

## **Factibilidad de aplicación de las Directrices del Comité de Basilea para la evaluación de los Riesgos Operativos en Empresas Eléctricas Estatales**

**Dionicio Peña Torres<sup>1</sup>, Carlos Rodríguez Monroy<sup>1</sup>, Pablo Solana<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales - Universidad Politécnica de Madrid. Dir.: C/José Gutiérrez Abascal, 2. Madrid - España. [gip732000@yahoo.com](mailto:gip732000@yahoo.com), [crmonroy@etsii.upm.es](mailto:crmonroy@etsii.upm.es), [psolana@etsii.upm.es](mailto:psolana@etsii.upm.es).

**Palabras Claves:** Riesgos Operativos, Comité de Basilea, Empresas Eléctricas.

### **1. Introducción**

La caída del gigante energético Enron y los ataques a las torres gemelas en 2001, afectaron la economía mundial. Estos, entre otros eventos, probaron que los riesgos operativos no eran un fenómeno que debiera ser analizados sólo desde un punto de vista financiero, como había sido hasta ese momento, sino que debían ser estudiados globalmente en todas las empresas estratégicas (entre las que destacan las energéticas) de los diversos países (Jorion, 2007). Esta percepción se ha incrementado a partir del año 2008, con la crisis generada por la burbuja inmobiliaria (Schiller, 2008), que a su vez degeneró en la crisis financiera mundial (Martin, 2009).

IEA<sup>1</sup> (2009 - 2011), presenta como fluctúan los precios de la energía y del petróleo, así como se ven afectados los mercados internacionales por eventos producidos como las crisis generadas en oriente medio y últimamente la guerra en Libia, lo cual para la empresa en estudio tiene especial relevancia ya que el fundamento de su creación era con la finalidad de ahorrar barriles de petróleo en consumo interno de Venezuela, para poder venderlo en mercados internacionales. TEPCO<sup>2</sup> (2011a,b), presenta otra empresa como la que se estudia en este trabajo, que se ha visto afectada por eventos externos a sus operaciones rutinarios, como a sido el terremoto de 9.0 en la escala de Richter y posterior tsunami, donde se ha presentado una doble contingencia grave difícil de reproducir pero que ha tenido efectos devastadores a nivel ecológico, financiero, otros.

Razones políticas, económicas, estratégicas, entre otras, así como el benchmarking de eventos de riesgo antes descritos han sido considerados para que la antes denominada CVG – EDELCA<sup>3</sup>, pasara de ser una empresa pública de carácter privado a estar inmersa en un holding de empresas nacional llamado Corpoelec<sup>4</sup>, en el que se engloban doce empresas del sector eléctrico de gerencia pública socialista, para el que EDELCA es ahora una filial llamada: Corpoelec – EDELCA. (Corpoelec – EDELCA, 2007-2009).

En este estudio se analizan los riesgos operativos de acuerdo a las directrices de Basilea, en Corpoelec – EDELCA, por que es la empresa más importante del sector, en vista de que produce y transmite gran parte de la energía eléctrica que consume Venezuela, el noreste de

Brasil y el noreste de Colombia, por lo que la gestión de esta empresa no solo presenta un interés corporativo, sino que junto con PDVSA<sup>5</sup>, representa la empresa más estratégica desde todos los puntos de vista (político, social, económico, energético, financiero entre otros) para el país, por lo que la múltiple variedad de agentes que afectan a la empresa, hacen que sea de especial interés su estudio ya que se estima esté sometida a riesgos financieros de tipo operativo.

## 2. Alcance y Objetivos

Identificar las fuentes de riesgos operativos siguiendo las sugerencias emanadas del comité de Basilea de tal manera que permita determinar si es factible aplicarlas en empresas diferentes al sector bancario, específicamente, en empresas del sector eléctrico venezolano, de forma que sea posible su evaluación y control sistemático.

## 3. Riesgos Operativos

La definición más generalizada de riesgos operacionales u operativos es la presentada por el Bank for International Settlements (BIS): “El riesgo de pérdidas resultantes de la insuficiencia o fallo de procesos, personas, sistemas tecnológicos o de eventos externos” BIS (2011). Para este estudio los autores han deducido la Figura 1, donde se adaptan y definen diversas fuentes de riesgos operativos para empresas del sector eléctrico y la integración de estos en los riesgos financieros existentes y determinados según (BIS, 2010; BIS, 2011; Chernobai et al., 2007; Jorion, 2007 y Gregoriou, 2009).

<sup>1</sup> IEA: International Energy Agency. <sup>2</sup>TEPCO: Tokyo Electric Power Company. <sup>3</sup> CVG – EDELCA: Corporación Venezolana de Guayana – C.A. Electrificación del Caroní. <sup>4</sup>Corpoelec: Corporación Eléctrica de Venezuela. <sup>5</sup>PDVSA: Petróleos de Venezuela S.A.

