



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA

**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE VOLTAJE EN ESTADO ESTABLE EN EL
SISTEMA ELÉCTRICO DE SUBTRANSMISIÓN A NIVEL DE 69 kV DE LA
EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S. A.**

AUTORA: LASLUIA ROBALINO, SOPHIA MONSERRATH

DIRECTOR: ING. QUISPE TOAPANTA, VICENTE JAVIER

2019





INTRODUCCIÓN

Los sistemas eléctricos de potencia están expuestos al constante incremento de demanda lo cual, podría ocasionar consecuencias como problemas de estabilidad de voltaje y para ello se realizan estudios relacionados.

El Sistema Eléctrico de Subtransmisión de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A. no ha sido objeto para estudios de estabilidad, por lo cual se desconoce el comportamiento del mismo ante problemas de estabilidad de voltaje, es importante mencionar que dichos estudios son esenciales para la planificación y operación de los sistemas de potencia debido al constante crecimiento de la demanda.



OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis de estabilidad de voltaje en estado estable en el Sistema Eléctrico de Subtransmisión de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A para determinar los puntos máximos de cargabilidad admisible del mismo.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información actual del Sistema Eléctrico de Subtransmisión de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A y modelarlo a través un software computacional.
- Simular en un software computacional el sistema previamente modelado para establecer el análisis de flujos de carga.
- Aplicar métodos analíticos de estudio de estabilidad de voltaje en estado estable para determinar el comportamiento del voltaje en el sistema ante incrementos graduales de carga total.
- Establecer conclusiones y recomendaciones a fin de colaborar en las decisiones enfocadas en la planificación y operación del sistema.





ESTABILIDAD DE VOLTAJE

Habilidad de un sistema eléctrico de potencia de mantener niveles de voltaje estables y aceptables en todas las barras del sistema bajo condiciones de operación normales y tras haber ocurrido una perturbación.

Un sistema enfrenta una inestabilidad de voltaje cuando una perturbación, incremento de carga o cambio en las condiciones del sistema, causan una incontrolable y progresiva caída de voltaje.



