



Universidad
Tecnológica
de Pereira



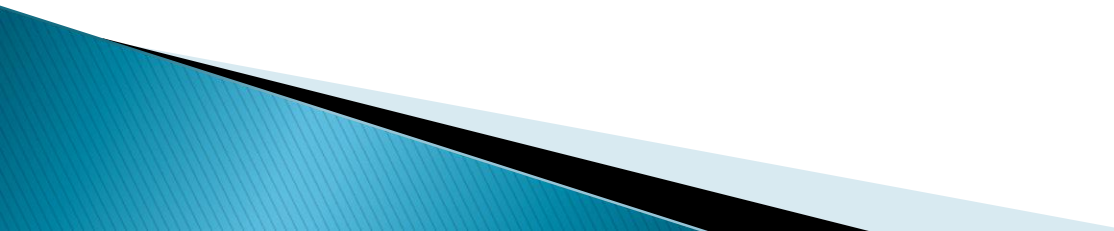
DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LA POTENCIA EN LA ACTIVIDAD DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Grupo de Investigación Electrónica de Potencia
Grupo de Investigación Instrumentación y
Control
Ing. Álvaro Orozco Ph.D
Ing. Alfonso Alzate Ph.D (c)

Ing. Juan Gabriel Fetecua Ms.C
Ing. Viviana María Agudelo Ms.C (c)
Ing. Catalina González Ms.C (c)
Ing. Luis Miguel Bedoya Hernández

BOGOTÁ D.C 22 DE JUNIO DE 2010

CONTENIDO

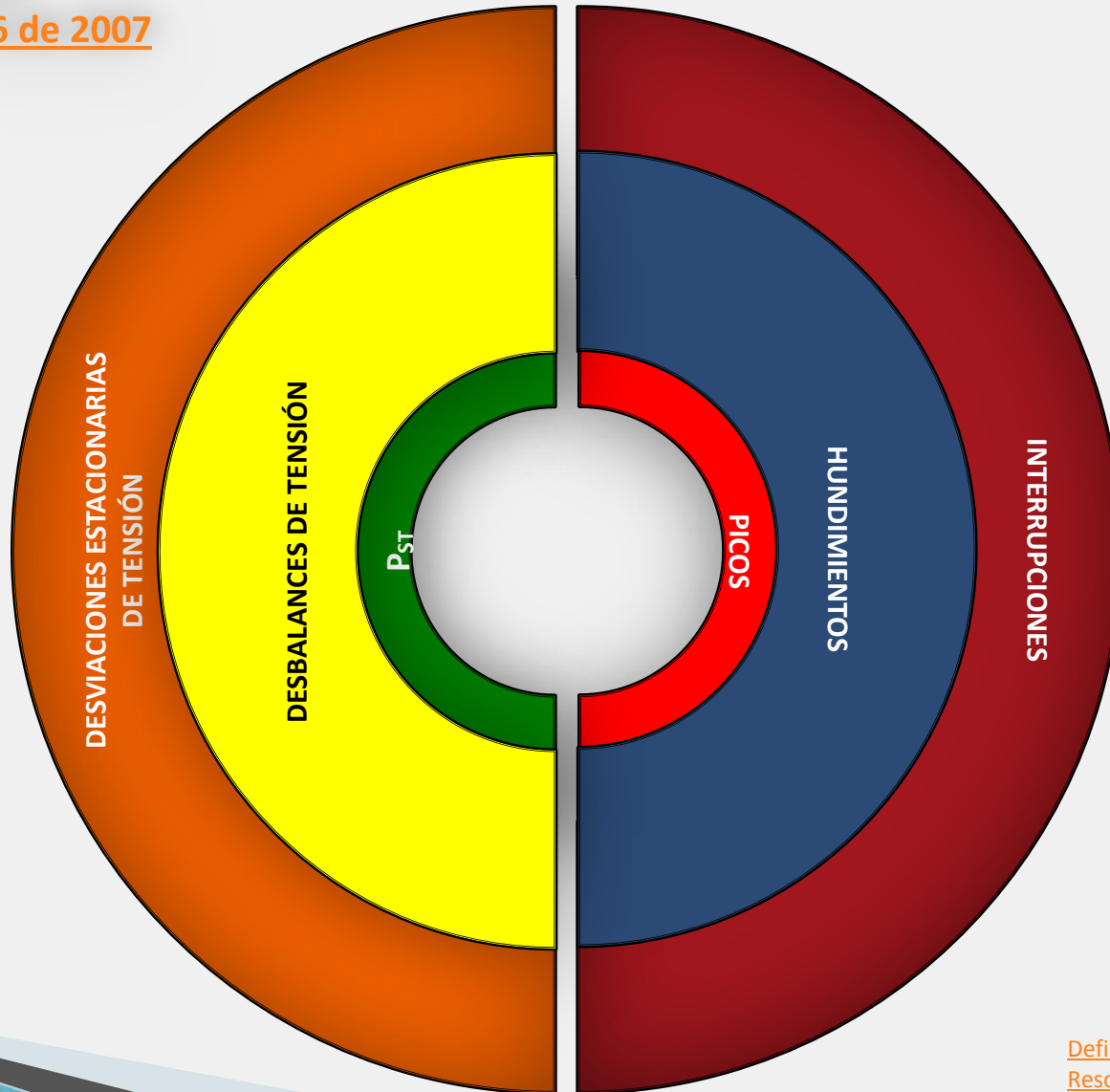
- MARCO REGULATORIO VIGENTE DE LA CALIDAD DE LA POTENCIA
 - METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE LA POTENCIA (PROPUESTA)
 - ESQUEMA GENERAL DE INDICADORES DE CALIDAD DE POTENCIA (PROPUESTA)
 - DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN REPORTADA POR LOS OPERADORES DE RED
 - DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LA POTENCIA DE LOS OPERADORES DE RED
 - REVISIÓN DEL INDICADOR P_{ST}
 - CONCLUSIONES
 - BIBLIOGRAFÍA
- 

MARCO REGULATORIO VIGENTE DE LA CALIDAD DE LA POTENCIA

Indicadores Resoluciones

CREG [024 de 2005](#) y [016 de 2007](#)

CEL
(fenómenos mayores a 1
min)



Eventos (< 1 min)

[Definiciones](#)
[Resolución 024 de 2005](#)

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE LA POTENCIA (PROPUESTA)

EVENTOS DE TENSIÓN

p. ej. Conteos, valores máximos y mínimos, curva ITIC (IEC 61000-2-8).

EQUIPO DE MEDIDA

Desempeño clase A de acuerdo con la norma IEC 61000-4-30

MEDICIÓN Y CÁLCULO

-Medición con desempeño clase A de acuerdo con la norma IEC 61000-4-30.
-Calculo: FFT (IEC 61000-4-7), IFL (61000-4-15), U_{SR} (IEC 61000-4-30), U_{din} (IEC 61000-4-30).

REGISTRO

Agregación de medidas: P_{ST} , THDv, etc, IEC 61000-4-30 [2008], sección 4.5.3.

Marcación de eventos IEC 61000-4-30 sección 4.7.

CARACTERIZACIÓN DEL REGISTRO

ESTADÍSTICAS

ÍNDICES DE SITIO

ÍNDICES DE SISTEMA

Ejemplo, cálculo de los índices de sitio y de sistema del P_{ST} y THDv.

REPORTES CREG

Reporte de los índices de sistema de P_{ST} y THDv mensualmente.

Resultados de los estudios de la información reportados a la CREG.

Resultados del diagnóstico de calidad de la potencia del sistema.

AUTO-DIAGNÓSTICO

¿CUMPLE CON LAS NORMAS TÉCNICAS?

SI

NO

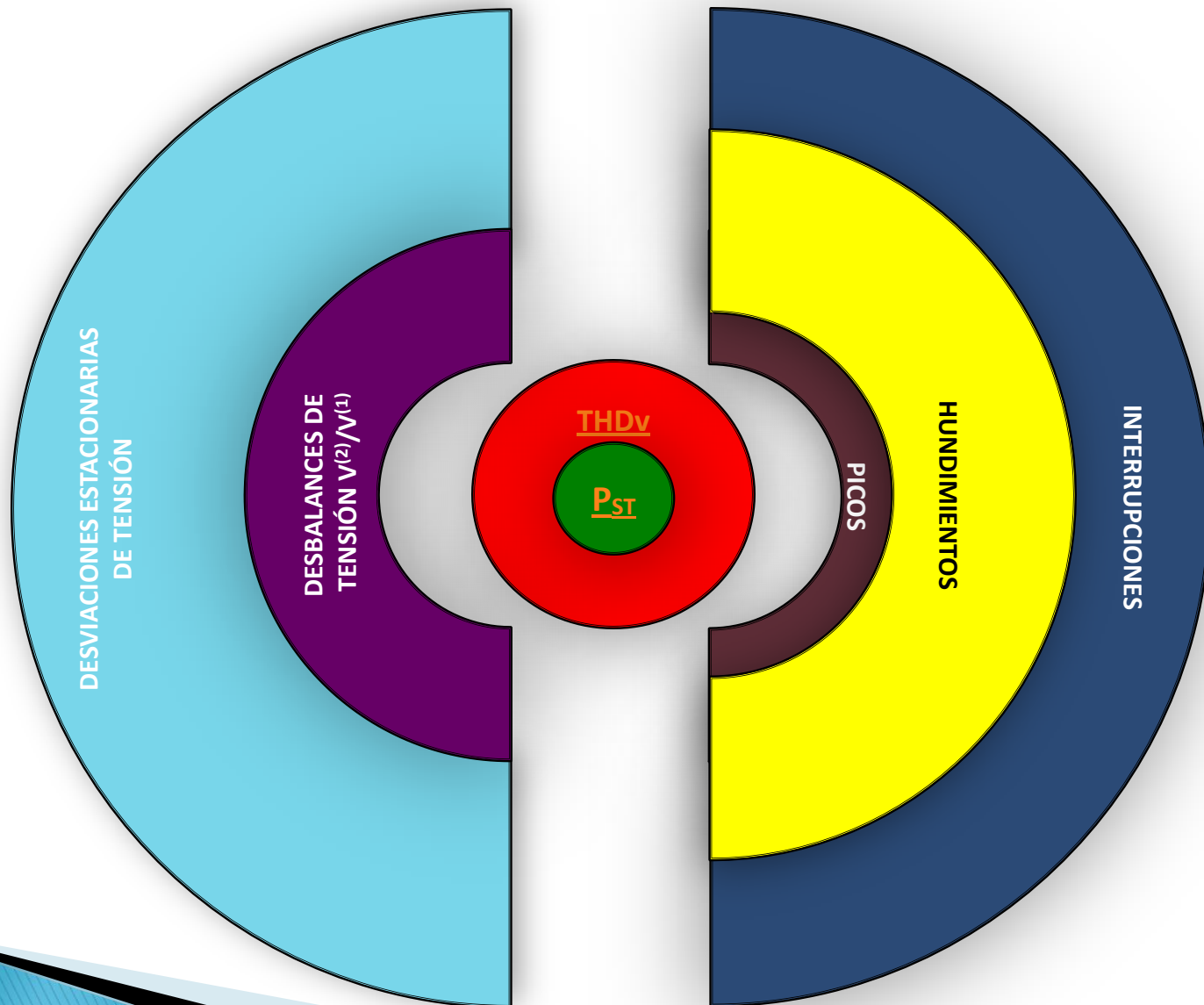
En el periodo de evaluación no se encontró incumplimiento a los límites establecidos en las normas.

Análisis de los resultados.

Establecer recomendaciones y ejecutar soluciones.

[Ir a contenido](#)

ESQUEMA GENERAL DE INDICADORES DE CALIDAD DE POTENCIA (PROPUESTA)



DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN REPORTADA POR LOS OPERADORES DE RED

Operadores de Red que han reportado información al 29 de noviembre de 2009

Operadores de Red	
EDEQ	CETSA
RUITOQUE	CODENSA
EPM	EMEVASI
ENELAR	EMCALI
EBSA	CENS
EEC	ELCETROCOSTA
EPSA	ELECTRICARIBE
ELECTROCAQUETA	DISPAC
EMSA	ENERTOLIMA
CHEC	ENERCA
CEDENAR	
TOTAL: 21 operadores	

Se muestra el porcentaje que cada OR ha reportado al servidor de la CREG en el período comprendido entre el 1 de octubre de 2007 y 29 de noviembre de 2009

OPERADORES DE RED	2007	2008	2009	TOTAL REPORTADAS
EMCARTAGO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
EEP	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ESSA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
CEDELCA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
EMDEP	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PUTUMAYO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ELECTROHUILA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
EEBP	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ENERGUAVIARE	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ENERTOLIMA	0,00%	0,00%	6,25%	2,68%
RUITOQUE	33,33%	1,92%	0,00%	4,46%
EMEVASI	0,00%	0,00%	33,33%	14,29%
ELECTROCAQUETA	91,67%	32,69%	0,00%	25,00%
CENS	0,00%	0,00%	75,00%	32,14%
EMCALI	0,00%	28,85%	91,67%	52,68%
ENERCA	0,00%	92,31%	64,58%	70,54%
DISPAC	100,00%	96,15%	37,50%	71,43%
EBSA	16,67%	94,23%	72,92%	76,79%
EEC	100,00%	61,54%	95,83%	80,36%
EPM	16,67%	86,54%	100,00%	84,82%
ENELAR	100,00%	82,69%	83,33%	84,82%
CEDENAR	0,00%	100,00%	100,00%	89,29%
CHEC	25,00%	100,00%	100,00%	91,96%
CETSA	66,67%	100,00%	100,00%	96,43%
EMSA	91,67%	98,08%	95,83%	96,43%
ELECTRICARIBE	100,00%	100,00%	91,67%	96,43%
CODENSA	100,00%	98,08%	95,83%	97,32%
EDEQ	83,33%	100,00%	100,00%	98,21%
ELECTROCOSTA	100,00%	100,00%	95,83%	98,21%
EPSA	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN REPORTADA POR LOS OPERADORES DE RED

Puntos de medida sin identificación de unidad constructiva adecuada

OPERADOR DE RED	CANTIDAD DE PUNTOS DE MEDIDA	PUNTOS DE MEDIDA SIN IDENTIFICACIÓN ADECUADA	PORCENTAJE PUNTOS SIN IDENTIFICACIÓN ADECUADA
EMCALI	196	196	100,00%
EBSA	58	58	100,00%
EMSA	79	52	65,82%
CHEC	347	104	29,97%
CODENSA	1422	305	21,45%
ENERTOLIMA	58	5	8,62%
CENS	167	1	0,60%
ELECTROCOSTA	246	1	0,41%
EPSA	449	1	0,22%
EMEVASI	3	0	0,00%
ELECTROCAQUETA	11	0	0,00%
ENERCA	33	0	0,00%
DISPAC	33	0	0,00%
EPM	717	0	0,00%
ENELAR	48	0	0,00%
CETSA	38	0	0,00%
ELECTRICARIBE	363	0	0,00%
EDEQ	107	0	0,00%
RUITOQUE	4	0	0,00%
CEDENAR	0	0	0,00%
EEC	0	0	0,00%
EMCARTAGO	0	0	0,00%
EEP	0	0	0,00%
ESSA	0	0	0,00%
CEDELCA	0	0	0,00%
EMDEP	0	0	0,00%
PUTUMAYO	0	0	0,00%
ELECTROHUILA	0	0	0,00%
EEBP	0	0	0,00%
ENERGUAVIARE	0	0	0,00%

Han reportado información pero no tienen identificados sus UC en la base de datos de calidad.

