un prospecto de ahorro tan grande como la anterior. A esto se suma que la inversión necesaria que se estimó era relativamente alta; gran parte por la necesidad de sustituir el transformador principal de la acometida de Medicina junto a sus accesorios.

Como se mencionó anteriormente, el transformador de la acometida de Medicina tenía una capacidad muy sobrada de 1000KVA, fue construido en 1970. Su vida útil terminaba para el año 2000, requería de mantenimiento regular y un especial cuidado. Esto demostraba que se necesitaba una cierta inversión mayor para mantener en funcionamiento dicho transformador, el cual podría fallar y no quedaría otra opción más que cambiarlo. Entonces la parte más grande de la inversión era inminente realizarla y esta podría ser la razón por la que se eligió iniciar el proceso de unificación con el punto de entrega de Medicina.

El punto de entrega de Medicina cesó su operación en 2010. Una década después de terminar la vida útil estimada para el transformador central. Se integró a la acometida de Agronomía, como se puede ver en la Gráfica III-7. Es muy poca la diferencia entre las cifras pagadas por ambas acometidas y el valor cancelado luego de la integración. Debido al aumento gradual de la demanda en los últimos años. Aunado a lo anterior observamos que en Agosto de 2016 fue finalmente integrada la acometida de Derecho finalizando la unificación de estos 3 puntos de entrega. Por lo que se esperaba registrar un ahorro mayor para los tiempos venideros ahora que todo se encuentra conectado a la acometida de Agronomía.



Gráfica III-7: Comportamiento de las Acometidas que se unificaron en 2010.

CAPITULO IV: APLICACIÓN WEB

Una de las metas más importantes del presente trabajo de graduación ha sido generar una aplicación web, que además de gestionar una base de datos a toda la información, pueda generar gráficos, tablas y cálculos para realizar un mejor análisis de la información de las facturas de electricidad del campus central.

La aplicación consta de 3 secciones principales. Primero, una página principal o *landing page* que contiene la información de mayor importancia para el último año del que se haya ingresado datos. También como diversa información de interés general, como el consumo anual del intervalo total en estudio. Luego se tiene una página con diferentes gráficos generados a partir de la información de las facturas con lo que se puede ver de una forma más comprensible los datos. Esto permite identificar problemas rápidamente. Finalmente, se tiene una página que genera tabulaciones de los datos por acometida y del pliego tarifario. En dicha tabla, se presenta el cálculo de los montos que se deben de cancelar en base al pliego tarifario por lo que podemos comparar con las cifras facturadas y así llevar una fiscalización más eficaz de las facturas.

4.1. ELEMENTOS DEL SERVICIO

Para poner en marcha la aplicación se necesita de una infraestructura que da alojamiento y sirva la información a los usuarios. Los elementos principales que engloban el servicio web se presentan en la Figura IV-1. Como parte principal tenemos al servidor en el que corre el código principal de la aplicación, una base de datos cuyo objetivo, como su nombre lo indica, es almacenar de forma confiable la información de las facturas. Finalmente la interfaz de usuario que corre en el dispositivo por medio del que se visita el servicio web.



Figura IV-1: Elementos de la aplicación Web

Tanto el servidor como el equipo que funciona de base de datos representan una inversión considerable en especial si se desea utilizar equipos de respaldo para ambos. Y muchas veces, proyectos pequeños como el presente, no justifican tal inversión. De forma similar, esto representa una barrera muy importante para personas o empresas que tienen nuevas ideas o proyectos prometedores pero que no cuentan con el capital para la inversión. La segunda barrera que muchos desarrolladores encuentran, es la escalabilidad, autonomía y configuración del servidor, ya que aquí intervienen muchos factores que no tienen nada que ver con el código principal de la aplicación, pero que tienden a retrasar la puesta en operación de cualquier proyecto. Existen muchas plataformas que ofrecen a los desarrolladores usar sus servidores pagando un alquiler en base a la capacidad requerida, usuarios y otros factores, permitiendo que proyectos pequeños puedan ser subidos a internet sin recurrir a una inversión grande.

4.2. PLATAFORMA DE GOOGLE

4.2.1. App Engine

Para alojar el servicio web, se seleccionó la plataforma de Google llamada “*Google Cloud Platform*”. Entre sus servicios, se encuentra “*Google App Engine*” sobre la que corre la aplicación web. Gracias a esta plataforma, nuestra aplicación escalará hacia arriba o hacia abajo de forma automática en función de la cantidad de tráfico recibido. En otras palabras, Google administra la disponibilidad de la aplicación por lo que el desarrollador se puede enfocar completamente en lo que le interesa, que es el código principal de la aplicación y llevarlo a producción lo más rápido posible.

Nuestra aplicación corre sobre los servidores de Google y utiliza los mismos recursos que sus servicios por lo que es muy fiable. El código de la aplicación así como la base de datos se encuentra replicada en varios *Data Centers* en el mundo permitiendo una alta disponibilidad y haciendo casi imposible la pérdida de información por hardware dañado.[12]

A todos los beneficios anteriores se suma que *App Engine* cuenta con una cuota gratis inicial muy generosa mostrada en la Figura IV-2, dicha cuota está basada en un límite diario que contempla de forma independiente los diferentes recursos utilizados para brindar un servicio web como el tiempo que permanece activas las diferentes instancias, es decir el tiempo que permanece en operación el servicio para cada usuario, las consultas a la base de datos, el tráfico de salida como de entrada, es decir los datos que los usuarios piden al servidor así como la información que es enviada hacia él, y otras características opcionales que permiten añadir mayor funcionalidad al proyecto. Debido a esta segmentación en los cobros se vuelve más eficiente el servicio pues se invierte solo en los recursos que realmente son demandados; esto sumado a la cuota diaria gratuita permite a un proyecto pequeño operar sin costo alguno o con uno mínimo dependiendo del caso. Una vez se supera esta cuota gratis, se inicia el pago por los recursos utilizados. Aún en este caso, los costos de operación de la mayoría de

proyectos de mediano tamaño son muy pocos, justificando de gran manera la elección de esta plataforma. [12]

| | Limite Diario Gratuito | Precio (cuando se supera el límite gratuito) |
|-----------------------------|--|--|
| Instancias | 28 horas de instancias | 0.05USD/instancia/hora |
| Cloud Datastore | <ul style="list-style-type: none"> • 50,000 operaciones pequeñas de lectura/escritura. • 1GB de almacenamiento | <ul style="list-style-type: none"> • 0.06USD por cada 100,000 operaciones de lectura o escritura. • 0.16USD/GB/mes |
| Trafico de red (salida) | 1GB | 0.12USD/GB |
| Trafico de red (entrada) | 1GB | Gratis |
| Cloud Storage | 5GB | 0.026USD/GB/mes |
| Memcache | <ul style="list-style-type: none"> • Uso gratuito de la cache compartida | <ul style="list-style-type: none"> • Uso gratuito de la cache compartida • Cache dedicado 0.06USD/GB/hora |
| API de correo electrónico | 100 destinatarios | A pedido del administrador |
| Api de registro | 100MB | 0.12USD/GB |
| Cola de tareas | 5GB | 0.026USD/GB/mes |
| Almacenamiento de registros | 1GB | 0.26USD/GB/mes |
| IP virtual SSL | - | 39USD/IP virtual/mes |
| Servicios Agrupados | Manipulación de imágenes, certificados SIN SSL, API socket, API de cola de tareas, URL Fetch, API de usuario | |

Figura IV-2: Cuotas gratis y sufragadas. [13]

4.2.2. Cloud Datastore

Además de la infraestructura en la que corre la aplicación, también se necesita un alojamiento para la base de datos que es igual o más importante que la anterior. En ella se guardan los datos que son de sumo interés para el propietario, quien necesita que sean persistentes en el tiempo; es decir, que sean almacenados de forma que la información sea preservada sin riesgo alguno; además que se encuentre disponibles en cualquier momento, y que sea de alta seguridad su acceso.

En la plataforma de Google también podemos encontrar servicios para bases de datos, que de forma nativa, se comunican con *App Engine*. Las más importantes son las que se muestran en la Tabla IV-1, en la que se realiza una comparativa entre ellas. Se decidió utilizar “*Google Cloud Datastore*” debido a que ofrece una capacidad de almacenamiento gratis inicial de 1GB (Tabla IV-2) la cual difícilmente sobrepasaremos; y que además, presenta una gran flexibilidad al ser una base de datos no relacional permitiendo realizar transacciones más rápidas y consistentes.

| Nombre | Estructura | Costo |
|------------------------|---------------------------------------|--|
| Google Cloud Datastore | No Relacional (NoSQL) | Ofrece una cuota gratis con límites diarios, con la posibilidad habilitar pagos que entre otros beneficios permite almacenamiento sin límites y cobro por transacciones. |
| Google Cloud SQL | Relacional (compatible con MySQL) | Es pagada y ofrece 2 planes de pago una por número de paquetes y otra por uso. |
| Google Cloud Storage | Almacenamiento en la nube De archivos | Dado que es para almacenamiento de archivos no se cobra nada por hacer consultas pero si por cada archivo que se sube. |

Tabla IV-1: Comparativa bases de datos disponibles para App Engine. [13]

| Resource | Free Default Daily Limit | Billing Enabled Default Limit |
|------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Stored Data (billable) | 1 GB * | 1 GB free; no maximum |
| Number of Indexes | 200 * | 200 |
| Entity Reads | 50,000 | \$0.06/100k entity read |
| Entity Writes | 20,000 | \$0.18/100k entity writes |
| Entity Deletes | 20,000 | \$0.02/100k entity deletes |
| Small Operations | Unlimited | Not applicable |

Tabla IV-2: Cuotas de Cloud Datastore. [13]

4.3. ESTRUCTURA DE LA APLICACIÓN

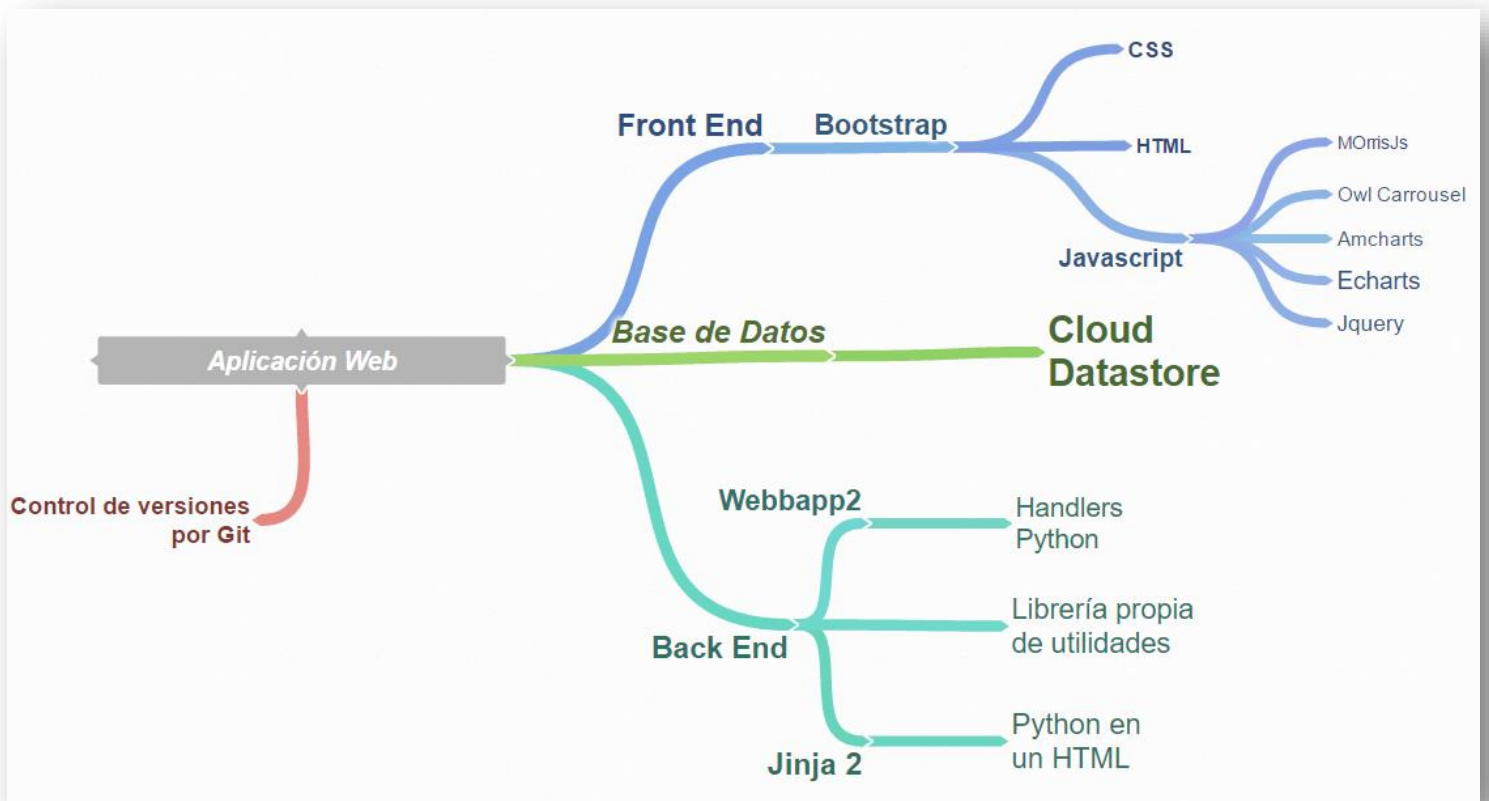


Figura IV-3: Esquema de los componentes de la Aplicación Web

Como se puede observar en la Figura IV-3, se encuentran las principales partes que componen nuestra aplicación Web. Gracias al desarrollo del concepto de separación de intereses, es posible realizar de forma independiente la sección del software que es enviada al navegador para que interactúe con el usuario (*Front-End*) y la parte que procesa la información y toma las decisiones, que solo el programador puede ver (*Back-End*).

4.3.1. Front-End

Cada Sección posee sus *Frameworks* específicos con funciones particulares cada uno. En el *Front-End*, podemos encontrar *Bootstrap*. Un *Framework* desarrollado para Twitter, pero que debido a su gran versatilidad, se ha vuelto muy popular permitiendo crear platillas para sitios web de forma rápida y de un aspecto muy elaborado. [14]

Como se mencionó anteriormente, el *Front-End* es todo lo que concierne al usuario, es la sección que el usuario puede ver y es con la que interactúa por lo que es necesario que sea llamativa, interesante y al mismo tiempo intuitiva para no generar ninguna ambigüedad. Dado que los desarrolladores de Bootstrap diseñaron un software rico en recursos con los que generar una interfaz de usuario muy completa que cumpla con todas las características antes mencionadas, éste ha sido ampliamente difundido.

Bootstrap reúne los 3 lenguajes que conforman a una página Web en la actualidad, En primer lugar el lenguaje *HMTL*, que es la estructura o esqueleto que proporciona los elementos y características. En segundo lugar el lenguaje *CSS* que brinda el estilo como los colores, filtros, posiciones, ubicaciones etc. Por último el lenguaje *JavaScript*, que permite realizar funciones dinámicas como comprobaciones, conteos, gráficas, sin necesidad de enviar información al servidor.

