

**Impacto de las Fallas del Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica
sobre el Sector Industrial del Departamento del Cauca**

Diciembre de 2010

Corporación Cauca Progresa

Ingeniero Investigador: Felipe Restrepo



Impacto de las Fallas del Sistema de Distribución de Energía Eléctrica sobre el Sector Industrial del Departamento del Cauca

El consumo de energía eléctrica es un indicador importante de la dinámica de crecimiento de la producción de una región, lo cual lo convierte en un factor de producción de alta relevancia dentro del sistema productivo. Las tarifas, la cobertura y la calidad del servicio, juegan un papel muy importante en el momento de tomar decisiones de inversión; por lo tanto, velar por el mejoramiento del servicio de energía eléctrica, se convierte en un deber de las fuerzas vivas del Departamento, en pro de una región más competitiva, atractiva para la inversión local, nacional y extranjera, con la cual sea posible generar procesos de dinamismo económico que impulsen el crecimiento económico de la región y a la postre, estimulen procesos de desarrollo económico en el Departamento.

Mediante el desarrollo del siguiente estudio, se busca obtener la percepción de los industriales caucanos acerca del impacto que generan las fallas en la infraestructura de distribución de energía eléctrica sobre sus procesos productivos.

Para tal fin, se diseñó un catálogo de fallas que pueden afectar los procesos productivos, el cual es presentado a los Ingenieros jefes de mantenimiento, quienes además de identificar las fallas que los afectan, deben valorar el impacto que generan sobre los procesos productivos.

Antecedentes

En los últimos años y producto de procesos como el de la Ley Páez se presentó un desarrollo industrial importante en el Departamento del Cauca, en especial en la zona norte, abarcando municipios como Puerto Tejada, Caloto, Santander de Quilichao, Guachené y Villa Rica. Están asentadas allí importantes empresas del orden nacional e internacional y también medianos y pequeños desarrollos industriales regionales.

Insumo vital para que estos desarrollos tengan, éxito es un suministro confiable de energía eléctrica.

La resolución CREG 070 DE 1998¹ establece la responsabilidad del Operador de Red regional (Compañía Energética de Occidente) en la operación, mantenimiento y expansión del Sistema de Distribución Local de energía eléctrica.

El contexto regional del sector eléctrico, ha estado enmarcado por la intervención de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios a la empresa local de distribución de energía eléctrica (CEDELCA S.A. E.S.P.) entre el año 1999 y el 2010, incluido el fallido proceso de adjudicación a un gestor especializado en el año 2009 (CEC).

De igual manera hay que destacar que entre los años 2006 y 2008 CEDELCA S.A E.S.P. emprendió un proceso de inversiones aplicadas a la infraestructura

¹ www.creg.gov.co

de distribución de energía eléctrica, que se vio reflejada especialmente en el mejoramiento de la calidad del servicio para la zona industrial del norte del Departamento. Estas soluciones y su impacto habían sido evaluadas en el año 2007 en un estudio realizado por la Cámara de Comercio del Cauca y Comfacauca titulado “Calidad en el Suministro de Energía Eléctrica en los Parques Industriales del Norte de Departamento del Cauca”²

¿Qué paso con los planes de inversiones planteados para los años 2009 y 2010?

¿Cómo está la calidad del servicio de distribución de energía eléctrica hoy en el Departamento del Cauca?, ¿como la afectó la crisis del operador de red de los años 2009 y 2010?

Las empresas industriales instaladas en el Cauca están dedicadas a diversas actividades productivas, tales como: procesamiento de alimentos, industria agroquímica, industria farmacéutica, industria del plástico con procesos de inyección y extrusión, fabricación de ladrillos y cerámica, industria papelera, producción de concretos, industria de envase de gas licuado, procesamiento de caucho y fique, fabricación de cableado eléctrico, ensamblaje de equipo electrónico, artes graficas, laminado, industria del PVC, entre otros.