No han reportado información a la CREG.

[Ir a propuesta metodológica](#)

[Ir a contenido](#)

DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN REPORTADA POR LOS OPERADORES DE RED

Registros duplicados en las tablas CEL y ET

Operador de Red	Cantidad de registros CEL	Muestras repetidas	Porcentaje de muestras repetidas
CODENSA	44.142.403	2.005.574	4,543%
ELECTRO COSTA	14.958.204	142.966	0,956%
EPSA	12.524.990	32.800	0,262%
DISPAC	945.057	2.304	0,244%
EPM	33.821.353	67.058	0,198%
EDEQ	7.338.769	8.640	0,118%
EMCALI	3.735.781	644	0,017%
CHEC	22.753.934	3.744	0,016%
EBSA	2.238.969	0	0,000%
EMSA	1.389.387	0	0,000%
ENERTOLIMA	135.072	0	0,000%
CENS	5.018.355	0	0,000%
RUITOQUE	748	0	0,000%
EMEVASI	45.345	0	0,000%
ELECTROCAQUETA	231.882	0	0,000%
ENERCA	250.252	0	0,000%
ENELAR	2.629.972	0	0,000%
ELECTRICARIBE	20.784.530	0	0,000%
CETSA	867.134	0	0,000%
EEC	0	0	0,000%
CEDENAR	0	0	0,000%
EMCARTAGO	0	0	0,000%
EEP	0	0	0,000%
ESSA	0	0	0,000%
CEDELCA	0	0	0,000%
EMDEP	0	0	0,000%
PUTUMAYO	0	0	0,000%
ELECTROHUILA	0	0	0,000%
EEBP	0	0	0,000%
ENERGUAVIARE	0	0	0,000%

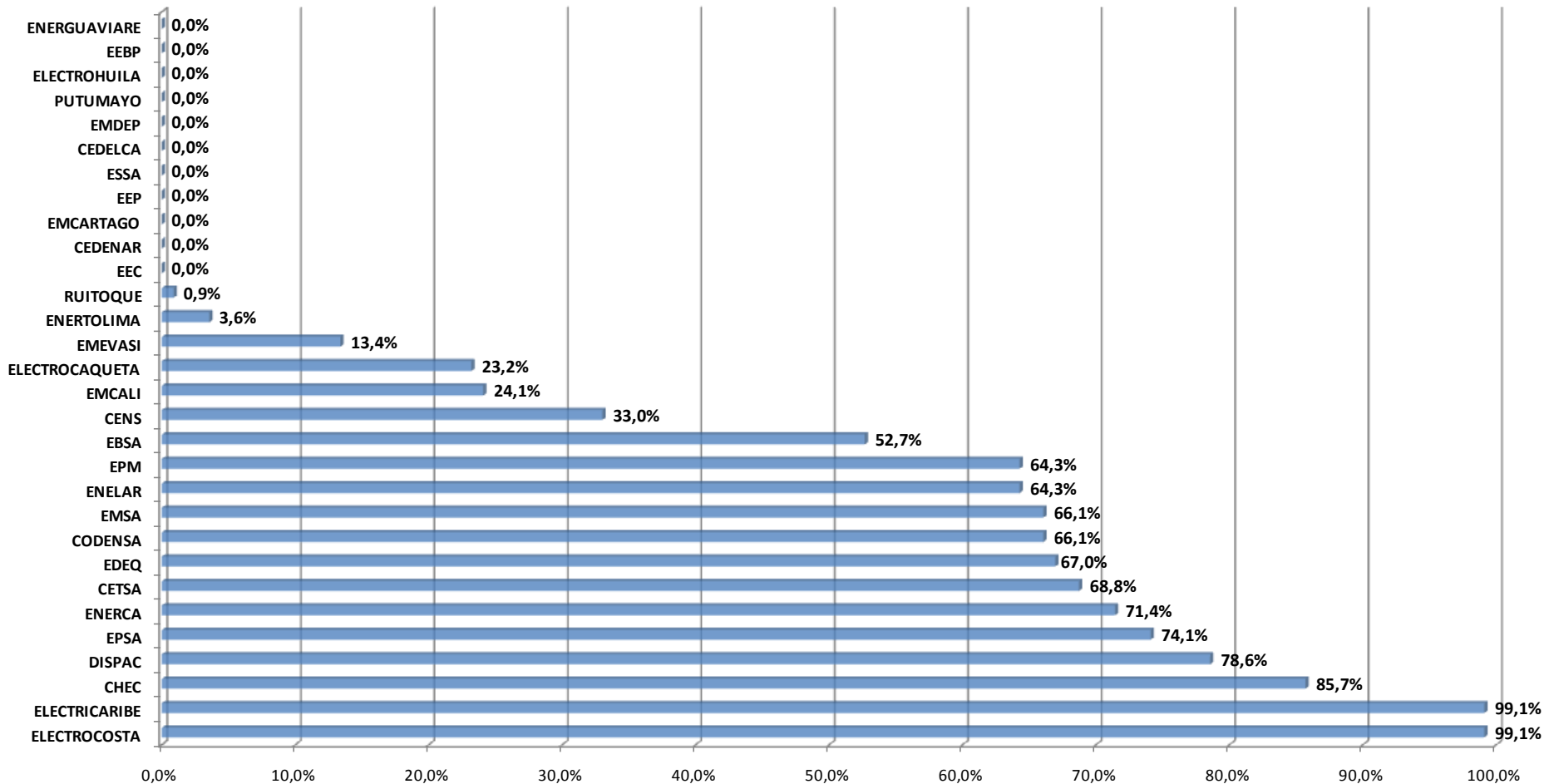
TOTAL MUESTRAS	173.812.137
----------------	-------------

Operador de Red	Cantidad de eventos ET	Eventos repetidos	Porcentaje de eventos repetidos
ELECTROCAQUETA	15.299	4.079	26,662%
ELECTRO COSTA	410.757	12.672	3,085%
DISPAC	38.126	942	2,471%
CODENSA	1.892.293	41.983	2,219%
EPM	554.922	1.370	0,247%
EDEQ	266.671	198	0,074%
EPSA	210.328	114	0,054%
ENELAR	109.366	4	0,004%
EMCALI	48.499	0	0,000%
CHEC	289.156	0	0,000%
EBSA	16.677	0	0,000%
EMSA	21.654	0	0,000%
ENERTOLIMA	7.853	0	0,000%
CENS	46.489	0	0,000%
EMEVASI	637	0	0,000%
ENERCA	854	0	0,000%
ELECTRICARIBE	642.301	0	0,000%
CETSA	14.336	0	0,000%
RUITOQUE	0	0	0,000%
EEC	0	0	0,000%
CEDENAR	0	0	0,000%
EMCARTAGO	0	0	0,000%
EEP	0	0	0,000%
ESSA	0	0	0,000%
CEDELCA	0	0	0,000%
EMDEP	0	0	0,000%
PUTUMAYO	0	0	0,000%
ELECTROHUILA	0	0	0,000%
EEBP	0	0	0,000%
ENERGUAVIARE	0	0	0,000%

TOTAL EVENTOS	4.586.218
---------------	-----------

DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN REPORTADA POR LOS OPERADORES DE RED

PORCENTAJE TOTAL DE SEMANAS CARGADAS A LA BASE DE DATOS DE CALIDAD DE LA CREG



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LA POTENCIA DE LOS OPERADORES DE RED

PERIODO DE ANÁLISIS: semana 25 a la 48 de 2009

En este periodo de análisis se evidenciaron errores en las tablas CEL y ET cargadas a la base de datos de calidad.

ERRORES EN LA TABLA CEL	
ERROR 1	Se registró número de interrupciones mayores a 1 minuto pero no su duración.
ERROR 2	Se registró número de desviaciones estacionarias mayores a 1 minuto pero no su duración.
ERRORES EN LA TABLA ET	
ERROR 1	Los registros de eventos en la fase R están por fuera del rango, ya sea mayor a 1p.u o menor a -1 p.u o mayor a 100 % o menor al -100 %.
ERROR 2	Los registros de eventos en la fase S están por fuera del rango, ya sea mayor a 1 p.u o menor a -1 p.u o mayor a 100 % o menor al -100 %.
ERROR 3	Los registros de eventos en la fase T están por fuera del rango, ya sea mayor a 1 p.u o menor a -1 p.u o mayor a 100 % o menor al -100 %.
ERROR 4	Datos de duración de eventos por fuera del rango (valores negativos, valores mayores a 60 segundos).

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LA POTENCIA DE LOS OPERADORES DE RED

ERRORES EN LA TABLA CEL

OPERADORES DE RED	ERROR 1	ERROR 2	Número de registros en el periodo de análisis
EDEQ	5	440	2'192.222
EPM	11	36	12'400.260
EPSA	29	13	8'401.982
CENS	6	32	3'251.421
EMCALI	1	18	2'558.363
DISPAC	2	10	306.464
ELECTRICARIBE	766	1.397	11'245.282
ENELAR	220	203	861.863
TOTAL	1.040	2.149	42'831.525

ERRORES EN LA TABLA ET

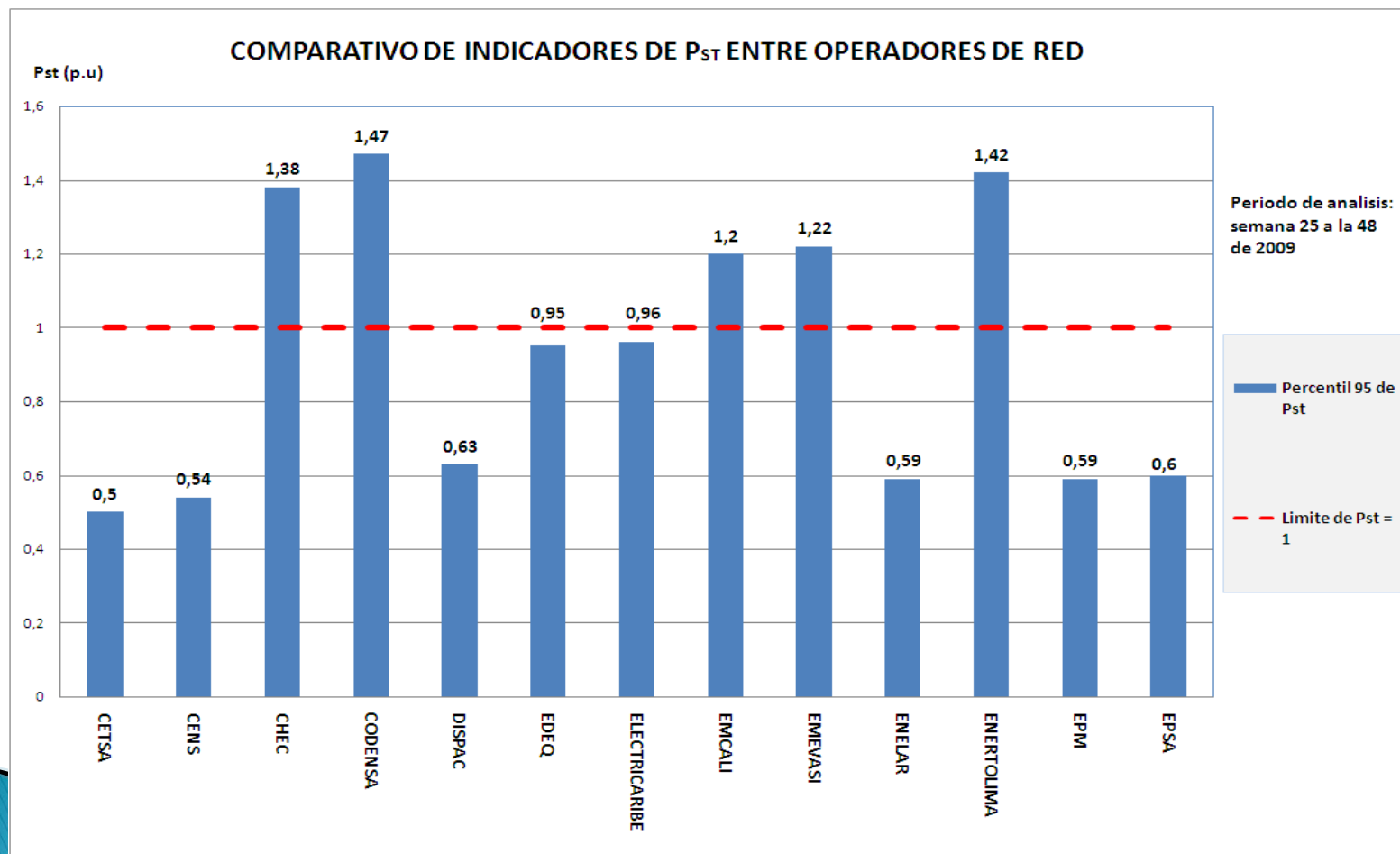
OPERADORES DE RED	ERROR 1	ERROR 2	ERROR 3	ERROR 4	Número de registros en el periodo de análisis
CHEC	0	0	0	3.437	61.480
CODENSA	160.187	160.187	160.187	136	160.187
ENERTOLIMA	0	7.853	7.853	70	7.853
EMCALI	0	0	0	1.818	26.786
EPSA	8	10	8	0	101.832
EDEQ	0	3	0	0	49.127
EPM	48	31	16	0	161.282
CENS	10	5	17	0	32.714
ELECTIFICADORA	5	6	3	0	140.135
EMEVASI	0	0	0	637	637
EMSA	151	141	640	1.221	1.230
ENELAR	443	575	0	0	26.027
TOTAL	160.852	168.811	168.724	7.319	769.290