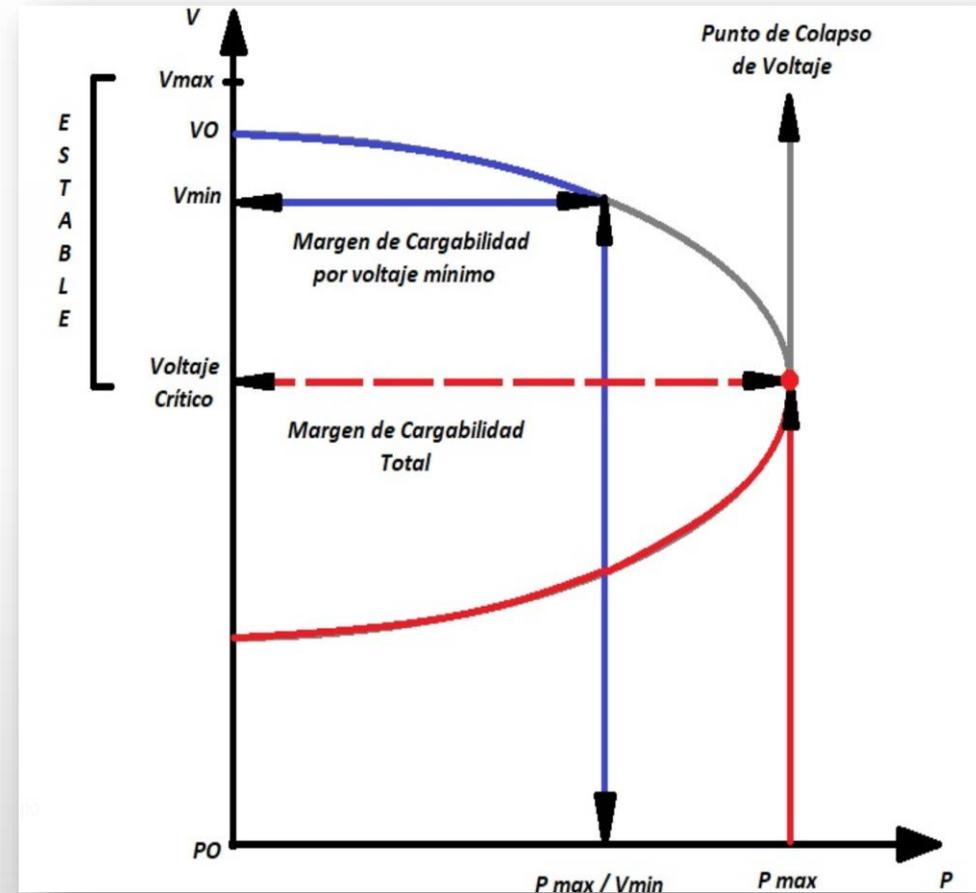
COLAPSO DE VOLTAJE

La inestabilidad de voltaje es ciertamente un fenómeno local, sin embargo, sus consecuencias podrían generar grandes y extendidos impactos como el *colapso de voltaje*, lo cual representa algo mucho más complejo.

Usualmente es acompañado por condiciones de alta carga y/o la presencia de salidas de elementos en el sistema que limitan la capacidad de transferencia de potencia.

CURVAS PV

Método estático utilizado generalmente para observar el comportamiento del voltaje ante incrementos progresivos de potencia activa en una barra del sistema en estudio, las cargas son incrementadas hasta que no exista convergencia en la solución del flujo de carga. Dichas curvas son de importancia ya que indican el punto de cargabilidad máxima.





Regulación ARCONEL 005/18 “Calidad del servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica”

Niveles de voltaje

DENOMINACIÓN	NIVEL DE VOLTAJE
<i>Bajo Voltaje</i>	Menor igual a 0.6 kV
<i>Medio Voltaje</i>	Mayor a 0.6 y menor igual a 40 kV
<i>Alto Voltaje grupo 1</i>	Mayor a 40 y menor igual a 138 kV
<i>Alto Voltaje grupo 2</i>	Mayor a 138 kV

Variaciones de voltaje admitidas en barras acorde al nivel de voltaje

NIVEL DE VOLTAJE	RANGO ADMISIBLE
<i>Alto Voltaje (Grupo 1 y Grupo 2)</i>	$\pm 5.0\%$
<i>Medio Voltaje</i>	$\pm 6.0\%$
<i>Bajo Voltaje</i>	$\pm 8.0\%$



Es el conjunto de líneas de transmisión y subestaciones a distintos niveles de voltaje. Se encarga de transportar la energía eléctrica a territorios más extensos, potencias considerables.

Datos de transformadores de potencia S.N.T.

S/E	NIVEL DE VOLTAJE (kV)	DESIG.	TIPO	CAPACIDAD (MVA)		LÍMITE DE TRANSFERENCIA MÁXIMA (A)	
				CONTIN.	EMERG.	CONTIN.	EMERG.
<i>AMBATO</i>	138	AT1	Autotransformador 1 Trifásico	43	48.1	-	-
	69					360	402
	138	AT2	Autotransformador 1 Trifásico	75	90	314	377
	69					628	753
<i>BAÑOS</i>	138	ATQ	Autotransformador 1 Trifásico	33.3	33.3	139	139
	69					279	279
<i>TOTORAS</i>	138	ATQ	Autotransformador 4 Monofásicos	99.9		418	
	69					-	-
<i>PUYO</i>	138	ATQ	Autotransformador 1 Trifásico	33.3	37.3	139	156
	69					279	312
<i>TENA</i>	138	TRQ	Autotransformador 1 Trifásico	33.3	37.3	139	156
	69					279	312



El área de concesión de la EEASA, se circunscribe a una gran parte de la zona centro del Ecuador.

S. PRINCIPAL



- Abastecimiento total provincia de Tungurahua.

S. PUYO



- Abastecimiento total provincia de Pastaza
- Cantones Palora, Huamboya y Pablo Sexto en provincia de Morona Santiago.

S. TENA



- Cantones Tena, Archidona y Carlos Julio Arosemena Tola e provincia de Napo.