De igual manera estos asentamientos industriales se encuentran conectados eléctricamente a múltiples circuitos y alimentados a diferentes niveles de tensión. La problemática difiere para cada circunstancia y las fallas presentadas deben ser evaluadas teniendo en cuenta estas condiciones.

Determinar cómo las fallas del sistema de distribución de energía eléctrica afectan los procesos productivos ayudará a enfocar correctamente los esfuerzos técnicos que desemboquen en un sistema seguro y confiable.

Desarrollo

La RESOLUCIÓN CREG 070 DE 1998 (reglamento de distribución de energía eléctrica), es la manera como el regulador (CREG³) establece los parámetros de prestación del servicio, reglamento este, muy importante para el servicio, ya que la estructura del sector eléctrico Colombiano (establecida en la ley 143 de 1994) permite que un usuario, regulado⁴ o no regulado⁵, contrate la energía que requiera a un comercializador distinto al Operador de Red (OR). En este caso ese operador de red seguirá siendo responsable por operar y mantener la infraestructura con la que se presta el servicio y será remunerado por el sistema por el cumplimiento de esta labor.

A continuación se relacionan algunas definiciones que son pertinentes para este análisis:

²Calidad en el Suministro de Energía Eléctrica en los Parques Industriales del Norte de Departamento del Cauca, Cámara de Comercio del Cauca- Comfacauca, 2007.

³Comision de Regulacion de Energía y Gas.

⁴ Usuario Regulado- Usuario con consumos inferiores a 55,000 kW/h-mes.

⁵ Usuario NO Regulado- Usuario con consumos superiores a 55,000 kW/h-mes.

Definiciones

- **Operador de Red de STR's y/o SDL's (OR).** Es la persona encargada de la planeación de la expansión y de las inversiones, operación y mantenimiento de todo o parte de un STR o SDL; los activos pueden ser de su propiedad o de terceros. Para todos los propósitos son las empresas que tienen Cargos por Uso de los STR's y/o SDL's aprobados por la CREG. El OR siempre debe ser una Empresa de Servicios Públicos.
- **Sistema de Distribución Local (SDL).** Sistema de transmisión de energía eléctrica compuesto por redes de distribución municipales o distritales; conformado por el conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan a tensiones menores de 220 kV que no pertenecen a un sistema de transmisión regional por estar dedicadas al servicio de un sistema de distribución municipal, distrital o local.
- **Circuito.** Para propósitos de este Reglamento se define circuito a la red o tramo de red eléctrica monofásica, bifásica o trifásica que sale de una subestación, de un transformador de distribución o de otra red y suministra energía eléctrica a un área geográfica específica. Cuando un Circuito tenga varias secciones o tramos, para los efectos de este Reglamento, cada sección o tramo se considerará como un Circuito.
- **Niveles de Tensión.** Los sistemas de Transmisión Regional y/o Distribución Local se clasifican por niveles, en función de la tensión nominal de operación, según la siguiente definición:
 - Nivel IV: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 62 kV
 - Nivel III: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 30 kV y menor de 62 kV
 - Nivel II: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 1 kV y menor de 30 kV
 - Nivel I: Sistemas con tensión nominal menor a 1 kV

En la reglamentación de distribución nacional se encuentran los siguientes criterios para desarrollar la planeación de la expansión de los OR'S:

- **Atención de la Demanda:** La planeación de la expansión deberá estar soportada en proyecciones de demanda cuya estimación se efectuará utilizando modelos técnico-económicos disponibles para tal efecto.
- **Adaptabilidad:** Los Planes de Expansión deberán incorporar los avances de la ciencia y de la tecnología que aporten mayor calidad y eficiencia en la prestación del servicio al menor costo económico.
- **Flexibilidad del Plan de Expansión:** El Plan de Expansión de un OR, en su ejecución, puede experimentar modificaciones. El OR podrá incluir obras no previstas y excluir aquellas que por la dinámica de la demanda, puedan ser postpuestas o eliminadas del Plan inicialmente aprobado por la UPME.
- **Viabilidad Ambiental:** Los Planes de Expansión deben cumplir con la normatividad ambiental vigente.