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LA POTENCIA DE LOS OPERADORES DE RED

INDICADOR GLOBAL P_{ST} CON EVENTOS DE TENSIÓN

Numero total de Operadores de Red: 30

Numero de operadores analizados: 14 (en el gráfico no aparece el operador EMSA porque su valor esta fuera de rango)



El indicador global P_{ST} con eventos de tensión cuenta con un valor de 1.43 a nivel nacional

[Ir a propuesta metodológica](#)

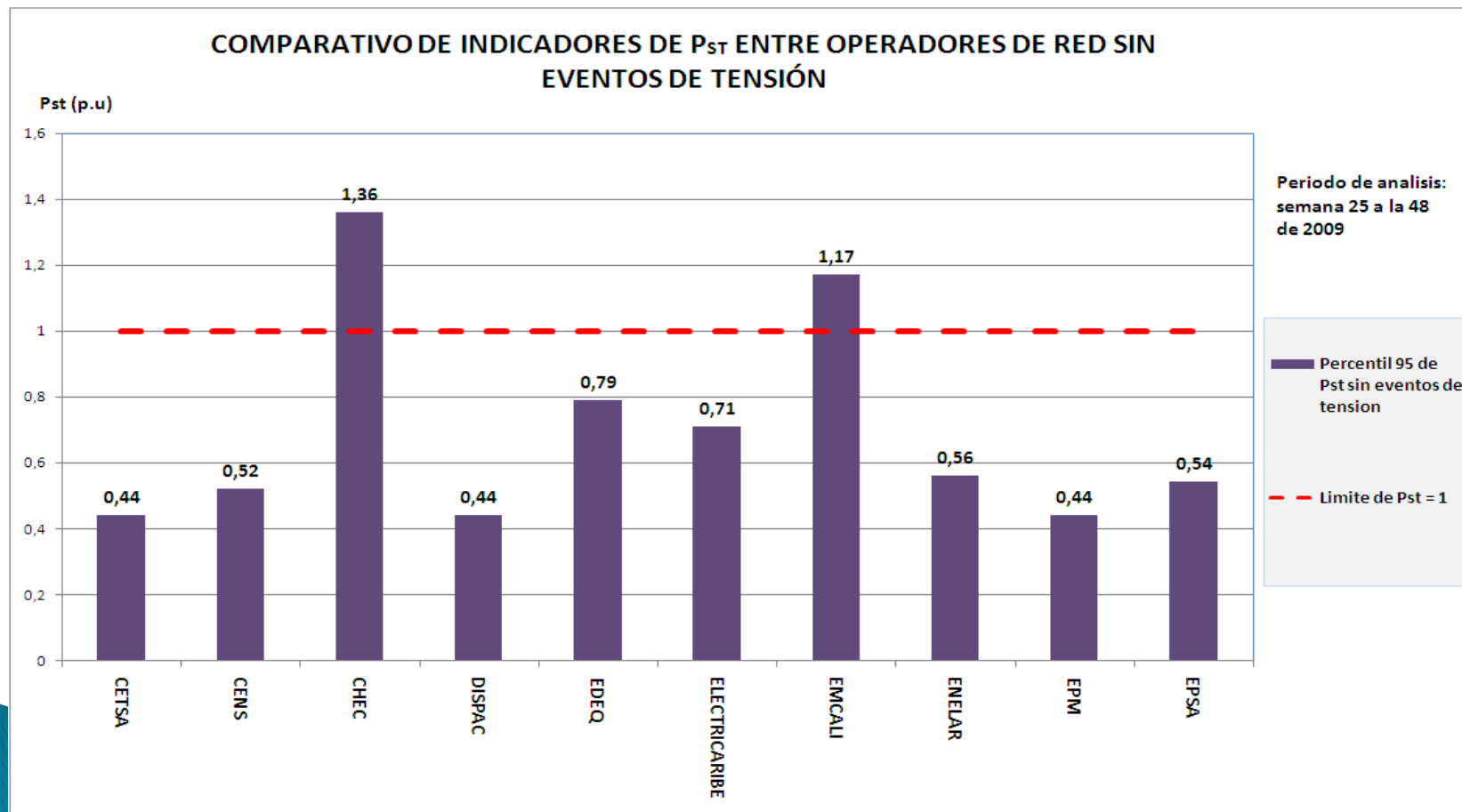
[Ir a contenido](#)

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LA POTENCIA DE LOS OPERADORES DE RED

INDICADOR GLOBAL P_{ST} SIN EVENTOS DE TENSIÓN

Numero total de Operadores de Red: 30

Numero de operadores analizados: 10 (los operadores CODENSA, ENERTOLIMA, EMSA y EMEVASI no aparecen en el gráfico porque no registraron de forma correcta las mediciones en la tabla de eventos ET)



El indicador global P_{ST} sin eventos de tensión cuenta con un valor de 1.27 a nivel nacional

[Ir a propuesta metodológica](#)

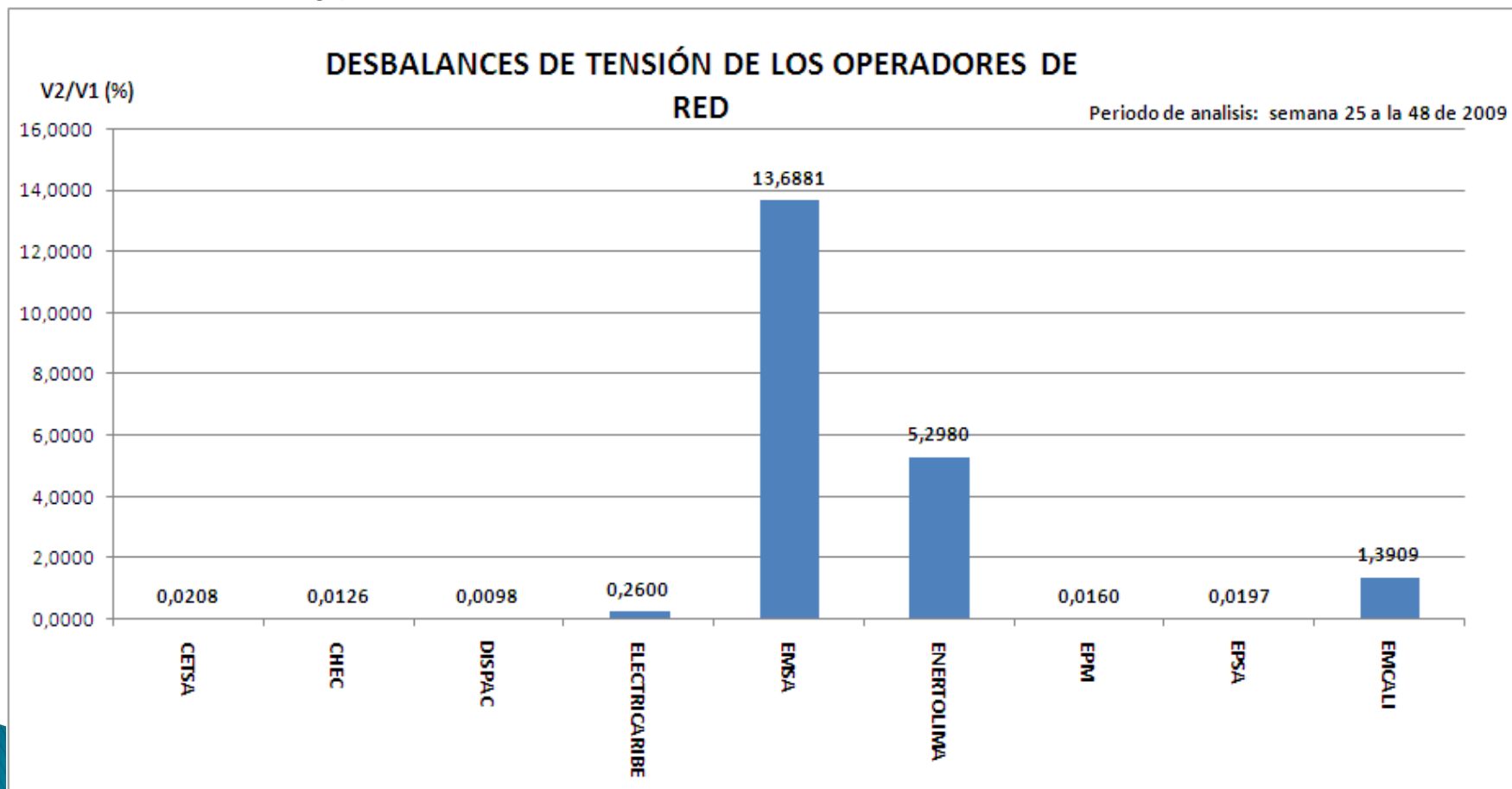
[Ir a contenido](#)

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LA POTENCIA DE LOS OPERADORES DE RED

INDICADOR $V^{(2)}/V^{(1)}$

Numero total de Operadores de Red: 30

Numero de operadores analizados: 14 (no aparecen los operadores CENS, CODENSA, EDEQ, EMEVASI Y ENELAR ya que el indicador $V^{(2)}/V^{(1)}$ se encuentran fuera de rango)



El indicador global de desbalance de tensión del sistema eléctrico nacional es de 3.5347

[Ir a propuesta metodológica](#)

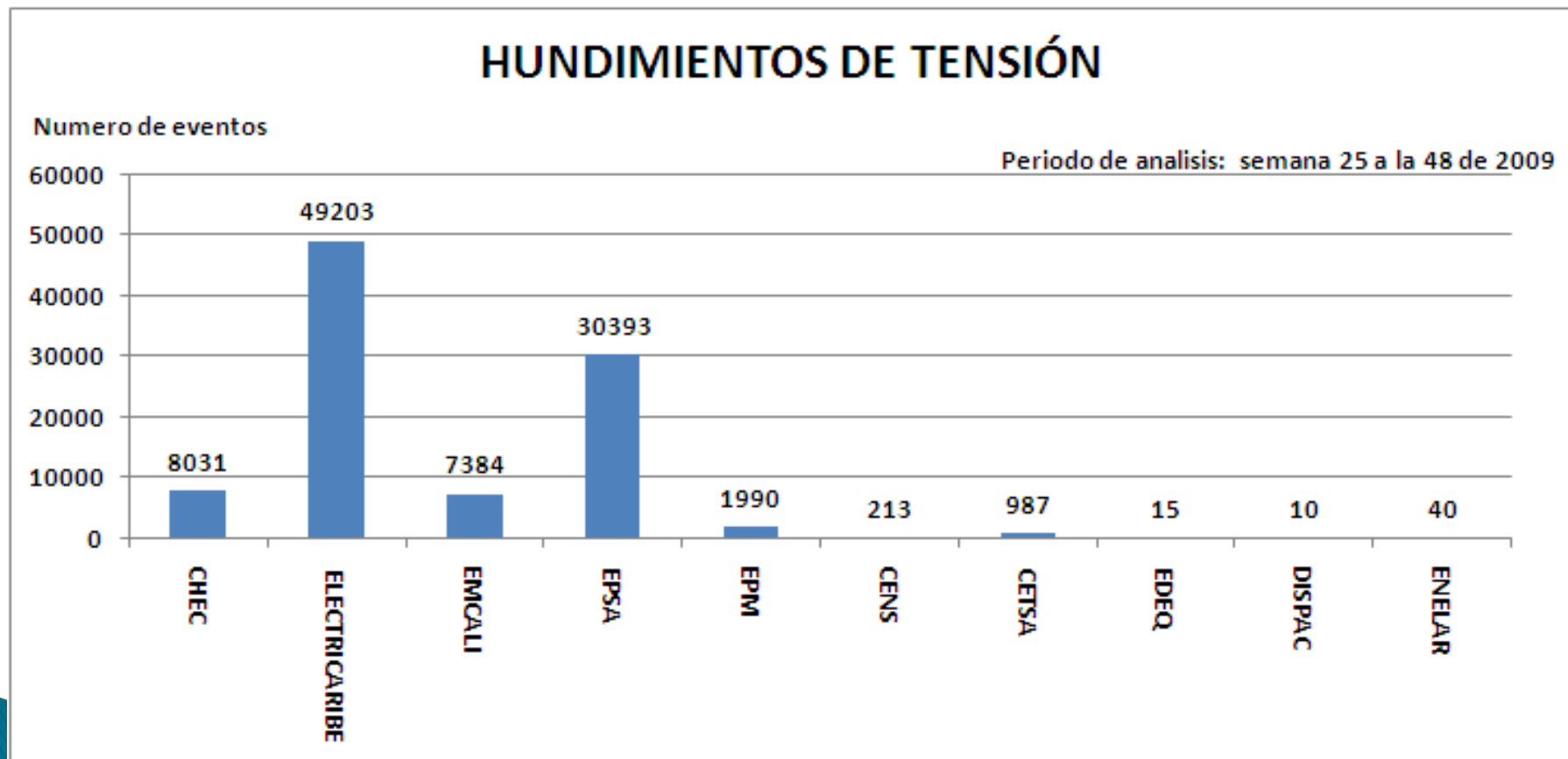
[Ir a contenido](#)

