

Publicaciones en Ciencias y TecnologíaVol 7, N^o1, Ene–Jun 2013, pp.73–84, ISSN:1856-8890, Depósito Legal: pp200702LA2730

VARIABLES DETERMINADAS PARA LA DETECCIÓN DE FRAUDE EN EMPRESAS DE SERVICIO ELÉCTRICO

* Liliana Lima Pérez ** Carmen Luisa Vásquez Stanescu

Recibido: 05/12/2012 Aprobado: 10/05/2013

Resumen

Las pérdidas de energía registradas en empresas de servicio eléctrico representan un problema que afecta su sustentabilidad económica y financiera. En Venezuela, para el año 2010, éstas alcanzan el 30,68 %. De éstas, las pérdidas no técnicas pueden ser detectadas y controladas contribuyendo a la recuperación financiera de la empresa, lo cual puede reinvertirse para mejorar la calidad del servicio. El objetivo de este trabajo es identificar las variables utilizadas por planificadores de inspecciones de suministros de empresas de servicio eléctrico que permita detectar posibles usuarios con condiciones fraudulentas. La metodología utilizada para la adquisición del conocimiento se basa en el Técnica Delphi, es decir, se realizan entrevistas a expertos en el área, se identifican las variables, se comparten entre todos para seleccionar las que reciban la mayor valoración en una escala definida. La selección de las variables aportadas por los expertos está fundamentada en herramientas estadísticas. Se determina un conjunto de variables de consumo, de ubicación y de conocimiento tácito de fraude del cliente que caracteriza su posible conducta fraudulenta. éstas permiten construir a futuro un sistema inteligente que automatice dicha planificación para la detección de estos clientes y contribuir a la reducción de las pérdidas no técnicas y a la recuperación financiera de la empresa.

Palabras clave: pérdidas no técnicas, conductas fraudulentas, Técnica Delphi.

* *Departamento de Estudios Generales y Básicos. Sección de Matemáticas UNEXPO. VR Barquisimeto. Profesora de Matemáticas. Estudiante del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, UNEXPO, Barquisimeto, Venezuela, llima@unexpo.edu.ve, lilianalimap@gmail.com*

** *Departamento de Ingeniería Eléctrica. UNEXPO. Ingeniero Electricista. Doctora en Ciencias Técnicas. Barquisimeto, Venezuela, cvasquez@unexpo.edu.ve*

VARIABLES DETERMINED FOR THE DETECTION OF FRAUD IN COMPANIES OF ELECTRICAL SERVICE

Abstract

Losses suffered by power utilities represent a problem affecting its financial and economic sustainability. In Venezuela, they reached 30,68 % in 2010. Among them, non-technical losses can be detected and controlled, contributing to the financial recovery of the company, and thus using such surplus of money to improve the quality of service. The aim of this paper is to identify variables used by supply inspection planners in power utilities to allow detection of users that may be using the service under illegal or fraudulent conditions. The methodology used for knowledge acquisition is based upon the principle of the Delphi Method, that is, independent experts in the area answer questionnaires and interviews, variables are identified, and then answers are shared among all of them to select those that receive higher scores on a pre-defined scale. Selection of variables provided by experts is supported by statistical tools. A set of consumption, location and knowledge variables that characterizes fraudulent behavior is then established. They in turn allow construction of a future intelligent system to automate detection of such customers, thus contributing to the reduction of non-technical losses and financial recovery of the company.

Keywords: non-technical losses, fraudulent behavior, Delphi method.

Introducción

Según Vásquez (2011), el servicio eléctrico históricamente ha estado asociado al desarrollo y crecimiento de las naciones, constituyendo un servicio de primera necesidad e impactando en la calidad de vida de la sociedad. En este sentido, en su papel protagónico destaca la necesidad de optimizar sus procesos y lograr que el mismo se preste con calidad y eficiencia, lo cual se establece por primera vez, como marco regulatorio en Venezuela, en la Ley Orgánica del Servicio Eléctrico (LOSE) promulgada en el año 2001. Adicionalmente la vigente Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico (LOSSE) del año 2010 establece que éste debe prestarse bajo los principios de sustentabilidad económica y financiera, entre otros criterios, para lograr una justa retribución por parte de los usuarios que disfrutaban del uso de este servicio.

