

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA VERIFICACIÓN DE CONFORMIDAD EN LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN DE LAS FRONTERAS COMERCIALES ACORDE AL NUEVO CÓDIGO DE MEDIDA

Presentado Por: Diana Carolina Jaimes Calderón



CONTENIDO

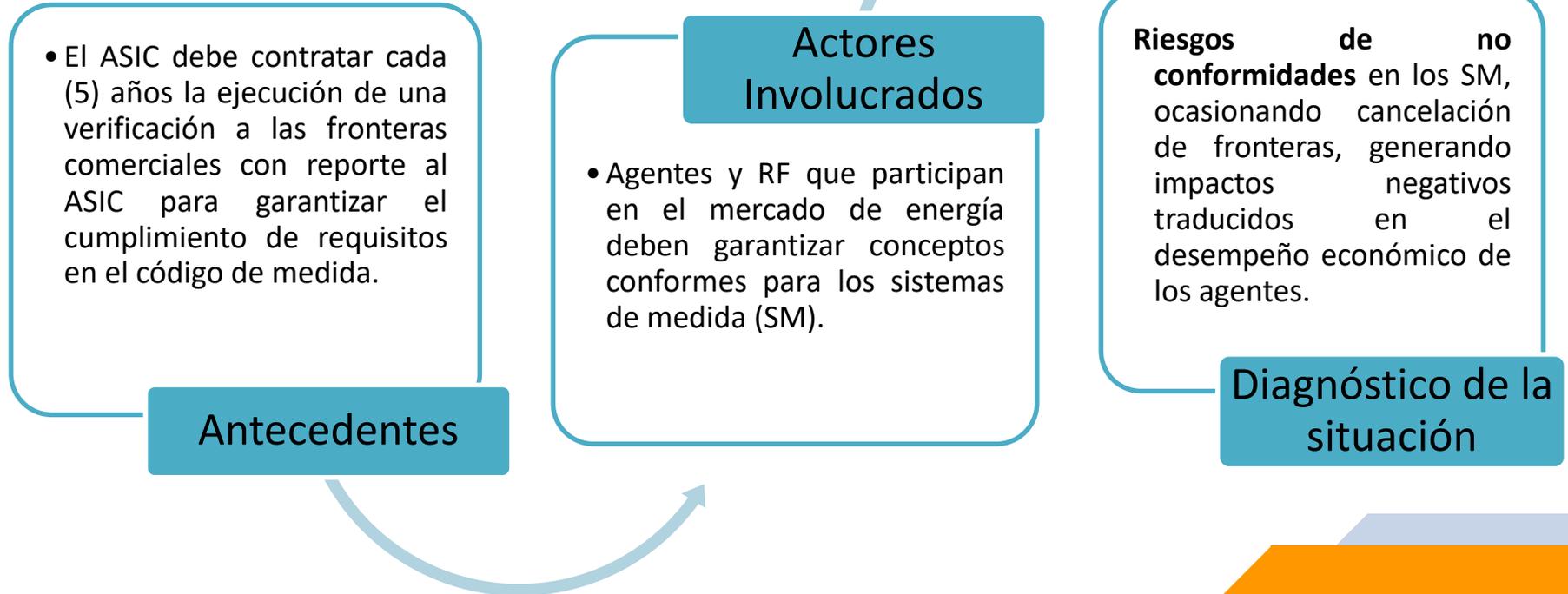


1

IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD



IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD





2

OBJETIVOS



OBJETIVO GENERAL



Desarrollar un sistema de información para la verificación de conformidad de los sistemas de medición de las fronteras comerciales acorde al nuevo código de medida adoptado en la resolución CREG 038/2014.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS



Sintetizar el marco regulatorio que enmarca la búsqueda de asegurar la exactitud de la medición de la energía eléctrica en Colombia y que complementa la Resolución CREG 038/2014 para fronteras con reporte al ASIC.



Plantear el proceso metodológico que permita a los representantes de frontera cumplir con los requisitos técnicos y procedimientos que se aplican a la medición de energía para las fronteras con registro al ASIC.



Elaborar una plantilla e instructivo para el cálculo del error porcentual, cargabilidad de transformadores de medida y cálculo de cargas de compensación.



Desarrollar una base de datos en Microsoft Access con toda la información de los sistemas de medida presentes en las fronteras comerciales de la ESSA.

3

ALCANCE



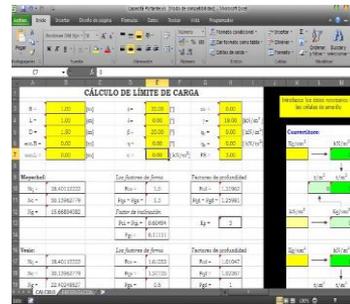
1. Elaboración de guía que permita a los RF cumplir con requisitos técnicos, operativos, gestión de medición y verificación



3. Desarrollo Base de Datos con información de los sistemas de medida de las fronteras comerciales ESSA.



2. Compendio del marco regulatorio que se enfoca en la búsqueda de asegurar la exactitud de la medición de Energía Eléctrica en Colombia



4. Plantilla e instructivo para el cálculo del error porcentual, cargabilidad de CTs y PTs y cálculo de resistencias de compensación.