- **Normas y Permisos:** Las obras de expansión requeridas deben cumplir con las normas pertinentes previstas por las autoridades competentes y obtener los permisos correspondientes.

- **Eficiencia Económica:** Los Planes de Expansión e inversiones deberán considerar la minimización de costos.

- **Calidad y Continuidad en el Suministro:** Los planes de inversión deberán asegurar los indicadores de calidad que reglamenta la presente Resolución y garantizar la continuidad del servicio mediante proyectos de suplencia, ampliación, automatización de la operación, modernización e inventario de repuestos, entre otros.

- **Eventos No Programados.** Son aquellos que ocurren súbitamente y causan un efecto operacional en el Sistema del OR y pueden o no causar efectos en la operación del SIN.
- **Eventos Programados.** Son aquellos eventos planeados por el OR que causan un efecto operacional en el Sistema del OR y pueden o no causar efectos en la operación del SIN.

La regulación nacional mide la calidad de la potencia suministrada por los operadores de Red, a través de los siguientes estándares de calidad:

- **Frecuencia y Tensión**

La frecuencia nominal del SIN es 60 Hz y su rango de variación de operación está entre 59.8 y 60.2 Hz en condiciones normales de operación. El OR y los Usuarios deben tener en cuenta que en estados de emergencia, fallas, déficit energético y períodos de restablecimiento, la frecuencia puede oscilar entre 57.5 y 63.0 Hz por un período de tiempo de quince (15) segundos, en concordancia con lo establecido en los numerales 2.2.5 y 5.1 del Código de Operación incluido en el Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995).

Las tensiones en estado estacionario a 60 Hz y sus variaciones permisibles, son las establecidas en la norma NTC 1340, o aquella que la modifique o sustituya.

- **Contenido de Armónicos de las Ondas de Tensión y Corriente**

Son el contenido de ondas con frecuencias que son múltiplos de la frecuencia normal de suministro (60 Hz) y son el resultado de cargas no lineales en el STR y/o SDL. Tanto el OR como los Usuarios conectados a su red deberán cumplir con la norma IEEE 519 - [1992] o la que la modifique o sustituya.

- **“Flicker”**

Mide las variaciones de tensión causadas fundamentalmente por cargas tales como hornos de arco, acerías y otros equipos de gran consumo, que usualmente se traducen en la distorsión de la onda de tensión. El OR deberá garantizar que sus Usuarios cumplan con la norma IEEE-519 [1992] o la que la modifique o sustituya.

- **Factor de Potencia**

El factor de potencia mínimo permisible es el establecido en el Artículo 25 de la Resolución CREG 108 de 1997 o posteriores que la modifiquen o sustituyan.

- **Transitorios Electromagnéticos Rápidos y Fluctuaciones de Tensión**

Es todo fenómeno que origine distorsiones transitorias de las ondas de tensión y corriente respecto a su forma y frecuencia permisibles. Cuando se detecten fenómenos electromagnéticos que perjudiquen a Usuarios conectados a un STR y/o SDL, el OR conjuntamente con el Usuario afectado deberán buscar la causa del fenómeno y solucionarlo en un plazo no mayor a treinta (30) días hábiles. Cuando el problema causado por un Usuario sea grave e involucre a varios Usuarios, el OR deberá desconectarlo inmediatamente se identifique que el problema está en sus instalaciones. La norma IEEE-1159 [1995] fija las pautas para el análisis de este tipo de fenómenos.

También se cuenta con una clasificación de las interrupciones del servicio de energía eléctrica:

- De acuerdo con la Duración de la Interrupción

Teniendo en cuenta la duración de las interrupciones, éstas se clasifican así:

- ✓ Instantáneas: Son aquellas suspensiones del servicio cuya duración es inferior o igual a un (1) minuto.
- ✓ Transitorias: Son aquellas suspensiones del servicio cuya duración es superior a un (1) minuto y menor o igual a cinco (5) minutos.
- ✓ Temporales: Son aquellas suspensiones del servicio de energía cuya duración es mayor a cinco (5) minutos.