La eficiencia del servicio eléctrico se logra, entre otras acciones, con una adecuada reducción y control de sus pérdidas. Además para lograr la sustentabilidad económica y financiera se requiere que las retribuciones que realicen sus usuarios sean de manera oportuna y

Identificación Variables

Variables de consumo

- VC1 El promedio del consumo de energía eléctrica mensual de los últimos 12 meses es menor a un 30 % del promedio del año anterior
- VC2 El consumo de energía eléctrica mensual bajó más del 30 % con respecto al mes anterior
- VC3 El consumo de energía eléctrica mensual en los últimos tres meses bajó más del 30 % con respecto al mes anterior
- VC4 El consumo de energía eléctrica mensual baja a un 50 % de su valor con respecto al mes anterior
- VC5 El consumo de energía eléctrica mensual en los últimos tres meses bajó más del 40 % con respecto a su promedio de los 6 meses anteriores
- VC6 El promedio de consumo de energía eléctrica mensual en los últimos 12 meses es menor a un 25 % del promedio del año anterior
- VC7 El consumo de energía eléctrica mensual bajó un 70 % con respecto al mes anterior
- VC8 El consumo de energía eléctrica mensual es inferior comparativamente con los clientes y/o suscriptores de la misma zona (estrato social)
- VC9 El consumo de energía eléctrica mensual bajó a cero
- VC10 El porcentaje a considerar en la baja del consumo varía según la zona a inspeccionar
- VC11 Disminución del consumo de energía eléctrica mensual con respecto al mismo mes en el año anterior en épocas vacacionales
- VC12 Variación del consumo de energía eléctrica mensual, oscilante en los últimos 6 meses (100kWh, 300kWh, 50kWh, 30kWh, 400kWh,)

Variable de ubicación

- VU1 Ubicación geográfica reconocida como de alta frecuencia de ocurrencias fraudes

Variables de conocimiento tácito de fraude

- VT1 Denunciado como fraudulento por vía telefónica, correo electrónico o directo en las oficinas comerciales
- VT2 El cliente es reincidente
- VT3 Notificaciones de incidencias hechas por los usuarios

que se optimicen los procesos organizativos y operativos internos y externos. A manera de ejemplo, según el Anuario Estadístico del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) del 2010, destaca que en Venezuela se generaron y facturaron un total de 116.676 y 80.878 GWh, respectivamente. En este sentido, la energía perdida en este año fue de aproximadamente 35.798 GWh, lo que representa un 30,68 % del total generado y del 44,26 % del facturado. Adicionalmente se observa que el bloque de energía generado en el 2010 por las plantas termoeléctricas (39.899 GWh) en el país es similar a estas pérdidas, lo cual evidencia una afectación negativa en la sustentabilidad económica y financiera de la Empresa de Servicio Eléctrico (ESE). Para este año, la eficiencia del sistema fue del 16,4 % y según recomendaciones de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE, 1990), cuando este índice supera el 10 % es excesivo y deben aplicarse medidas que permitan la reducción y control de las pérdidas y, de esta manera, garantizar el uso racional de los recursos que se utilizan para los procesos que involucran la prestación de este servicio.

De las pérdidas existe una porción debida a los procesos propios de generación, transporte, transformación y distribución del sistema eléctrico, definidas por la LOSSE (2010) como *pérdidas técnicas*, cuya responsabilidad es de las ESE. Adicionalmente esta Ley define a las *pérdidas no técnicas* como las debidas a las conexiones no autorizadas o a la ausencia y/o alteraciones de los medidores. Las primeras pueden ser controladas por las ESE solventando los problemas de transmisión y distribución y las segundas, son de mayor dificultad debido a la intervención humana, con la detección y corrección oportuna de las condiciones fraudulentas. En este sentido, realizando una planificación eficiente de las inspecciones de suministros pueden detectarse las condiciones de fraude, corregir la irregularidad, normalizar la instalación del suministro y recuperar financieramente la energía no facturada.