4

METODOLOGÍA ELABORACIÓN PROYECTO



METODOLOGIA APREHENSIVA E INTEGRATIVA

Definición de las actividades por semana para el logro de los objetivos propuestos



Delimitación, elección y descripción de los 4 entregables que componen el alcance



Análisis de los resultados obtenidos en cada etapa del proyecto

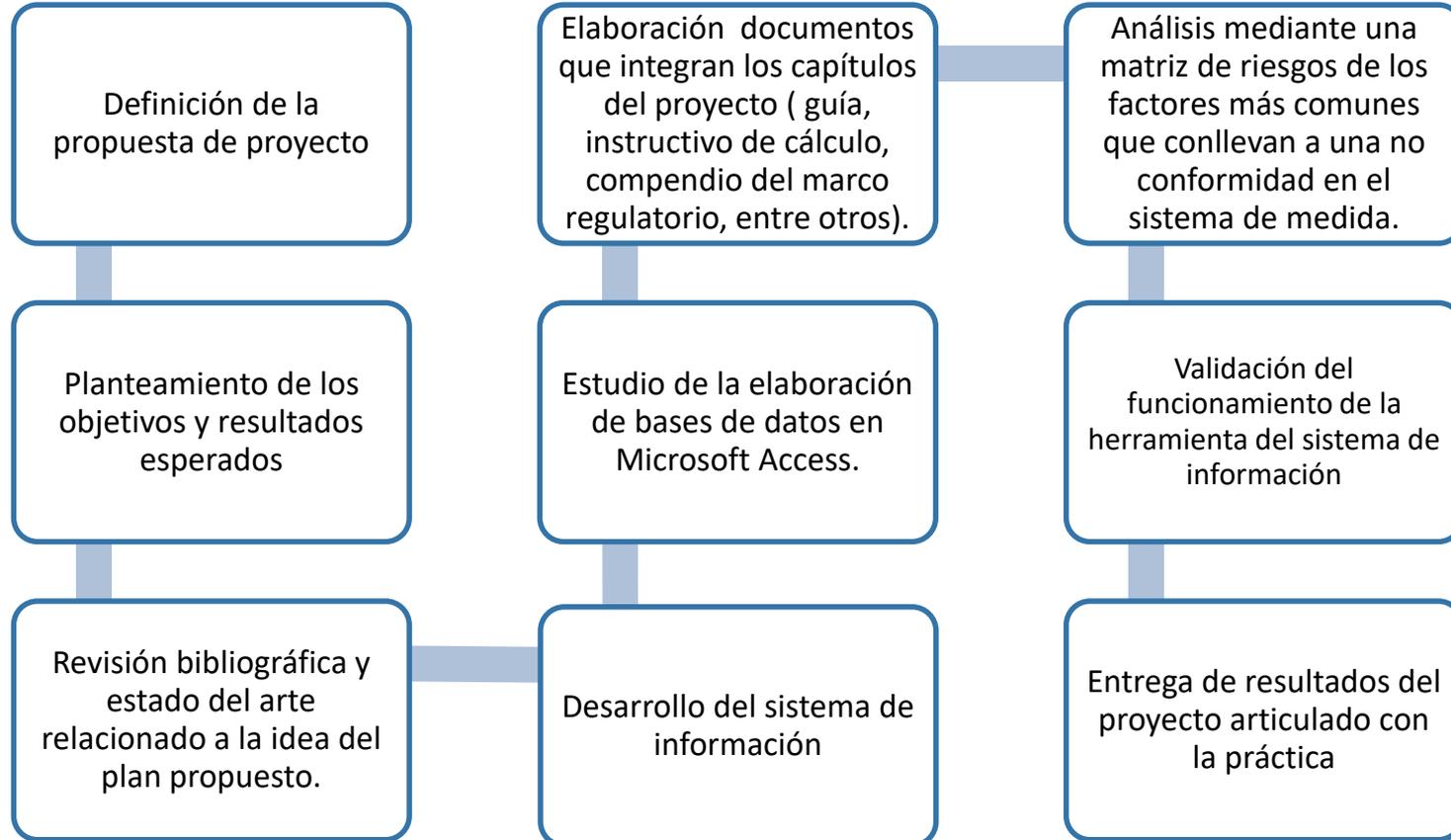
Tabla 1. Tipos de Metodología Empleada en el Proyecto

Tipo de Metodología Usada	Aprehensiva	Integrativa
Actividad desarrollada en el proyecto	<ul style="list-style-type: none">• Análisis• Síntesis• Comparación	<ul style="list-style-type: none">• Modificación• Evaluación

Fuente: Hurtado, J (2007). Tipos de Metodología de la Investigación. Recuperado de: <http://aprenderlyx.com/tipos-de-metodologia-de-investigacion/>



ACTIVIDADES EJECUTADAS EN EL PROYECTO



Fuente: Elaboración Propia



RESUMEN DEL PROYECTO



5

MARCO REFERENCIAL



MARCO REFERENCIAL

Marco Conceptual

- Definición Frontera Comercial.
- Equipos que componen sistemas de medida de una frontera comercial.
- Pruebas de Rutina a Transformadores de medida.

Marco Legal

- Recopilación de resoluciones CREG que antecedieron y actualizaron al código de medida; acuerdos emitidos por el C.N.O y circulares CREG para la exactitud de la medida de Energía Eléctrica.