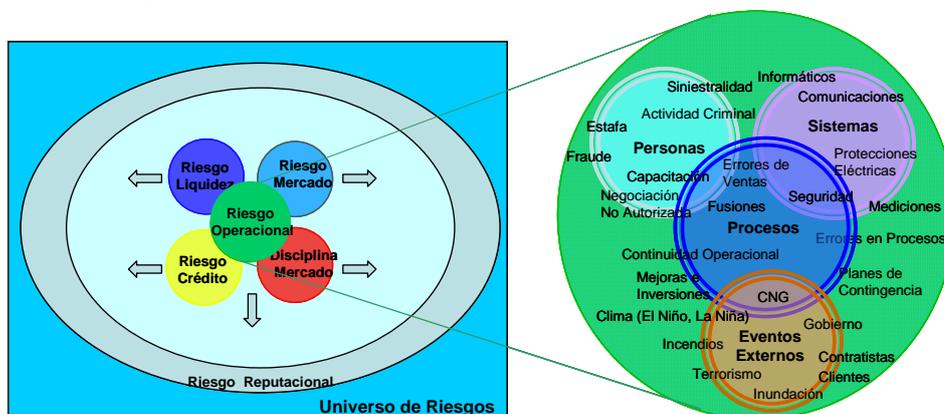


Figura 1. Universo de Riesgos Financieros

En la próxima página se muestra la Tabla 1, donde se presentan los criterios del comité de Basilea adaptados para empresas eléctricas según las fuentes anteriormente citadas.

## 4. Fuentes de Riesgos Operativos del Sector Eléctrico, Corpoelec y EDELCA

Actualmente, en el sistema eléctrico venezolano se presentan fluctuaciones de tensión, apagones, pérdidas eléctricas elevadas, pérdidas de carga y diversos problemas que mantienen al país y a las empresas eléctricas en estado de emergencia.

En vista de esta situación el Ministerio para el Poder Popular de Energía Eléctrica: MPPEE (2010), establece las directivas para mitigar tan grave escenario. Sin embargo, y como se verá en este estudio, las directivas no identifican adecuadamente las fuentes de riesgos operacionales y en consecuencia, se consideran insuficientes. Las principales fuentes de riesgos operativos son:

#### **4.1. Sobredimensionamiento de Corpoelec - EDELCA**

EDELCA es, con mucho, la filial de Corpoelec más grande del país. El Centro Nacional de Gestión del Servicio Eléctrico: CNG (2008), muestra en su informe, que es la empresa que genera aproximadamente el 60,4% de la energía de todo el país, además de poseer más del 50% de las líneas de transmisión de energía eléctrica. Su gran tamaño es, precisamente, un elemento de riesgo para el sistema interconectado nacional, por la poca diversificación y competencia en el sector, además, de que EDELCA tuvo que absorber por disposición gubernamental activos de otras empresas, poco eficientes, de manera forzada.

#### **4.2. Irregularidad en el caudal del río Caroní**

Como se puede observar en la Figura 2, la irregularidad del río Caroní, es estacional, y por lo tanto razonablemente predecible. Es cierto, que tal y como presenta el MPPEE en su informe, el caudal se afecta en mayor cuantía cuando se producen fenómenos climatológicos como El Niño y La Niña, que aumentan el efecto de la estacionalidad, pero no la causan.

A la variabilidad del caudal contribuyen otros factores que no son producto de la estacionalidad de las lluvias, entre los que se pueden mencionar: los incendios forestales intencionales o naturales, la tala indiscriminada y la contaminación proveniente de residuos de mercurio, producto de la actividad minera sobre las plantas y las aguas del río.

#### **4.3. Retraso en los planes de inversión de las centrales hidroeléctricas**

En la figura 3, se muestra otro origen de riesgos operativos como son los atrasos en las inversiones de nuevas centrales hidroeléctricas. Se observa, que hasta el año 1997, las centrales entraban en funcionamiento a plena carga según lo planificado. Macagua se inauguró según lo planificado, pero Caruachi se atrasó 6 años y Tocomá se estima estará a plena capacidad en 2014 (11 años de atraso). Adicionalmente, se planificaban cuatro centrales en el alto Caroní: Tayucay, Aripichi, Eutobarima, La Paragua, las cuales se preveía serían inauguradas antes de 2011, estas no serán construidas, según información de las entrevistas realizadas en la empresa, por motivos ambientales y ecológicos, CVG – EDELCA (1991) y Corpoelec – EDELCA (2007 - 2009).