4.3.2. Back-End

En el caso del *Back-End*, tenemos 2 *Frameworks* principales. *Webapp2*, que forma parte del núcleo de *App Engine*, el cual permite generar los manejadores o *Handlers* que son los encargados de tratar las peticiones enviadas por un usuario mediante un navegador Web; es decir, es el encargado de gestionar la comunicación vía Internet. Dicho *Framework* está escrito en código de *Python*, pues es uno de los lenguajes en los que se ha desarrollado el *SDK* (“Kit de Desarrollo de Software”) de *App Engine*. [13]

Jinja 2 es el segundo *Framework* utilizado, también es un motor de plantillas basado en código de *Python*. Es una herramienta de gran importancia, pues sirve de nexo entre las plantillas de *Bootstrap* que están escritas en *HTML* y los *Handlers* de *Webapp2* que están escritos en un lenguaje totalmente diferente que es *Python*. Además, permite insertar fragmentos de código *Python* dentro de las plantillas *HTML*; propiedad que permite generar contenido de forma dinámica disminuyendo drásticamente el tamaño de la plantilla Web. Un gran ejemplo de esto, son las funciones que envían un gran volumen de datos que utiliza el *JavaScript* de *Amcharts* para generar los gráficos, con lo que se evita la reescritura de cientos de líneas que son muy similares y solo varían en el valor que representa un punto de la gráfica.

Existe otra función de *Jinja 2* que es muy importante para la seguridad de las plantillas que permite realizar “*HTML-SCAPE*”; es decir, siempre que se envía desde el navegador información que el usuario ingresa. *Jinja* lo revisa y cambia por un código, los caracteres que pudieran ser malinterpretados por el *Back-End*, tales como los signos “<” y “>” que en determinadas situaciones parecerían componentes de una etiqueta *HTML*. Mediante lo anterior se evita que personas malintencionadas traten de introducir un código de forma deliberada para vulnerar la seguridad de una aplicación Web.

4.3.3 Base de Datos

Como se mencionó antes, la base de datos seleccionada es *Google Cloud Datastore* que es una base de datos no relacional; esto quiere decir que no corresponde al modelo comúnmente usado en las tablas relacionales. Para el *Datastore* se utiliza el concepto de “*Entity*” o entidades que son individuos específicos de un determinado grupo y cada dato que se desea almacenar de las entidades, es conocido como “*Properties*” o propiedades.

Estas propiedades son declaradas dentro del constructor de las Entidades, pero lo que las diferencia en gran medida de otros tipos de bases de datos. Además de ser declaradas por tipo (*String*, *Int*, *Float*, etc) pueden declararse como datos de la librería *Datetime*, pudiendo almacenarse fechas que pueden ser operadas incluso de forma aritmética con otras fechas; una ventaja muy grande que facilita enormemente determinar la duración en días y horas de un evento. De igual forma, se pueden terminar atributos especiales para cada propiedad, el más utilizado es el atributo “*Repeated*” que permite almacenar una lista de *Python*; es decir, almacenar en una propiedad varios elementos siempre y cuando sean del mismo tipo.

En nuestro caso particular, se cuenta con 5 tipos de Entidades en la que se almacena la información de las facturas de energía eléctrica como se observa en la Figura IV-4. Estas son: factura, pliego, año, acometida y fecha.

Las entidades de tipo Acometida sólo almacenan el nombre de las acometidas y la fecha en la que han sido cerradas si es el caso. Su principal propósito es que sirven como un apuntador para la búsqueda de las entidades de tipo factura, ya que en ellas se guarda a qué tipo de acometida pertenecen; permitiendo realizar búsquedas de facturas filtrando por la acometida a la que pertenecen.

Las entidades de tipo pliego cumplen con la importante función de almacenar las tarifas de gran demanda y los periodos de vigencia de cada pliego para posteriormente hacer el cálculo de los costos.

4.3.4. Ingreso de datos al servicio WEB

Dado que el propósito final del presente trabajo de graduación es la implementación de una aplicación web con la que se generen gráficos y tablas que mejoren y faciliten el análisis del consumo eléctrico de la UES, así como servir de herramienta para llevar un mejor control para identificar posible problemas, se implementó un sistema de seguridad para ingresar la información del detalle por acometida a la base de datos de la aplicación.

Con el propósito de brindar seguridad a la base de datos y que la información contenida en ella sea confiable, se debe evitar que cualquier persona ajena al proyecto pueda modificar los datos. Es por ello que se implementó un sistema de acceso por medio de un usuario y una contraseña, añadiendo otro nivel de seguridad se formulan 2 niveles de usuarios. Un Administrador que puede ingresar datos nuevos y editar los datos ya existentes, y una segunda categoría que sólo tiene autorización para ingresar datos nuevos, pero no puede editar las entidades que ya se encuentran ingresadas.

Para ingresar los datos una vez realizada una autenticación exitosa en el acceso, se dispuso de un formulario inicial en el que se debe de especificar el mes que se desea ingresar; así como las fechas de inicio y final del mes a facturar (Figura IV-4).

The image shows a web form interface. At the top, there is a blue header bar with two icons: a document icon labeled 'FORMULARIO' and a speech bubble icon labeled 'INFO'. Below the header, the form is white with a light blue border. The first field is labeled 'Mes de Interes' and contains the text 'enero de 2004'. Below this, there are two date fields. The first is labeled 'Desde' and contains '01/01/2004'. The second is labeled 'Hasta' and contains '31/01/2004'. At the bottom of the form, there is a blue button with a white outline and the text 'GUARDAR'.

Figura IV-4: Formulario de ingreso inicial de un mes

Una vez ingresados estos datos aparecerá un “Wizard” o asistente de formularios que guiará al usuario por el proceso para ingresar los datos. Dicho “Wizard” está constituido por varias pestañas en cada una de las cuales, aparecerá el formulario acorde a una de las acometidas que se encuentran en operación para la fecha ingresada en el paso anterior; ya que el servicio excluye las acometidas inactivas por la fecha de ingreso.

Por ejemplo si se desea ingresar los datos para el mes de Octubre de 2016 se generara el Wizard de la Figura IV-4, el cual solo contiene 3 pestañas correspondientes a las acometidas de Agronomía, Complejo Deportivo y Humanidades dado que las demás acometidas ya han sido integradas para esta fecha.

Formulario para ingreso de facturas mensuales
Asegúrese de llenar los campos requeridos

AGRONOMIA COMPLEJO_DEPORTIVO HUMANIDADES

Ingreso valores de Energia en KW

Energia Punta: KW/h

Energia Valle: KW/h

Energia Resto: KW/h

Demanda Potencia: KW

Ingreso costo en Dolares

Energia Punta: \$

Energia Valle: \$

Energia Resto: \$

Demanda Potencia: \$

Ingreso dato de factor de potencia/transformadores

factor de potencia:

costo alquiler de transformadores: \$

NEXT

Figura IV-5: Wizard por acometida para el mes de octubre de 2016

Como se puede observar en cada pestaña de la Figura IV-5, aparecen los datos de importancia que se recolectan del detalle de la factura enviada por CAESS. Para cada una de las acometidas, se debe ingresar los datos consumo de energía para las 3 bandas horarias y la demanda de potencia. Luego se ingresan los costos que corresponden a los anteriores valores y finalmente el factor de potencia en porcentaje.

De forma similar al ingreso de datos de facturas, existe otro formulario para el ingreso del Pliego Tarifario que podemos observar en la Figura IV-6. Es un formulario más sencillo en el que solo se debe de ingresar los datos de las fechas de inicio y finalización de vigencia del pliego que se desee ingresar; así como los datos de la tarifa correspondiente a la distribuidora CAESS en la categoría de Gran Demanda con suministro a Media Tensión con medición Horaria.

The image shows a web form titled 'FORMULARIO' with an 'INFO' link. It features four input fields for tariff rates: 'Pliego Punta', 'Pliego Valle', 'Pliego Resto', and 'Pliego Potencia', each preceded by a dollar sign icon. Below these fields are two date pickers: 'Desde' (01/01/2004) and 'Hasta' (31/01/2004). A blue 'GUARDAR' button is positioned at the bottom center of the form.

Figura IV-6: Formulario para el ingreso del Pliego Tarifario

Existe un tercer formulario visible en la Figura IV-7, el cual nos sirve para crear espacios para guardar Acometidas. Éste mismo no es de uso frecuente, y sólo puede acceder a éste un usuario con nivel de administrador. Principalmente se utiliza para sobrescribir la fecha de finalización de acometidas que se unifican en nuestros tiempos, y así proveer al sistema de la información adecuada para realizar la discriminación. Pero si en un futuro se añadiese una nueva acometida, de igual manera, con este formulario se supliría la necesidad.

The image shows a mobile application interface for recording meter readings. At the top, there is a blue header bar with two buttons: 'FORMULARIO' (with a document icon) and 'INFO' (with a speech bubble icon). Below the header, the form consists of two input fields, each preceded by a location pin icon. The first field is labeled 'Nombre de acometida' and the second is labeled 'Finalizacion de Labores'. At the bottom of the form is a large blue button with rounded corners, labeled 'GUARDAR' with a save icon.

Figura IV-7: Formulario para ingreso de Acometidas

Según el mecanismo antes descrito para el ingreso de las facturas, Se crea una entidad de tipo fecha con la información ingresada en el formulario de la figura IV-4, luego con los datos que se ingresan del *Wizard* de la Figura IV-5, se crea una entidad de tipo factura para cada acometida que siga en operación para el mes correspondiente, almacenando también el *ID* de la entidad de tipo fecha al que se encuentra relacionada para así poder realizar una adecuada orientación en el cálculo de los costos. Luego sin que el usuario se dé cuenta, se desata una cadena de funciones internas en el servidor. Primero, se corre una rutina que por medio del *ID* almacenado en la facturas, busca a la entidad de tipo Fecha, calculando la duración del mes a partir de los datos de inicio y final de facturación almacenados en fecha, e identifica si este período está delimitado por uno o dos pliegos tarifarios por medio de una función que compara las fechas de inicio y final de la vigencia del pliego tarifario con las respectivas del mes facturado. Una vez los ha identificado, procede a realizar el cálculo de los costos de energía y demanda de potencia, almacenándolo en la entidad de tipo factura.

Finalmente, cada vez que se ingresa una factura y se ha realizado el cálculo de los costos, se corre una rutina que verifica si existe una entidad de tipo Año para el que corresponde la factura. Si no existe, crea una entidad con el año como *ID* y llena todas las propiedades de éste con ceros pues cada una representa la información total de un mes y las rutinas necesitan que exista un valor en ellas para funcionar adecuadamente, posteriormente cuando sea ingresada la información de cada mes, esta reemplazara estos ceros y se sumara al valor total anual.

En el caso que encuentre una entidad que lleva como *ID* el año de la factura, procede a sumar los datos de la factura al mes que corresponde. Repitiéndose para cada acometida consiguiendo así, obtener el total de los costos y consumos del mes. De igual forma, cada vez que una factura nueva es ingresada, se suman todos los meses de la entidad de tipo año para actualizar los datos de su propiedad llamada “Total_anual” que como su nombre indica, almacena los datos totales del año.

Si utilizamos como ejemplo la factura de la Figura IV-8 correspondiente al mes de Noviembre de 2015. Luego de ingresar los datos en el *Wizard* similar al que se observa en la Figura IV-5, el servicio web procederá a realizar una búsqueda en la base de datos para determinar si existe una entidad de tipo Año cuyo *ID* sea 2015. Cabe aclarar que no es necesario ingresar las facturas de forma secuencial; por ejemplo se puede ingresar primero el mes de Noviembre y luego Marzo. Si tomamos este caso; cuando Ingresamos los datos de la Figura IV-8 y este representara el primer mes ingresado para el año 2015; el servicio web creara una entidad de tipo Año con 2015 como *ID* y como primer paso inicializara todas sus propiedades (meses) con valores de cero y la que corresponde al mes de Noviembre se llena con la información ingresada en el *Wizard* finalmente se realiza una suma de todos los elementos de las propiedades que corresponden a los meses para determinar el total anual para ser almacenado.

Posteriormente cuando se ingresen los datos de los meses restantes, el servicio web encontrará la entidad de tipo Año que se creó y solamente sustituirá los valores de cero para la propiedad correspondiente al mes en cuestión para luego sumarlo al total anual actualizando esta cifra.

| Número Contrato: 2500571 | | GD2 - MT con Med. Hor.CAESS | | Potencia contratada: 258.00kw | | |
|--|-------|------------------------------------|------------|-------------------------------|------------------|------------------------|
| Dirección del Suministro: AY DON BOSCO FTE EDIF ALAS TOBAR, AULAS FACULT CIENCIAS ECON | | U E S - Sector Nor-Oeste. fte ANDA | | Potencia facturada: kw | | |
| | | | | Ruta-Itin-Aol: 84 9 3 | | |
| | | | | CGV: 22 | | |
| Medidor | Mult. | Desde | Hasta | Lectura Actual | Lectura Anterior | Consumo |
| Punta | 1200 | 02/11/2015 | 02/12/2015 | 1,959.50 | 1,942.52 | 20,376.00 kwh |
| Valle | 1200 | 02/11/2015 | 02/12/2015 | 1,196.40 | 1,187.41 | 10,788.00 kwh |
| Resto | 1200 | 02/11/2015 | 02/12/2015 | 8,072.70 | 7,992.12 | 96,696.00 kwh |
| Potencia | 1200 | 02/11/2015 | 02/12/2015 | 0.39 | 0.39 | 468.00 kw |
| Factor de Potencia | 1 | 02/11/2015 | 02/12/2015 | 98.20 | 98.20 | 98.20 F.P. |
| Concepto | | | | | | Importe en \$ |
| Cargo de Comercialización | | | | | | 14.920000 |
| Costo por tasa municipal por poste | | | | | | 0.550000 |
| Cargo por Energía Punta | | | | | | 3,109.950000 |
| Cargo por Energía Valle | | | | | | 1,599.750000 |
| Cargo por Energía Resto | | | | | | 14,888.330000 |
| Cargo de Distribución Potencia - | | | | | | <u>3,347.060000</u> |
| Retención IVA(Factura) | | | | | | -221.190000 |
| Compensación por fallas | | | | | | -3.970000 |
| Interés por mora | | | | | | 279.270000 |
| Venta Servicios Mantenimiento | | | | | | 1,754.230000 |
| Subtotal: | | | | | | \$24,768.900000 |

Figura IV-8: Detalle de acometida de Humanidades del mes de Noviembre de 2015[11]

Una vez todas las rutinas anteriores se han ejecutado en la base de datos, se encuentra almacenada toda la información relevante de las facturas debidamente seccionada y se pueden realizar búsquedas de muy alta eficiencia en cuanto a velocidad y recursos se refiere. Por medio de los ID de las acometidas o de las fechas, se puede realizar el filtrado de una factura y en milésimas de segundos, la base de datos la encontrará. De igual forma, dado que se han almacenado los datos calculados de los costos, los totales mensuales y totales anuales, se agiliza el código, ya que no es necesario gastar tiempo realizando cálculos cuando el usuario requiere de esta información.