MARCO REFERENCIAL: Conceptual

Figura 3 Tipos de Fronteras
Figura 1. Frontera Comercial

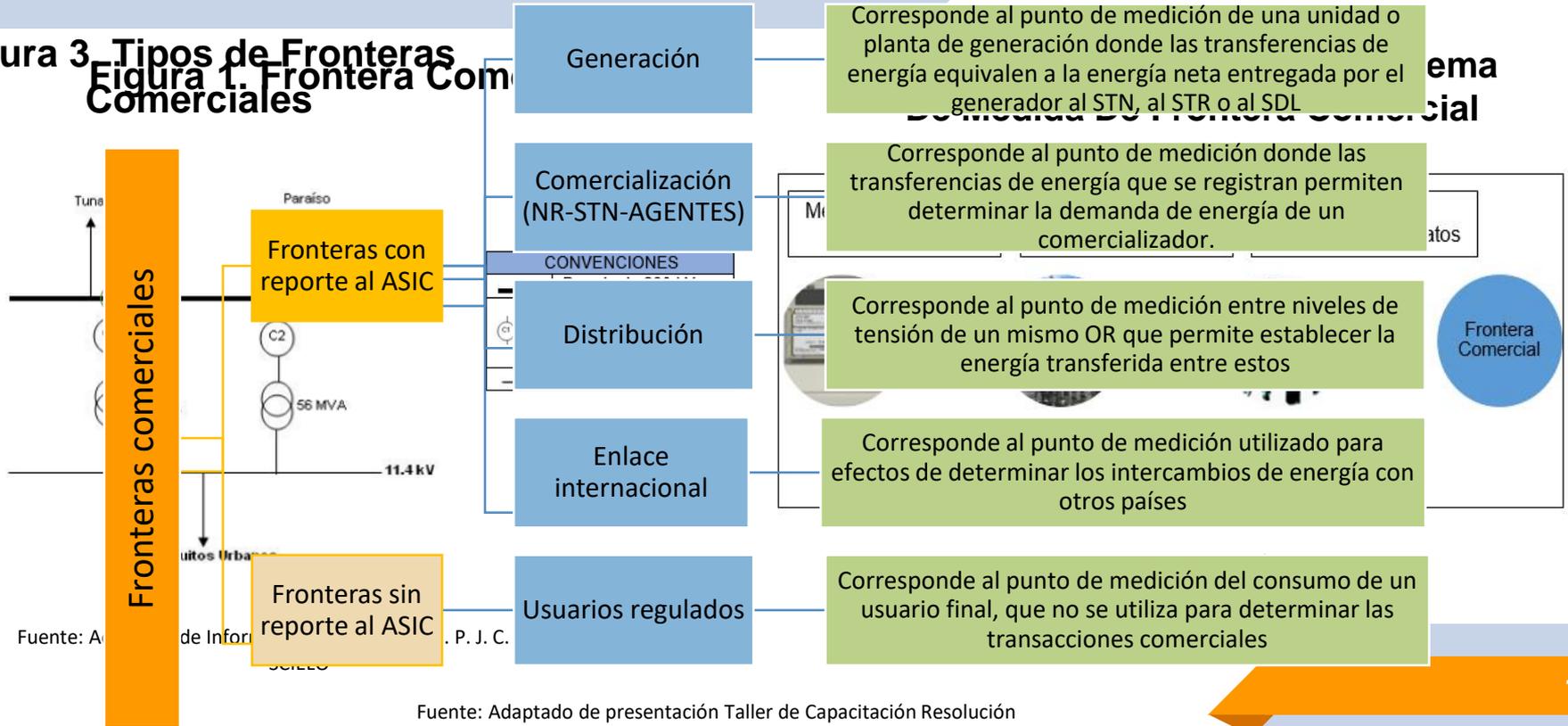
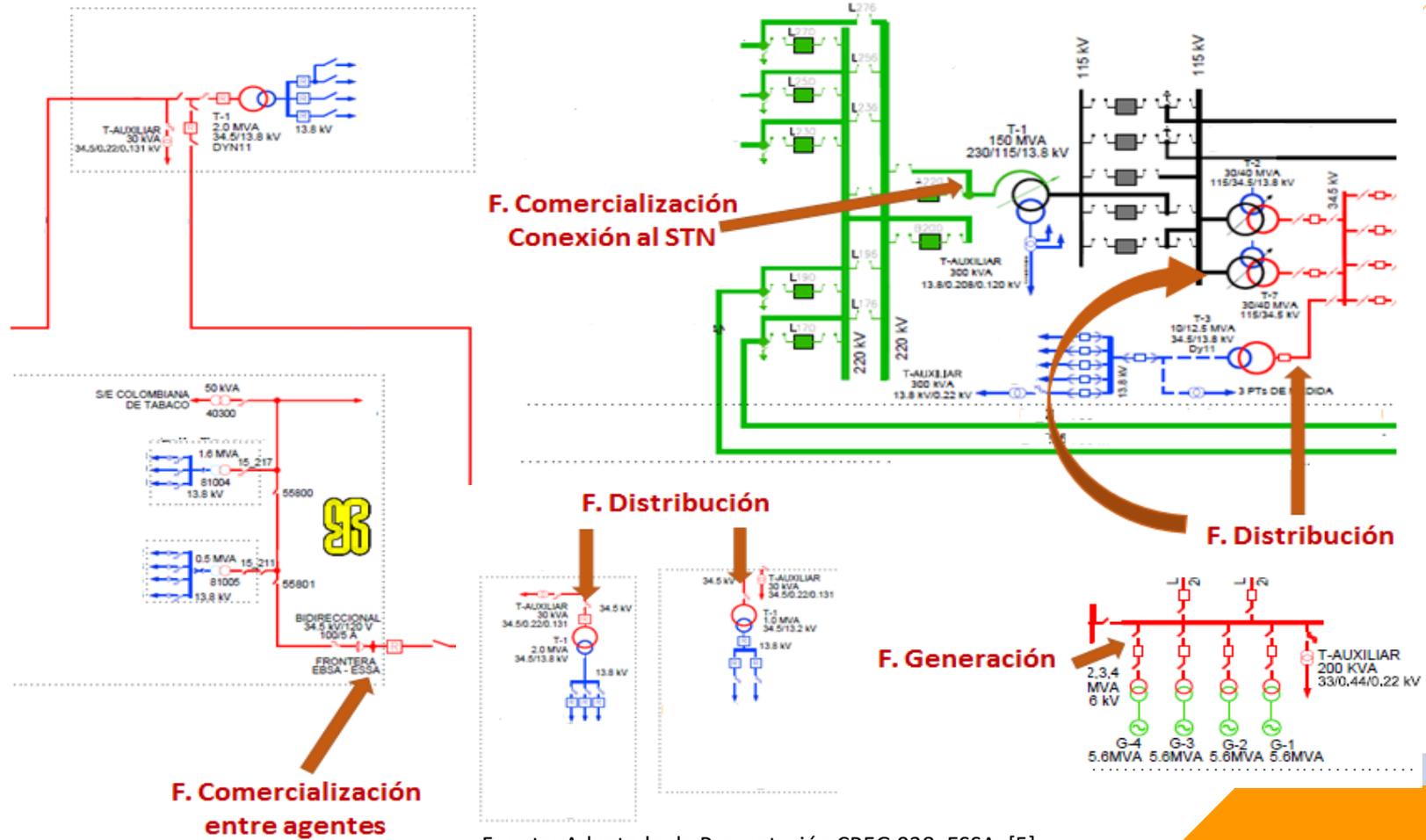