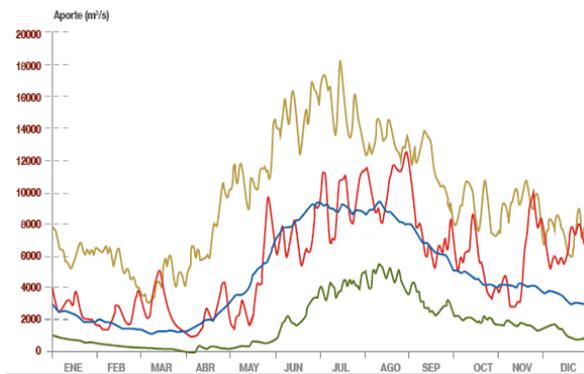
#### **4.4. Retraso en los planes de inversión de las centrales hidroeléctricas**

En la figura 3, se muestra otro origen de riesgos operativos como son los atrasos en las inversiones de nuevas centrales hidroeléctricas. Se observa, que hasta el año 1997, las centrales entraban en funcionamiento a plena carga según lo planificado. Macagua se inauguró según lo planificado, pero Caruachi se atrasó 6 años y Tocomá se estima estará a plena capacidad en 2014 (11 años de atraso). Adicionalmente, se planificaban cuatro centrales en el alto Caroní: Tayucay, Aripichi, Eutobarima, La Paragua, las cuales se preveía serían inauguradas antes de 2011, estas no serán construidas, según información de las entrevistas realizadas en la empresa, por motivos ambientales y ecológicos, (CVG–EDELCA, 1991) y (Corpoelec–EDELCA, 2007 - 2009).

**Tabla 1.** Categorías de Basilea

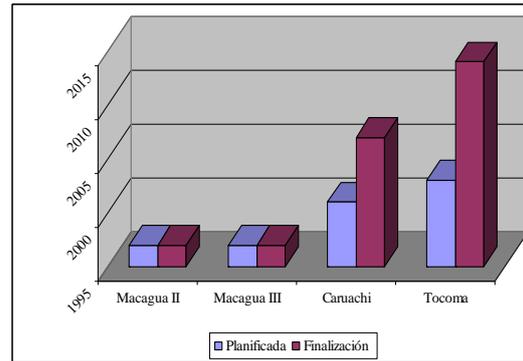
Basilea III / Basilea II/ OpRisk			
ID	Categoría	* Descripción	Sub-categoría
1	Fraude interno	Pérdidas producto de actos fraudulentos intencionales, o de robo que involucra a los empleados, así como incumplimiento de leyes y políticas internas ( de la compañía). Donde el empleado comete el fraude para beneficios económicos a si mismo.	Actividades desautorizadas.
			Robo y fraude interno.
2	Fraude Externo	Pérdidas producto de actos fraudulentos intencionales, o de robo que involucra a terceros, así como en incumplimiento de leyes y políticas internas de la empresa.	Licitaciones y adjudicaciones directas que afectan el patrimonio de la empresa por parte de empleados internos.
			Falsificación de pagos; Abonos Indevidos a cuentas personales de empleados de la empresa; malversaciones de efectivos u otros fondos.
3	Prácticas de empleo y seguridad laboral	Pérdidas ocasionadas por inconsistencia en los contratos, leyes, acuerdos de salud-seguridad laboral y pagos de indemnizaciones al personal. Contratos con outsourcing inadecuados.	Actividad desautorizada y/o robo realizados por terceros de energía eléctrica o hidráulica.
			Fraude realizados por terceros: fraudes con pagos inadecuados de clientes; fraudes de intrusos y/o Hackers al extraer información confidencial de la empresa.
4	Prácticas de clientes, productos y negocios, no adecuadas	Pérdidas generadas por descuido o negligencia intencional para cumplir con el diseño de un producto o equipo, en el establecimiento de una relación comercial con el cliente.	Errores en el cálculo de los beneficios laborales; Errores en la generación de contratos laborales; Errores en la realización de indemnizaciones laborales; Errores o deficiencias en contratos con outsourcing que generan insatisfacción por parte del personal de estas.
			Sobornos en compras de equipos, licitaciones, adjudicaciones directas, lavado de dinero, práctica de antitrust y antidumping, intercambio de insumos no autorizados, alteraciones en las mediciones eléctricas de clientes.
5	Daños a activos físicos (o desastres de seguridad pública)	Pérdidas originadas por daños a los activos físicos de la empresa, producto de desastres naturales u otros eventos	Errores en el cálculo de los beneficios laborales; Errores en la generación de contratos laborales; Errores en la realización de indemnizaciones laborales; Errores o deficiencias en contratos con outsourcing que generan insatisfacción por parte del personal de estas.
			Sequías, inundaciones, terremotos, vandalismo, terrorismo, pérdidas humanas por eventos externos. Daños o pérdidas causadas por malas practicas de los contratistas y proveedores.
6	Interrupción del negocio y fallas en los sistemas (ó fallas en la infraestructura y tecnología)	Pérdidas alcanzadas debido a interrupciones del negocio por fallas en los sistemas, tecnología o infraestructura.	Fallas de suministro en la energía hidráulica y eléctrica por errores de diseño e ingeniería, errores operacionales o mantenimiento inadecuados en equipos eléctricos de potencia, control o de protección.
			Manejo o mantenimiento inadecuado del Software/Hardware/Fax/Teléfonos/Redes neurales y ópticas/Comunicaciones e Informáticos en general; caída de servidores, falta de espacio en disco o redes. Deficiencias en diseño, ingeniería, operaciones y mantenimiento de sistemas automatizados de protección, medición y control por parte de los operadores y personal de mantenimiento e ingeniería.
7	Fallas en la ejecución, entrega y gestión del proceso	Pérdidas ocasionadas por fallas en el procesamiento de las transacciones o gestión de los procesos, provenientes de las relaciones comerciales con clientes, proveedores, contratistas o contrapartes, que no beneficien algún empleado interno	Registro incorrecto de los clientes, fallas en el suministro de los proveedores, incumplimiento de contratos, subestimaciones en el análisis de los clientes, proveedores o contratistas, Errores, fallas u omisiones por parte de los proveedores y contratistas en los procesos de ingeniería, diseño, mantenimiento y operaciones.