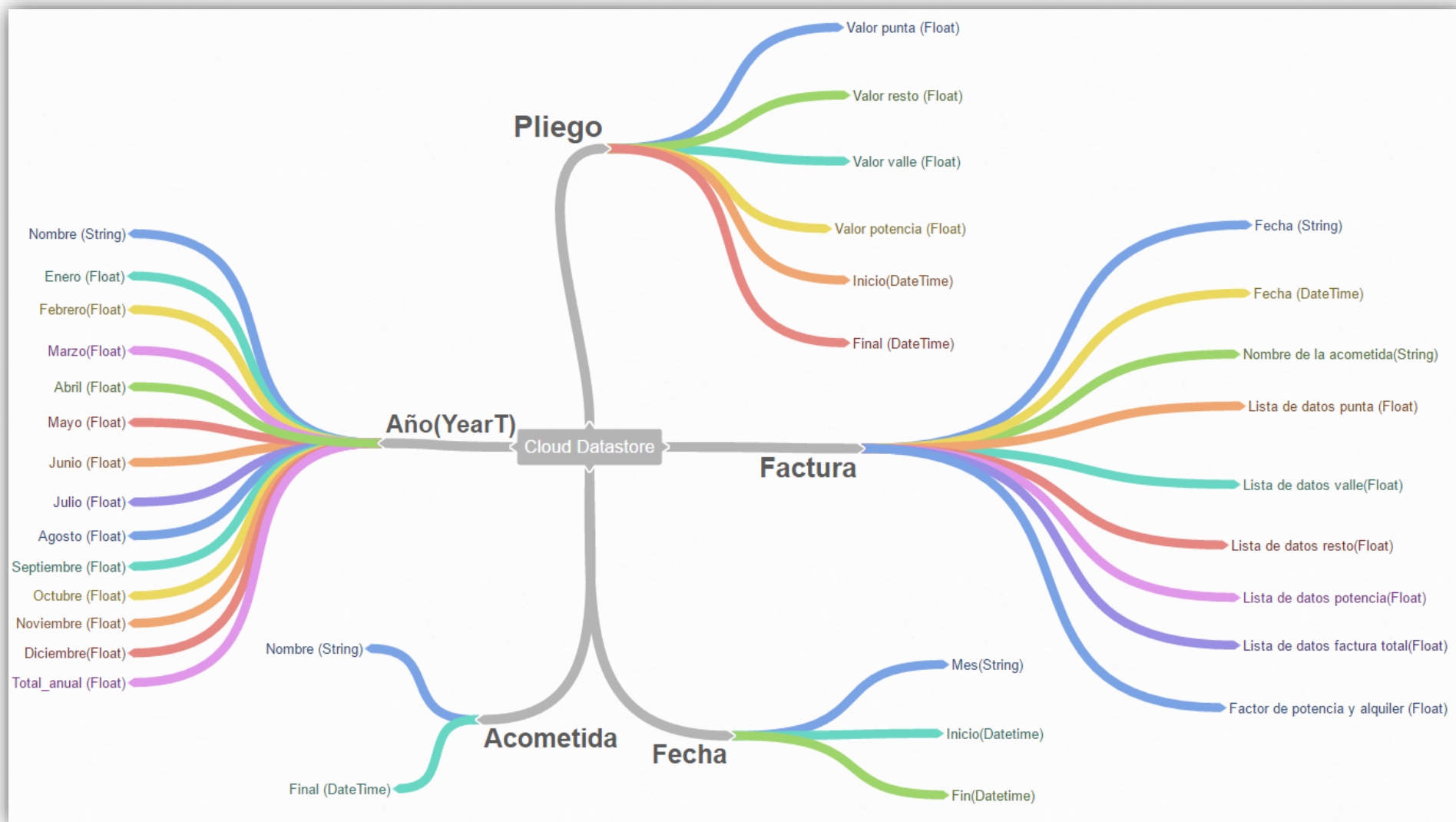


Figura IV-9: Entidades encerradas en la base de datos

4.4. APLICACIÓN WEB

La aplicación como tal consta principalmente de 3 secciones o páginas web (excluyendo los formularios de ingreso de datos). Cada una con diferentes propósitos. La página principal o *Landing Page*, sirve para presentar de forma rápida y abreviada la información de mayor interés acerca del último año que haya sido ingresado.

4.4.1. Página Principal

Puede ser visitada en la dirección **www.herramienta-facturas.appspot.com** En primera instancia, se encuentra el carrusel de la figura IV-5 que muestra unas diapositivas en secuencia. Primero, muestra el monto total cancelado en el año, luego, muestra la distribución del consumo de energía por bandas horarias, y finalmente, muestra el costo que ha representado las acometidas de mayor tamaño.

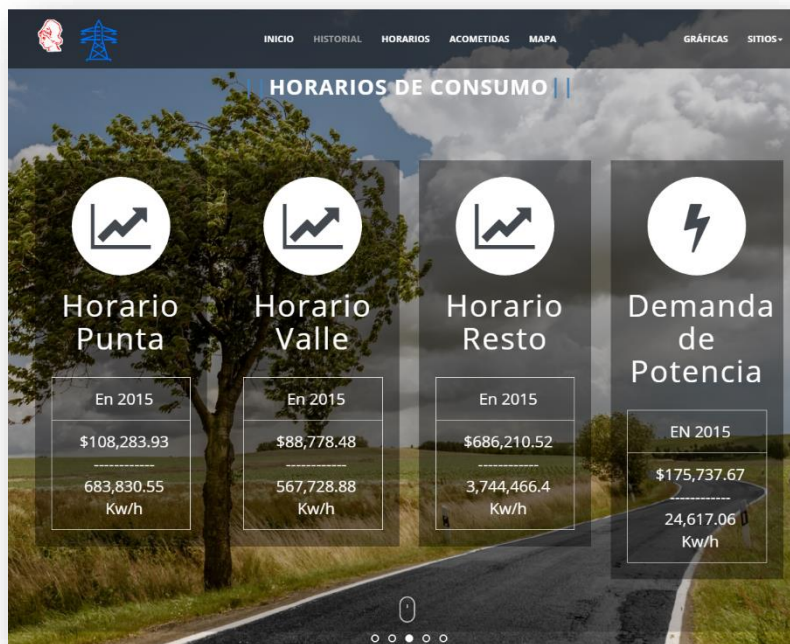


Figura IV-10: Carrusel de pantalla principal.

Posteriormente se muestra un *Slideshow* que muestra la información de los últimos 3 meses ingresados mostrado en la Figura IV-6, a manera de presentar un resumen de los datos más recientes.



Figura IV-11: Resumen de los últimos meses ingresados.

Luego se presenta un gráfico generado por el *JavaScript Echarts*. En éste se ilustra el consumo de energía por cada franja horaria, con la ventaja que se puede ajustar la gráfica como el usuario desee, ya sea apilada, en barras, en lineal o sin apilar. Además de resaltarse en qué mes se realizó la mayor medición, tal y como se puede apreciar en la Figura IV-7.

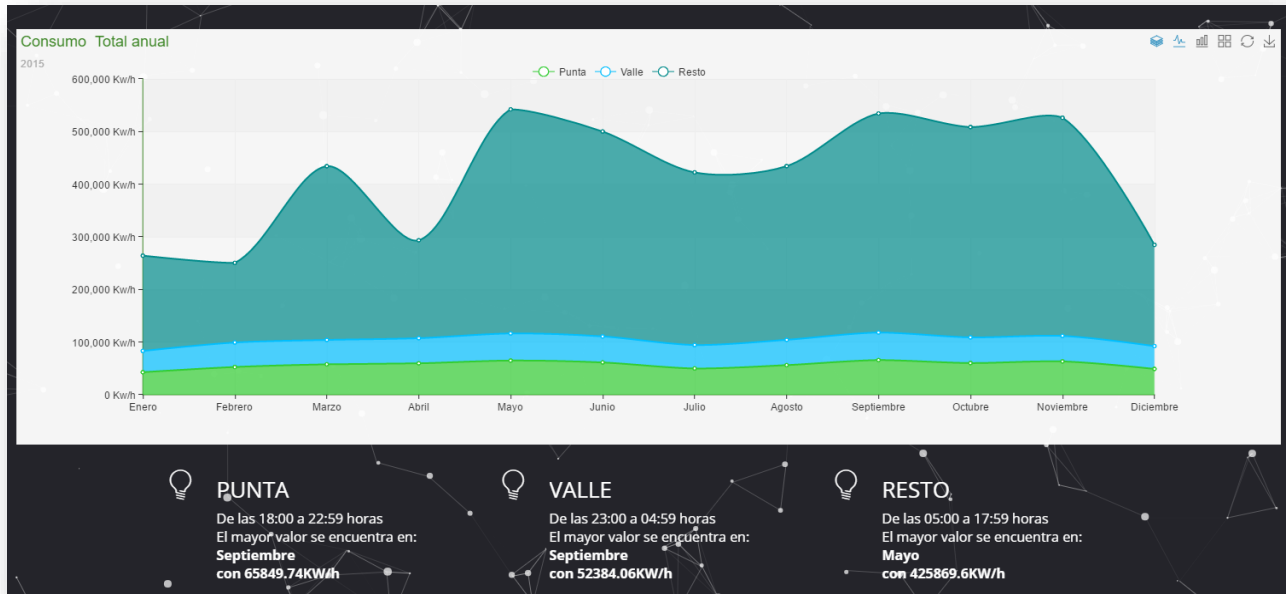


Figura IV-12: Grafica del consumo por franja horaria del último año ingresado.

En la parte inferior, se plasman 2 gráficos de especial importancia. Un gráfico circular o pastel con los porcentajes de la factura que representa cada acometida para el último año generado con el *JavaScript MorrisJs*. A su lado, se muestra una gráfica global con los datos anuales para todo el período de estudio desde 1998 hasta 2016 generada por medio de *Amcharts* (Figura IV-8).

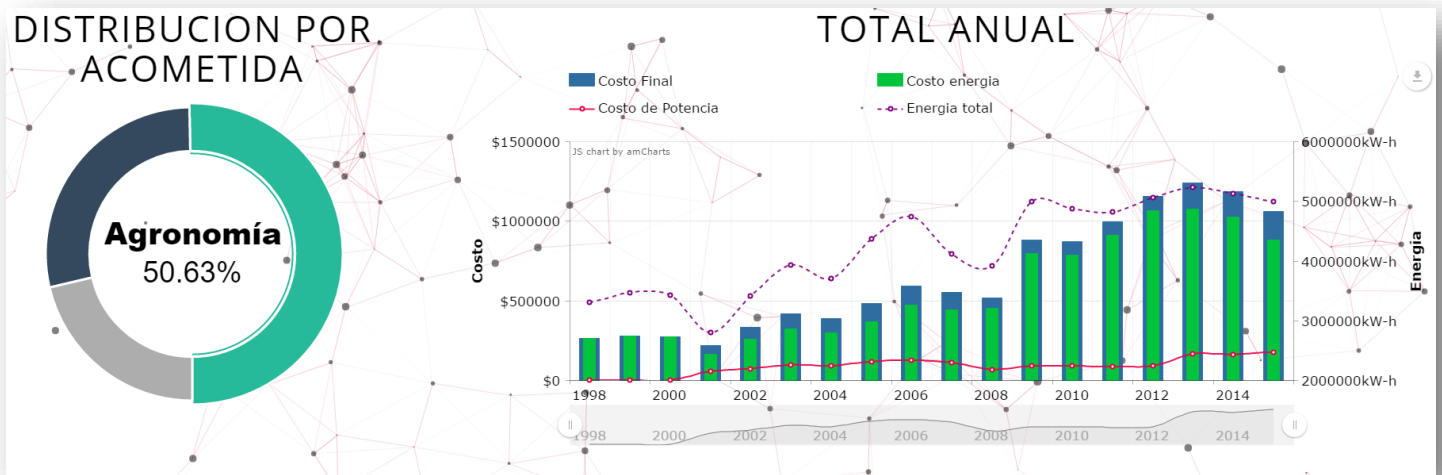


Figura IV-13: Datos anuales y por acometida del último año ingresado.

Finalmente, se proyecta un mapa de *Google Maps*, en el que aparece la ubicación geográfica de las acometidas que abastecen a la universidad en la actualidad.



Figura IV-14: Mapa de ubicación de las acometidas en operación.

4.4.2. Gráficos

Esta página como su nombre indica, está dedicada enteramente a la generación de gráficos para el análisis de diferentes características de las facturas. Están dispuestas de manera que conforman un carrusel para poder ser presentadas una por una con diferentes animaciones para la transición de una a otra. Podemos encontrar un listado de las gráficas en la Tabla IV-3.

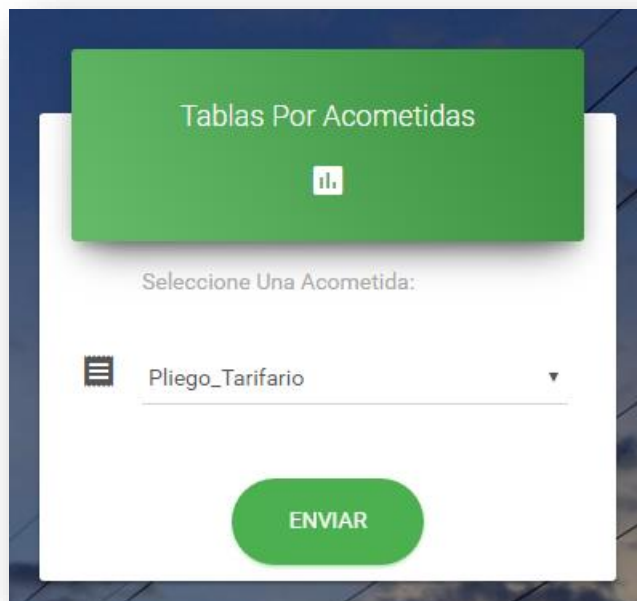
| Gráfica | Descripción |
|---------|--|
| 1 | Costo total de cada año del período de estudio 1998-2016 |
| 2 | Costos por mes de energía y demanda de potencia |
| 3 | Costos mensuales por Acometida |
| 4 | Consumo de energía por franjas horarias |
| 5 | Demanda de potencia y su respectivo costo por mes |
| 6 | Energía demanda de 2004 comparada con los últimos 3 años |
| 7 | Costo de Energía de 2004 comparada con los últimos 3 años |
| 8 | Porcentaje de costo final correspondiente a cada cargo por mes |
| 9 | Factor de potencia de cada mes por acometida |
| 10 | Registro del pliego tarifario para el período 2002-2016 |

Tabla IV-3: Gráficas generadas.

Dichas gráficas pueden observarse a detalle en la página web www.herramienta-facturas.appspot.com/graficas o en el anexo 5. Cada gráfica es generada por el *JavaScript Amcharts*, el cual es una herramienta muy potente para la generación de todo tipo de gráficos. Posee una gran cantidad de posibilidades de ajuste que permite modificar todos los parámetros y características de las gráficas. Sin embargo, dada la complejidad de la programación, no es recomendable utilizar este *JavaScript* para gráficos más simples. Por ello, en la página principal, se utilizan *JavaScripts* de menor efectividad, pero más rápidos de configurar.

4.4.3. Tablas

La tercera página de la aplicación, se encuentra en la dirección **www.herramienta-facturas.appspot.com/tabla**. Esta revela primero un formulario (Figura IV-10) en el que se debe seleccionar la acometida o si es el pliego tarifario lo que se desea observar.



The image shows a web form titled "Tablas Por Acometidas". At the top, there is a green header with the title and a small icon. Below the header, the text "Seleccione Una Acometida:" is displayed. Underneath, there is a dropdown menu with a hamburger icon on the left and a downward arrow on the right. The selected option in the dropdown is "Pliego_Tarifario". At the bottom of the form, there is a large green button with the text "ENVIAR" in white capital letters.

Figura IV-15: Formulario para selección de tabla.

Al enviar la solicitud, se mostrará una tabla como la de la figura IV-11 en donde aparecen los datos de la acometida de Agronomía con la información del consumo de energía y su costo, la demanda de potencia, el factor de potencia y alquiler de transformadores si fuera el caso. Dicha tabla es dinámica y cuenta con una barra de búsqueda para mayor rapidez en la búsqueda de un mes en específico, cuenta con paginación, es decir, que no se muestran todos los datos juntos, sino que agrupados por páginas, pudiéndose seleccionar cuantos meses se deben de mostrar por cada página.