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LA POTENCIA DE LOS OPERADORES DE RED

EVENTOS DE Tensión- HUNDIMIENTOS

Numero total de Operadores de Red: 30

Numero de operadores analizados: 10 (los operadores CODENSA, ENERTOLIMA, EMSA y EMEVASI no aparecen en el gráfico porque no registraron de forma correcta las mediciones en la tabla de eventos ET)

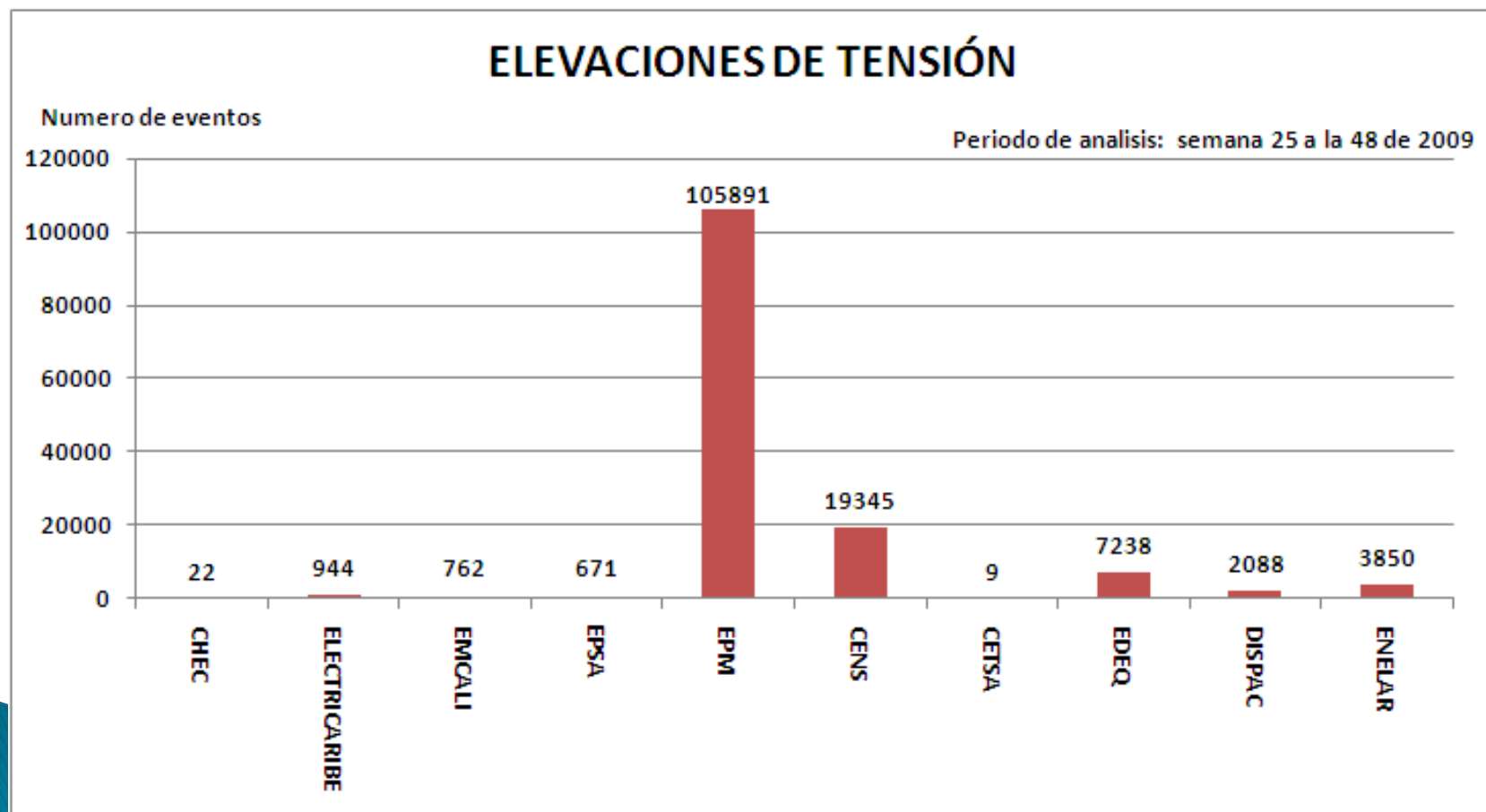


DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LA POTENCIA DE LOS OPERADORES DE RED

EVENTOS DE Tensión- PICOS

Numero total de Operadores de Red: 30

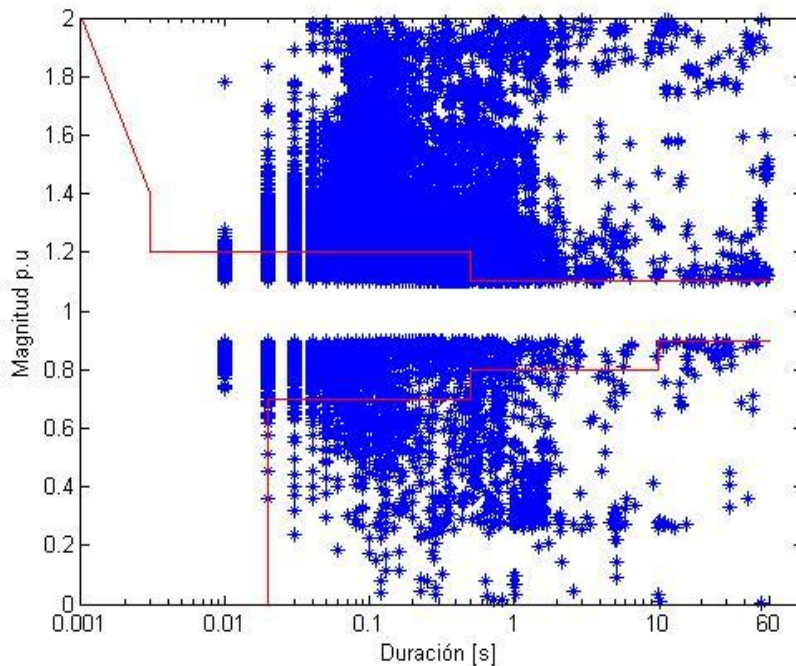
Numero de operadores analizados: 10 (los operadores CODENSA, ENERTOLIMA, EMSA y EMEVASI no aparecen en el gráfico porque no registraron de forma correcta las mediciones en la tabla de eventos ET)



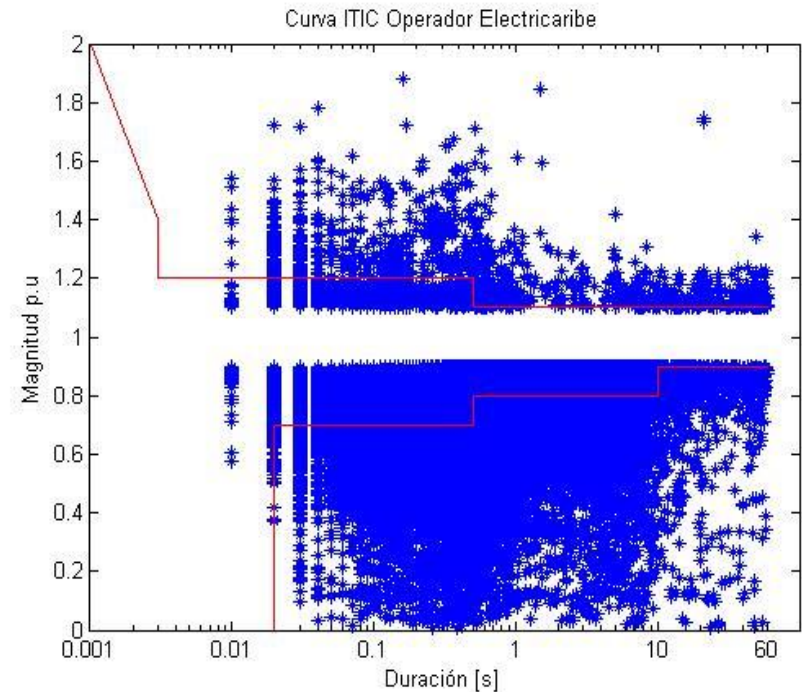
DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LA POTENCIA DE LOS OPERADORES DE RED

EVENTOS DE Tensión- CURVAS ITIC

Curva ITIC EPM



Curva ITIC ELECTRICARIBE



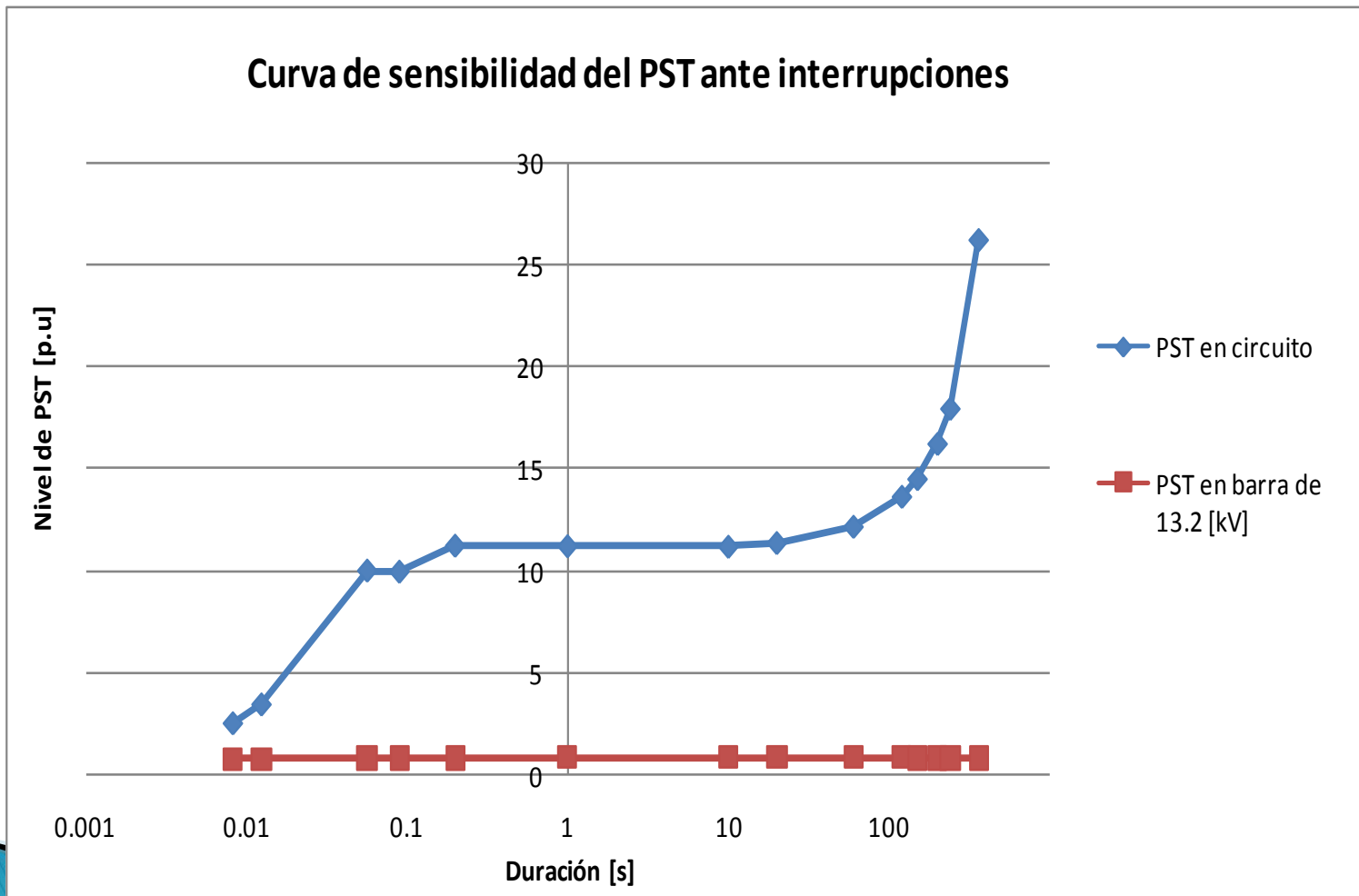
REVISIÓN DEL INDICADOR P_{ST}

[Ir a propuesta
metodológica](#)

[Ir a contenido](#)