Fuente: Adaptado por los autores a partir de Chernobai et al., 2007



**Figura 2.** Comportamiento Histórico del Caudal del río Caroní

Fuente: Corpoelec – EDELCA (2007 - 2009)



**Figura 3.** Planificación vs Ejecución de Proyectos de Generación

Fuente: Corpoelec – EDELCA (2007 - 2009)

#### 4.5. Retraso en los planes de mejora de las centrales hidroeléctricas

En los mantenimientos preventivos y correctivos en las diversas plantas se producen graves atrasos. Entre otros, se puede mencionar, el atraso en la modernización de los sistemas de protecciones, automatismos de apertura y cierre de las compuertas de la central hidroeléctrica de Guri (tercera mayor planta de generación del mundo), con lo que se aspira aumentar su vida útil en 25 años; no obstante, estos mantenimientos se han realizado después de producirse fallos graves, como han sido la inundación de la casa de máquinas I y la pérdida continua de agua por el atraso en la automatización de los sistemas de los gobernadores de las compuertas, CNG (2007-2008).

#### 4.6. Imposibilidad de restablecimiento del sistema interconectado Nacional (SIN)

Este riesgo se manifiesta por dos factores principales:

- ✓ Capacidad instalada de la Barra Swing

Como se ha mencionado, EDELCA produce el 60,4% de la energía eléctrica de Venezuela, parte de Colombia y Brasil. De ese porcentaje, el 69,4% de la energía la produce solo la central de Guri, lo cual produce que cualquier perturbación que se manifiesta en este punto del SIN, hace imposible el restablecimiento del sistema a través de otras centrales de generación del país.

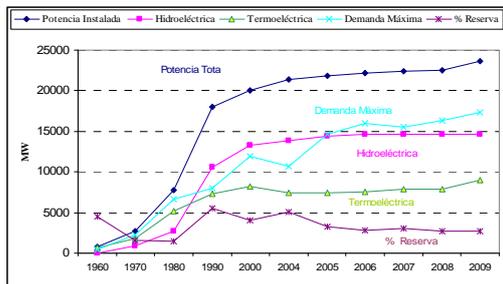
- ✓ Ubicación de las centrales hidroeléctricas

Se planificó en los años 60, la ubicación de las centrales hidroeléctricas en el sureste de Venezuela, entre otras razones porque: (i) El caudal del río Caroní, para la época de su planificación parecía infinito y (ii) por la ubicación de las empresas del sector del hierro y el aluminio. No obstante, el crecimiento demográfico del país siempre se ha presentado al norte de Venezuela (90% población y del parque industrial), lo que hace que el SIN sea muy vulnerable por las distancias que debe recorrer la energía para llegar a los grandes centros de consumo.

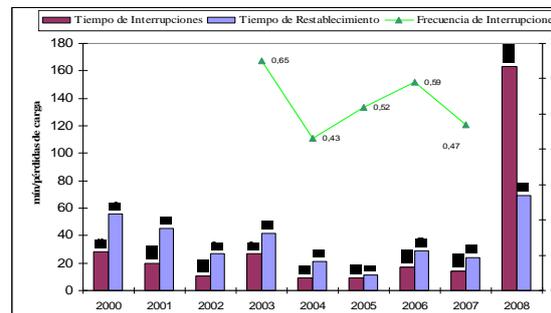
#### 4.7. Diversificación de fuentes de generación de energía eléctrica

Los planes urgentes incentivados por el gobierno nacional para la construcción de: (i) parques eólicos en el estado Falcón, (ii) instalaciones fotovoltaicas en estados en estudio y (iii) centrales termoeléctricas distribuidas por todo el país, pronostica atender la tradicional falta de diversificación de fuentes de energía, potenciada a partir de los años 70, como se observa

en la Figura 4. Sin embargo, su carácter de urgencia y su entrada tardía, permiten estimar que la estabilización del SIN, tardará años en ser efectiva.