Las pérdidas no técnicas no constituyen una pérdida real de energía, como ocurre con las técnicas. Cuando se presentan en los procesos de registro, facturación y recaudación, estrictamente, se consideran como pérdidas financieras, según la OLADE (1990). Éstas se clasifican según las causas como las debidas a los procesos propios de la activi-

dad administrativa de la empresa (errores en los procesos de registro, facturación y recaudación) o debidas a los usuarios (por la manipulación de los medidores o por las conexiones no autorizadas). De éstas las más expeditas para su control son las segundas, para lo cual es necesario contar con un sistema que logre detectar al usuario que manipule el medidor y corregirla oportunamente (Lima, Vásquez, Luna y Poletto, 2011).

Según lo establecido en los artículos 104 y 108 de la LOSSE (2010), dentro de las causas de las pérdidas no técnicas, las debidas a la manipulación de los medidores o a las conexiones no autorizadas (parciales o totales) a la red de suministro han sido tipificadas como por infracciones de los usuarios y, según sea su gravedad, son motivo de sanciones que van desde cinco (5) hasta 10.000 unidades tributarias (UT), dependiendo del tipo de delito, y con pena de prisión de hasta cinco (5) años. De estas sanciones, las consideradas de mayor gravedad, por ende con montos de multa y penas de cárcel en los límites superiores, son las debidas a *la alteración, daño o modificación intencional de los medidores, sus equipos asociados y los equipos destinados a la prestación del servicio* (Artículo 104), ya que se atenta contra un bien de la Nación. En este sentido, destaca la importancia de realizar estudios que permitan identificar a los usuarios que cometan estas infracciones y *por esta razón la principal medida de control debe ser un programa de inspección a las instalaciones de los usuarios* (OLADE, 1999, p. 3-11).

Las ESE incluyen en sus planes estratégicos la planificación de inspecciones de suministros tal como lo señalan Lima y otros (2011), pero para hacerla eficiente es necesario identificar las variables que caracterizan la presencia de *condiciones fraudulentas* y, de esta manera, lograr localizarlas en la base de datos de los consumos de los clientes de este servicio. El objetivo de este trabajo es identificar las variables utilizadas por planificadores de inspecciones de suministros de empresas de servicio eléctrico que permita detectar posibles usuarios con *condiciones fraudulentas*.

Para lograr el objetivo planteado se aplica la Técnica Delphi para la adquisición de conocimientos a un grupo de expertos en planificación de inspecciones de suministros. Además, en base al uso de

herramientas estadísticas se identifican las variables con mayor peso que puedan ser incluidas en una estrategia inteligente eficiente para la detección de clientes con *condiciones fraudulentas*.

En la primera parte del artículo se expone la metodología utilizada para la adquisición del conocimiento, así como las herramientas estadísticas que permiten seleccionar las variables de mayor valoración. Luego se presentan los resultados obtenidos y el análisis de los mismos. Por último, se exponen las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Cómo se hizo

Para la adquisición de conocimientos e identificación de las variables se aplica la Técnica Delphi. Esta Técnica debe su nombre al Oráculo de Delphos y fue ideada en los años 50 por Olaf Helmer y Theodore J. Gordon (Astigarra, 2003). Ésta es definida por Linstone y Turoff (1975) como el método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo para tratar un problema complejo permitiendo la participación de varios individuos (Astigarra, 2003; Igarza, 2008; Hurtado, 2010). Permite captar opiniones y experiencias de personas expertas en un área, a través de cuestionarios, cuyas respuestas sirven para crear nuevos cuestionarios y aplicarlos reiteradas veces, hasta conseguir el nivel de información que el investigador requiere. Da la oportunidad al participante de revisar sus planteamientos, corregirlos o ampliarlos y tiene, entre otras ventajas, el anonimato de los expertos entre sí (Astigarraga, 2003; Igarza, 2008; Paletta, 2009; Hurtado, 2010). Pertenece a los métodos de prospectiva, los cuales, según Igarza (2008) *estudian los posibles escenarios futuros en los que evolucionará el entorno y las interacciones entre los factores que lo condicionan y los macrosistemas en los que se desarrollan*. Adicionalmente se encuentra en la categoría de métodos de expertos, debido a que la información se sustenta en la consulta a un número limitado de personas reconocidas por su conocimiento del evento y de quienes pueden identificarse las variables que lo afectan. El número óptimo de expertos participantes no está definido, sin embargo algunos estudios indican que deben ser entre siete (7) y treinta (30), mayor que este número no es recomendable pues los benefi-