Para el cálculo de los indicadores que se definen más adelante no se tendrán en cuenta:

- ✓ Interrupciones Instantáneas.
- ✓ Interrupciones por racionamiento de emergencia o programadas del sistema eléctrico nacional debidas a insuficiencia en la generación nacional o por otros Eventos en Generación y en el STN, siempre y cuando así hayan sido definidas por el CND.
- ✓ Interrupciones por seguridad ciudadana y solicitadas por organismos de socorro o autoridades competentes.
- ✓ Suspensiones o cortes del servicio por incumplimiento del contrato de servicios públicos

- De acuerdo con el Origen

Teniendo en cuenta el origen de las interrupciones éstas se clasifican así:

- ✓ No Programadas: Son aquellas interrupciones que obedecen a Eventos No Programados.
- ✓ Programadas: Son aquellas interrupciones que obedecen a Eventos Programados.

Aplicación del instrumento

Al tener en cuenta la variedad de criterios de evaluación de calidad del servicio y las diferencias existentes entre los procesos industriales, donde en algunos una pequeña variación de tensión es suficiente para que se detenga la producción durante varias horas y para otros es muy importante la cantidad de tiempo que dura la reposición del servicio, las mismas fallas pueden generar diferentes impactos en las unidades productivas, por lo cual, existen diferentes soluciones a las problemáticas de eventos en el sistema de distribución de energía eléctrica.

Por esta razón es muy importante identificar los impactos de cada tipo de falla sobre cada tipo de proceso y de esta manera plantear soluciones integrales.

Para este estudio se escogió una muestra de industrias instaladas en el Departamento del Cauca, conectadas a diferentes niveles de tensión y de distintas subestaciones. A los ingenieros jefes de mantenimiento de estas industrias se les planteo la siguiente pregunta:

Del catálogo de eventos sobre la red de distribución de energía eléctrica que alimenta su empresa relacionados a continuación, ¿cuáles situaciones se presentan y cuál es el impacto sobre los procesos productivos?

Tabla 1. Catálogo de eventos y valoración de las fallas

CATALOGO DE EVENTOS			
Numero catalogo	Descripcion	Numero catalogo	valoracion
1	variacion de frecuencia	1	leve
2	Flicker	2	medio bajo
3	Transitorios Electromagnéticos Rápidos y Fluctuaciones de Tensión	3	medio
4	Interrupciones del servicio instantaneas	4	medio alto
5	Interrupciones del servicio Transitorias	5	alto
6	Interrupciones del servicio temporales		
7	Desconexiones NO programadas		
8	Desconexiones programas muy extensas		

Elaboración: Corporación Cauca Progresá

Se realizó un trabajo de campo visitando las industrias de la siguiente manera:

Tabla 2. Muestra seleccionada

Empresa	ubicación	Sector industrial	Nivel tension	Subestacion origen
GASES POPAYAN	POPAYAN	Envase de Gas	1	San Bernardino 13,2 kv
CONEXPA SA	POPAYAN	Planta Triturado	3	Norte 34,5 kv
PREDELCA	POPAYAN	Planta Concreto	1	San Bernardino 13,2 kv
PAVICAUCA SAS	POPAYAN	Planta asfalto	1	San Bernardino 13,2 kv
FAMILIA	CALOTO	Procesadora Papel	3	Cabaña 34,5 kv
ALKATEK SA	CALOTO	Fabricacion cable	3	Cabaña 34,5 kv
MATECNO	SANTANDER	Panel termoacustico	3	Santander 34,5 kv
GENFAR	VILLARICA	Farmaceutica	3	Cabaña 34,5 kv
PROINDUSTRIAS CAUCA	SANTANDER	Plastico	3	Santander 34,5 kv
ACUEDUCTO POPAYAN TABLAZO	POPAYAN	ACUEDUCTO	3	San Bernardino 34,5 kv
ACUEDUCTO POPAYAN LA PAZ	POPAYAN	ACUEDUCTO	2	San Bernardino 13,2 kv