METODOLOGÍA

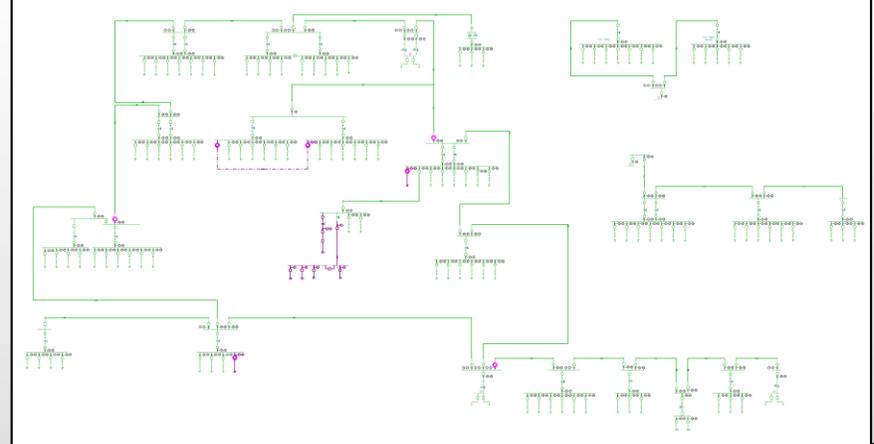
RECOPIACIÓN DE DATOS

Parámetros eléctricos de elementos del Sistema de Subtransmisión de la EEASA.

Condición de Demanda **MÁXIMA**.