Figura 4. Ejemplos de fronteras comerciales reales en diagramas unifilares de una subestación eléctrica.

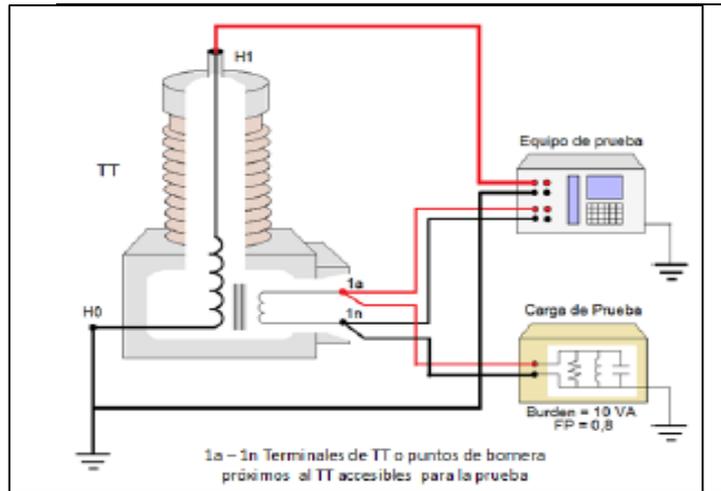


Fuente: Adaptado de Presentación CREG 038, ESSA. [5]



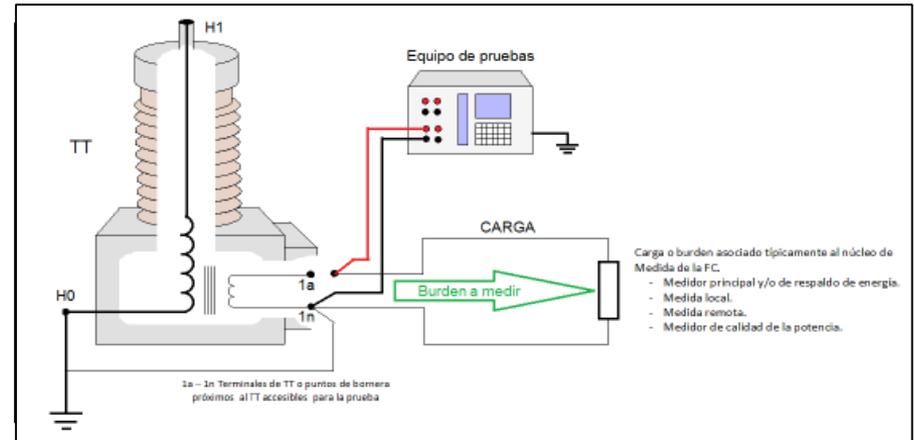
MARCO REFERENCIAL: Conceptual

Figura 5. Diagrama de Conexión de Prueba de Rutina a PT's para medir error de relación y desplazamiento de fase

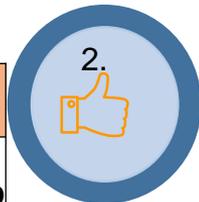


Fuente: Acuerdo 981 del C.N.O

Figura 6. Diagrama de Conexión de Prueba de Rutina a PT's para medición de Burden



Fuente: Acuerdo 981 del C.N.O



**Tabla 3. Circulares Emitidas por la CREG para complemento
Tabla 2. Antecedentes y Actualizaciones al Código de Medida
Tabla 4. Actualizaciones del Código Nacional de Medición**