**Figura 4.** Potencia Instalada vs Demanda  
Fuente: Corpoelec – EDELCA (2007 - 2009)



**Figura 5.** Promedios de Servicio del Sistema de Transmisión  
Fuente: Corpoelec – EDELCA (2007 - 2009)

#### 4.8. Retraso en los planes de inversión y mejora de las líneas de transmisión

MPPEE (2010), muestra como la empresa ha invertido en los últimos años en la construcción de una línea de transmisión de 160 km, no obstante, el tiempo entre esta línea y la última realizada de 21 años, es excesivo. La Figura 5, muestra como los tiempos de interrupción y los tiempos de restablecimiento del sistema han aumentado drásticamente, lo cual hace presumir que los mantenimientos no han sido efectivos y que las mejoras de las líneas se han retrasado en el tiempo.

#### 4.9. Desconocimiento del impacto de los riesgos operativos

Corpoelec - EDELCA (2008), muestra que se creó una gerencia de riesgos financieros, donde están siendo estudiados los riesgos de crédito, mercado, moneda extranjera y liquidez; pero como se presenta en la Figura 1, no se asocian a los riesgos operativos que también son del tipo financiero. En esta publicación no se muestra si los anteriores riesgos están siendo monitoreados de acuerdo al BIS, aunque en el país, se suele hacer a través de las sugerencias de la Superintendencia de Bancos y Otras Instituciones Financieras (SUDEBAN).

### 5. Metodología

A partir de los criterios de la Tabla 1 y de la Figura 1, se desarrolló el estudio a partir de la siguiente secuencia:

- (i) A partir de la recopilación de datos históricos, identificar las posibles fuentes de riesgos operativos.
- (ii) Detección de la percepción del impacto de los riesgos operativos por parte del personal, a través de:
  - ✓ Tormentas de ideas con personal experto de la empresa (gerentes, profesionales y técnicos).
  - ✓ Elaboración de encuestas para establecer las áreas críticas de la empresa y establecer las fuentes de mayores riesgos.
- (iii) Tratamiento de datos y cuantificación del impacto y frecuencia de los riesgos operativos.
- (iv) Establecer a través de encuestas, cuales son los procesos que producen en mayor cuantía fuentes de riesgos.

## 6. Universo estadístico, población y muestra de Corpoelec – EDELCA.

El universo estadístico (Seijas, 2006) está conformado por 4.271 personas, la organización esta estructurada en cuatro niveles jerárquicos de la población de trabajadores de EDELCA mostrados en la Tabla 2, y la población objeto de estudio (Lohr, 2000) esta conformada por todo el personal que labora en el comité ejecutivo, gerentes, supervisores, profesionales y técnicos conformada por 2.390 persona de EDELCA.

### 6.1. Muestra

La unidad de muestreo (Lohr, 2000; Seijas, 2006) está constituida por el personal que labora en la empresa EDELCA de ambos sexos pertenecientes a cada uno de los departamentos (EDELCA,  $n_D = 45$ ), los cuales fueron seleccionados de forma aleatoria en los departamentos de gran número de empleados e intencional en los gerentes y comité ejecutivo. Se diseñó un muestreo simple intencional determinístico (Lohr, 2000; Namakforoosh, 2006; Seijas, 2006). Para obtener el tamaño de la muestra se aplicó la siguiente fórmula de la variable cuantitativa edad de las personas que laboran en las empresas EDELCA (Buendía, et al., 1998; Sampieri, et al., 1991).

$$n_0 = \frac{(Z)^2 * N * \sigma^2}{(E)^2 * (N) + (Z)^2 * \sigma^2} = 87$$

Donde: N: Tamaño de la población (2390).  $\sigma$ : Desviación estándar del rendimiento de la edad del personal que labora en EDELCA (7,99). E= Error de la muestra (3,91% = 1,647144 años de edad). Z = Nivel de confianza ( $\alpha/2= 0,05 = 1,96$ ).

**Tabla 2.** Distribución del universo estadístico, población y muestra de Corpoelec - EDELCA

	Descripción del Personal	Universo		Población		Muestra	
		N	%	n	%	N <sub>M</sub>	%
1	Comité Ejecutivo	17	0,40	17	0,71	1	1,15
2	Gerentes	35	0,82	35	1,46	11	12,64
3	Profesionales, supervisores y técnicos	2338	54,74	2338	97,82	75	86,21
4	Empleados y obreros	1881	44,04				
	<b>Total:</b>	<b>4271</b>	<b>100,00</b>	<b>2390</b>	<b>100,00</b>	<b>87</b>	<b>100</b>

Fuente: Corpoelec – EDELCA (2007 - 2009) y Autores.