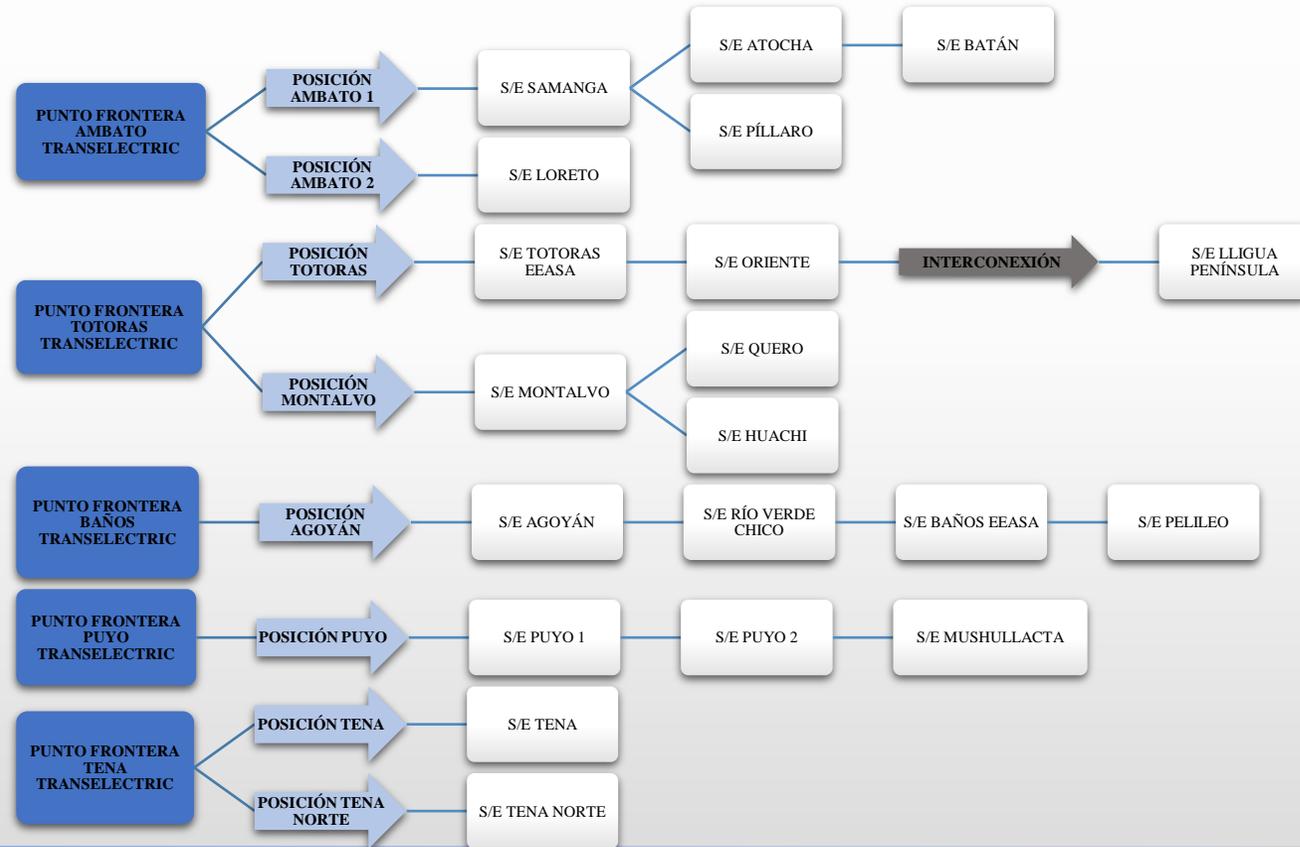
PROCESAMIENTO DE DATOS

Modelamiento → CYMDIST



ANÁLISIS DE RESULTADOS

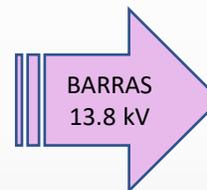
CONDICIONES DE OPERACIÓN ACTUALES CONFIGURACIÓN RADIAL



CONFIGURACIÓN RADIAL



	SUBESTACIÓN	BARRA	VOLTAJE (p.u.)	POTENCIA ACTIVA (kW)	POTENCIA REACTIVA (kVar)
Subestaciones TRANSELECTRIC 69 kV	<i>Ambato</i>	B1	1.017	44015	2178
	<i>Totoras</i>	B1	1.023	35950	3222
	<i>Baños</i>	B1	1.041	4513	-3430
	<i>Puyo</i>	B1	1	14238	1321
	<i>Tena</i>	B1	1	12396	832
Subestaciones EEASA 69 kV	<i>Samanga</i>	B1	1.013	31461	796
	<i>Píllaro</i>	B1	1.012	6360	493
	<i>Atocha</i>	B1	1.012	14843	579
	<i>Batán</i>	B1	1.01	4927	855
	<i>Huachi</i>	B1	1.018	8520	-238
		B2	1.018	10351	39
	<i>Montalvo</i>	B1	1.02	21924	752
	<i>Quero</i>	B1	1.018	5498	327
	<i>Totoras</i>	B1	1.022	13948	2336
	<i>Oriente</i>	B1	1.02	8905	1155
	<i>Loreto</i>	B1	1.014	12422	2412
	<i>Pelileo</i>	B1	1.03	7090	1009
	<i>Baños</i>	B1	1.038	11544	1162
	<i>Río Verde Chico</i>	B1	1.041	2632	-3783
	<i>Agoyán</i>	B1	1.035	1865	380
	<i>Puyo 1</i>	B1	0.996	14184	1307
	<i>Puyo 2</i>	B1	0.994	5402	679
<i>Mushullacta</i>	B1	0.991	1876	444	



	SUBESTACIÓN	BARRA	VOLTAJE (p.u.)	POTENCIA ACTIVA (kW)	POTENCIA REACTIVA (kVar)
Subestaciones EEASA 13.8 kV	<i>Samanga</i>	B1	1.009	5345	287
		B2	1.017	4827	-867
<i>Píllaro</i>	B1	1.005	6319	237	
<i>Atocha</i>	B1	1.011	4770	-238	
<i>Batán</i>	B1	1.004	1631	280	
<i>Huachi</i>	B1	1.017	8470	-773	
	B2	1.015	1819	252	
<i>Montalvo</i>	B1	1.012	6005	316	
<i>Quero</i>	B1	1.014	5481	123	
<i>Totoras</i>	B1	1.014	5005	1110	
<i>Oriente</i>	B2	1.015	4325	471	
<i>Loreto</i>	B1	1.005	8243	1361	
	B2	1.009	4132	647	
<i>Lligua</i>	B1	1.015	1806	136	
<i>Pelileo</i>	B1	1.023	7076	933	
<i>Baños</i>	B1	1.034	4395	309	
<i>Agoyán</i>	B1	1.035	1865	380	
<i>Puyo 1</i>	B1	0.99	2833	66	
<i>Puyo 2</i>	B1	0.99	3505	724	
<i>Mushullacta</i>	B1	0.983	1864	387	
<i>Tena</i>	B1	1	6216	-613	
<i>Tena Norte</i>	B1	0.989	6109	1078	