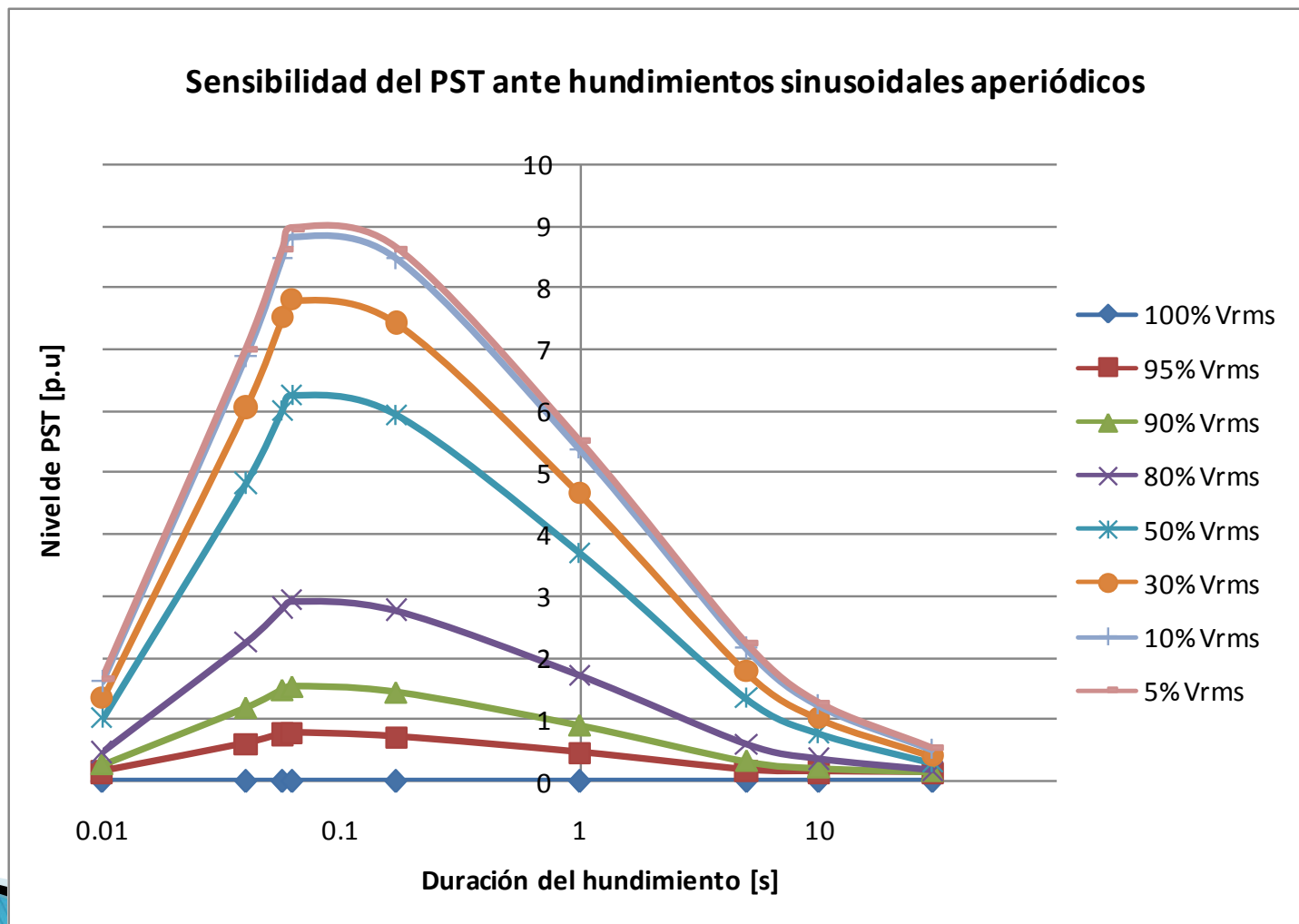
REVISIÓN DEL INDICADOR P_{ST}

SENSIBILIDAD DEL P_{ST} ANTE INTERRUPCIONES



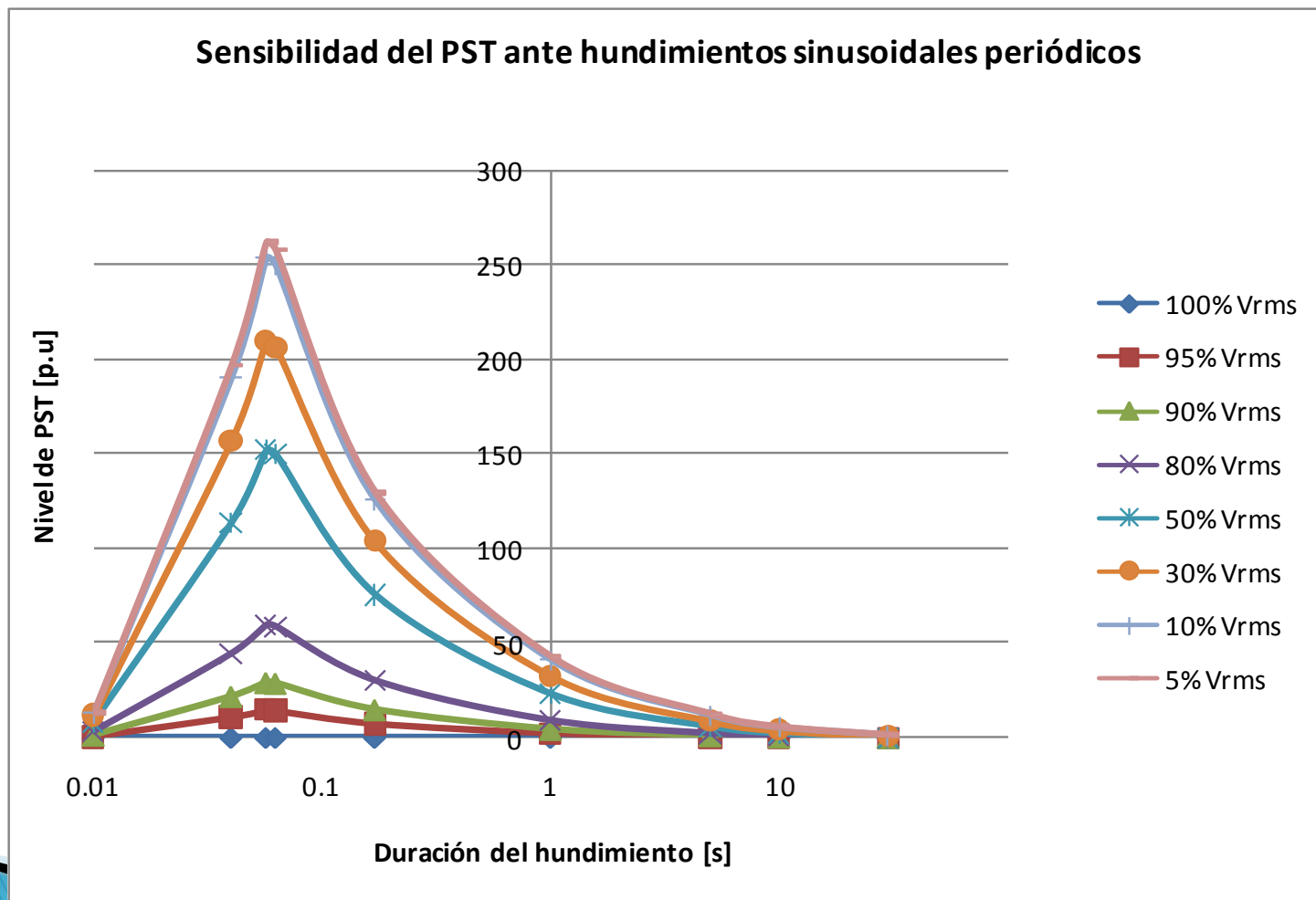
REVISIÓN DEL INDICADOR P_{ST}

SENSIBILIDAD DEL P_{ST} ANTE HUNDIMIENTOS



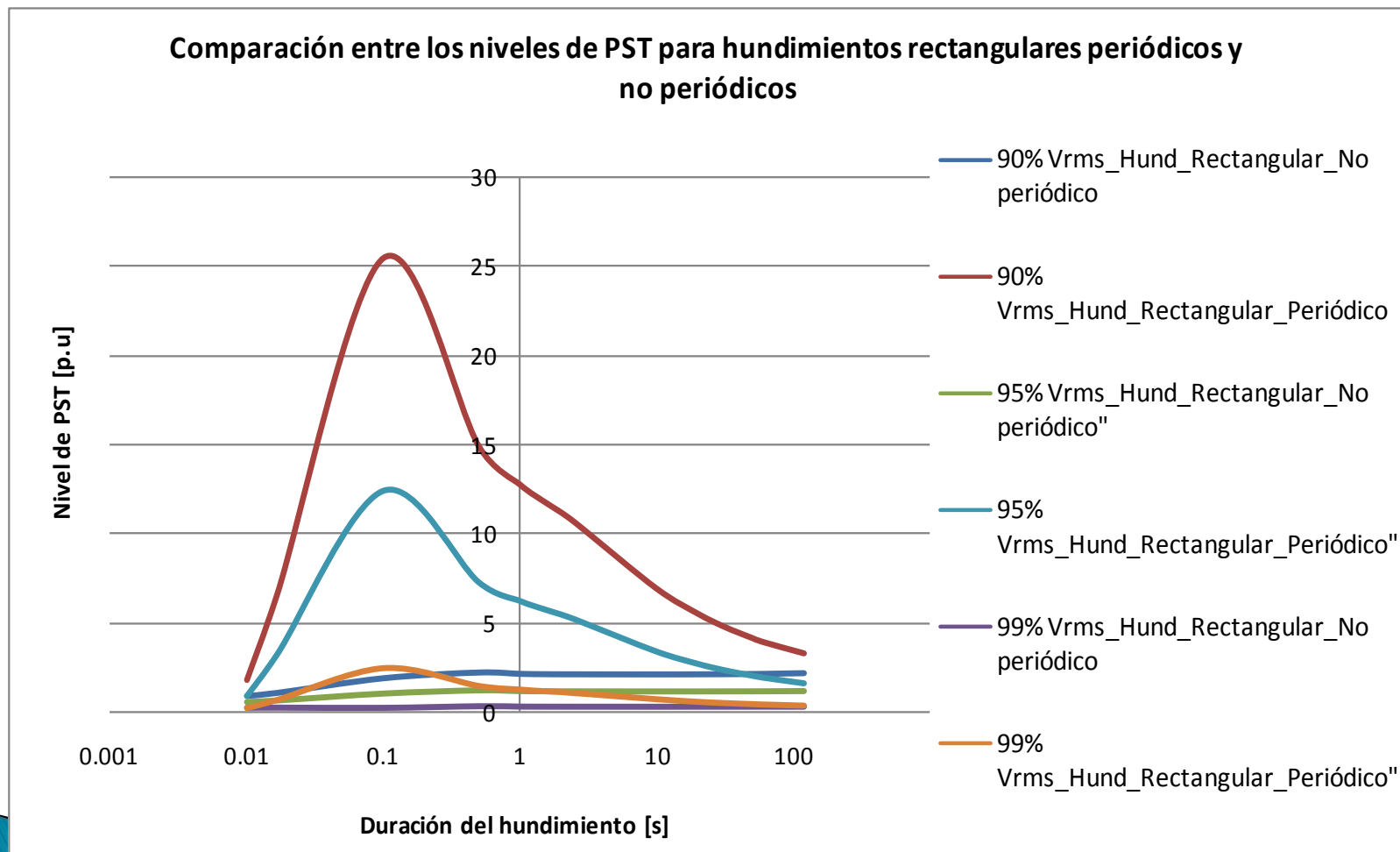
REVISIÓN DEL INDICADOR P_{ST}

SENSIBILIDAD DEL P_{ST} ANTE HUNDIMIENTOS



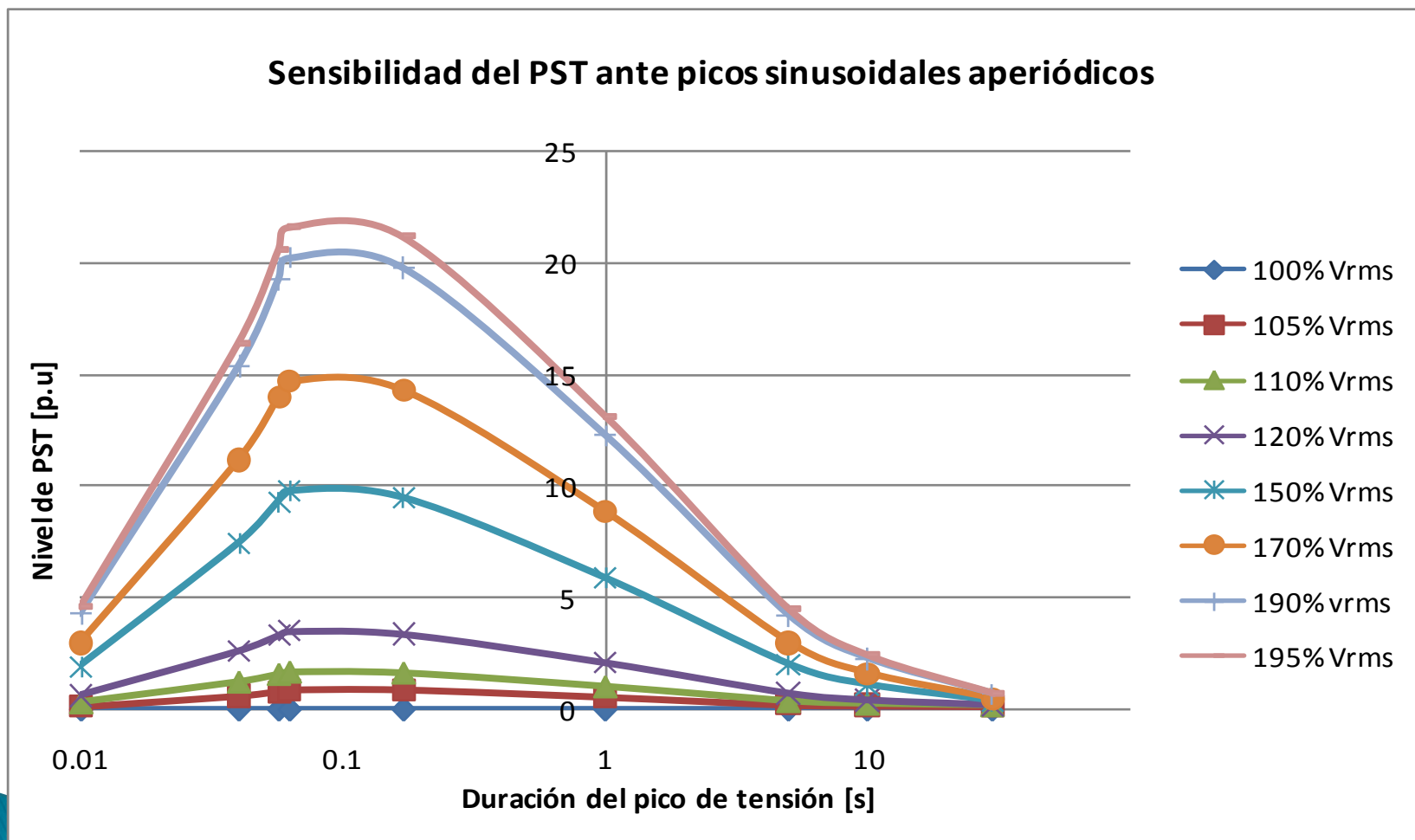
REVISIÓN DEL INDICADOR P_{ST}

SENSIBILIDAD DEL P_{ST} ANTE HUNDIMIENTOS



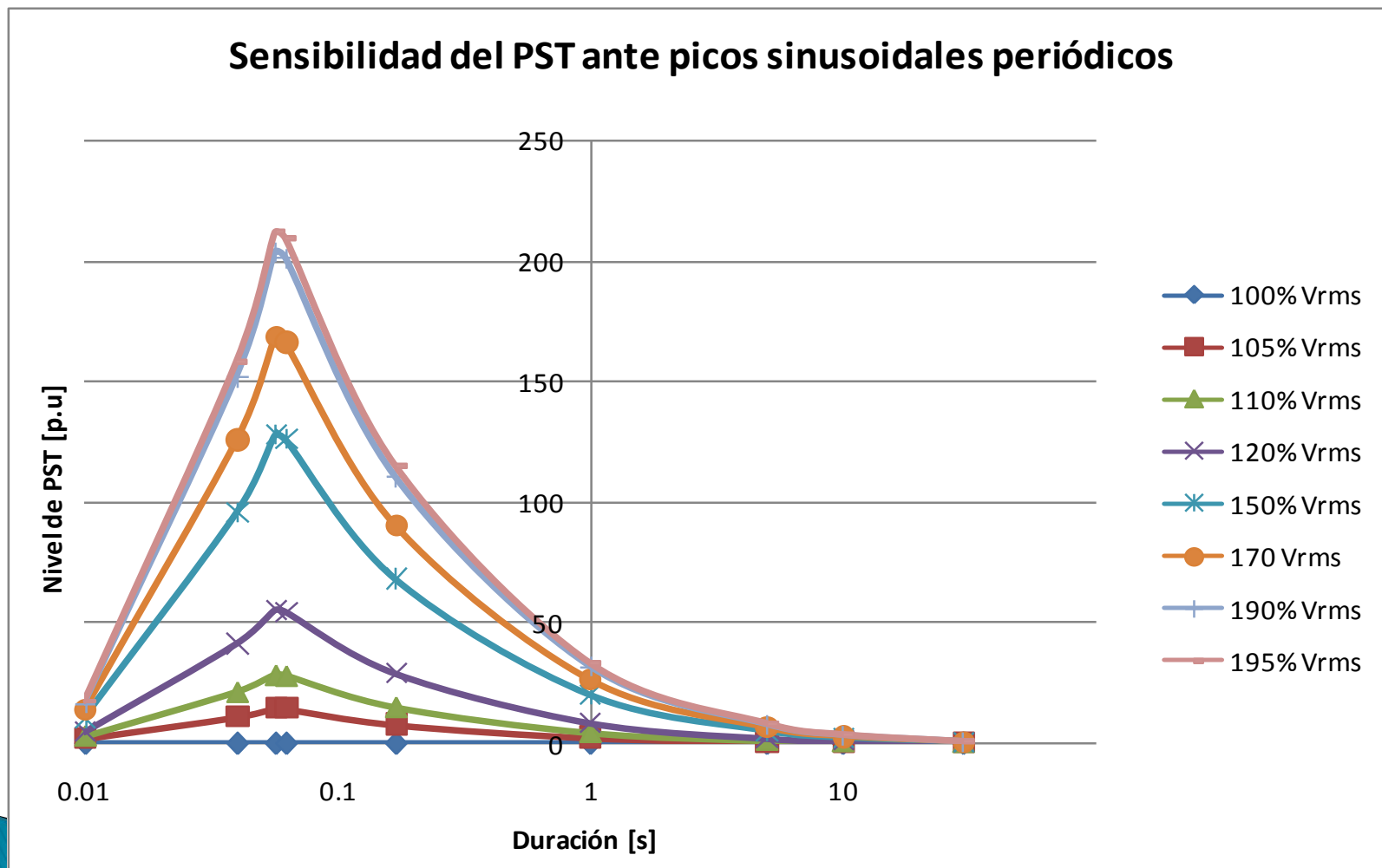
REVISIÓN DEL INDICADOR P_{ST}

SENSIBILIDAD DEL P_{ST} ANTE PICOS



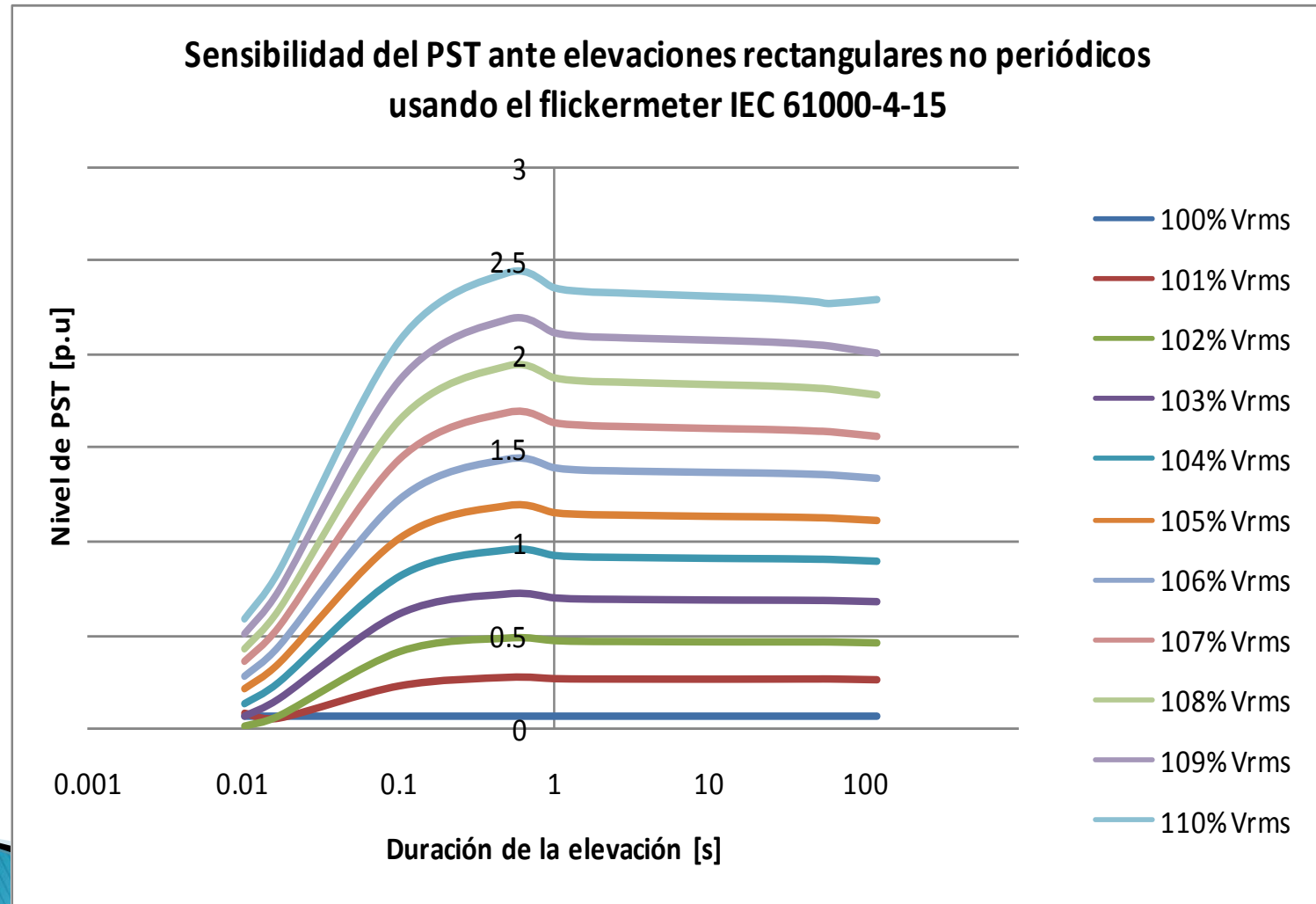
REVISIÓN DEL INDICADOR P_{ST}

SENSIBILIDAD DEL P_{ST} ANTE PICOS



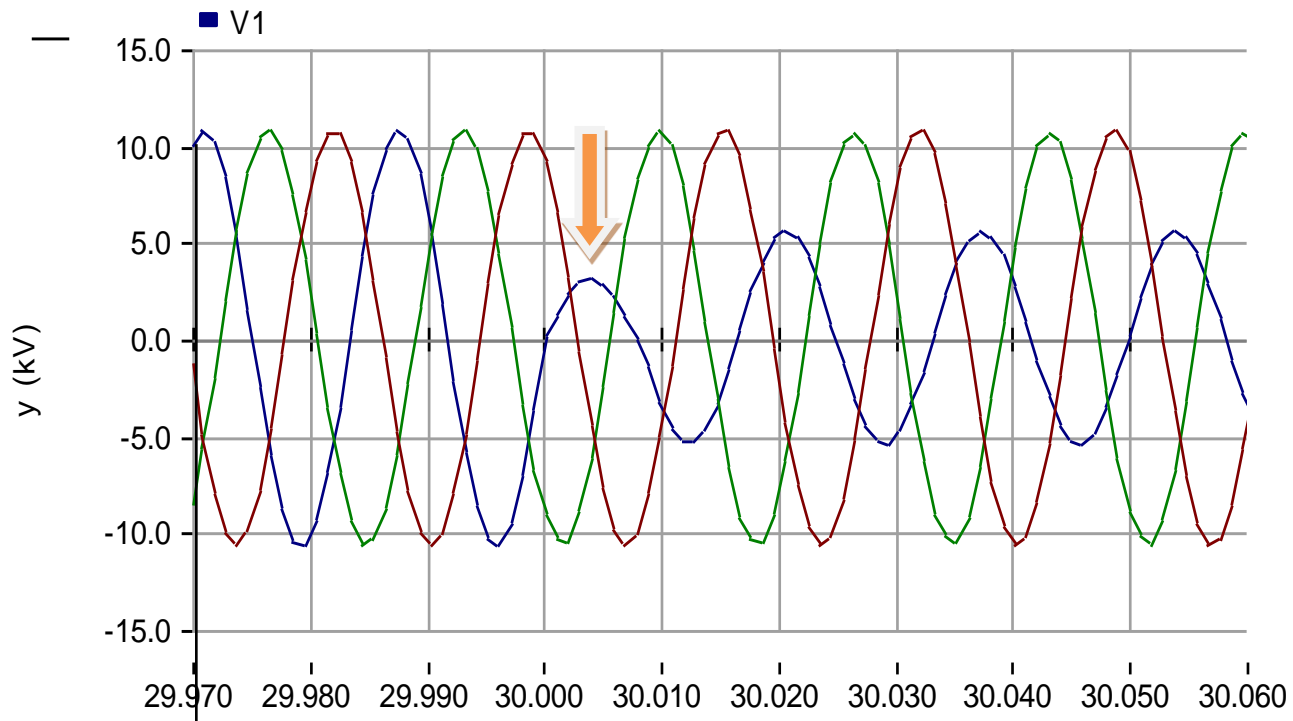
REVISIÓN DEL INDICADOR P_{ST}