Elaboración: Corporación Cauca Progresá

En la ciudad de Popayán se visitaron industrias asentadas en el parque industrial, empresas alimentadas por el circuito 23 de la Subestación SAN BERNARDINO a un nivel de tensión de 13,2 kV. En estas empresas los equipos de medida por el nivel de tensión 1 (208 v), las dos sedes de bombeo del Acueducto Municipal de Popayán, la sede el tablazo conectada al nivel de tensión 3 (34,5 kV) desde el circuito SAN BERNARDINO – NORTE y LA PAZ conectada al nivel de tensión 2 (13,2 kV) y alimentadas por el circuito 22 de la Subestación SAN BERNARDINO.

En Santander de Quilichao se visitaron empresas del parque industrial EL PARAISO, alimentadas desde la subestación Santander a un nivel de tensión 3 (34,5 kV).

En la población de Villarrica se visitó la empresa GENFAR, alimentada al nivel de tensión 3 (34,5 kV) desde el circuito Santander – Cabaña.

En la población de Caloto se visitó las empresas FAMILIA S.A. y ALKATEC S.A. alimentadas al nivel de tensión 3 (34,5 kV) desde la subestación LA CABAÑA.

Sobre los diferentes eventos de la red de distribución de energía eléctrica y su impacto sobre los procesos productivos los ingenieros jefes de mantenimiento se manifestaron de la siguiente manera:

Tabla 3. Resultados aplicación instrumento de medición

Empresa	Subestacion origen	Tipo de falla 1	Impacto 1	Tipo de falla 2	Impacto 2	Tipo de falla 3	Impacto 3
GASES POPAYAN	San Bernardino 13,2 kv	4	3	6	5		
CONEXPA SA	Norte 34,5 kv	4	5	6	5		
PREDELCA	San Bernardino 13,2 kv	4	5	6	5		
PAVICAUCA SAS	San Bernardino 13,2 kv	4	5	6	5		
FAMILIA	Cabaña 34,5 kv	4	4	6	5	3	4
ALKATEK SA	Cabaña 34,5 kv	4	4	6	4	3	4
MATECNO	Santander 34,5 kv	3	5	4	5	6	5
GENFAR	Cabaña 34,5 kv	3	4	4	4	6	4
PROINDUSTRIAS CAUCA	Santander 34,5 kv	4	4	6	4		
ACUEDUCTO POPAYAN TABLAZO	San Bernardino 34,5 kv	4	4	6	4		
ACUEDUCTO POPAYAN LA PAZ	San Bernardino 13,2 kv	4	4	6	4		

Elaboración: Corporación Cauca Progres
Nota: ver Tabla 1.

Del total de los encuestados, el 81,82% eligieron como la principal falla por la cual se ven afectados a “Interrupciones del Servicio Instantáneas”, de la cual el 55,56% valoran el impacto de esta falla como “medio alto”, mientras que el 33,33% la valoran como “alto” y el 11,11% como “medio”. El restante 18,18% manifiestan verse afectados por “Transitorios Electromagnéticos Rápidos y Fluctuaciones de Tensión”, valorando la falla en la misma proporción en “medio alto” y “alto”.

Por su parte, en cuanto a la segunda opción de falla, el 81,82% de las unidades productivas de la muestra se ven afectadas por “Interrupciones del Servicio Temporales”, donde el 55,56% consideran que el impacto de esta falla es “alto” y el restante 44,44% consideran que es “medio alto”. El restante 18,18% se ven afectados por “Interrupciones del Servicio Instantáneas”, valoradas como “medio alto” y “alto” en un 50% cada una.