## 7. Detección de la percepción del impacto de los riesgos operativos por parte del personal de Corpoelec – EDELCA

### 7.1. Tormentas de ideas con personal experto de la empresa (gerentes, profesionales y técnicos)

En las entrevistas y encuestas realizadas a partir de los criterios de Basilea (Tabla 1) y a partir de (Corpoelec – EDELCA, 2007), se extrajo la matriz FODA (Tabla 3), que presenta los escenarios para el momento de iniciar este estudio.

Adicionalmente, de las entrevistas y tormentas de ideas, se detecta que existe un plan de manejo de crisis (Corpoelec – EDELCA, 2001), con el que se intenta gestionar los riesgos operacionales, pero principalmente los de carácter de seguridad patrimonial, laboral, equipos, otros; no obstante, no muestra como realizar la valoración de los riesgos y/o el impacto

económico que tiene en la organización, por lo que el personal experto lo considera un manual y no un eficaz medio de gestión de riesgos.

## 7.2. Encuestas para establecer las áreas críticas de la empresa y establecer las fuentes de mayores riesgos

Procedimentalmente, el estudio consistió en el diseño, validación y aplicación de un instrumento de medición tipo encuesta, con escala de Lickert a manera de entrevistas estructuradas en cada uno de los eslabones de la empresa (direcciones, gerencias y divisiones), con la que se comparaba y estimaba el posible impacto en la organización de los riesgos operativos. Estas encuestas son denominadas matrices de comparación por pares y consideradas de decisión de expertos (Manktelow, 2004).

La comparación se estableció con un indicador de riesgo (risk factor), al cual se le realizó el test de normalidad y se obtuvo un coeficiente de Kolmogorov – Smirnov = 0,110404, con el que se prueba la normalidad del indicador.

**Tabla 3.** Matriz FODA de la empresa Corpoelec – EDELCA

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Buena calidad y confiabilidad de servicio”</li> <li>• Personal capacitado y con experiencia en el negocio eléctrico</li> <li>• Respeto por el ambiente y cumplimiento de las normas</li> <li>• Credibilidad y aceptación por parte de instituciones financieras</li> <li>• Disponibilidad de tecnología de vanguardia</li> <li>• Imagen de excelencia técnica dentro del sector</li> <li>• Políticas claras de Responsabilidad Social Empresarial</li> <li>• Experiencia en proyectos sociales</li> <li>• Buenas relaciones con los clientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificultades para ejercer mecanismos efectivos de cobro a clientes morosos</li> <li>• Alta concentración de ventas en pocos clientes de gran tamaño</li> <li>• Alto porcentaje de ventas con tarifas reguladas inferiores a costo de producción</li> <li>• Limitaciones para controlar minería ilegal en la cuenca del Caroní</li> <li>• El aprovechamiento de la calidad de producción está limitado por la hidrología, elemento que escapa del control gerencial de la empresa.</li> </ul>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El país valora las empresas que combinan alto desempeño con responsabilidad social</li> <li>• Mayor relevancia de la Responsabilidad Social Empresarial.</li> <li>• Crecimiento de la demanda del país. Nuevas empresas electro intensivas</li> <li>• Sector petrolero en crecimiento. Altos precios del petróleo favorecen inversiones del sector</li> <li>• Posibilidad de participar en la instalación de generación termoeléctrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indisponibilidad y obsolescencia del parque de generación termoeléctrica nacional</li> <li>• Alta presión sobre la generación de la empresa</li> <li>• Deterioro de la calidad del servicio de distribución de muchas regiones del país</li> <li>• Incremento de las pérdidas de energía de las empresas distribuidoras</li> <li>• Indisponibilidad a corto plazo de gas natural para generación termoeléctrica</li> <li>• Retraso en aplicación de pliego tarifario puede conducir a disminución de ingresos</li> <li>• Dificultades de acceso a financiamiento de proyectos de infraestructura eléctrica.</li> </ul>

**Fuente:** Corpoelec – EDELCA (2001) y Autores.

Del software SAS 9.1 (2004), se obtuvo las gráficas mostradas en la figura 7, para definir la normalidad del indicador de riesgos:

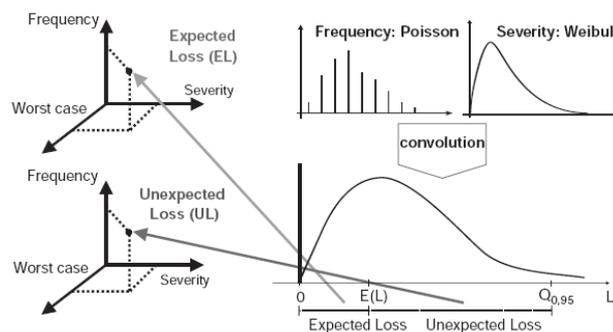


Mantenimiento Eléctrico y Mecánico eran los de mayor peso en la matriz de comparación por pares de planta Guri como se observa en la figura 9.