cios que se obtienen no compensan gastos y esfuerzos (Astigarraga, 2003). Sin embargo, Torres (2010) señala que el número de expertos participantes puede obtenerse cuando se logra que la información se sature, es decir, cuando nuevas consultas a expertos no aportan más conocimientos sobre los mismos tópicos.

Para cumplir la primera fase de la Técnica Delphi se envía una solicitud de colaboración y cuestionario de autoevaluación para la investigación a 21 expertos en la planificación de inspecciones de suministros para la detección de fraude en ESE, tanto nacionales como internacionales. De éstos, respondieron ocho (8) cumpliendo con el puntaje exigido para ser reconocidos como expertos (Cruz, 2009).

Participaron en la segunda fase correspondiente a una entrevista semiestructurada seis (6) de los expertos. De la información obtenida a través de la entrevista se elabora un cuestionario con todas las variables que aportan los, el cual es enviado a estos para que seleccionen todas con las que estén de acuerdo. Al procesar esta información se aplica un diagrama de Pareto (Cruz, 2009) y se escogen las que quedan bajo el 80 %, con éstas se construye un nuevo cuestionario clasificando las variables según el área a la que corresponden y colocando una escala de aceptación. Las respuestas de este tercer cuestionario son procesadas utilizando una distribución normal estándar inversa (Green, 1954, Cruz, 2009), una distribución T (Luna, 2011), el promedio obtenido por el cociente entre la puntuación total de la escala y el número de afirmaciones (Hernández, 2010; Namakforoosh, 2008), obteniéndose las variables requeridas como la intersección de las seleccionadas por los tres (3) métodos.

Lo encontrado

La caracterización de los expertos se presenta en el Cuadro 1.

A través de las entrevistas realizadas a los expertos se presentan 23 variables relacionadas con la detección de fraude, de éstas quedan seleccionadas 16 utilizando el principio de Pareto (Cruz, 2009) como se muestra en la Figura 1 y son clasificadas en tres (3) grupos: las variables de consumo (VC), las de ubicación (VU) y las de conocimiento tácito de fraude (VT). Luego de la valoración por parte de los expertos de estas variables, en una escala tipo Likert, se obtiene la tabla de frecuencias presentada en el Cuadro 2.

Experto	País	Puesto de trabajo	Categoría docente	Años de experiencia*	Coefficiente de competencia
1	Costa Rica	Coordinador de medición	Ingeniero Electricista	24	0,89
2	Venezuela	Líder de Centro de Servicio	Ingeniero Electricista Maestría	4	0,92
3	Venezuela	Jefe de sección de planificación de inspecciones	Ingeniero Electricista	5	0,90
4	Venezuela	Coordinador de gestión de energía	Ingeniero Electricista	4	0,90
5	Venezuela	Jubilado de ESE	Licenciado en administración	5	0,97
6	Venezuela	Jefe de área de normalizaciones	Ingeniero Electricista Maestría	6	0,92
7	Venezuela	Jubilado	Ingeniero Electricista	8	0,85
8	Colombia	Jefe de focalización y análisis de pérdidas de energía	Ingeniero Electricista. Especialización	6	0,87

* Años de experiencia en la planificación de inspecciones de suministros

Cuadro 1: Caracterización de los expertos contactados.

Aplicando los tres (3) métodos señalados en la sección anterior, aparecen en cada uno discriminadas variables con grado de aceptación MA y BA, tal como se muestra en el Cuadro 3.