SENSIBILIDAD DEL P_{ST} ANTE PICOS



REVISIÓN DEL INDICADOR P_{ST}

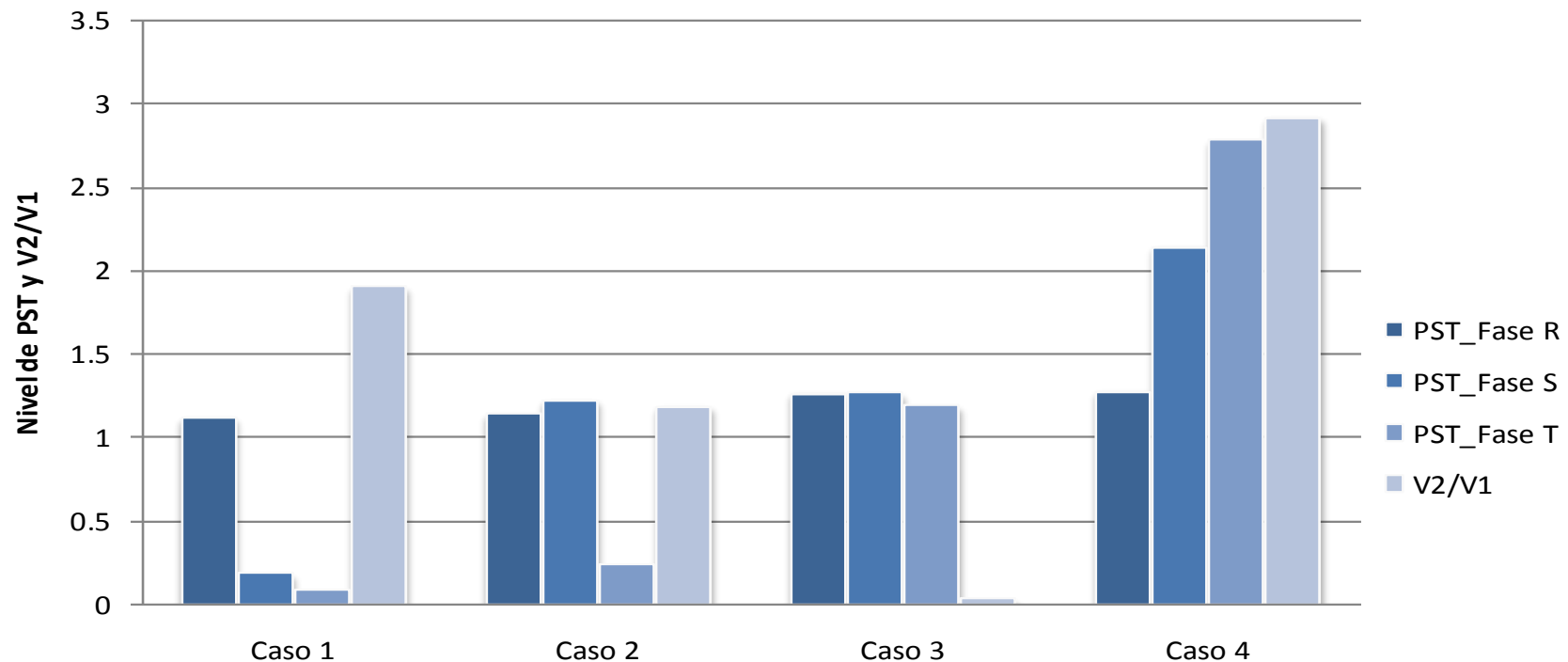
SENSIBILIDAD DEL P_{ST} ANTE DESBALANCES DE TENSIÓN



REVISIÓN DEL INDICADOR P_{ST}

SENSIBILIDAD DEL P_{ST} ANTE DESBALANCES DE TENSIÓN

Relación entre el P_{ST} y $V2/V1$



Caso 1: Hundimiento en R (0.94 p.u), **Caso 2:** Hundimiento en R y S (0.94 p.u), **Caso 3:** Hundimiento en R, S y T (0.94 p.u), **Caso 4:** Hundimiento en R (0.94 p.u) en S (0.89 p.u) en T (0.85 p.u). Ver tabla 18

REVISIÓN DEL INDICADOR P_{ST}

SENSIBILIDAD DEL P_{ST} ANTE DISTORSIÓN ARMÓNICA DE TENSIÓN

Niveles de P_{ST} en presencia de armónicos impares				
Orden del armónico	n=1	n=3	n=5	P_{ST} [p.u]
Frecuencia [Hz]	60	180	300	0.0018
Amplitud [kV]	13.2	5	2	