Show 15 entries Buscar Elemento

| Agronomia | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---------|---------|---------------|---------|---------|--------------|----------|----------|---------------|----------|---------|---------------|------|-----------|
| Fecha ▲ | Punta | | | Valle | | | Resto | | | Potencia | | | Fp ⇅ | Transfo ⇅ |
| | Kw/h ⇅ | \$ ⇅ | Calculo ⇅ | Kw/h ⇅ | \$ ⇅ | Calculo ⇅ | Kw/h ⇅ | \$ ⇅ | Calculo ⇅ | Kw ⇅ | \$ ⇅ | Calculo ⇅ | | |
| 2015-11 | 24288.0 | 3707.03 | 3707.02813536 | 22033.0 | 3267.27 | 3267.2713667 | 222541.0 | 34264.73 | 34264.7290118 | 1155.0 | 8260.38 | 8260.3804899 | 93.1 | 0.0 |
| 2015-12 | 20680.0 | 3156.34 | 3156.34 | 19470.0 | 2887.2 | 2887.2 | 96910.0 | 14921.27 | 14921.27 | 1034.0 | 7391.71 | 7391.71 | 89.9 | 0.0 |
| 2016-01 | 20790.0 | 2853.51 | 2853.5 | 20130.0 | 2685.89 | 2685.9 | 100320.0 | 13799.95 | 13799.94 | 847.0 | 5974.0 | 5973.99 | 91.3 | 0.0 |
| 2016-02 | 25300.0 | 3175.06 | 3175.065751 | 23320.0 | 2846.5 | 2846.499832 | 193600.0 | 24201.87 | 24201.866304 | 1188.0 | 8379.11 | 8379.10909044 | 94.2 | 0.0 |
| 2016-03 | 25080.0 | 3147.46 | 3147.4564836 | 23100.0 | 2819.64 | 2819.64606 | 187000.0 | 23376.81 | 23376.80268 | 1254.0 | 8844.61 | 8844.61515102 | 93.5 | 0.0 |
| 2016-04 | 27060.0 | 3094.89 | 3094.89 | 24860.0 | 2794.76 | 2794.75 | 246400.0 | 28139.79 | 28139.79 | 1331.0 | 9387.71 | 9387.7 | 93.5 | 0.0 |
| 2016-05 | 26840.0 | 2823.84 | 2823.8304952 | 24310.0 | 2539.88 | 2539.8764677 | 243980.0 | 25692.25 | 25692.240706 | 1265.0 | 8922.2 | 8922.19949445 | 92.9 | 0.0 |
| 2016-06 | 26950.0 | 2835.4 | 2835.403571 | 25300.0 | 2643.31 | 2643.310351 | 219560.0 | 23120.7 | 23120.699932 | 1188.0 | 8379.11 | 8379.10909044 | 93.7 | 0.0 |
| 2016-07 | 26950.0 | 3021.05 | 3021.05 | 26180.0 | 2869.69 | 2869.68 | 206690.0 | 23027.12 | 23027.12 | 1133.0 | 7991.19 | 7991.18 | 93.2 | 0.0 |
| 2016-08 | 25520.0 | 2995.19 | 2995.1884864 | 23430.0 | 2660.25 | 2660.2454802 | 201850.0 | 23430.14 | 23430.1404315 | 1166.0 | 8223.94 | 8223.94040358 | 93.8 | 0.0 |
| 2016-09 | 28050.0 | 3292.13 | 3292.125276 | 26180.0 | 2972.48 | 2972.4808652 | 203610.0 | 23634.44 | 23634.4359339 | 1221.0 | 8611.87 | 8611.86212073 | 93.2 | 0.0 |
| ID | Energia | Dinero | Calculo | Energia | Dinero | Calculo | Energia | Dinero | Calculo | Energia | Dinero | Calculo | Fp | Transfo |

Showing 136 to 146 of 146 entries First Previous 1 ... 6 7 8 9 10 Next Last

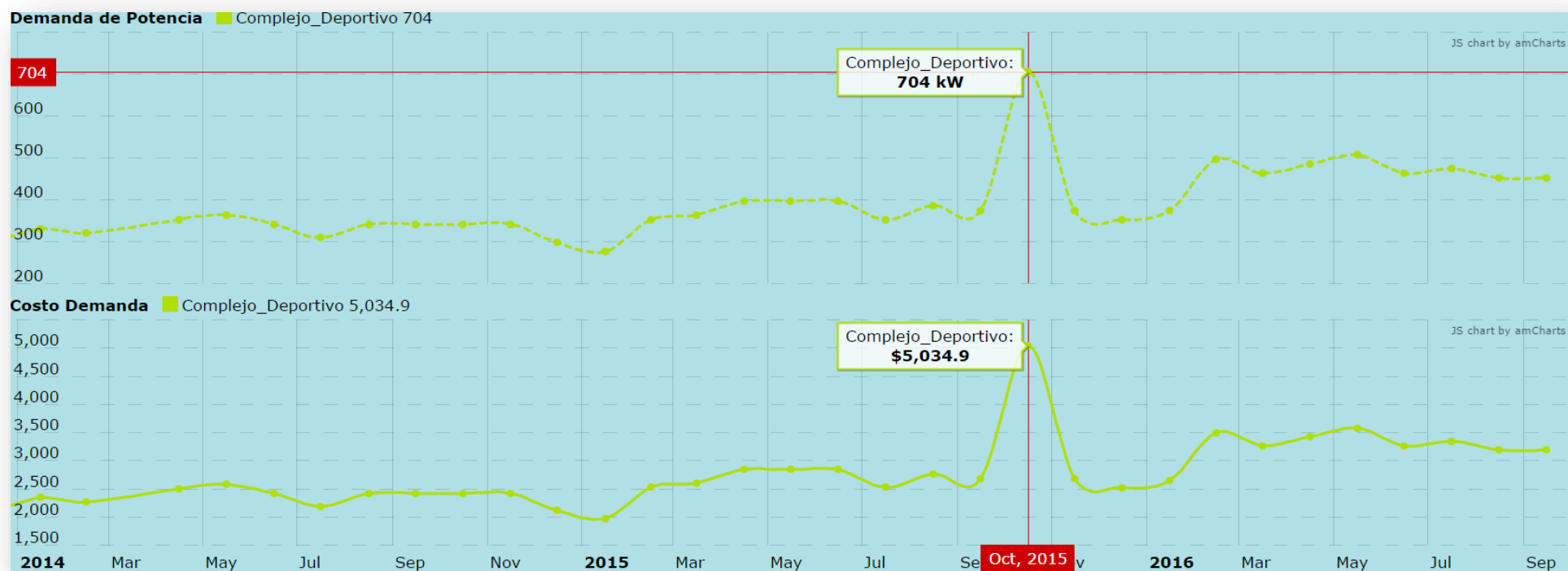
Figura IV-16: Tabla generada por la aplicación web para la acometida de Agronomía

4.5 IDENTIFICACION DE ANOMALIAS

La aplicación web además de ser una herramienta que facilita en gran medida el análisis de la información de las facturas, también por ser un instrumento gráfico, permite fiscalizar los datos de una mejor manera.

Es muy posible que para los encargados de realizar los pagos, sea de considerable dificultad llevar un control solo con las cifras presentes en el documento de las factura que le llega cada mes, pues no tienen mucha orientación con respecto a cómo identificar posibles fallas en la facturación. Y para realizar comparaciones, tendrían que recurrir a archivos de varios meses y cotejar facturas, sin tener un panorama muy amplio de la situación.

En cambio, al utilizar la aplicación web, ésta herramienta presenta diferentes gráficas para los distintos aspectos contenidos en las facturas, con lo que facilita en gran medida la comprensión de lo que cada mes ocurre. Por ejemplo en la Gráfica IV-1, que corresponde a la gráfica de la demanda de potencia de la acometida del Complejo Deportivo para los años 2014-2016. A primera vista, salta una anomalía localizada en el mes de Octubre de 2015 en la que registró un valor de potencia demandada de 704kW; cifra anómala superior a los valores anteriores y posteriores al menos por 200kW, ya que no se identificó algún problema interno o evento fuera de lo común que pudiera justificar el abrupto aumento. Esto pudo ocasionarse por alguna anomalía, algún fallo en la facturación, por la persona encargada de realizar la medición, o incluso en el medidor. Por lo que, si se hubiese identificado tal anomalía a tiempo (sólo puede presentarse reclamo de facturas por un espacio de 6 meses del evento en cuestión), la universidad pudo presentar un reclamo a la distribuidora para que se ejecutaran investigaciones e identificar el problema.



Gráfica IV-1: Demanda de potencia de la acometida del Complejo Deportivo para los años 2014-2016

CONCLUSIONES

- ✚ Existe un vínculo intrínseco entre el consumo de energía y el desarrollo, pues la energía eléctrica es el pilar principal para la sostenibilidad y disponibilidad de otros servicios básicos (agua potable, producción y elaboración de alimentos, iluminación, refrigeración etc.) que a su vez permiten mejorar las condiciones de vida. Por lo tanto, año tras año junto a la inversión en la mejora de la infraestructura de la universidad y el crecimiento de la población estudiantil. También será mayor la demanda de energía. Esto lo podemos comprobar con la gráfica de los costos anuales que se muestra en la página principal del servicio web (Figura IV-8) y que también aparece en la primera gráfica de la página correspondiente a las gráficas (anexo 5). En ellas se observa como el consumo de energía ha mantenido una tendencia a la alza, con la excepción de algunos años en que si se puede apreciar un decremento debido a catástrofes naturales como los terremotos ocurridos en Enero y Febrero de 2001, y a períodos que por huelgas estudiantiles la universidad se ha encontrado cerrada.
- ✚ No hay duda que debido al desarrollo de la infraestructura y crecimiento poblacional, también aumentara proporcionalmente el consumo de energía eléctrica. Sin embargo, se ha demostrado desde la auditoria, que existe un uso irracional del recurso en la universidad, tanto por parte de la población de estudiantes como por los empleados en general. Por lo que se vuelve una necesidad el generar la concientización y cultura del ahorro en ellos para hacer un buen uso de las instalaciones y ayudar a disminuir el consumo de electricidad. No obstante, es particularmente difícil llevarlo a cabo, pues mucho tiene que ver las disposiciones y actitudes tomadas por la comunidad para reconocer y aceptar los cambios que deben de realizar en su rutina diaria.

- ✚ A pesar que la universidad conocía ya en 2004 que el servicio de alquiler de transformadores era totalmente innecesario y contando con opciones muy sólidas para cambiar la situación, no implementó medida alguna hasta 2012. Como se mencionó en la sección 3.2.1, a finales de 2003 la distribuidora ofertó la venta de dichos transformadores por un monto de \$3,097.39, mientras que la auditoría energética propuso reubicar la carga de los transformadores a otra de las subestaciones cercanas por medio de un contratista externo, estimando una inversión de \$1,475.78, cifra que se podía reducir un 30% al emplear personal de la universidad en las maniobras; y aunque se demostró un tiempo de recuperación menor a un año para ambas propuestas, la universidad no tomó la iniciativa costándole \$30,090.52 en total por casi una década de desembolso por este servicio.
- ✚ En el momento que la auditoría reveló los gastos innecesarios y las posibilidades de generar ahorro en el monto que cada mes se cancelaba en las facturas, era cuando más apremiaba que los encargados se movilizaran para frenarlos, especialmente los que se encontraban focalizados en la acometida conocida como La Fosa. Dicho punto de entrega desde antes de 2004, manifestó ser el que más problemas generaba, ya que constantemente era penalizado por bajo factor de potencia y a este se le prestaba un servicio por alquiler de transformadores (\$291.68 mensuales). Debido a lo anterior, y a que formaba parte del grupo de acometidas a unificar que mayor ahorro representaban por la disminución en la demanda de potencia facturada (\$902.44 mensuales), saltaba a la vista que la mejor opción era iniciar la unificación cuanto antes y así solucionar todos los problemas en conjunto ahorrando más de \$14,500 por año. Sin embargo, debieron de pasar 8 años para que en 2012 finalmente se unificara el tramo Complejo Deportivo – La Fosa. Cabe destacar que en 2010 iniciaron el proceso de unificación con el tramo Agronomía –Medicina que aparte de la larga vida útil del transformador central de Medicina, no representaba problema alguno.

✚ Es preocupante y al menos cuestionable, la dirección que se tomó durante la época previa a 2008 cuando las circunstancias legales permitían al distribuidor realizar cobros por excedentes en la demanda de potencia, pues no se dio prioridad a las propuestas generadas por la auditoría. Se podría creer que no se prestó interés alguno a los beneficios que traería la unificación. Peor aún, si agregamos lo sucedido en el marco de los Juegos de Centroamérica y el Caribe, momento en el que se solicitó al distribuidor un aumento en la cobertura de la capacidad de suministro por un valor cercano al 300% del que se venía pagando los meses anteriores como se muestra en la sección 1.4.3, cifra que no sólo es elevada, sino totalmente errada, puesto que los juegos se realizaron en los meses que no hay clases en las instalaciones de la universidad. El resultado final fue que la demanda de potencia medida fue incluso menor a la que se venía pagando en los meses anteriores, demostrando que no había necesidad alguna de aumentar la cobertura del contrato. Repercutiendo los intereses de la universidad, pues estuvo obligada a pagar durante un ciclo de 6 meses por ese valor extendido de capacidad de suministro.

✚ En la actualidad, a más de una década de la finalización de la auditoría energética, apenas están llegando a su fin las propuestas más importantes que se formularon en ella. Hace unos meses, en Agosto de 2016, fue terminada la unificación de los sectores Agronomía, Medicina y Derecho. Mientras que, del otro conjunto a unificar, solo se ha llevado a cabo la porción Complejo Deportivo – La Fosa a principios de 2012. Es decir, después de 4 años del primer segmento, todavía falta la porción Complejo Deportivo-Humanidades, a pesar que claramente se exhibieron los beneficios que traería implementar la unificación con la mayor urgencia posible.

✚ Gracias a las gráficas con mayor detalle generadas por la aplicación web, es posible fiscalizar de manera más rigurosa las facturas, ya que facilita en gran medida la identificación de valores anómalos. Como el ejemplo mostrado en la sección 4.5

donde se muestra un valor de demanda de potencia que se sale de comportamiento normal de la curva. Dicho valor paso desapercibido para las autoridades de la universidad, cuando realmente era importante hacer una inspección y probablemente presentar un reclamo a la distribuidora por un posible error de su parte.

RECOMENDACIONES Y LINEAS FUTURAS

- ✚ Es necesario brindar una capacitación adecuada a los miembros de la unidad encargada del pago de las facturas, en lo que respecta a los conceptos eléctricos básicos pertinentes a los cargos reflejados en ellas para tener un mejor entendimiento de lo que reflejan las gráficas y tablas de la aplicación. Es imperativo que tengan un criterio formado para identificar anomalías haciendo uso de la aplicación web generada por el presente trabajo de graduación, y así llevar un control riguroso de la facturación de la universidad.
- ✚ En la actualidad el proyecto de unificación del sector Agronomía-Medicina-Derecho ha terminado. Por lo tanto, debe generarse apoyo para terminar la sección faltante de Humanidades-Complejo Deportivo y no permitir que siga en pausa por más tiempo.
- ✚ A pesar que demoró demasiado tiempo la implementación del proyecto de unificación, y faltando poco para su culminación, es momento de tomar la iniciativa y mirar a futuro, realizar una reflexión y determinar la viabilidad de las demás propuestas de la auditoría, ya que la fase inicial de ellas era la unificación.
- ✚ Debe promoverse una campaña permanente a través de los medios disponibles ya sea impresos, pancartas, informes, panfletos etc. dirigida a todos los miembros de la comunidad universitaria. Así como también utilizar la aplicación web para retratar el excesivo consumo, con el propósito de generar conciencia y compromiso con el tema del ahorro de energía y sus beneficios.
- ✚ Con el propósito de incrementar directamente el ahorro energético, sería de suma importancia considerar la instalación de equipos tales como circuitos de tiempo que controle el encendido y apagado de los aires acondicionados a predeterminadas horas, de forma tal que se reduzca su tiempo de operación diario a un valor fijo. De forma similar, adquirir equipo para el control de la iluminación de los locales de aulas y que sólo se mantengan encendidas cuando haya usuarios en el interior del local.