Significado de lo encontrado

El Cuadro 3 presenta las variables seleccionadas que se encuentran en los intervalos correspondientes a los valores de MA y BA. La primera columna se obtiene aplicando un método para muestras mayores o iguales a 30 expertos según lo indica Cruz (2009) debido a la utilización de una distribución normal, sin embargo en la literatura aparece su aplicación en muestras de diez (10) expertos (Blasco, 2010). En la segunda, se aplica la distribución T de student la cual se utiliza para muestras pequeñas como la considerada en esta investigación de seis (6) expertos (Luna, 2011). En este caso, todas las variables aparecen seleccionadas, esto a causa de que esta distribución abraza valores más altos en los extremos que la normal. Para la última se

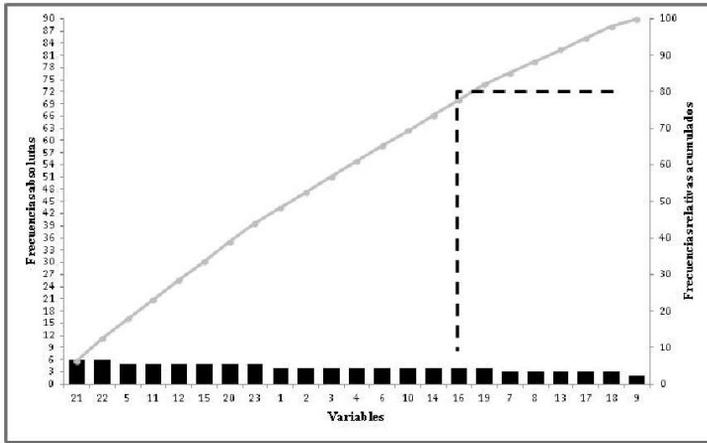


Figura 1: Diagrama de Pareto para la selección de las variables en la segunda ronda.

aplica un promedio definido por Namakforoosh (2008) y Hernández (2010) empleando la característica sumativa de las escalas tipo Likert y del cual se desprenden ocho (8) variables.

Es de hacer notar que un conjunto de variables aparece como la intersección de las tres (3) herramientas. Por lo tanto, son las escogidas para la elaboración de una estrategia inteligente eficiente para la planificación de inspecciones de suministros en ESE. Estas variables son VC4, VC5, VC7, VC9 y VC10 relacionadas con la disminución del consumo de energía eléctrica mensual registrado en la base de datos de la ESE; la VU1 vinculada a la ubicación geográfica del usuario, es decir si se encuentra en una zona de alta o baja incidencia de fraude y finalmente las VT1, VT2 y VT3 como condiciones tácitas de fraude proporcionadas por denuncias, incidencias o reincidencia de fraude.

Conclusiones

Se identificaron nueve (9) variables aportadas por los expertos en planificación de inspecciones de suministros en Empresas de Servicio Eléctrico que permiten detectar condiciones fraudulentas de los clientes y resultan de la intersección de las destacadas por la aplicación de tres (3) herramientas diferentes. Estas variables se han agrupado en tres categorías: las relacionadas con la disminución del consumo de energía eléctrica mensual, con la

Frecuencias absolutas											
Variables	Valoración					Variables	Valoración				
Consumo	MA	BA	A	PA	NA	Ubicación	MA	BA	A	PA	NA
VC1		3	1	2		VU1	3	2	1		
VC2		3	2	1		Tácitas	MA	BA	A	PA	NA
VC3	1	2	3			VT1	4	1	1		
VC4	3	2		1		VT2	3	3			
VC5	4	2				VT3	3	2		1	
VC6		2	3	1							
VC7	4	2									
VC8	1	2	3								
VC9	2	3	1								
VC10		5		1							
VC11		2	4								
VC12	1		4	1							

MA: muy adecuado, BA: bastante adecuado, A: adecuado,
PA: poco adecuado, NA: no adecuado

Cuadro 2: Frecuencias absolutas de las variables valoreadas por los expertos en la tercera ronda

ubicación del cliente en zonas de altos o bajos reportes de fraude y por último las condiciones tácitas de fraudes proporcionadas por denuncias, incidencias o reincidencia de fraude.