Circulares CREG				Acuerdos del Consejo Nacional de Operación			
#	AÑO	ENTRADA VIGENCIA	VIGENCIA	DESCRIPCIÓN	INTERES	TEMA DE INTERES	ARCHIVO
025	1995	13/07/1995	1995	Por la cual se establece el Código de Operación y/o instalación de medición de energía, diagrama flujo de la verificación e informe de verificación instructivo)	Anterior código de medida	Publicados sobre formatos	
700	2014	16/09/2014	2014	Por el cual se modifica el procedimiento para la utilización y actualización de elementos de carga cuando el ASISTENTE tiene información de lecturas.	Número de elementos de lectura	Estimación de lecturas	
001	1999	08/01/1999	1999	Se aprueba la modificación del número de elementos requeridos en los Sistemas de medición de vida para los sistemas de medición, elaborada por el Comité Asesor de Comercialización, CAC.	SM	SM de Vida para	
701	2014	16/09/2014	2014	Se estableció el plazo máximo para adecuar los PT's y CT's de los sistemas de medición de energía que se encuentran instalados en la fecha de entrada en vigencia de la Resolución CREG 025 de 1995, a los requisitos establecidos en el Código de Medida contenido en esa resolución	plazo máximo para adecuar PT's y CT's	Seguridad en transmisión de datos	
019	1999	13/05/1999	1999	Por el cual se aprueba el documento de "Condiciones mínimas de seguridad e integridad para la transmisión de las lecturas desde los medidores hacia el Centro de Gestión de Medición y Control Español (CME) y ASISTENTE y respuestas a comentarios recibidos a la Circular CREG 082 de 2014	PT's y CT's	Verificación	
098	2014	13/11/2014	2014	Por el cual se aprueba el documento de "Identificación de las intervenciones que obligan a realizar Actualizaciones al Código de Medida o de pruebas de rutina de los transformadores de corriente o tensión y el desarrollo del procedimiento de realización de las pruebas de rutina para los transformadores de tensión y corriente de medición"	Actualizaciones al Código de Medida	HV- Pruebas de rutina	
722	2015	15/01/2015	2015	Hace públicos los siguientes documentos elaborados por el CAC: Hoja de Vida, comentarios recibidos a las respuestas a la Circular 097 en el Anexo general del Código de Redes.	Plazo para pruebas de rutina	Código de medida circular 097	
038	2014	23/12/2014	2014	Por el cual se aprueba el documento de "Identificación de las intervenciones que obligan a realizar Actualizaciones al Código de Medida o de pruebas de rutina de los transformadores de corriente o tensión y el desarrollo del procedimiento de realización de las pruebas de rutina para los transformadores de tensión y corriente de medición"	Plazo para pruebas de rutina	Comentarios- Respuestas de rutina	
047	2016	20/04/2016	2016	Por la cual se modifica un plazo de la Resolución CREG 038 de 2014 y se establecen otras disposiciones	Plazo para pruebas de rutina		

**Total Acuerdos:
10**

Total Regulaciones: 20

Tabla 5. Cuadro Comparativo entre la CREG 025/1995 y la CREG 038/2014

Aspecto A comparar		Observación	Ejemplo Cambios CREG 025 Vs CREG 038																		
Tabla 6. ANÁLISIS DE LA RESOLUCIÓN CREG 038/2014																					
		F.C con tensiones																			
ARTICULO		EFECTO- ACCIONES																			
Art. 3 REPRESENTANTE DE FRONTERA- RF Corresponde al agente cuyo nombre aparece registrada la Frontera en el ASIC. Para fronteras de comercialización es el Comercializador y para las demás se puede observar la Tabla 2 del presente trabajo para tener claridad de los distintos RF que existen.		de lad de de cto la sta y pos de ual ño la la	Art. 7 COMPONENTES SISTEMA DE MEDIDA Se definen los componentes del SM en el anexo 1 de la resolución en cuestión, los cuales son: a) 1 medidor de energía activa y reactiva b) 1 medidor de respaldo c) CT's y PT's. d) Conductores de señal de tensión y corriente entre los trafo de medida y los medidores. e) Panel o caja de seguridad para medidor y registro de datos f) Cargas para compensación de burden (si se requiere) g) Sistema de almacenamiento de datos h) Dispositivos de interfaz de comunicación i) Esquemas de seguridad y monitoreo para equipos del SM j) Bloque de bornera de pruebas																		
Art. 4 RESPONSABILIDADES DEL RF Asegurar el cumplimiento del Código Medida. El RF debe adoptar los mecanismos para que se cumpla con los requisitos del código.			Establece responsabilidad del RF por evaluación y definición de mecanismos para asegurar el cumplimiento del Código por parte de los Usuarios																		
Art. 5 PROPIEDAD SISTEMA MEDICION Corresponde a las partes determinar la propiedad de los elementos del sistema de medición. Conforme a los Art 144 y 145 de Ley 142 en el Contrato de Servicios se podrá exigir al usuario la compra de equipos necesarios para la medición			Cambia el mecanismo de propiedad del sistema de medida. <ul style="list-style-type: none"> • Ratificar política sobre propiedad equipos. • Analizar posible exigencia en contratos sobre compra de equipos. 																		
Art. 6 TIPOS DE PUNTO DE MEDICION Se definen tipos 1, 2, 3, 4 y 5 en función del consumo medio mes (Últimos 12 meses) o proyecciones para nuevas fronteras y la Capacidad Instalada:			Cambia clasificación de frontera por demanda y potencia de consumo y no por nivel de tensión de la medida. <ul style="list-style-type: none"> • Tipificar Fronteras según puntos de medición definidos. • Consultar XM sobre la periodicidad de verificación 	Art. 8 REQUISITOS GENERALES SISTEMAS DE MEDICIÓN Las características deben corresponder con el tipo de frontera. Los elementos deben contar con certificado de CONFORMIDAD DE PRODUCTO. Los medidores deben registrar kWh y kWh. La resolución de las mediciones debe ser como mínimo 0,01 (Literales b), c), d), e), f) o g).																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de puntos de medición</th> <th>Consumo o transferencia de energía, C, [MWh-mes]</th> <th>Capacidad Instalada, CI, [MVA]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>$C \geq 15.000$</td> <td>$CI \geq 30$</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>$15.000 > C \geq 500$</td> <td>$30 > CI \geq 1$</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>$500 > C \geq 50$</td> <td>$1 > CI \geq 0,1$</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>$50 > C \geq 5$</td> <td>$0,1 > CI \geq 0,01$</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>$C < 5$</td> <td>$CI < 0,01$</td> </tr> </tbody> </table>				Tipo de puntos de medición	Consumo o transferencia de energía, C, [MWh-mes]	Capacidad Instalada, CI, [MVA]	1	$C \geq 15.000$	$CI \geq 30$	2	$15.000 > C \geq 500$	$30 > CI \geq 1$	3	$500 > C \geq 50$	$1 > CI \geq 0,1$	4	$50 > C \geq 5$	$0,1 > CI \geq 0,01$	5	$C < 5$	$CI < 0,01$
Tipo de puntos de medición	Consumo o transferencia de energía, C, [MWh-mes]	Capacidad Instalada, CI, [MVA]																			
1	$C \geq 15.000$	$CI \geq 30$																			
2	$15.000 > C \geq 500$	$30 > CI \geq 1$																			
3	$500 > C \geq 50$	$1 > CI \geq 0,1$																			
4	$50 > C \geq 5$	$0,1 > CI \geq 0,01$																			
5	$C < 5$	$CI < 0,01$																			
Ante cambios en la capacidad instalada se debe evaluar de nuevo el tipo y realizar los ajustes del caso y actualizar registro ante el ASIC		Cambia requerimientos de precisión con base en puntos de medida establecido en Artículo 6. <ul style="list-style-type: none"> • Verificar el cumplimiento de los requisitos de exactitud del Código para nuevas fronteras y modificaciones o adiciones a las actuales. • Informar a Clientes de las nuevas exigencias. • Definir procedimiento de cálculo del error máximo. • Calcular, documentar y registrar en HV error en nuevas fronteras. 																			
		seguridad de la transmisión de datos	CGM																		