- ✚ Durante el pasar de los años, han desaparecido algunas acometidas de la categoría de uso general con suministro en baja tensión. Sin embargo, al día de hoy todavía se conservan algunas; las cuales son prescindibles, ya que la carga que tienen asignada se puede reconectar a la red interna de baja tensión. Incluso se llegó a reportar que en las facturas de algunos años, aparecen cobros por acometidas de tipo general que ya no se encuentran en operación.

- ✚ No cabe duda que existe una clara desorientación en varias decisiones tomadas por los encargados, de las cuales podemos mencionar lo ocurrido en los juegos de Centroamérica y el Caribe y la apatía a cancelar el servicio de alquiler de transformadores entre otros que han causado que se malgasten los fondos de la universidad. Es necesario que exista una mejor asesoría, en especial cuando la universidad cuenta con una escuela de Ingeniería Eléctrica totalmente capacitada para el trabajo.

- ✚ Es de vital importancia que la inversión realizada en la infraestructura de la universidad siga un proceso de diseño acorde a los conceptos de eficiencia energética, y estudiar las posibilidades de utilizar energías renovables, pues las propuestas que más resuenan en nuestra época llevan consigo implícitas la autogeneración por medio de fuentes de energía renovables.

ANEXOS

ANEXO 1: TABLA DE INVERSIONES PARA CAMBIO DE LUMINARIAS

| FACULTAD | COSTO INVERSION INICAL | COSTO SUSTITUCION LUMINARIAS | | AHORRO | | | Tiempo de Recuperación (años) |
|-------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------|-----------|----------|----------|-------------------------------------|
| | | 2X32 | 3X32 | ENERGIO | DOLARES | | |
| | | | | KW/h | \$(KW) | \$(KW/h) | |
| ODONTOLOGIA | \$9,276.30 | \$2,364.80 | \$6,911.50 | 54,648.00 | 748.3 | 3,998.50 | 2 |
| HUMANIDADES | \$1,891.80 | \$1,891.80 | 0 | 4,928.00 | 104.6 | 360.6 | 4.1 |
| MATEMATICA | \$15,879.90 | \$7,157.30 | \$8,722.60 | 84,638.40 | 1,089.30 | 7,282.20 | 1.9 |
| INGENIERIA | \$11,729.20 | \$11,729.20 | 0 | 43,795.80 | 124.6 | 3,204.50 | 3.5 |
| AGRONOMIA | \$6,119.80 | \$4,382.70 | \$1,737.10 | 21,429.80 | 297.3 | 1,568.00 | 3.3 |
| ECONOMIA | \$8,380.80 | \$4,130.40 | \$4,250.40 | 34,552.30 | 537.4 | 2,528.20 | 2.7 |
| QUIMICA Y FARMACIA | \$8,698.80 | \$7,220.40 | \$1,478.40 | 24,699.80 | 353.7 | 1,807.30 | 4 |
| BIBLIOTECA CENTRAL | \$10,201.00 | 0 | \$10,201.80 | 42,387.80 | 992.4 | 4,093.90 | 2 |

ANEXO 2: COPIA DE NOTIFICACION ENVIADA POR CAESS

FROM : DEPTO ASISTENCIA TECNICA CAESS PROYECTO METROSUR

COMPANIA DE ALUMBRADO ELECTRICO DE SAN SALVADOR, S.A DE C.V.
 Final 29 Avenida Norte y Calle El Bambú, Ayutuxtepeque, San Salvador, El Salvador, C.A.
 (PBX) 506-9999, Emergencias 506-9000, Fax (503) 260-9869
 Email: clientes.gobierno@aes.com

No. GC-784
 06 de noviembre de 2003

Señores
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 Presente.

Atn.: Lic. Luis Heriberto Marroquin.
 Gerente General

Asunto: Nuevo canon de arrendamiento
 de transformadores.

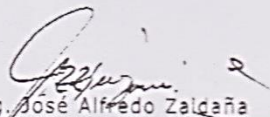
Estimados señores:

Nos es grato saludarles y desearles éxitos en sus labores diarias; a la vez informarles que de acuerdo a actualización de nuestros precios sobre el rubro de arrendamiento de transformadores, entro en vigencia a partir del 1º de agosto de 2002 el nuevo canon de arrendamiento, con base a lo anterior el nuevo monto que tendrán que pagar a CAESS S.A. de C.V. por los 3 transformadores de 37.5 KVA c/u con los No. de compañía 11012, 11014 y 11019 en uso por dicha institución con el NIC 2500674 será de **DOSCIENTOS CINCUENTA Y OCHO 12/100 DOLARES (US\$258.12) IVA Incluido**. Dicho monto aparecerá cargado en su próxima facturación.

Aprovechamos la ocasión para ofrecerles dichos transformadores en venta a su institución por la cantidad de **TRES MIL NOVENTA Y SIETE 39/100 DOLARES (US\$3,097.39) IVA Incluido**.

Para coordinar trámites pueden comunicarse con el Sr. Oscar Mauricio Flores en nuestra Sucursal Metrosur, ó al teléfono 506-9113.

En espera de sus noticias, les saludamos cordialmente,


 Ing. José Alfredo Zalcaña
 Sección de Proyectos

JAZ/cder

| | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Post-it™ Transmisión por Fax 7671 | | FECHA DATE <i>6/11/03</i> | N.º DE PAGINAS PAGES <i>1</i> |
| PARA TO <i>Lic. Marroquin</i> | DE/FROM <i>Lic. Clelia Carmona</i> | | |
| COMPANIA CO <i>UES</i> | COMPANIA CO <i>CAESS</i> | | |



| | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|------------|----------------------|
| Post-it™ Transmisión por Fax 7671 | | FECHA DATE | N.º DE PAGINAS PAGES |
| PARA TO <i>ING. ZETINO</i> | DE/FROM <i>OSCAR FLORES</i> | | |
| COMPANIA CO | COMPANIA CO | | |

ANEXO 3: CALCULO DE LA INVERSION PARA REUBICAR CARGA

| Alternativa para no alquilar transformadores | | | | | |
|---|---|--------------|---------------|------------------|-------------------|
| | Los cálculos están hechos para tomar la energía del tablero general de la escuela de Ing., eléctrica | | | | |
| Item | Descripción | Cant. | Unidad | Precio U. | Precio T. |
| 1 | Protección en tablero general existente, con seccionador de fusibles 3NP de 200AMP/3P | 1 | u | \$317.00 | \$317.00 |
| 2 | Alimentador con 3 cables 3/0 + 1-1/0 en tubería EMT | 9 | Mts. | \$44.00 | \$396.00 |
| 3 | Tramo aéreo con cable 3WP # 3/0, +1 ACSR #1/0 incluye aislador de carrete para soporte de cable | 47 | Mts. | \$8.00 | \$376.00 |
| 4 | Desconexión de acometidas existentes y conexión a nueva acometida principal, incluye empalmes, cepos, camisas de empalme y otros accesorios que fueran necesarios | 1 | SG | \$126.00 | \$126.00 |
| 5 | Remoción de estructura y accesorios en los postes PI5 y PI5A, así como los conductores aéreos en un tramo de 60mts | 1 | SG | \$91.00 | \$91.00 |
| | | | | SUMA | \$1,306.00 |
| | | | | IVA | \$169.78 |
| | TOTAL ACOMETIDA PARA SUSTITUIR TRANSFORMADORES EN ALQUILER | | | TOTAL | \$1,475.78 |
| | NOTA: el trabajo puede realizarse con personal de la UES, en este caso puede reducirse el proyecto en aprox. 30%, nuevo costo \$1033.00 | | | | |

ANEXO 4: DETALLE CALCULO DE COSTOS UNIFICACION

| PROYECTO DE UNIFICACION | | | | | |
|---|--|---------------------------------|---------------|------------------|--------------------|
| 1. ACOMETIDAS INGENIERÍA, COMPLEJO DEPORTIVO, CC. HUMANIDADES. | | | | | |
| ítem | descripción | Cant. | Unidad | Precio U. | Precio T. |
| 1A | Unión complejo deportivo + CC. Y humanidades | | | | |
| A1 | Medición propia | | | | |
| 1 | Suministro e instalación de medición completa incluyendo medidor, transformadores de corriente y potencial | 1 | u | \$13,990.00 | \$13,990.00 |
| | | TOTAL A1 MEDICIÓN PROPIA | | | \$13,990.00 |
| A2 | Unión complejo deportivo + CC. | | | | |
| 1 | Postes de 40' de concreto | 1 | u | \$704.00 | \$704.00 |
| 2 | Postes de 35' de metal | 3 | u | \$516.00 | \$1,548.00 |
| 3 | Estructuras 3 Ø: | | | | |
| | Estructuras con 3 cortacircuitos | 2 | u | \$448.00 | \$896.00 |
| | Pararrayos en poste de PC1A | 3 | u | \$140.00 | \$420.00 |
| | Corte horizontal 3 Ø 23CH3 | 1 | u | \$464.00 | \$464.00 |
| | Remate+ derivación de 3 Ø 23CD3 | 2 | u | \$560.00 | \$1,120.00 |
| 4 | Tendido 3Ø 4 hilos ACSR # 2 desde PC1A hasta PH16 | 120 | Mts. | \$3.20 | \$384.00 |
| 5 | Retenidas primarias | 3 | u | \$64.00 | \$192.00 |
| | Trabajos de remoción y reubicación | | | | |
| 6 | Modificación en poste PH16 de 23RH2 a 23TS3 | 1 | u | \$175.00 | \$175.00 |
| 7 | Modificación en poste PH15 de CH2 a 23CH plomear y colocar retenida al ángulo | 1 | u | \$493.00 | \$493.00 |
| 8 | Modificación de poste PH14 de 23RH2 a 23RH3 | 1 | u | \$69.00 | \$69.00 |
| 9 | Prolongación de línea primaria de 3 fases desde PH14 a PH16, dos hilos son existentes | 1 | u | \$80.00 | \$80.00 |
| | | | | TOTAL A2 | \$6,545.00 |
| A3 | Unión complejo deportivo ingeniería | | | | |
| 1 | Trabajos de instalación | | | | |
| 2 | Postes de 35' de metal | 2 | u | \$516.00 | \$1,032.00 |
| 3 | Estructuras primarias: | | | | |
| | Remate + derivación 3Ø CD3 | 1 | u | \$560.00 | \$560.00 |
| | Corte horizontal 3 Ø CH3 | 1 | u | \$464.00 | \$464.00 |
| 4 | Tendido primario 3Ø 4 hilos acsr#2 desde PH15 hasta PC15B | 90 | Mts. | \$3.20 | \$288.00 |

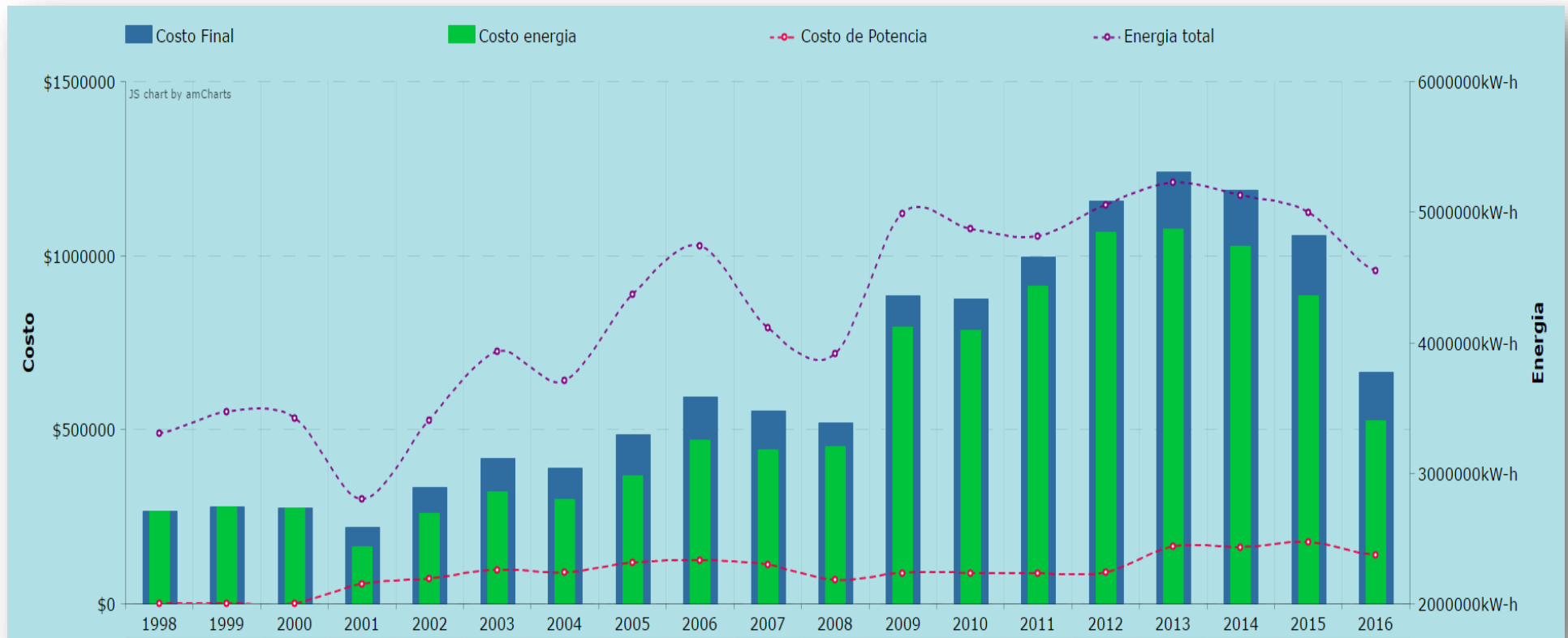
| | | | | | |
|--|---|--------------|---------------|------------------|--------------------|
| | Trabajos de remoción y reubicación | | | | |
| 5 | Modificación en poste PI15. agregar 23RH3+puentes | 1 | u | \$295.00 | \$295.00 |
| 6 | Modificación en poste pc15b agregar 23RH3+3 aisladores de espiga para puentes | 1 | u | \$440.00 | \$440.00 |
| | | | | TOTAL A3 | \$3,079.00 |
| A4 | Alternativa tramo a construir para unificación general o trabajos de mantenimiento | | | | |
| | Trabajos de instalación | | | | |
| 1 | Poste de 35' de concreto PC16A | 1 | u | \$516.00 | \$516.00 |
| 2 | Estructuras primarias | | | | |
| | Corte horizontal 3Ø 23CH3 | 1 | u | \$464.00 | \$464.00 |
| | Estructura con 3 cortacircuitos | 1 | u | \$448.00 | \$448.00 |
| 3 | Tendido primario 3Ø, 4 hilos ACSR #2 desde PC16 hasta PA16A | 90 | Mts. | \$3.20 | \$288.00 |
| 4 | Retenidas primarias | 3 | u | \$64.00 | \$192.00 |
| | Trabajos de remoción o reubicación | | | | |
| 5 | Modificación en poste PC15 agregando 2TH1 al crucero existente | 1 | u | \$138.00 | \$138.00 |
| 6 | Modificaciones en poste PC16 de 23CH1 a 23CD3 + 1RH1+ 1 corta circuito | 1 | u | \$560.00 | \$560.00 |
| 7 | Modificaciones en PA16A de 23CH1 a 23CD3+1RH1+1CCKT | 1 | u | \$536.00 | \$536.00 |
| 8 | Modificaciones en PA16A agregando 1 23RH2+ 3 aisladores espiga | 1 | u | \$320.00 | \$320.00 |
| 9 | Prolongar 2 fases primarias con ACSR#2 en tramo PA16-PA16A y tramo PC15-PC16 | 65 | Mts. | \$1.60 | \$104.00 |
| | | | | TOTAL A4 | \$3,566.00 |
| | | | | | |
| | SUMA A1+A2+A3+A4 | | | | \$27,180.00 |
| | IVA | | | | \$3,533.40 |
| | SUBTOTAL UNIFICACIÓN ACOMETIDAS INGENIERÍA COMPLEJO DEPORTIVO Y CCHH | | | | \$30,713.40 |
| | | | | | |
| 2. UNIFICACIÓN DE ACOMETIDAS AGRONOMÍA, MEDICINA Y DERECHO. | | | | | |
| ítem | Descripción | Cant. | Unidad | Precio U. | Precio T. |
| 2A | Unión Agronomía Medicina y Derecho | | | | |
| A1 | Medición propia | | | | |