Posteriormente se implementó la matriz de grilla (Manktelow, 2004), para determinar cual es el proceso de mayor incidencia en los riesgos operativos. En ésta encuesta, de manera similar a la matriz de comparación por pares se estableció una escala de Lickert, pero en éste caso para determinar los atributos de riesgo operativos, para el que se estableció igualmente un índice de peso de riesgo. Se estableció adicionalmente, las categorías de pérdidas o subcategorías presentes en el proceso de acuerdo a la Tabla 1. De ésta manera se estableció el proceso: “Ejecutar el Mantenimiento” como el de mayor criticidad con un 60% de factor de riesgo, a pesar de que en las entrevistas se estimaba serian los relacionados a operaciones.

## 10. Detección de las fuentes de riesgos

Se realizaron de diagramas de funciones cruzadas, en los que se establecieron los flujogramas del proceso más crítico, entrevistas y encuestas donde se explicaron los riesgos, las actividades a las que están asociados, normas a aplicar, responsables, propuesta de indicadores y finalmente se propone una tabla con la estimación cualitativa de los expertos del rango de frecuencia e impacto de los riesgos operativos de acuerdo a lo propuesto por (Gregoriou, G., 2009).



**Figura 10.** Cálculo del Valor en Riesgo (Fuente: Gregoriou, G., 2009)

(Chernobai et al., 2007), propone las distribuciones de probabilidad típicas tanto para frecuencia como para el impacto; el test de bondad de ajuste calculado de acuerdo a (SAS, 2004) permitió confirmar lo que propone (Gregoriou, G., 2009), para el que la mayoría de las distribuciones de probabilidad de frecuencia se comportan a una distribución de Poisson y las de impacto o severidad corresponden principalmente a la distribución de weibull y lognormal. Adicionalmente, (Gregoriou, G., 2009), establece que al tener un análisis cualitativo, el valor en riesgo (VaR) es posible determinarlo a través de la convolución de las distribuciones de probabilidad. Para el cálculo de la convolución anteriormente descrita se implementa el método Montecarlo entre otros Jorion, (2007), lo propone como el método más eficaz para el cálculo del VaR. Este método es explicado ampliamente por Hillier & Lieberman, (2001) y Sobol, (1976).

El cálculo del VaR se realizó a través del software SAS 9.1, en el que se introdujo como variables aleatorias de entrada las de frecuencia e impacto, para posteriormente simular la función de valoración del riesgo de acuerdo al método Montecarlo. Las figuras 11 y 12, resumen la data obtenida y como se comportan los riesgos en la organización considerando el proceso estudiado. En el estudio preliminar de riesgos, el imamograma de la figura 11,

muestra que los riesgos operativos se distribuyen equitativamente entre los recursos humanos, tecnológicos y los acontecimientos externos. El radar de riesgos de la figura 12, muestra que hasta la presentación de este estudio, se estima que en general el riesgo operacional tiene un valor medio - alto, sin embargo, estas son estimaciones de referencia.