CONFIGURACIÓN MALLADA

PUNTOS FRONTERA

BARRAS 69 kV

	SUBESTACIÓN	BARRA	VOLTAJE (p.u.)	POTENCIA ACTIVA (kW)	POTENCIA REACTIVA (kVAr)
Subestaciones TRANSELECTRIC 69 kV	<i>Ambato</i>	B1	1.019	45865	1054
	<i>Totoras</i>	B1	1.021	28916	5692
	<i>Baños</i>	B1	1.04	9830	-3362
Subestaciones EEASA 69 kV	<i>Samanga</i>	B1	1.016	30121	-31
	<i>Píllaro</i>	B1	1.019	23233	1054
	<i>Atocha</i>	B1	1.014	13508	-22
	<i>Batán</i>	B1	1.013	3594	75
	<i>Huachi</i>	B1	1.014	9853	558
		B2	1.014	11684	836
	<i>Montalvo</i>	B1	1.017	23264	1574
	<i>Quero</i>	B1	1.015	5498	328
	<i>Totoras</i>	B1	1.02	10746	3721
	<i>Oriente</i>	B1	1.018	5713	2558
	<i>Loreto</i>	B1	1.015	12422	2411
	<i>Pelileo</i>	B1	1.023	-5190	396
	<i>Baños</i>	B1	1.036	16824	1148
	<i>Río Verde Chico</i>	B1	1.04	7942	-3731
	<i>Agoyán</i>	B1	1.04	9828	-3357

BARRAS 13.8 kV

	SUBESTACIÓN	BARRA	VOLTAJE (p.u.)	POTENCIA ACTIVA (kW)	POTENCIA REACTIVA (kVAr)
Subestaciones EEASA 13.8 kV	<i>Samanga</i>	B1	1.02	4827	-875
		B2	1.011	5345	287
	<i>Píllaro</i>	B1	1.007	6319	237
	<i>Atocha</i>	B1	1.013	4770	-242
	<i>Batán</i>	B1	1.008	1631	280
	<i>Huachi</i>	B1	1.013	8470	-760
		B2	1.011	1819	252
	<i>Montalvo</i>	B1	1.009	6005	316
	<i>Quero</i>	B1	1.012	5481	123
	<i>Totoras</i>	B1	1.014	5005	1110
	<i>Oriente</i>	B2	1.013	4325	471
	<i>Loreto</i>	B1	1.006	8243	1361
		B2	1.011	4132	647
	<i>Lligua</i>	B1	1.013	1806	136
	<i>Pelileo</i>	B1	1.016	7076	933
	<i>Baños</i>	B1	1.032	4395	309
	<i>Agoyán</i>	B1	1.034	1865	380

OBJETIVO GENERAL

Determinar los puntos de colapso de voltaje y señalar los límites de cargabilidad por voltaje mínimo admisible en las barras de subtransmisión, distribución y conexión con el S.N.T. del Sistema de Subtransmisión de la EEASA.