Por último, sólo el 36,36% de la muestra se ven afectados por una tercera falla. De esta cantidad el 50% se ve afectado por “Transitorios Electromagnéticos Rápidos y Fluctuaciones de Tensión” y el otro 50% por “Interrupciones del Servicio Temporales”.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, las problemáticas que afectan a la muestra tomada para la realización del presente estudio, sugieren soluciones distintas para los mismos eventos en el sistema de distribución de energía eléctrica.

Frente a los resultados obtenidos, las fallas que merecen mayor atención por parte del Operador de Red, son “Interrupciones del Servicio Instantáneas, Transitorios Electromagnéticos Rápidos y Fluctuaciones de Tensión y Interrupciones del Servicio Temporales” y dada la percepción de los ingenieros jefes de mantenimiento, estas problemáticas deben solucionarse con la mayor brevedad posible, buscando incrementar la productividad en el sector industrial del Departamento, con lo cual se disminuirían los costos de producción y los productos de la región se harían más competitivos a nivel nacional y global.

Para todas las empresas las interrupciones temporales provocan paro de la producción.

- a. Para la empresa GASES POPAYÁN estas interrupciones apagan las basculas electrónicas con las que pesan los cilindros y deben iniciar un proceso de encendido y calibración que demora varios minutos, para los encargados de esta empresa las descargas atmosféricas en la zona son un problema, pues consideran que pueden dañar la electrónica de sus basculas, a través de la red de distribución de energía. Mientras estén presentes descargas atmosféricas no se trabaja y se detiene la producción. El circuito 23 no tiene línea de guarda.
- b. Para la empresa PREDELCA SAS estas interrupciones detienen el proceso de mezcla de concreto y genera un desperdicio de material. Desconexiones prolongadas y sin previo aviso pueden generar problemas con el cumplimiento de los contratos, pues esta actividad de producción de concreto se da sobre pedidos específicos, con estrictas programaciones de tiempo y cantidades de material a suministrar.
- c. Para la empresa CONEXPA SA las interrupciones instantáneas son un problema, pero de menos impacto que las interrupciones temporales, estas detienen la producción de material triturado.
- d. Para la empresa FAMILIA las interrupciones instantáneas generan paro de los procesos y se produce desperdicio de materiales, de igual manera por el gran componente de equipo electrónico y microprocesado de la planta, las fluctuaciones transitorias de tensión generan problemas sobre estos. Las interrupciones largas presentan un factor de riesgo, pues en algunos procesos hay equipos que se pierden si no se operan continuamente, para esto han dispuesto de grupos electrógenos de respaldo, pero con limitaciones de autonomía.

- e. Para la empresa ALCATEK SA las interrupciones instantáneas generan paro de los procesos y se requiere un tiempo para reconfigurar los equipos y reiniciar las actividades. A esta industria también la afectan las fluctuaciones transitorias de tensión y en especial bajos niveles de tensión del circuito alimentador.
- f. Para la empresa METECNO las fluctuaciones transitorias de tensión obligan el paro de las maquinas y el proceso de reinicio se prolonga, de igual manera estas interrupciones generan una cantidad considerable de desperdicio de material (poliuretano). Se informa que las interrupciones de este año han generado pérdidas por más de \$800 millones de pesos.
- g. Para GENFAR con una producción mensual de ocho millones de unidades, las fluctuaciones transitorias de tensión obligan el paro de las máquinas y el proceso de reinicio se prolonga, se informa que este año ha tenido 4 interrupciones sin aviso y 2 programadas.
- h. En el caso del Acueducto de la ciudad de Popayán, el servicio respalda un sistema de bombas que son usadas para impulsar el agua hasta la parte alta del barrio LA PAZ. Interrupciones mayores de 10 minutos desconectan el sistema cada que se realiza el control automático de los procesos, pues la UPS solo tiene esa autonomía. Si la interrupción es más prolongada (más de 2 horas) genera racionamiento de agua para los usuarios de la zona norte de la ciudad de Popayán.
- i. Para la empresa PROINDUSTRIAS DEL CAUCA cualquier interrupción genera parada de la planta y una vez restablecido el servicio se requiere de una hora para normalizar los procesos.