Frecuencia [Hz]	60	180	300	0.0018
Amplitud [kV]	13.2	7	1	
Frecuencia [Hz]	60	180	300	0.0023
Amplitud [kV]	13.2	1	3	

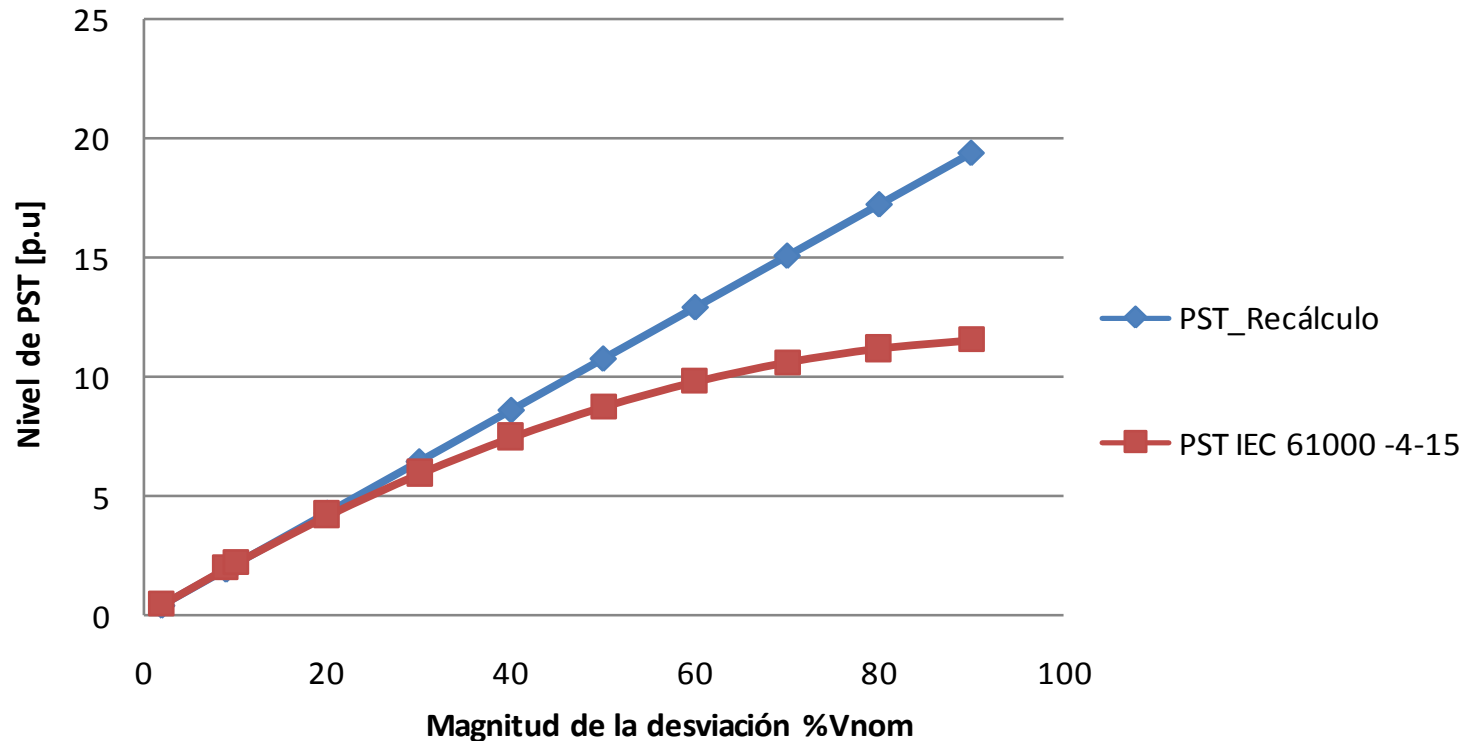
Niveles de P_{ST} en presencia de armónicos pares					
Orden del armónico	n=1	n=2	n=4	n=6	P_{ST} [p.u]
Frecuencia [Hz]	60	120	240	360	0.2895
Amplitud [kV]	13.2	4	2	0.5	
Frecuencia [Hz]	60	120	240	360	0.1496
Amplitud [kV]	13.2	2	1	3	
Frecuencia [Hz]	60	120	240	360	0.338
Amplitud [kV]	13.2	5	3	0.2	

REVISIÓN DEL INDICADOR P_{ST}

RECÁLCULO DEL P_{ST}

PARA UNA INTERRUPCIÓN DE 0.5 [s] EN EL TIEMPO DE OBSERVACIÓN

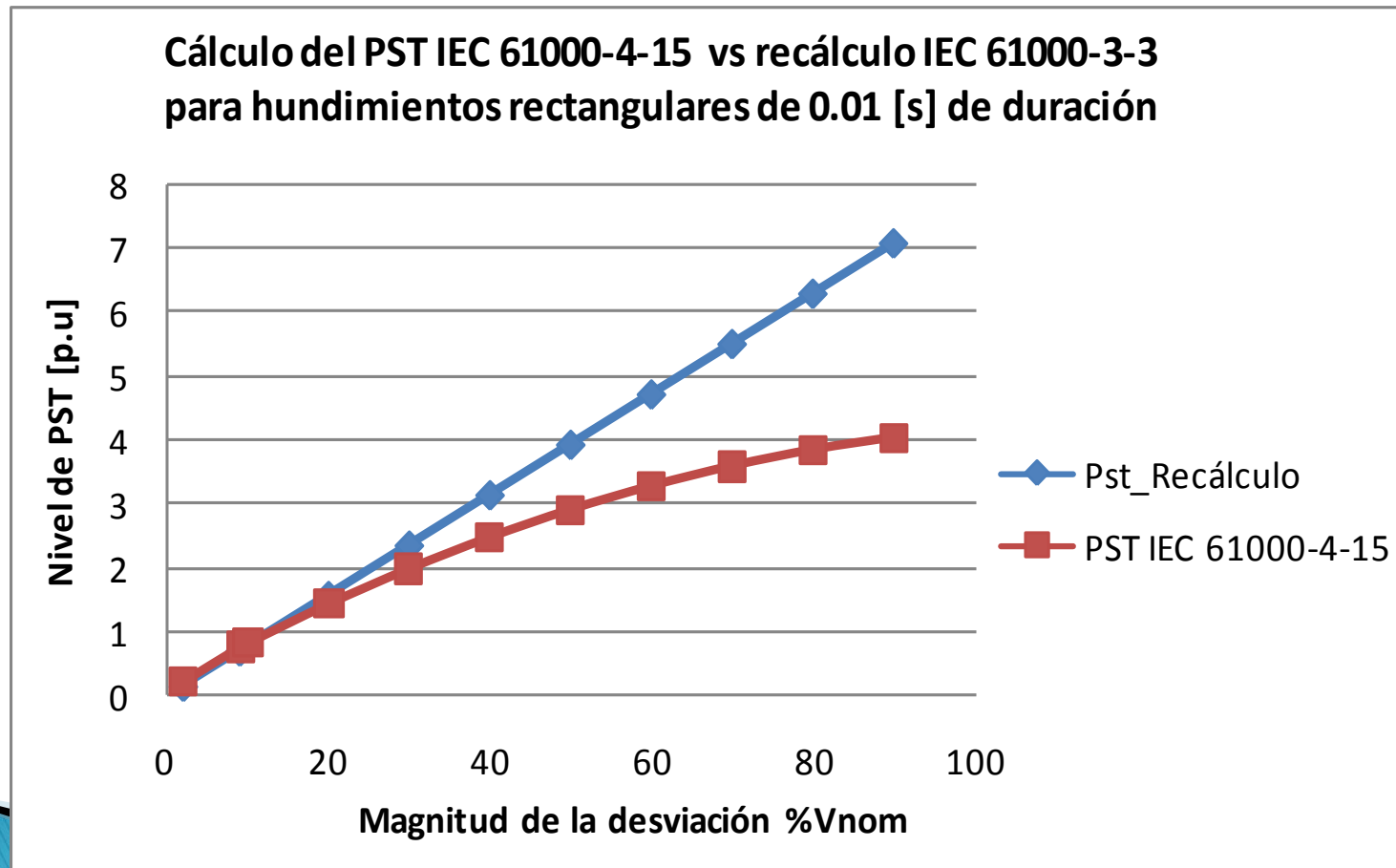
**Cálculo del P_{ST} usando la IEC 61000 -4-15 vs recálculo 61000 -3-3
para hundimientos rectangulares de 0.5 [s] de duración**