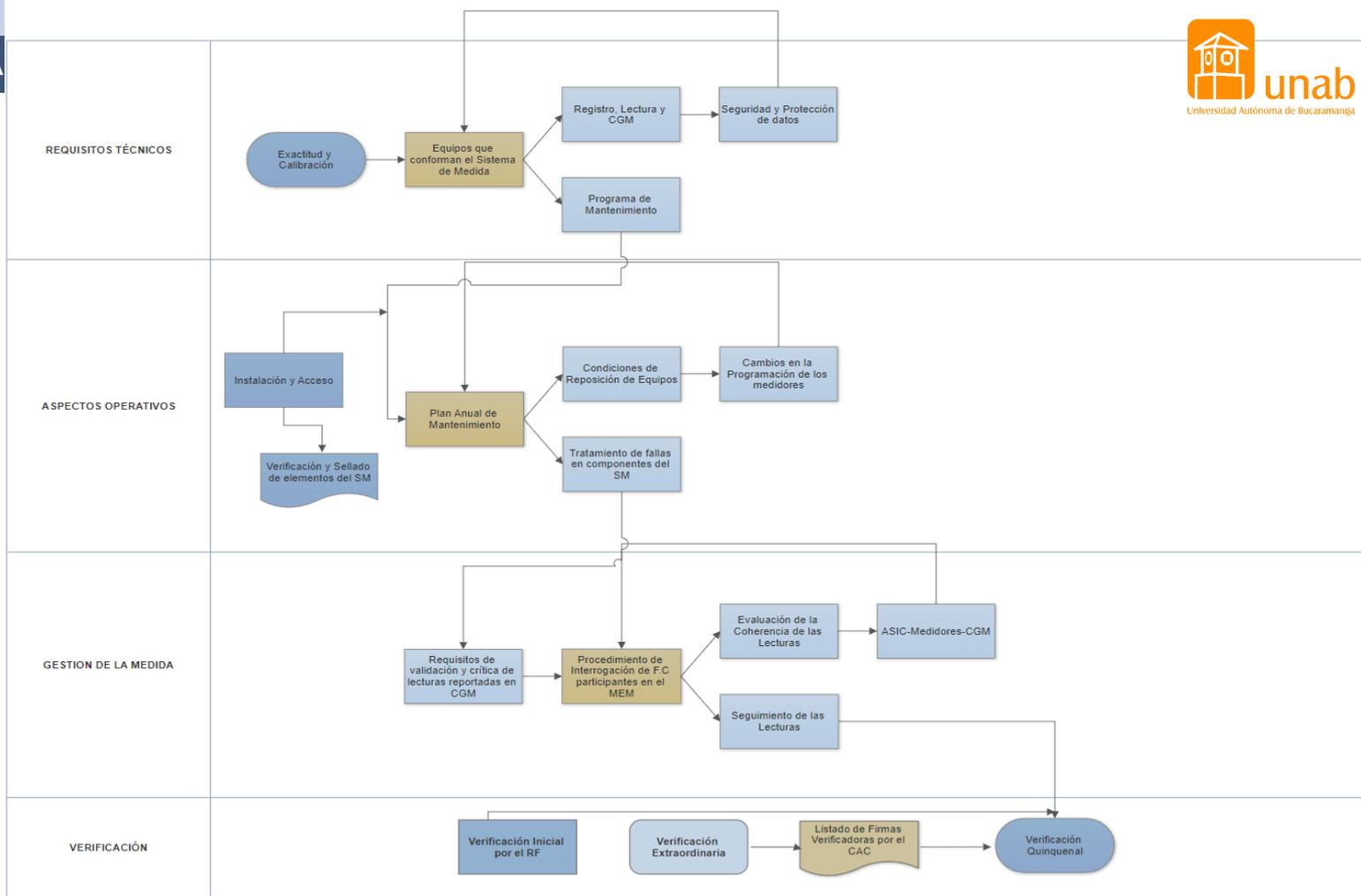


6

RESULTADOS



Diagrama de Flujo sobre ejes procedimentales para la Elaboración de la Guía



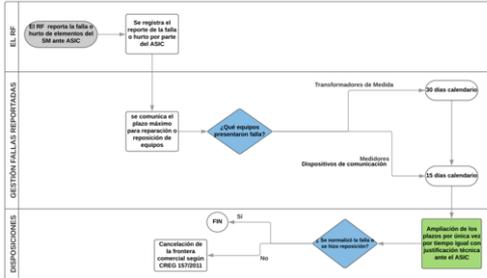


GUÍA TÉCNICA PARA DAR CUMPLIMIENTO A LA CREG 038/2014

ENERGIA	GUÍA TÉCNICA	Código GT-01
	Guía Para dar Cumplimiento a la Resolución CREG 038/2014 por parte de los Representantes de Frontera	Fecha: 01/03/2018
	Requisitos del Nuevo Código de Medida	PÁGINA: 1 de 1

El proceso y gestión de las fallas de los sistemas de medida se señala en el diagrama de flujo de la figura 41:

Figura 41: Diagrama de flujo proceso de gestión de fallas en los SM



Fuente: Elaboración propia

La CREG 038/2014 establece la cantidad máxima de fallas que son admitidas para las fronteras comerciales. Ver tabla 25.

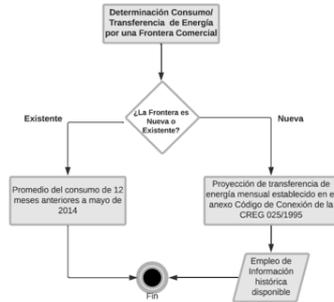
Tabla 25: límite de fallas para las fronteras comerciales

Año	Cantidad de fallas
1	4
2	4
3	3
≥ 4	2

Fuente: tomado de [16]

ENERGIA	GUÍA TÉCNICA	Código GT-01
	Guía Para dar Cumplimiento a la Resolución CREG 038/2014 por parte de los Representantes de Frontera	Fecha: 01/03/2018
	Requisitos del Nuevo Código de Medida	PÁGINA: 1 de 1

Figura 36: Diagrama de flujo de cálculo del consumo o transferencia de Energía por una F.C



Fuente: Elaboración Propia

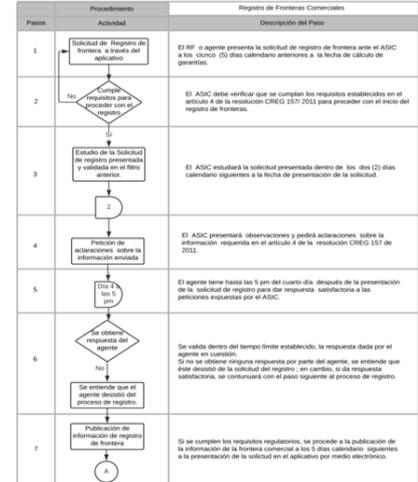
Una vez se seleccione el punto de medición por consumo y por capacidad y éstos no sean coincidentes, se debe elegir el tipo de punto de medición que tenga mayor exigencia de exactitud de conformidad con la tabla 11 de la presente guía.

Componentes del Sistema de Medida

Los sistemas de medición, dependiendo del tipo de medición, se componen de todos o de algunos de los elementos que se listan a continuación, y de los cuales algunos pueden o no estar integrados al medidor:

ENERGIA	GUÍA TÉCNICA	Código GT-01
	Guía Para dar Cumplimiento a la Resolución CREG 038/2014 por parte de los Representantes de Frontera	Fecha: 01/03/2018