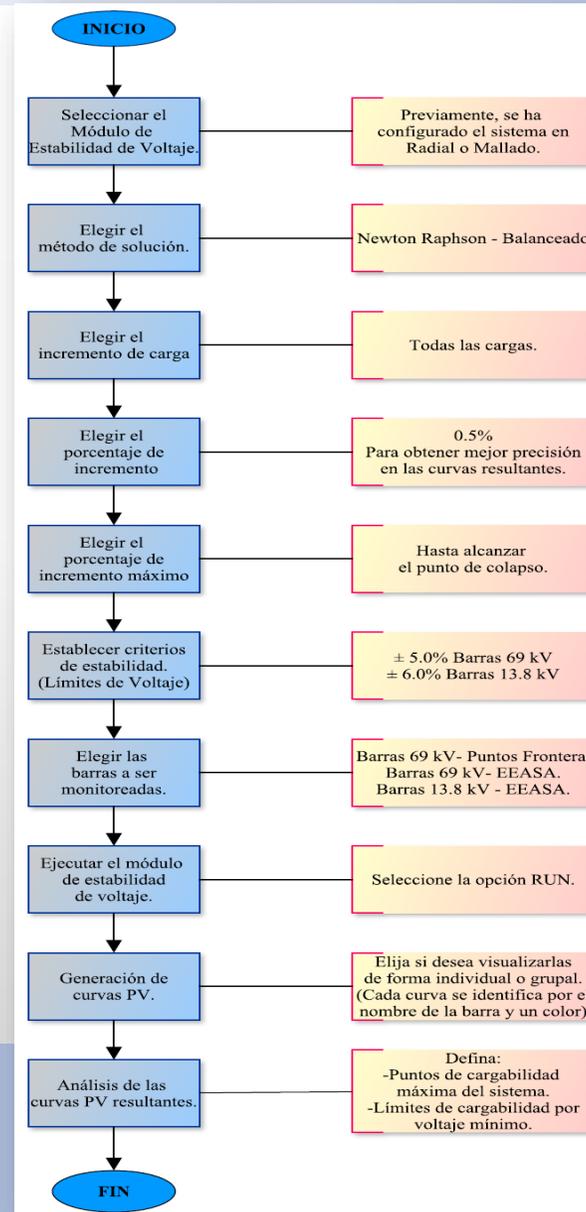
PROPUESTA

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer el incremento de carga y método de solución de flujos de carga apropiados en base a criterios que consideren la expansión de la demanda para la aplicación del método analítico estático de curvas PV.
- Analizar en ambos casos de estudio las características de las curvas PV de cada barra para así establecer los puntos de colapso de voltaje y emitir las conclusiones correspondientes.
- Determinar la cargabilidad máxima en los componentes del Sistema de Subtransmisión como transformadores de potencia y líneas de subtransmisión antes de que el voltaje de colapso suceda.



DISEÑO DE LA PROPUESTA





CURVAS PV – CONFIGURACIÓN RADIAL



S.
PRINCIPAL

Potencia inicial de 92.6 MW y su punto de colapso de voltaje o punto de cargabilidad máxima es de 405 MW.

338%



S. PUYO

Potencia total inicial de 14.1 MW y su punto de colapso de voltaje o punto de cargabilidad máxima es de 106 MW.

650%



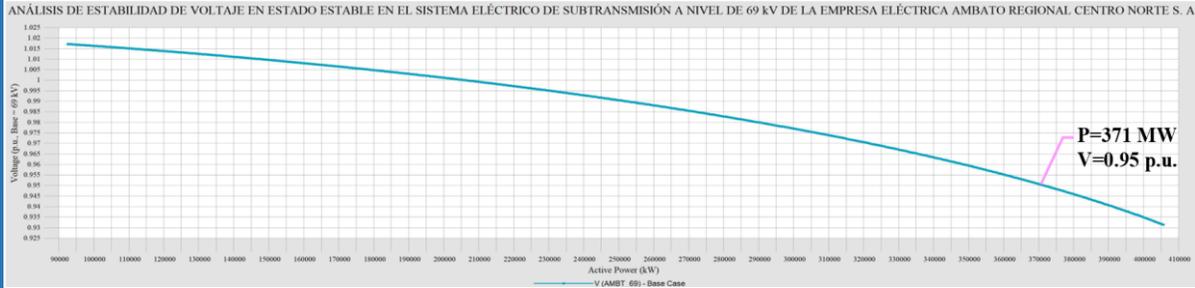
S. TENA

Potencia total inicial de 12.3 MW y su punto de colapso de voltaje o punto de cargabilidad máxima es de 102 MW.