De esta muestra se puede inferir que los problemas más importantes del suministro de energía eléctrica son:

1. Interrupciones del servicio, sin importar duración o causa.
2. Sobretensiones transitorias.
3. Regulación en algunos circuitos.

Al determinar la forma en que las fallas del sistema de distribución de energía eléctrica afectan los procesos productivos y a su vez la competitividad de la región, es muy importante que la Cámara de Comercio del Cauca sea la interlocutora entre los industriales caucanos y la Compañía Energética de Occidente, ya que según la regulación aplicada al sector eléctrico, la responsabilidad por la operación, mantenimiento y expansión del Sistema de Distribución de Energía Eléctrica es del operador de red, independientemente de que el usuario tenga contratos de suministros de energía con dicho operador o con otro operador.

Con base en estos eventos y su impacto se requiere encaminar los esfuerzos hacia las siguientes actividades:

1. Garantizar la robustez del sistema

- a. Modernización de las subestaciones SANTANDER y PUERTO TEJADA.
- b. Garantizar conexión segura al STN- renovación equipos de patio y sistemas de protecciones.
 - i. Conexión s/e Cabaña 115 kV con s/e Páez 230 kV
 - ii. Conexión s/e Santander 115 kV con s/e Pance 115/230 kV (sistema EPSA-Valle del Cauca)
 - iii. Conexión s/e Santander 115 kV con s/e San Bernardino 115/230 kV
- c. Estudios de coordinación de protecciones
- d. Estudios de calidad de la potencia
- e. Conexión en anillo con coordinación de protecciones y Sistemas de reporte rápido de las fallas
- f. Instalación de reconectores

2. Seguimiento al crecimiento de la demanda

- g. Actualizar estudios de crecimiento de la demanda
- h. Cargabilidad actual de los transformadores
- i. Límites térmicos de las líneas de distribución
- j. Planes de reposición de líneas y transformadores

3. Mantenimiento del sistema de distribución

- k. Establecimiento de un plan de mantenimiento que garantice la seguridad y la confiabilidad del sistema - Mantener y profundizar el mantenimiento con base en Trabajos con Tensión.
- l. Garantizar la formación técnica y la experiencia del personal destacado a la operación y mantenimiento del sistema.
- m. Coordinación de los planes de mantenimiento con los planes de producción de las empresas.
- n. Establecer un esquema de atención de eventos (emergencias)
- o. Mantener una interlocución de alto nivel para la coordinación de las acciones que garanticen la calidad del servicio prestado.

4. Indicadores de Calidad

- p. Establecer un proceso que permite evaluar en el corto plazo los indicadores de calidad del servicio prestado.
- q. Establecer los planes de mejoramiento.

Al conocer la problemática del sistema de distribución del servicio de energía eléctrica que afecta al sector industrial caucano, es posible enfocar correctamente los esfuerzos técnicos que desemboquen en un sistema seguro y confiable que garantice la sostenibilidad en el tiempo de la industria caucana, evitando pérdidas e incrementos en los costos de producción, que lleven a la postre al cierre de unidades productivas o reubicación de las mismas.

Sobre el Autor

FELIPE ALBERTO RESTREPO CORREA

Ingeniero de Sistemas – Universidad Cooperativa de Colombia

Tecnólogo Electricista – Universidad Tecnológica de Pereira

Cursando Especialización en Sistemas de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica – Universidad del Valle.

Sector Energético: 20 años de experiencia.

Jefe de Operación de la Subestación San Bernardino de ISA- 230 KV

Docente del Programa de Tecnología en Electricidad – UNICOMFACAUCA

Certificador de Competencias Laborales para el Sector Eléctrico – SENA

Consultor Uso Eficiente de la Energía Eléctrica

Consultor Procesos de Comercialización de Energía Eléctrica

Consultor Salud Ocupacional para el Sector Eléctrico