	Requisitos del Nuevo Código de Medida	PÁGINA: 1 de 1

Figura 46: Diagrama de Flujo de proceso de registro de fronteras comerciales.



7

ANÁLISIS DE RIESGOS DE NO CONFORMIDADES

Tabla 11. de Identificación de Riesgos Posibles de una No Conformidad
 Tabla 12. de Probabilidad e **ante una Verificación**

ID Riesgo	Título	Descripción	Clasificación / Categoría	Condiciones	Consecuencias
R001	Art. 13 CREG 038/2014	Iguales características técnicas de medidores.	3 - Ambiente Operativo	interpretación artículo 13 de CREG 038/2014 donde se especifica que los medidores deben tener características técnicas idénticas.	incumplimiento con los requerimientos regulatorios que generan una No conformidad.
R002	ART. 28 CREG 038/2014	Certificados de calibración de medidores no deben superar frecuencia de tiempo establecida.	2 - Requerimientos	validación de la frecuencia de calibración de medidores estipulada en el artículo 28 de CREG 038/2014	incumplimiento al tiempo de frecuencia de calibración de medidores que establece el artículo 28 de CREG 038/2014. No conformidad.
R003	Art. 15-17 CREG 038/2014	Configuración de parámetros de registro y lectura de información de los medidores.	2 - Requerimientos	Correspondencia de los parámetros de configuración de los medidores, los reportados al ASIC y consignados en la hoja de vida	incumplimiento Anexo 9, literal f numeral 4 y a lo estipulado en los artículos 15 al 17 de la CREG 038/2014.
R004	Documento soporte cambios	Carta con el cambio de contraseñas de niveles de acceso a medidores y periodicidad de la actualización de las mismas.	3 - Soporte Técnico	Garantizar el documento soporte del cambio de contraseñas en el periodo establecido en los acuerdos del C.N.O de niveles de acceso a medidores.	No conformidad. Incumplimiento al acuerdo 1043 del C.N.O.
R013	Art. 11 CREG 038/2014	60%	6	3,6	