| | | | | | |
|-----------|--|--|------|-------------|--------------------|
| 1 | Suministro e instalación de medición completa incluyendo medidor, transformadores de corriente y potencial | 1 | u | \$13,990.00 | \$13,990.00 |
| | | TOTAL A1 MEDICIÓN PROPIA | | | \$13,990.00 |
| A2 | Unión agronomía medicina, incluye subestación de 300kva en medicina | | | | |
| | Trabajos de instalación | | | | |
| 1 | Postes de 35' de metal | 5 | u | \$516.00 | \$2,580.00 |
| 2 | Postes de 40' metálicos | 1 | u | \$704.00 | \$704.00 |
| 3 | Estructuras primarias: | | | | |
| | Remate 23 PH3 | 2 | u | \$280.00 | \$560.00 |
| | Doble remate 3Ø | 1 | u | \$560.00 | \$560.00 |
| | Corte horizontal 3Ø 23CH3 | 1 | u | \$464.00 | \$464.00 |
| | Estructura con CCKTO en PA22A y PA1A | 2 | u | \$448.00 | \$896.00 |
| | Tangente sencilla 3Ø | 1 | u | \$160.00 | \$160.00 |
| | Retenidas primarias | 4 | u | \$64.00 | \$256.00 |
| | Tendido primario 3Ø, 4 hilos ACSR | 180 | Mts. | \$3.20 | \$576.00 |
| | Estructura H para soporte de transformadores y RH 3 fases en punto M7 | 1 | u | \$890.00 | \$890.00 |
| | Transformadores de 100KVA 1Ø | 3 | u | \$2,040.00 | \$6,120.00 |
| | Juego de pararrayos en PM7 | 3 | u | \$140.00 | \$420.00 |
| | Juego de cortacircuitos en PM7 | 3 | u | \$140.00 | \$420.00 |
| 4 | Interruptor general con 9 cables #3/0 + 3#2/0 en 3 tubos de 3" EMT | 20 | Mts. | \$128.00 | \$2,560.00 |
| 5 | Interruptor general de 900A | 1 | u | \$2,450.00 | \$2,450.00 |
| | Trabajos de remoción y reubicación | | | | |
| 6 | Modificaciones en poste PA22 agregando 1-23RH3 | 1 | u | \$280.00 | \$280.00 |
| 7 | Modificaciones PM6 instalar 2 23TH3 y remover estructura | 1 | u | \$560.00 | \$560.00 |
| 8 | Remoción de estructuras en PM5 y PM4 y conductores desde PM6 hasta PM4 | 90 | Mts. | \$3.20 | \$288.00 |
| 9 | Desconexión de transformador de 1000KVA de las barras del tablero general | 1 | u | \$125.00 | \$125.00 |
| 10 | Modificaciones en PA1 agregando 1-23RH3 | 1 | u | \$280.00 | \$280.00 |
| 11 | Remoción interruptor existente | 1 | u | \$160.00 | \$160.00 |
| | | TOTAL A2 UNION AGRONOMIA-MEDICINA | | | \$21,309.00 |
| A3 | Unión agronomía derecho | | | | |
| | Trabajos de instalación | | | | |
| 1 | Poste de concreto de 35' | 2 | u | \$516.00 | \$1,032.00 |
| 2 | Estructuras primarias tangente doble | 2 | u | \$55.00 | \$110.00 |
| 3 | Tendido 1Ø, 2 hilos ACSR#2 | 165 | u | \$1.60 | \$264.00 |

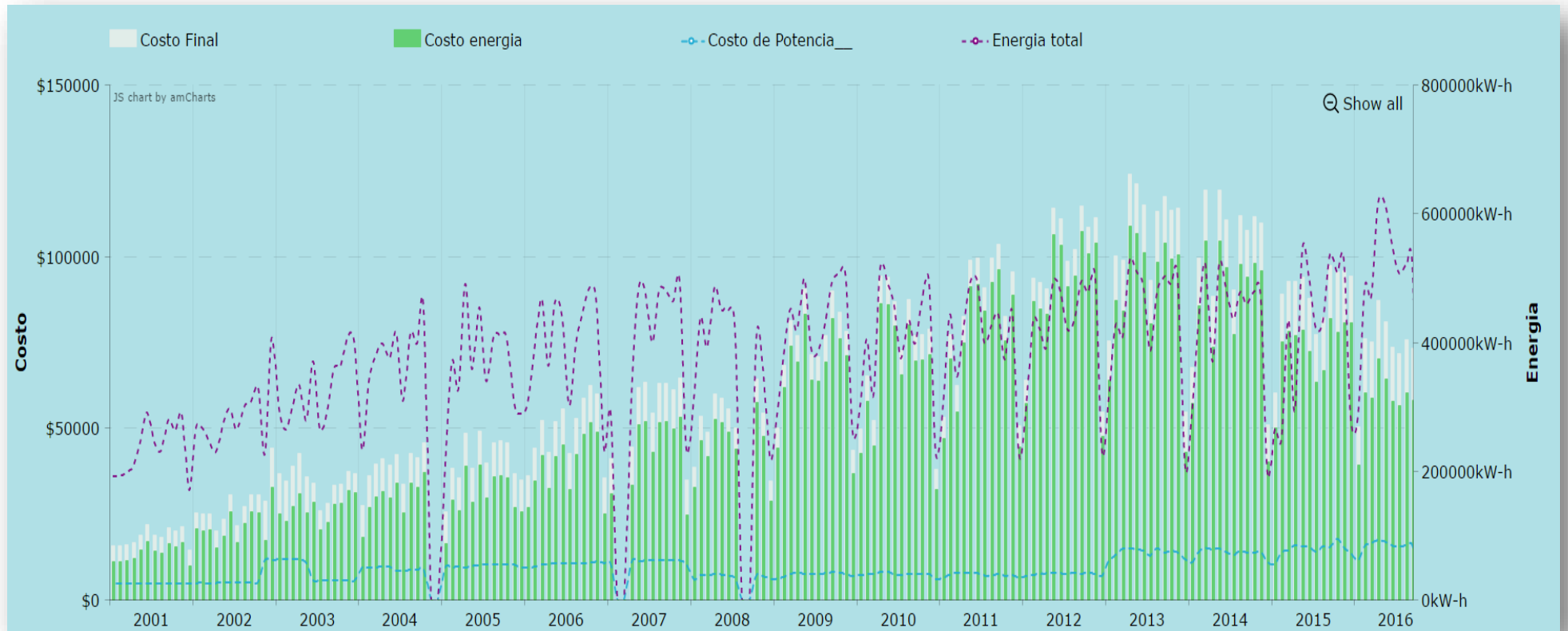
| | | | | | |
|----------|--|---|---|----------|--------------------|
| 4 | Retenidas primarias | 3 | u | \$64.00 | \$192.00 |
| | Trabajos de remoción y reubicación | | | | |
| 5 | Modificación en poste PDS agregando RHI removiendo tramo de conductor entre PD5 y PD\$ | 1 | u | \$69.00 | \$69.00 |
| 6 | Modificación en PA17 agregando RH1 y un corta circuito | 1 | u | \$209.00 | \$209.00 |
| | TOTAL A2 UNION ACOMETIDAS AGRONOMIA-DERECHO | | | | \$1,876.00 |
| | | | | | |
| | SUMA A1+A2+A3 | | | | \$37,175.00 |
| | IVA | | | | \$4,832.75 |
| | SUBTOTAL UNIFICACIÓN ACOMETIDAS INGENIERÍA COMPLEJO DEPORTIVO Y CCHH | | | | \$42,007.75 |
| | Total de toda la unificación de la universidad TOTAL1+TOTAL2 | | | | \$72,721.15 |

ANEXO 5: GRÁFICAS GENERADAS POR LA APLICACIÓN WEB

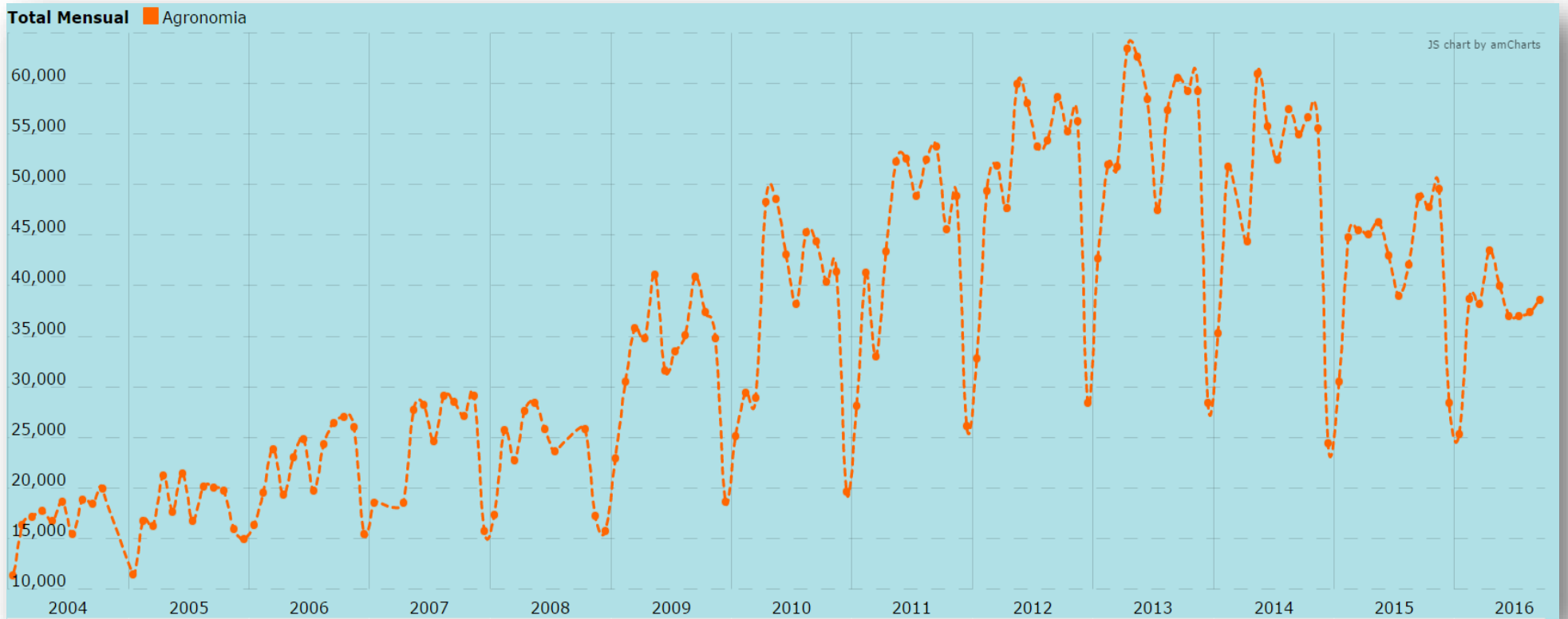
5.1. Costo total de cada año del período de estudio 1998-2016



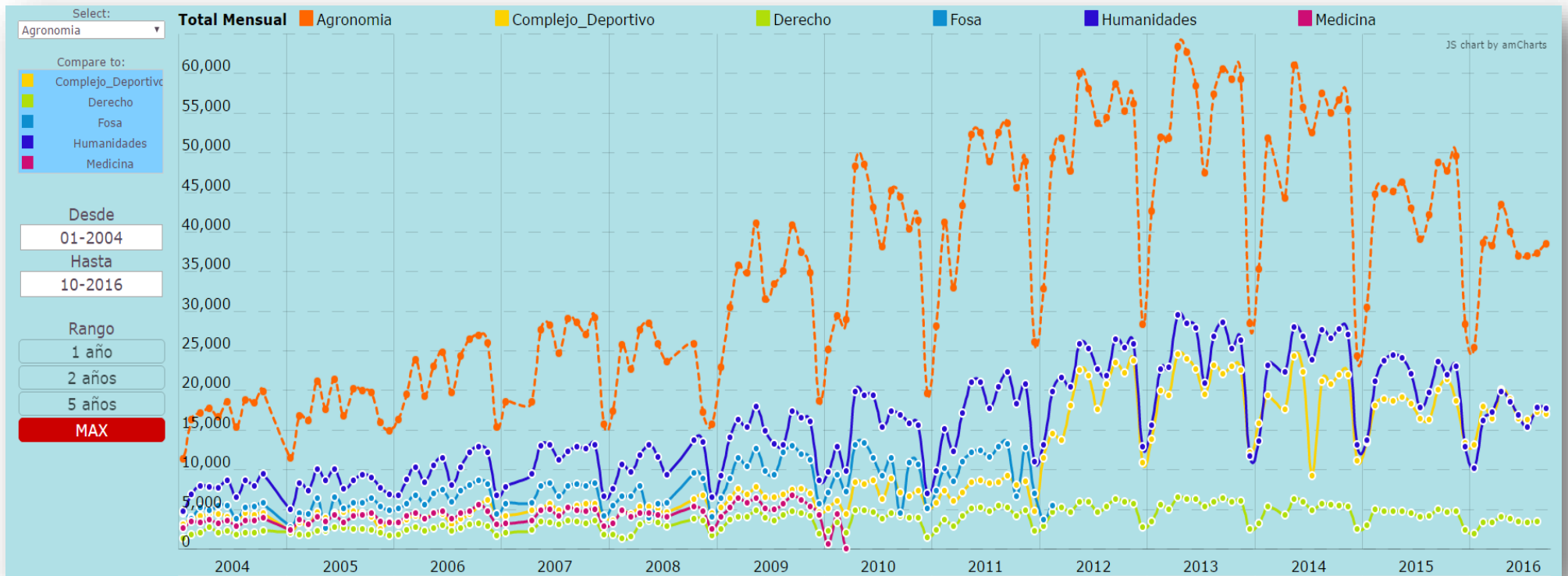
5.2. Costos por mes de energía y demanda de potencia