Las variables obtenidas, según sus pesos generan un sistema de reglas que puede utilizarse para la construcción de un sistema experto que detecte clientes con condiciones fraudulentas y permita la elaboración de una planificación de inspecciones de suministros eficiente.

Agradecimientos

Las autoras de este trabajo quieren presentar su agradecimiento a los expertos de Colombia, Costa Rica y Venezuela que colaboraron con la investigación aportando sus conocimientos sobre el tema.

Variable	Método de Green, Cruz	Distribución T de student	Promedio
VC1	X	X	
VC2	X	X	
VC3	X	X	
VC4	X	X	X
VC5	X	X	X
VC6	X	X	
VC7	X	X	X
VC8	X	X	
VC9	X	X	X
VC10	X	X	X
VC11	X		
VC12	X	X	
VU1	X	X	X
VT1	X	X	X
VT2	X	X	X
VT3	X	X	X

Cuadro 3: Variables seleccionadas por cada método.

Referencias

- [1] Anuario estadístico del Sector Eléctrico Nacional. (2010). Ministerio para el Poder Popular de la Energía Eléctrica. Venezuela.
- [2] Astigarraga, E. (2003). Método Delphi. Universidad de Deusto. Curso 2002-2003. San Sebastián. Disponible en: http://www.prospectiva.eu/zaharra/03_Delphi_ESTE.pdf
- [3] Blasco, J., López, A. y Mengual, S. (2010). Validación mediante método Delphi de un cuestionario para conocer las experiencias e interés hacia las actividades acuáticas con especial atención al windsurf. Revista ágora para la educación física y el deporte. Vol. 12. N. 1. Pp. 75-96.
- [4] Cruz, M. (2009). El método Delphi en las investigaciones educacionales. La Habana: Editorial Academia. Pp. 1-48.
- [5] Green, B. (1954). Attitude measurement. In: G. Lidzey (Ed.). Handbook of Social Psychology, Vol. I. Reading, MA: Adison-Wesley. Pp. 335-369.

- [6] Igarza, R. (2008). Método Delphi. Apuntes para una implementación exitosa. Chile: Universidad Austral. Consultado en: <http://robertoigarza.files.wordpress.com>
- [7] Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. Quinta edición. México: Mc. Graw Hill. Pp. 250-251.
- [8] Hurtado, J. (2010). Metodología de la investigación. Cuarta edición. Caracas, Venezuela: Quirón. Pp. 921-925.
- [9] Lima, L., Vásquez, C., Luna, M. y Poletto, J. (2011). Indicadores estratégicos para incrementar la efectividad de las inspecciones para las operadoras del servicio eléctrico venezolano. Revista Universidad, Ciencia y Tecnología. UNEXPO VR Puerto Ordaz. Vol 15, N 60. Pp 187-195
- [10] (LOSE) Ley Orgánica del Servicio Eléctrico. (2001, Diciembre 31). Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 5.568.
- [11] (LOSSE) Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico. (2010, Febrero 14). Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 39.573.
- [12] Luna, M. (2011). Estadística inferencial. Alemania: Editorial académica española. Pp. 23-25.
- [13] Namakforoosh, M. (2008). Metodología de la investigación. Segunda edición. México: Limusa. Pp. 465-471
- [14] OLADE (1990). Manual Latinoamericano y del Caribe para el control de pérdidas eléctricas. Organización Latinoamericana de Energía. Colombia, 1990. Pp 1-15, 3-1-3-21.
- [15] Paletta, M. (2009). Inteligencia Artificial Básica. Venezuela. Fondo Editorial UNEG. Pp. 96-97
- [16] Torres, M. (2010). Contribución a la información en el diseño de una aproximación. Tesis doctoral. Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre. Barquisimeto.
- [17] Vásquez, C. (2011). Eficiencia energética y calidad de la energía eléctrica. Criterios de diseño, operación y mantenimiento. Editorial EAE. Alemania. Pp 27-30.