Total Riesgos: 13



8

CONCLUSIONES



CONCLUSIONES



Una vez realizado el análisis de la resolución anexo código de medida de la CREG 025/1995 y CREG 038/2014, se evidencia un cambio sustancial en el nuevo código de medida en cuanto a mayor exigencia de exactitud en los equipos y en la transmisión de información en tiempo real entre CGM- SM para garantizar la confiabilidad de la medida de energía eléctrica.



Mediante el uso de las herramientas de cálculo que se elaboraron en el proyecto, se determinó que cerca del 7,46% de los CT's y el 25,37% de los PT's del SM de las fronteras comerciales de la ESSA no cumplían con el requerimiento de burden, por tanto, se tuvo que instalar resistencias de compensación para el requisito de cargabilidad exigido por regulación.



A partir del plan de mantenimiento y el formato de mantenimiento de las fronteras comerciales formulado en la guía, se garantiza el cumplimiento del artículo 28 de la resolución CREG 038/2014.



CONCLUSIONES



Con las actividades propuestas en la guía desarrollada en el proyecto, los RF podrán adecuar los sistemas de medición para el registro de las fronteras nuevas y/o existentes que manejen.

Para el caso de ESSA, hasta la fecha se ha logrado registrar con ayuda de la guía cerca de 100 fronteras de comercialización y distribución de las 139 que se tienen actualmente.



Mediante el análisis de riesgos formulado en el trabajo, se evidenció que el requisito de burden de los transformadores es el riesgo que tiene mayor propabilidad de incidencia con un valor de 100% que suceda; y el otro riesgo que tiene un 80% de probabilidad de incidencia es el relacionado con la trasmisión de datos y sistema de comunicación de los sistemas de medición de las fronteras comerciales.



CONCLUSIONES



El incumplimiento de los requisitos exigidos en la regulación en las verificaciones quinquenales trae consigo una serie de sanciones económicas y reporte ante la SSPD; para el caso de la ESSA, si se hubiese pasado a segunda vuelta en la primera verificación quinquenal, los costos serian los siguientes:

FRONTERAS PARA LA SEGUNDA VUELTA EN ESSA	
FRONTERAS DE DISTRIBUCIÓN	63
FRONTERAS ENTRE AGENTES	24
TOTAL FRONTERAS PARA 2018	87

COSTOS SEGUNDA VERIFICACIÓN	
TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA ESSA	41
VALOR UNITARIO DE VERIFICACIÓN (Promedio de costos publicado por XM)	\$ 5.527.048
TOTAL COSTOS - SEGUNDA VUELTA	\$ 226.608.982

9

RECOMENDACIONES



RECOMENDACIONES



Se recomienda validar mediante el análisis de la matriz riesgos elaborada en el proyecto, los riesgos que tienen una probabilidad alta de generar no conformidades en una verificación, con el fin de tener un tratamiento a priori de dichos casos.



Se evidencia la necesidad de crear un protocolo que contemple las fallas que se presenten en cada punto de frontera, con el objeto de reducir los tiempos de atención.



Debido a los hallazgos en campo, se recomienda que las cargas de compensación para transformadores de potencial se instalen lo más cerca posible del terminal secundario de los PT's con el fin de no afectar la regulación de tensión.

10

REFERENCIAS



PRINCIPALES REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [6] E. ERM, « Norma ETSP, Pliego General de Abastecimiento y Administración de Bienes Muebles de Grupo EPI de Medellín 2017 Tratación. Anexo 1: Pliego Especifico de la Medición de Energía en el Sistema de Energía de Bucaramanga, 2017. »
- [7] CD. RAFAEL PROVEDA, « Cuantía Mayor a 100 SMMLV, » Bucaramanga, 2017. Sistemas de Energía de Bucaramanga, 2017. »
- [2] EROSCOB, « Sistemas de Energía de Bucaramanga, 2015. » [En línea]. Available: http://www.energiabucaramanga.gov.co/otros/reservorio/contenido/2015/03/20150320118%20P_trafo_tension.pdf. [Último acceso: 03 Julio 2018].
- [8] M. d. S. A., E. CREG, « Comisión de Regulación de Energía y Gas, 20 Marzo 2014. » [En línea]. Available: <http://www.eltrotec.com.pe/quienessomos.php>. [Último acceso: 03 Julio 2018].
- [9] ABB, « Catálogo de Transformadores de Media y Alta Tensión, 2017. » [En línea]. Available: <http://www.abb.com/transformadores>. [Último acceso: 23 Septiembre 2018].
- [4] M. d. S. A., « Comisión de Regulación de Energía y Gas, 2017. » [En línea]. Available: <http://www.eltrotec.com.pe/quienessomos.php>. [Último acceso: 23 Septiembre 2018].
- [10] APT, « Alta Tensión, » Marzo 2018. »
- [5] J. E. M. R. « Tallar Capacitadores de Energía de Bucaramanga, 2018. » [En línea]. Available: <https://repositorio.unab.edu.co/handle/documentacion/3471>. [Último acceso: 23 Septiembre 2018].

MUCHAS GRACIAS !



Elaboró:
Diana Carolina Jaimes Calderón