REVISIÓN DEL INDICADOR P_{ST}

RECÁLCULO DEL P_{ST}

PARA UNA INTERRUPCIÓN DE 0.01 [s] EN EL TIEMPO DE OBSERVACIÓN

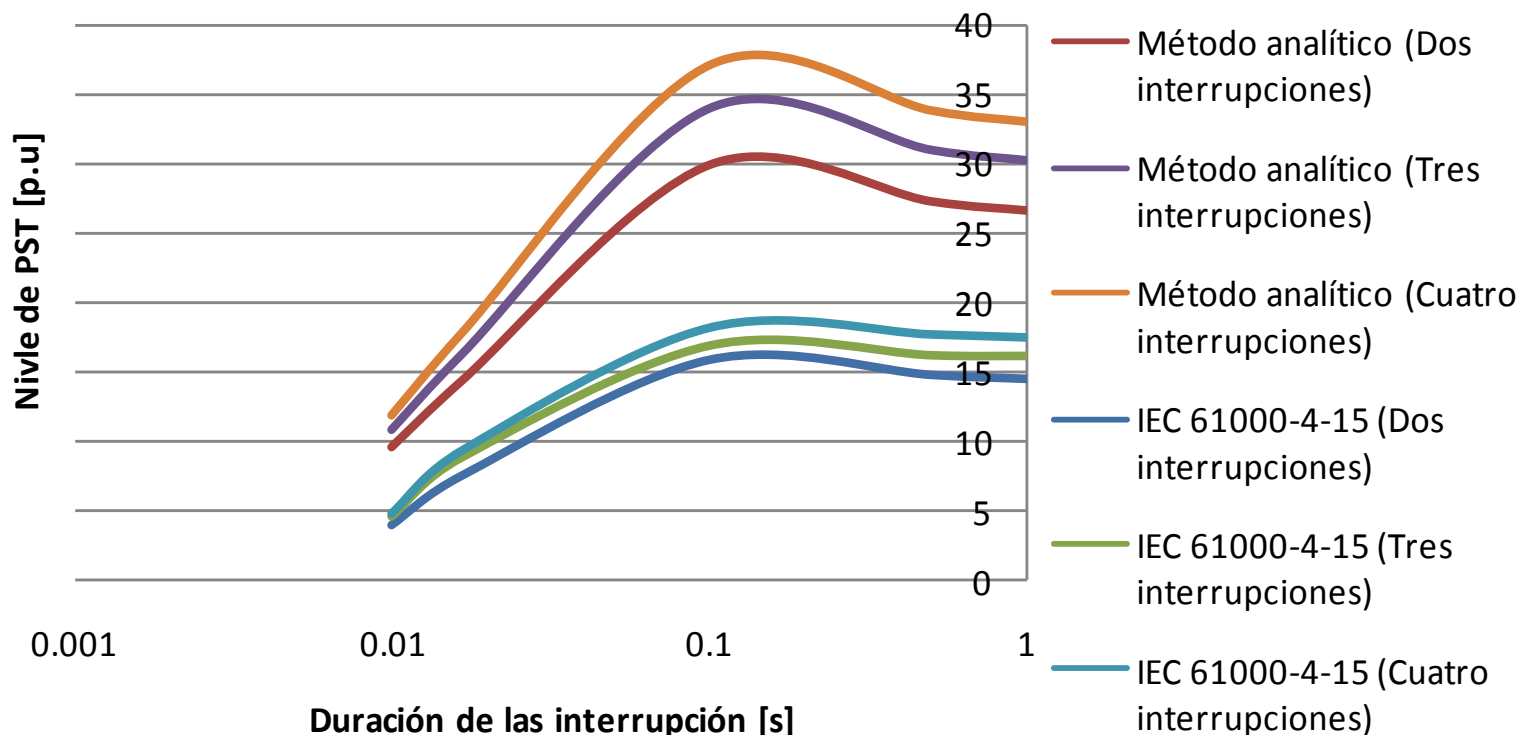


REVISIÓN DEL INDICADOR P_{ST}

RECÁLCULO DEL P_{ST}

PARA INTERRUPCIONES CONSECUTIVAS NO PERIÓDICAS EN EL TIEMPO DE OBSERVACIÓN

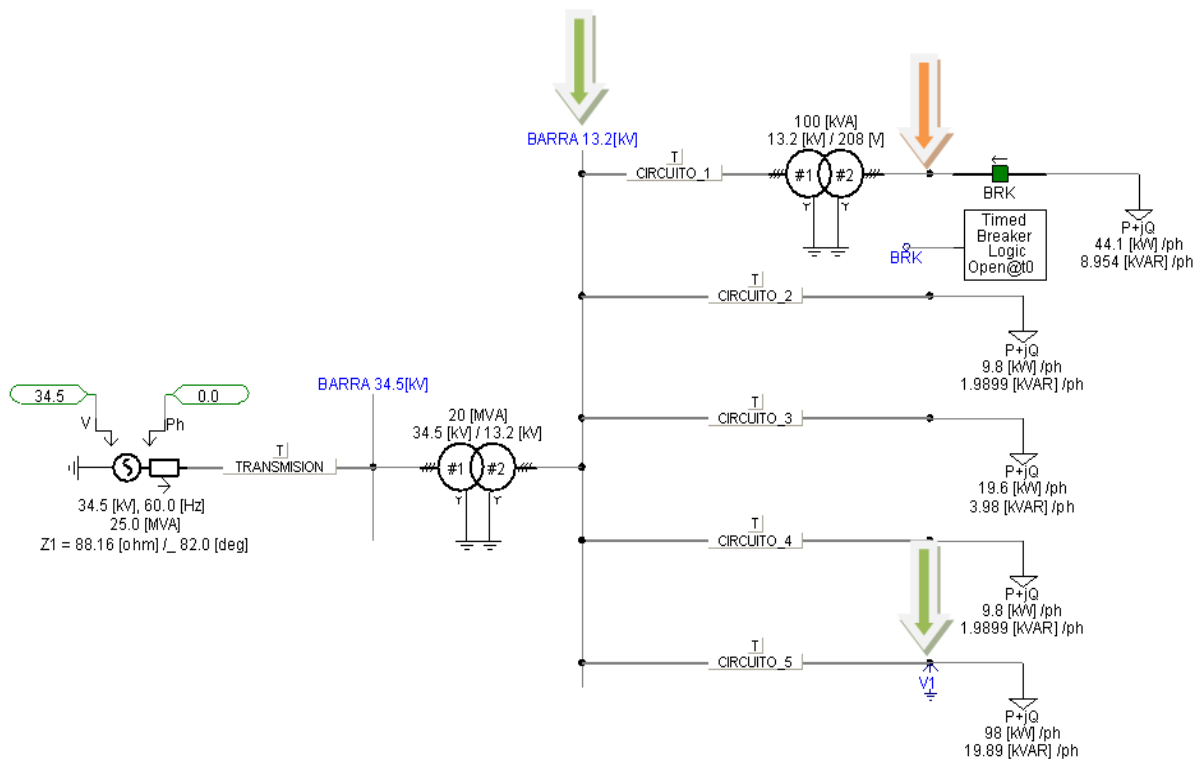
Cálculo del P_{ST} IEC 61000-4-15 vs Método analítico IEC 61000-3-3 para interrupciones consecutivas no periódicas



REVISIÓN DEL INDICADOR P_{ST}

ANÁLISIS DE TRANSFERENCIA DE P_{ST}

DE BAJA A MEDIA TENSIÓN



Se conecta a un circuito de 13.2 [kV], en el lado de baja tensión del transformador de distribución, una carga por 2 segundos y luego se desconecta para generar un hundimiento de tensión:

En el lado de baja del transformador de distribución (LV): $P_{ST} = 1.9118$

En la barra de 13.2 [kV] (MV): $P_{ST} = 0.9047$

En punto alejado (carga circuito 5): $P_{ST} = 0.9506$

El coeficiente de transferencia con fuente perturbadora en baja tensión 208 [V], registrando ambos valores de P_{ST} es:

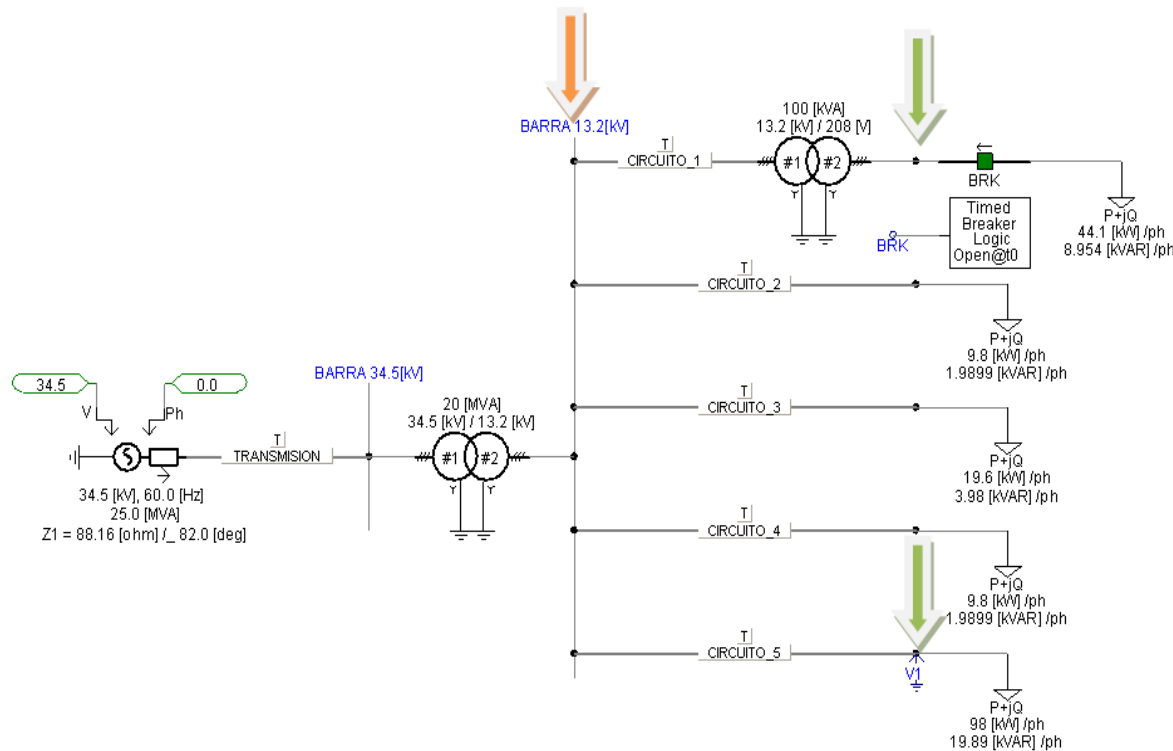
Para la barra de 13.2 [kV]: $P_{ST\text{MV}} / P_{ST\text{LV}} = 0.9047 / 1.9118 = 0.47$

Para el punto alejado: $P_{ST\text{Carga circuito 5}} / P_{ST\text{LV}} = 0.9506 / 1.9118 = 0.5$

REVISIÓN DEL INDICADOR P_{ST}

ANÁLISIS DE TRANSFERENCIA DE P_{ST}

DE MEDIA A BAJA TENSIÓN



Se genera un hundimiento en la barra de 13.2 [kV] y se realiza la medida en el lado de baja del transformador de distribución, en la barra y en el punto alejado de la perturbación (Carga circuito 5) simultáneamente

En la barra de 13.2 [kV] (MV): $P_{ST} = 1.8057$

En el lado de baja del transformador de distribución (LV): $P_{ST} = 2.6131$

En punto alejado (Carga circuito 5): $P_{ST} = 1.878$

El coeficiente de transferencia con fuente perturbadora en media tensión 13.2 [kV] con ambos valores de P_{ST} medidos simultáneamente es:

Para el lado de baja tensión: $P_{STLV} / P_{STMV} = 2.6131 / 1.8057 = 1.45$

Para el punto alejado: $P_{STarga \text{ circuito 5}} / P_{STMV} = 1.878 / 1.8057 = 1.04$

CONCLUSIONES

- ✓ Se generó una propuesta metodológica de Auto-diagnóstico para el análisis de calidad de potencia basado exclusivamente en las normas internacionales.
- ✓ Se generó una propuesta para la regulación de calidad de la potencia eléctrica basado en los indicadores P_{ST} y THDv.
- ✓ El P_{ST} es un indicador global que detecta la presencia de eventos de corta duración en el sistema eléctrico y por tanto puede utilizarse como un primer indicio de que existe un problema en la calidad de potencia. Además se tendría como complemento el índice THDv que evaluaría el impacto de armónicas en las redes.
- ✓ En general, los errores encontrados en los registros de P_{ST} provenían por las siguientes causas: a) metodologías que no corresponden al estándar IEC 61000-4-15; b) registros de eventos no marcados de acuerdo con la IEC 61000-4-30 [2008] sección 4.7; c) fallas en las unidades de adquisición de datos o d) por problemas de calidad de potencia.

CONCLUSIONES

- ✓ Los valores fuera de rango de $V^{(2)}/V^{(1)}$ se presentan posiblemente por: a) no reportar a la CREG, si los valores se encuentran en p.u o en porcentaje; b) por no registrar los eventos de acuerdo con la IEC 61000-4-30 [2008] sección 4.7; c) por fallas en las unidades de adquisición de datos y d) por problemas de desbalances de tensión en la red.
- ✓ El análisis de la calidad de potencia realizado al sector eléctrico nacional por cuenta de los OR que remiten información a la CREG, concluye: a) que el indicador de P_{ST} global es igual a 1.27, b) que el indicador $V^{(2)}/V^{(1)}$ es igual a 3.5347 y c) un 30% de los eventos (hundimientos y picos) se encuentran en la zona no segura de la curva ITIC exponiendo los equipos electrónicos conectados a la red a daños y fallas.

CONCLUSIONES

- ✓ Para el número de semanas cargadas al servidor de la CREG en el período comprendido entre octubre de 2007 y el 29 de noviembre de 2009, se verificó que sólo el 47.69% de las semanas fueron reportadas debidamente y el 52.30% fueron semanas no cargadas a la base de datos de calidad.
- ✓ Con relación al análisis de la cantidad de puntos de medida reportados por los Operadores de Red a la CREG se desprende que sólo el 63.33% de los OR dan cuenta de un número de puntos de medida registrados en la base de datos CREG y que el resto, 36.66% no lo han hecho a la fecha. Entre éstos se destacan los operadores CEDENAR, CEDELCA, ESSA, ELECTROHUILA, EEC, EEP, EEBP, PUTUMAYO, ENERGUAVIARE, EMDEP y EMCARTAGO.

BIBLIOGRAFÍA

1. IEC. International Electrotechnical Commission. Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-30: Testing and measurement techniques - Power quality measurement methods. IECSTD 61000-4-30. Génova, Suiza, 2008.
2. Math H.JBollen, Irene Y H Gu. Signal processing of power quality disturbances section 5.5. IEEE PRESS SERIES ON POWER ENGINEERING, USA, 2006.
3. IEC 61000-4-7 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto 2002.
4. Comisión de Regulación de energía y gas (CREG). Resolución CREG 016 del 26 de febrero de 2007, Colombia.
5. IEEE. Institute of Electric and Electronic Engineers. Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems. IEEE STD 519. New York, USA, 1992.
6. Comisión de Regulación de energía y gas (CREG). Resolución CREG 024 de 2005, Colombia.
7. IEC 61000-4-15 Electromagnetic compatibility (EMC) –Part 4: Testing and measurement techniques –Section 15: Flickermeter – Functional and design specifications 2003.
8. IEC 61000-3-7 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-7: Limits – Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems. 2008”
9. IEC. International Electrotechnical Commission. Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2-8: Environment – Voltage dips and short interruptions on public electric power supply systems with statistical measurement results. IECSTD 61000-2-8. Génova, Suiza, 2002.
10. IEEE. Institute of Electric and Electronic Engineers. Voltage Sag Indices Draft 2. IEEE P1564. New York, USA, 2001.
11. IEEE. Institute of Electric and Electronic Engineers. Recommended Practice for Monitoring Power Quality. IEEE STD 1159. New York, USA, 2009.