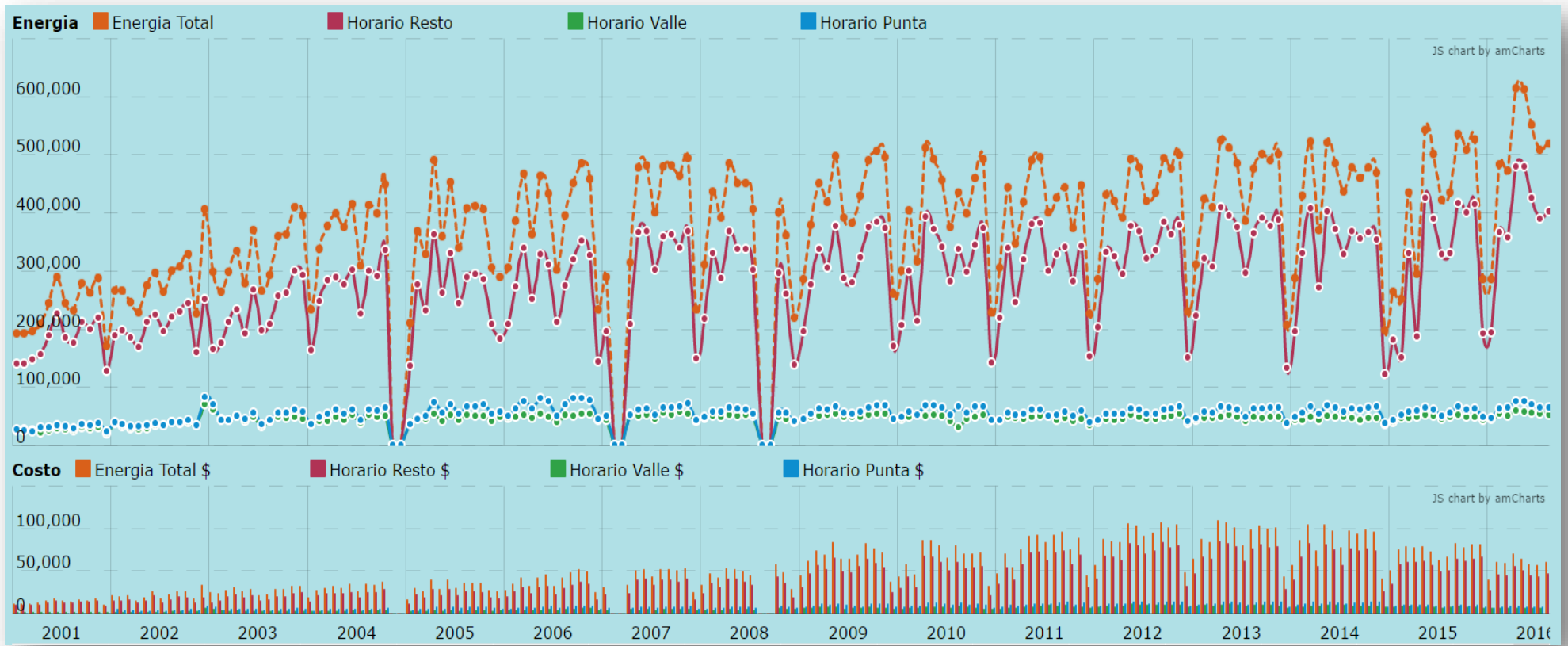
5.3. Costos mensuales para la acometida de Agronomía



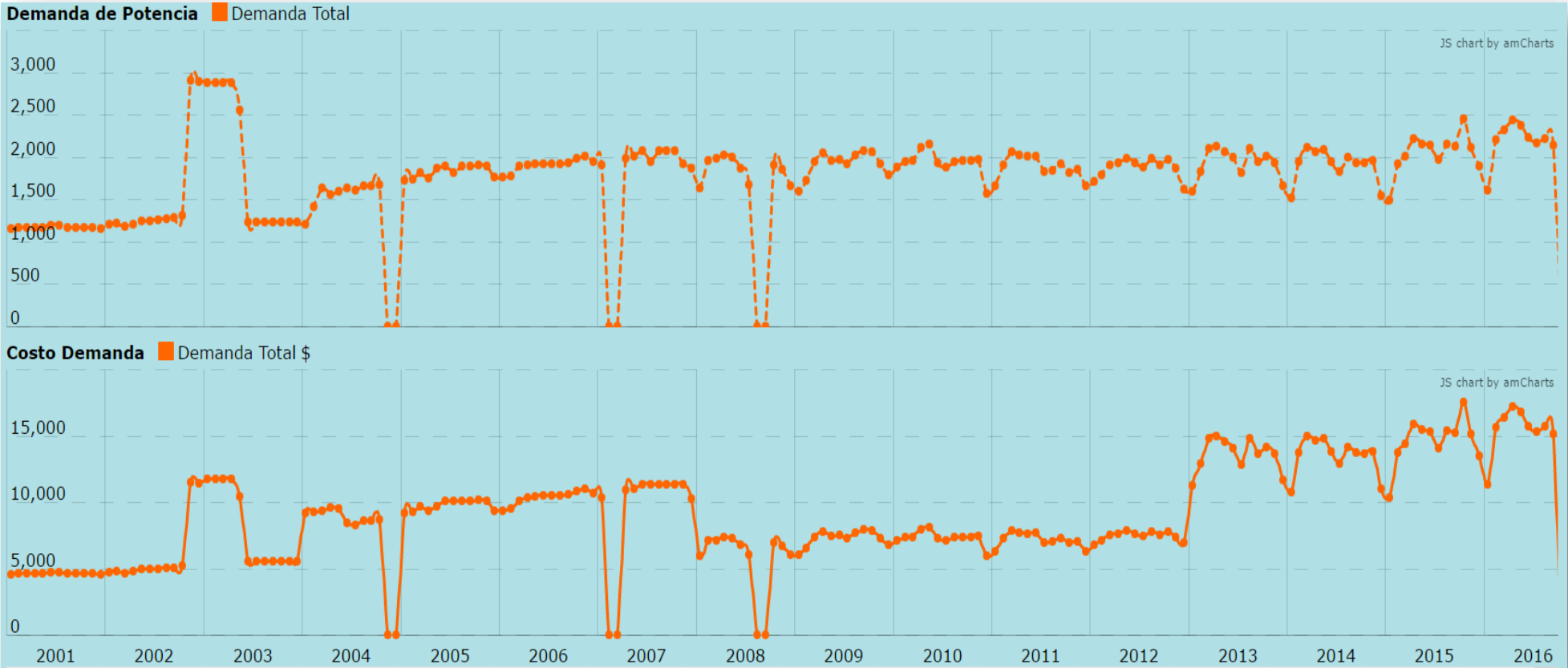
5.4. Costos mensuales para todas las acometidas



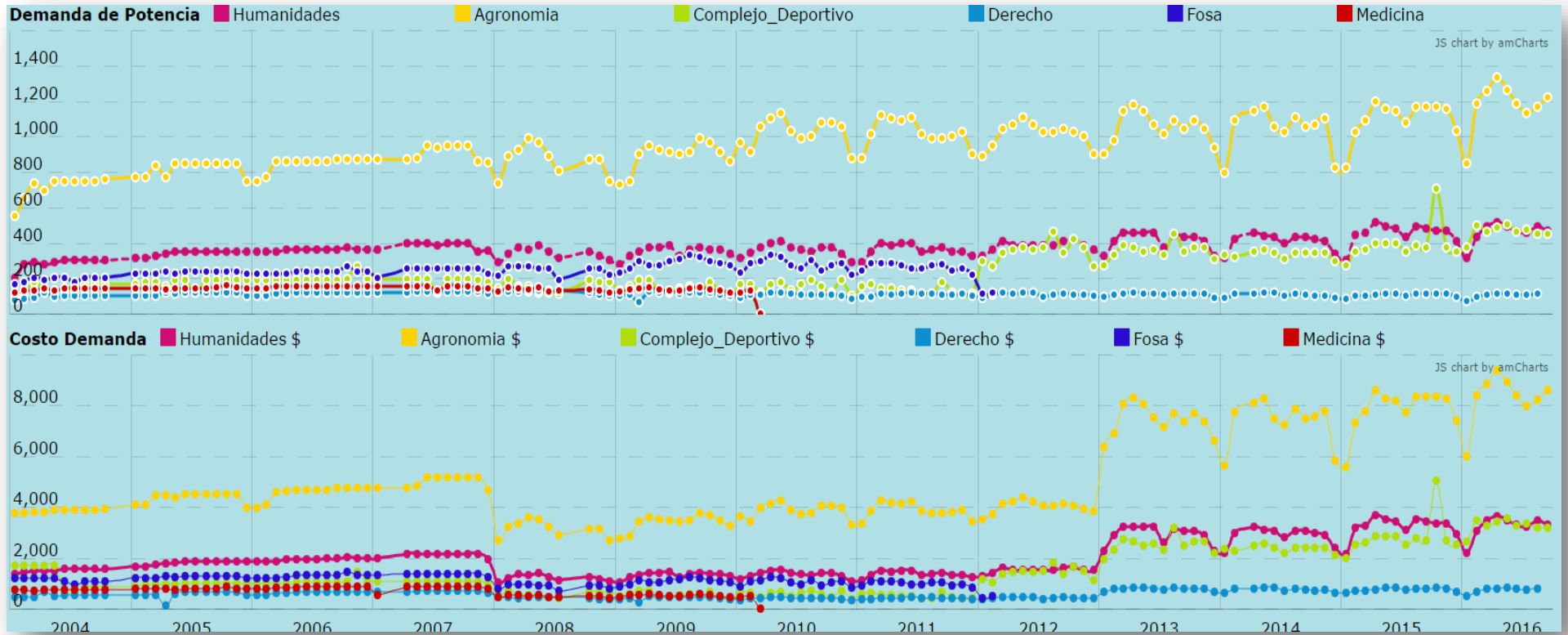
5.5. Consumo de energía por franjas horarias



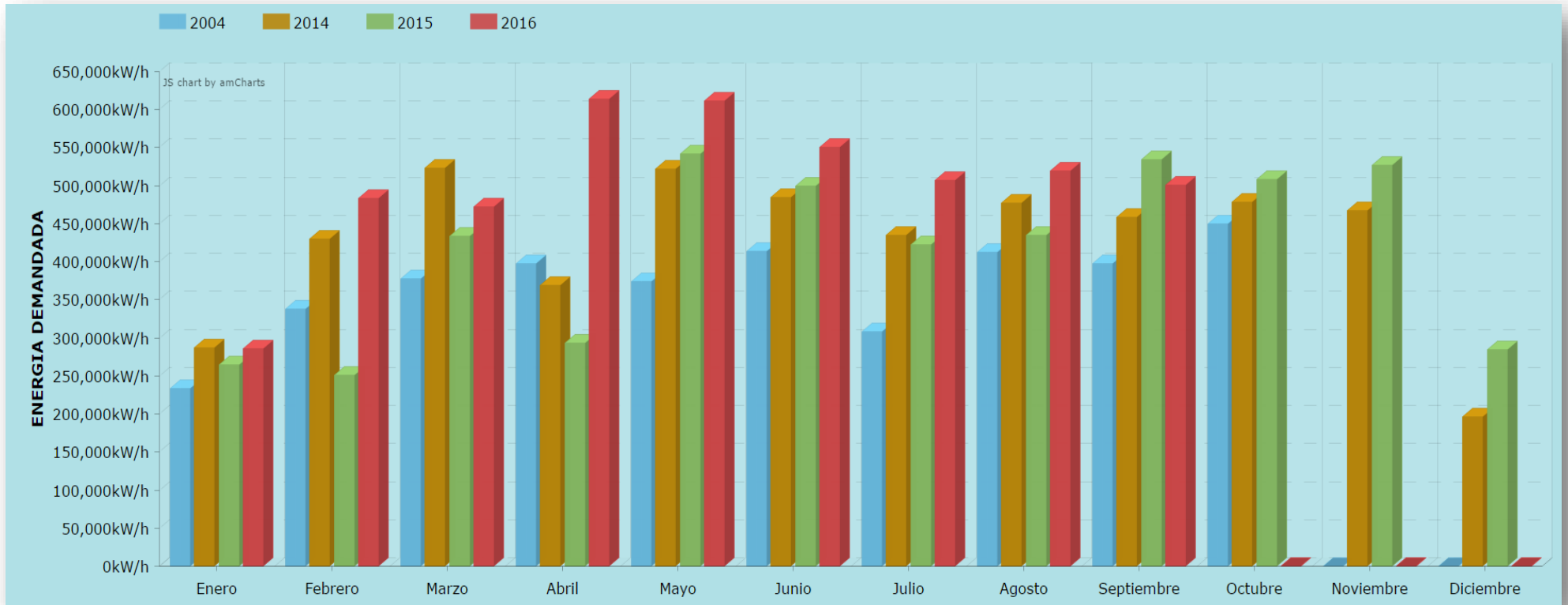
5.6. Demanda de potencia total y su respectivo costo por mes



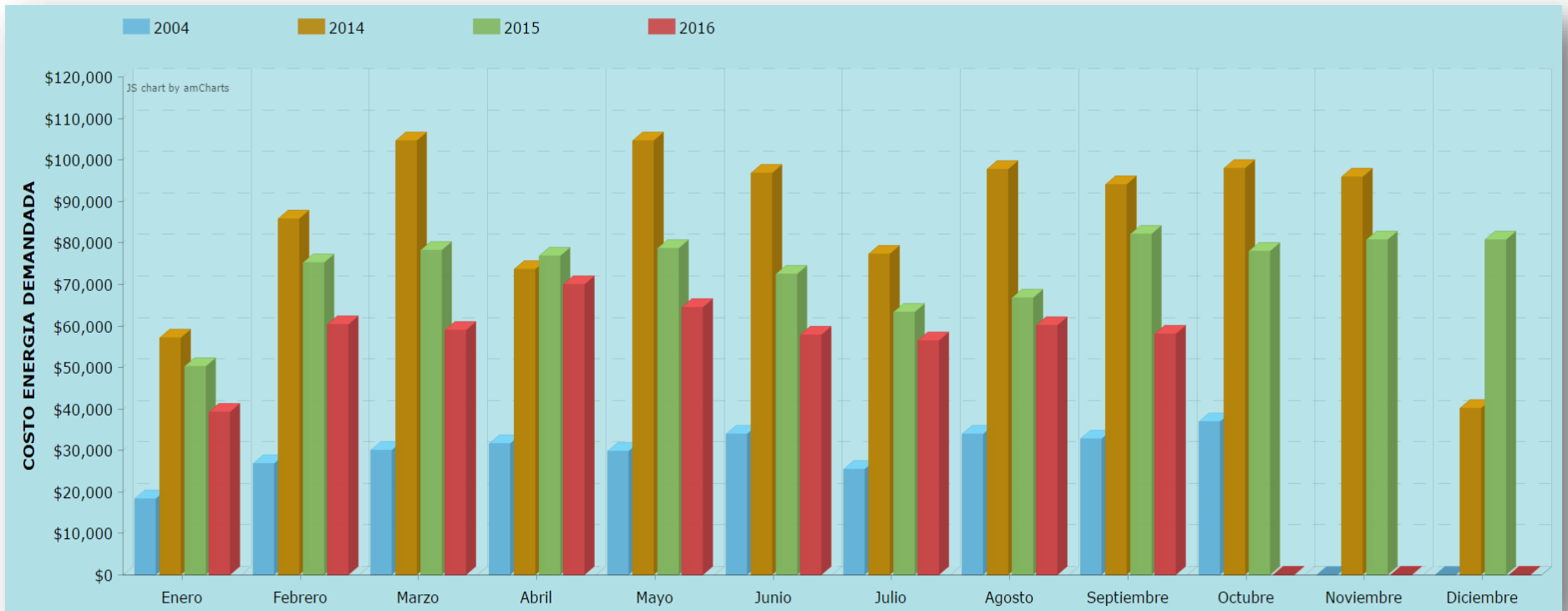
5.7. Demanda de potencia por acometida y su respectivo costo por mes