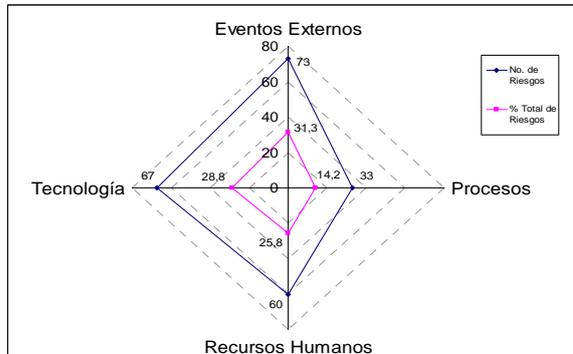


Figura 11. Imagograma de Riesgos

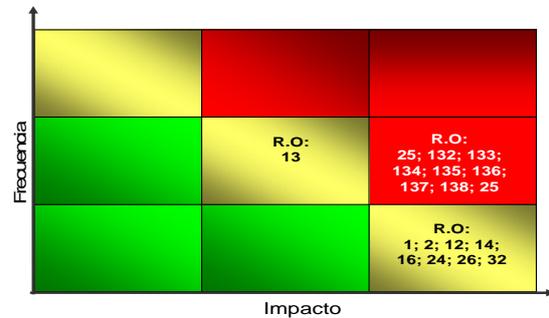


Figura 12. Radar de Riesgos

## 11. Resultados

En las entrevistas y encuestas realizadas a partir de los criterios de Basilea (Tabla 1), entre personal gerencial, profesional y técnico de la empresa se consideró factible la aplicación de las Directrices del Comité de Basilea para la evaluación de los Riesgos Operativos, ya que permitió estudiar variadas fuentes de riesgo para la empresa (CNG, políticas gubernamentales, terrorismo, inundaciones, disminución de lluvias, reducción del caudal de ríos, contratistas, procesos, recursos humanos, otros). Al aplicar la metodología propuesta por los autores a la empresa objeto de estudio, se obtuvo como resultado de las matrices de comparación por pares y el análisis de grilla que los procesos de mantenimiento presentan una estimación por parte de los expertos de que tienen un alto porcentaje de los riesgos operativos, por lo que el cálculo de valor en riesgo se orientó en ésta área.

Se cumplió con el compromiso de identificar las variables aleatorias que impliquen la probabilidad de daños potenciales y pérdidas en la unidad de investigación (EDELCA) y para su proceso más crítico “Ejecutar el Mantenimiento” de acuerdo al resumen de fuentes de riesgos mostrado en la Figura 1 y a los descritos en la sección 4, de este documento. Se obtuvo un conjunto de principios de divulgación de información que permitirá a los participantes del mercado energético (Gobierno, Distribuidores, Consumidores, Reguladores, Accionistas, Inversionistas, Bancos y otros) evaluar y estimar, de manera continua, el perfil de riesgo operativo y su nivel de capitalización.

## Referencias

BIS (2011a), “Operational Risk – Supervisory Guidelines for the Advanced Measurement Approaches”. <http://www.bis.org/>

BIS (2011b), “Sound Practices for the Management and Supervision of Operational Risk”. <http://www.bis.org/>

BIS (2010), “Basel III: International framework for liquidity risk measurement, standards and monitoring”. <http://www.bis.org/>

BIS (2001), “Working Paper on the Regulatory Treatment of Operational Risk”. <http://www.bis.org/>

- Buendía, Leonor, Pilar Colas and Fuesanta Hernández, (1998). *Métodos de Investigación en Psicopedagogía*. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. Madrid. España.
- Chernobai, Rachev & Fabozzi, (2007). *Operational Risk (A Guide to Basel II Capital Requirements, Models and Analysis)*, USA, John Wiley & Sons Inc, IV Edic.
- CNG (2007-2008), *Informe Anual (2007-2008)*, Caracas.
- CVG - EDELCA (1991), “Energía”, Caracas.
- Gregoriou, Greg (2009), “Operational risk toward Basel III”, USA, John Wiley&Sons Inc.
- Hillier, Frederick & Lieberman, Gerald (2001). “Introduction to Operations Research”, New York – USA, VII Edic., McGraw – Hill Co., Inc.
- IEA, (2009 - 2011), “World Energy Outlook”. <https://www.iea.org>
- Jorion, P., (2007), “Financial Risk Manager Handbook”, John Wiley&Sons Inc, IV Edic.
- Lohr, Sharon, (2000). *Muestreo: Diseño y Analisis*. Internacional Thomson Ed. México.
- Martin, Philipp H., (2009), “As Risk Management Evolves, is Operational Risk Management Important?”, <http://www.journalofoperationalrisk.com/>
- Manktelow, James (2004). “Mind Tools – Essentials Skills for an Excellent Career”. Versión 1.20 – 12. Edit. The Mind Tools e-book. United Kingdom. <http://www.mindtools.com>
- MPPEE (2010), “Logros alcanzados por el MPPEE y sus Entes Adscritos (Corpoelec, Fundaelec y CNG), Período: Enero – Marzo, 2010”, Caracas. <http://www.mppee.gob.ve>.
- Namakforoosh, M. N. 2006. *Metodología de la Investigación*. II Edic. Edit. Limusa. México D. F. - México.
- S.A.S., Institute Inc. 2004, (2004). *SAS/IML 9.1 User’s Guide*. Cary, NC: SAS Institute Inc. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Shiller, Robert J., (2008). *The Subprime Solution*, Princeton U. Press.
- Seijas, Felix. 2006. Investigación por Muestreo. 3era Edición. Universidad Central de Venezuela. Ediciones de la Bibliotecas - UCV. Ediciones FaCES-UCV. Caracas. Venezuela.
- Sampieri, R; Fernandez, C. y Lucio, P. (1997). *Metodología de la Investigación*, Edit. McGraw-Hill. México D. F. - México.
- TEPCO, (2011a). “Progress status of the "Roadmap towards Restoration from the Accident at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station". <http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/11051703-e.html>
- TEPCO, (2011b). “Receipt of instruction documents from Nuclear and Industrial Safety Agency, Ministry of Economy, Trade and Industry regarding the countermeasure report against water outflow including radioactive materials to the outside from around the intake canal of Unit 3 of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station”. <http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/11052410-e.html>