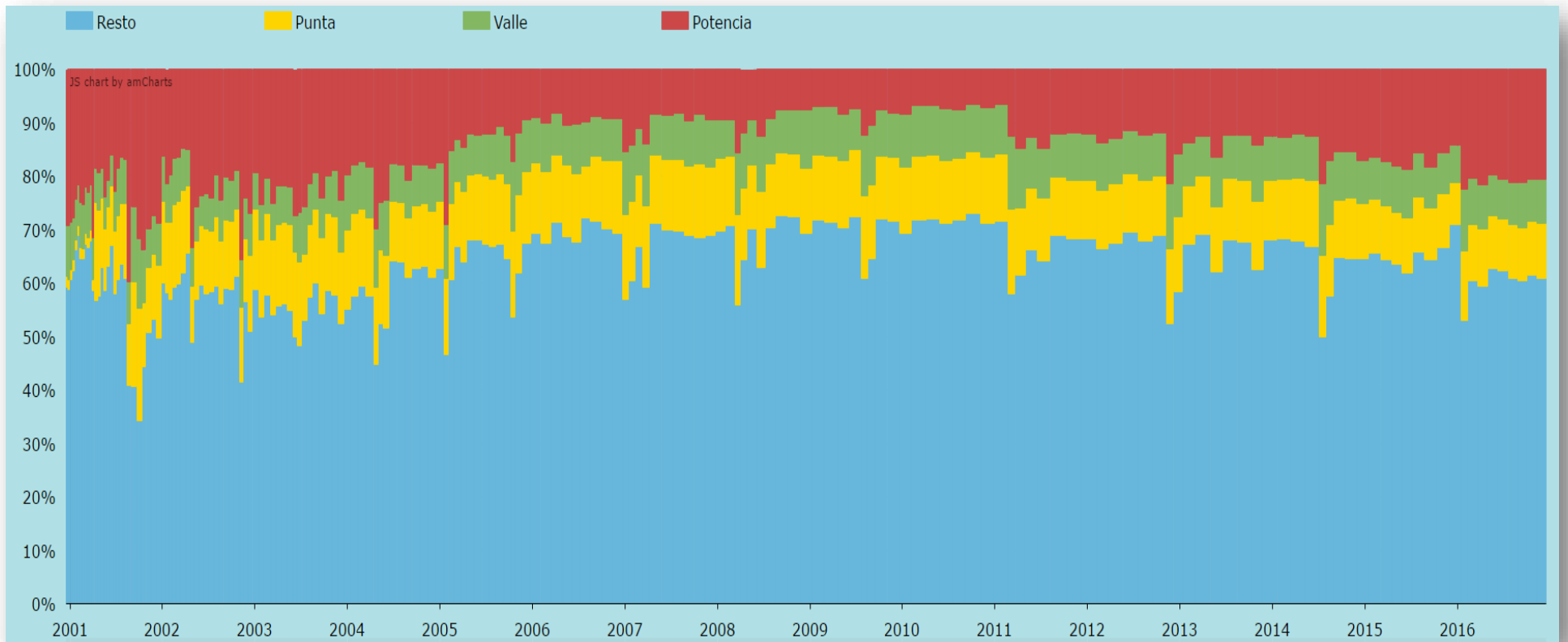
5.8. Energía demanda de 2004 comparada con los últimos 3 años



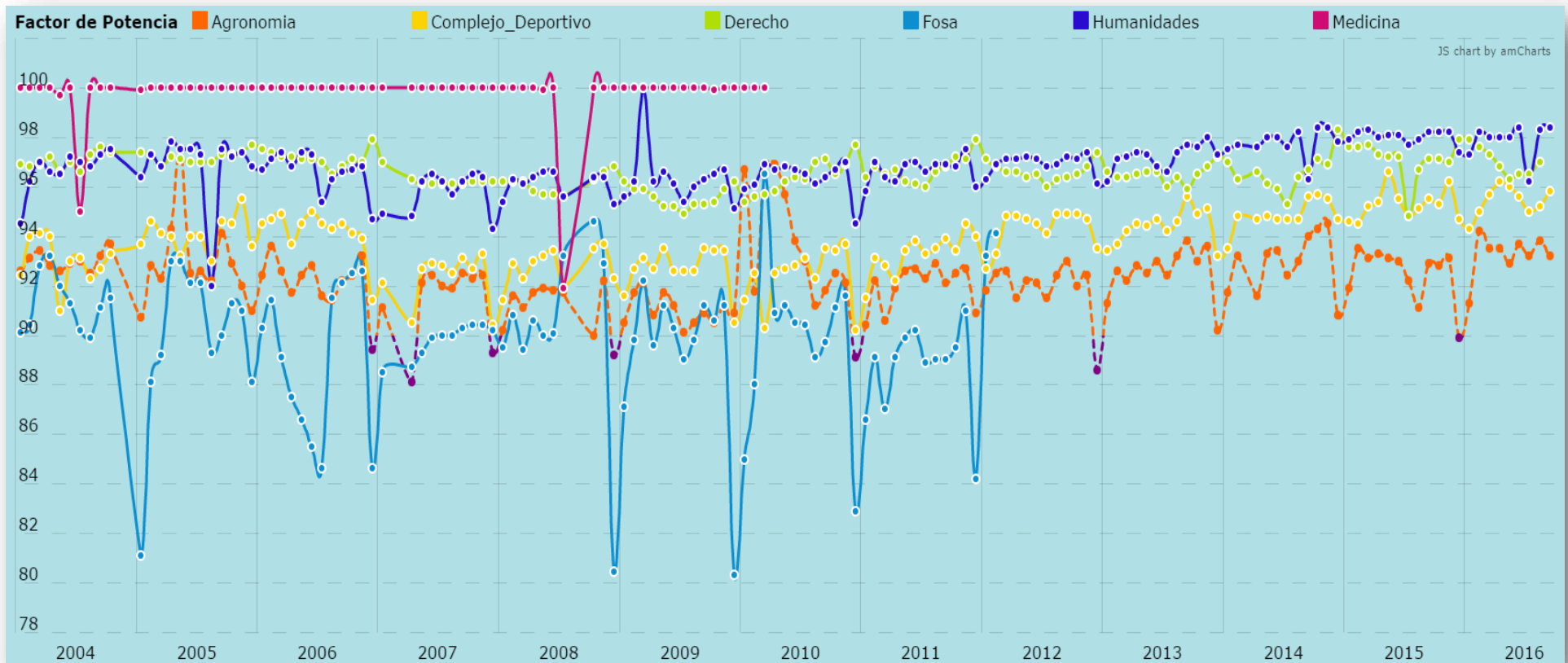
5.9. Costo de Energía de 2004 comparada con los últimos 3 años



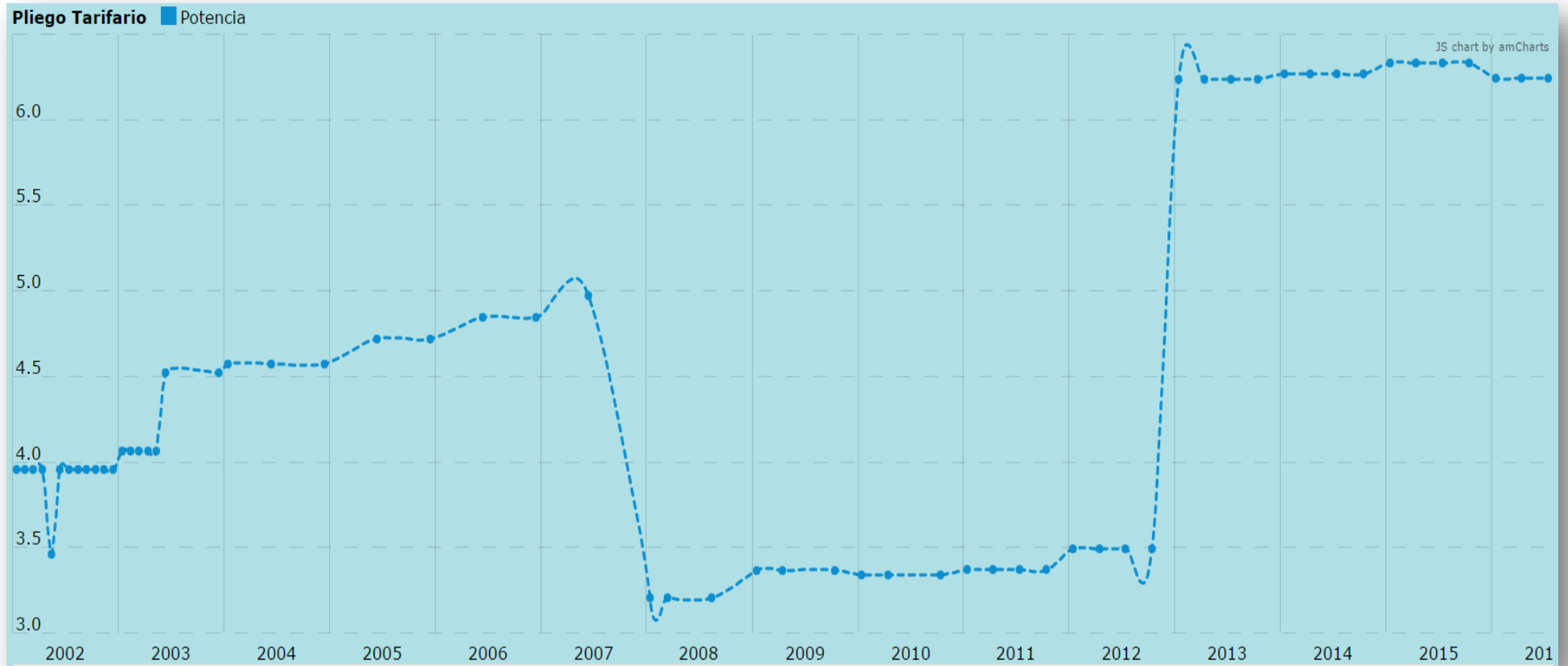
5.10. Porcentaje de costo final correspondiente a cada cargo por mes



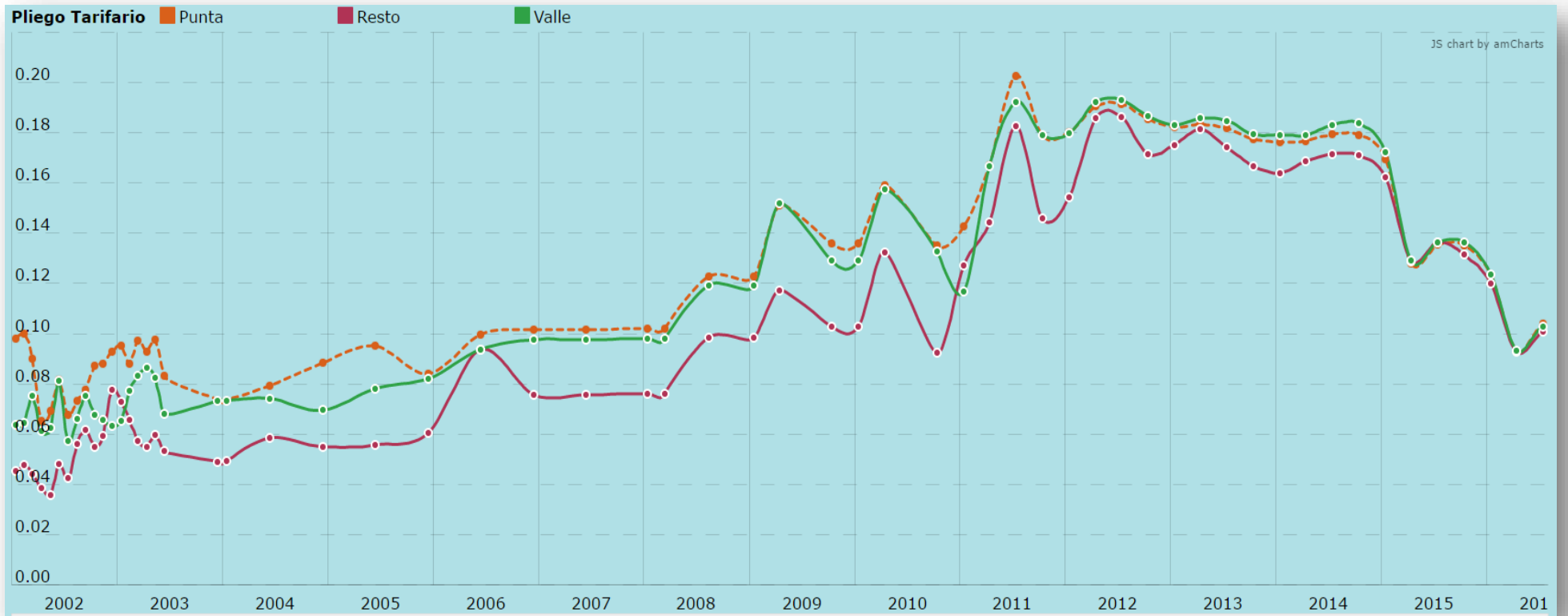
5.11. Factor de potencia de cada mes por acometida



5.12. Registro del pliego tarifario del cargo de distribución para el período 2002-2016



5.13. Pliego tarifario del cargo de Consumo de Energía para 2002-2016



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Población Estudiantil [Internet]. Académica UES. Disponible en: https://academica.ues.edu.sv/estadisticas/poblacion_estudiantil.php
2. Ing. Jorge Zetino, Ing. Armando Martínez Calderón, Ing. Eileen Lemus. Auditoria Energética de la Universidad de El Salvador y estudio de fuentes de autogeneración (CIC UES 02-20). San Salvador, El Salvador: UES; 2004.
3. SIGET. Términos y Condiciones Generales de los pliegos tarifarios 2005. ene 1, 2005.
4. Corte Suprema De Justicia De El Salvador. Ley General De Electricidad. 843 oct 25, 1996.
5. SIGET, IEEE, Sección EL Salvador. Seminario Tarifas Eléctricas, Calidad del Servicio y Atención Al Usuario Final. 2016 sep.
6. Corte Suprema De Justicia De El Salvador. Reglamento De La Ley General De Electricidad. 201 oct 25, 1996.
7. SIGET. Términos y condiciones Generales de los pliegos tarifarios 2008. ene 1, 2008.
8. SIGET. Norma de calidad del Servicio de los Sistemas de Distribución en El Salvador. mar, 2002.
9. SIGET. Pliegos Tarifarios al Consumidor Final 2002-2016.
10. Conoce tu Factura [Internet]. AES El Salvador. Disponible en: <http://www.aes-elsalvador.com/servicio-al-cliente/conoce-tu-factura/>
11. CAESS. Facturas CAESS 2004-2016. San Salvador, El Salvador: UES;
12. Google Developers. Google Web Developers [Internet]. Disponible en: <https://developers.google.com/web/?hl=es>
13. Google Cloud. Google Cloud Platform Documentation [Internet]. Disponible en: <https://cloud.google.com/docs/?hl=es>
14. Bootstrap Framework [Internet]. Disponible en: <http://getbootstrap.com/getting-started/>