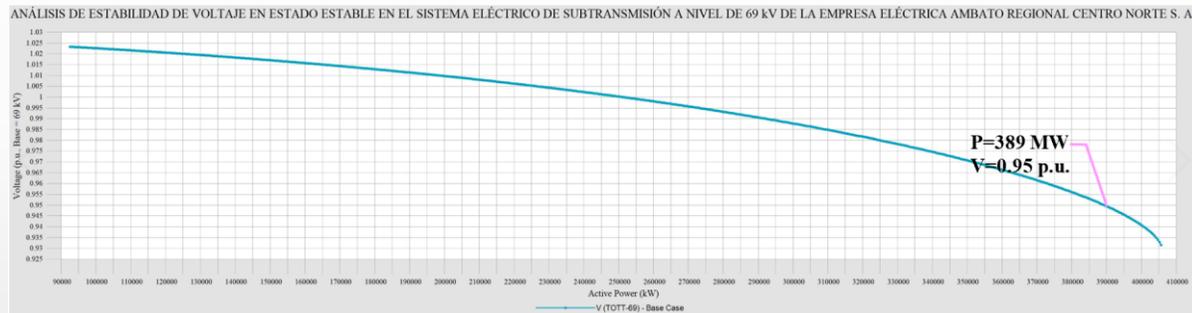
728%

SUBSISTEMA PRINCIPAL

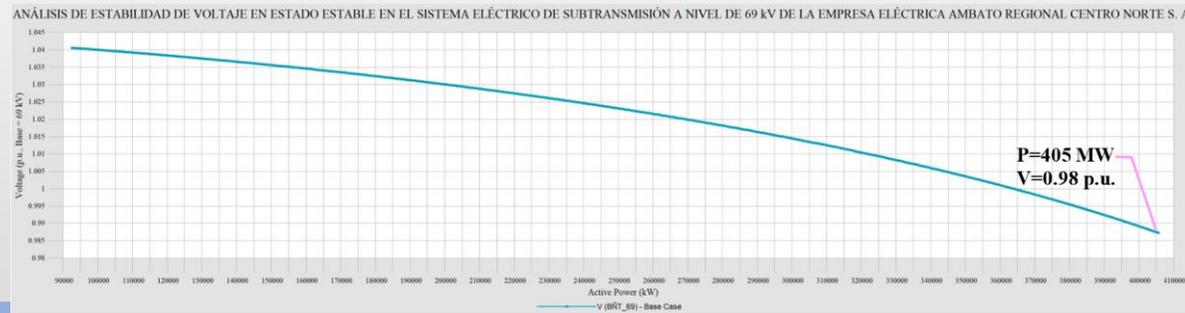
ABASTECIMIENTO TOTAL A LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA



*Curva PV de la Subestación Ambato
Transelectric*



*Curva PV de la Subestación Totoras
Transelectric*

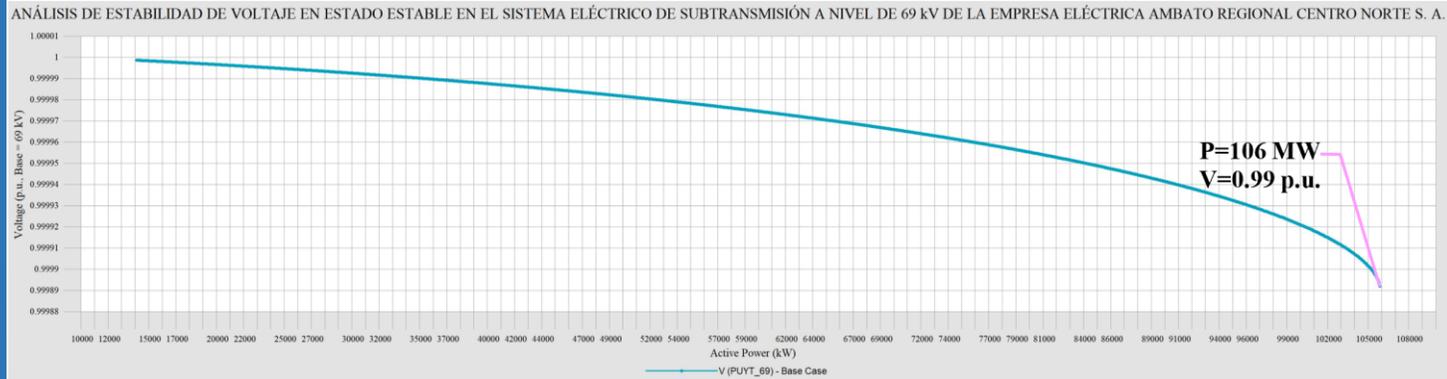


*Curva PV de la Subestación Baños
Transelectric*

RESULTADOS EN CONFIGURACIÓN RADIAL

SUBSISTEMA PUYO

ABASTECIMIENTO TOTAL PROVINCIA DE PASTAZA Y ZONA
NORTE PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO



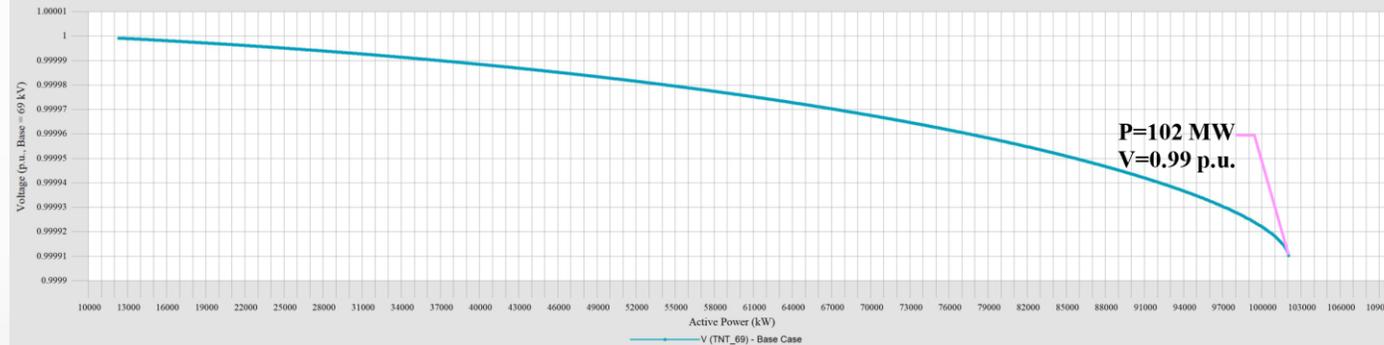
*Curva PV de la Subestación Puyo
Transelectric*



SUBSISTEMA TENA

ABASTECIMIENTO DE LA ZONA SUR DE LA PROVINCIA DE NAPO

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE VOLTAJE EN ESTADO ESTABLE EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE SUBTRANSMISIÓN A NIVEL DE 69 kV DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S. A.



*Curva PV de la Subestación Tena
Transelectric*



RESUMEN PUNTOS FRONTERA

Subestaciones TRANSELECTRIC 69 kV	P (MW)	V (p.u.)
<i>Ambato</i>	193	0.9314594
<i>Totoras</i>	157	0.9316577
<i>Baños</i>	20	0.9872771
<i>Puyo</i>	106	0.9998921
<i>Tena</i>	102	0.9999103

RESUMEN BARRAS 69 kV

Subestaciones EEASA 69 kV	P (MW)	V (p.u.)
<i>Samanga</i>	137.80	0.8886179
<i>Píllaro</i>	27.86	0.8748045
<i>Atocha</i>	65.01	0.868217
<i>Batán</i>	21.58	0.8576526
<i>Huachi 1</i>	37.32	0.8444293
<i>Huachi 2</i>	45.34	0.8444644
<i>Montalvo</i>	96.03	0.8839826
<i>Quero</i>	24.08	0.8684681
<i>Totoras</i>	61.09	0.9256281
<i>Oriente</i>	39.00	0.9103169
<i>Loreto</i>	54.41	0.9087779
<i>Pelileo</i>	31.05	0.8967488
<i>Baños</i>	50.56	0.9555896
<i>Río Verde Chico</i>	11.53	0.9758589
<i>Agoyán</i>	8.17	0.9852044
<i>Puyo 1</i>	106.38	0.9099723
<i>Puyo 2</i>	40.52	0.8921173
<i>Mushullacta</i>	14.07	0.8323834

RESUMEN BARRAS 13.8 kV

SUBESTACIONES EEASA 13.8 kV	P (MW)	V (p.u.)
<i>Samanga 1</i>	23.41	0.8256936
<i>Samanga 2</i>	21.14	0.8467706
<i>Píllaro</i>	27.68	0.8159074
<i>Atocha</i>	20.89	0.8083669
<i>Batán</i>	7.14	0.818355
<i>Huachi 1</i>	37.10	0.6451142
<i>Huachi 2</i>	7.97	0.825655
<i>Montalvo</i>	26.30	0.810646
<i>Quero</i>	24.00	0.8301186
<i>Totoras</i>	21.92	0.8846074
<i>Oriente</i>	18.94	0.8793348
<i>Loreto 1</i>	36.10	0.8458592
<i>Loreto 2</i>	18.09	0.8812573
<i>Lligua Península</i>	7.91	0.8780155
<i>Pelileo</i>	30.99	0.8380213
<i>Baños</i>	19.25	0.925707
<i>Agoyán</i>	8.17	0.9562839
<i>Puyo 1</i>	21.25	0.6134245
<i>Puyo 2</i>	26.29	0.839247
<i>Mushullacta</i>	13.90	0.6843889
<i>Tena</i>	51.47	0.6466343
<i>Tena Norte</i>	50.58	0.8379332



S.
PRINCIPAL

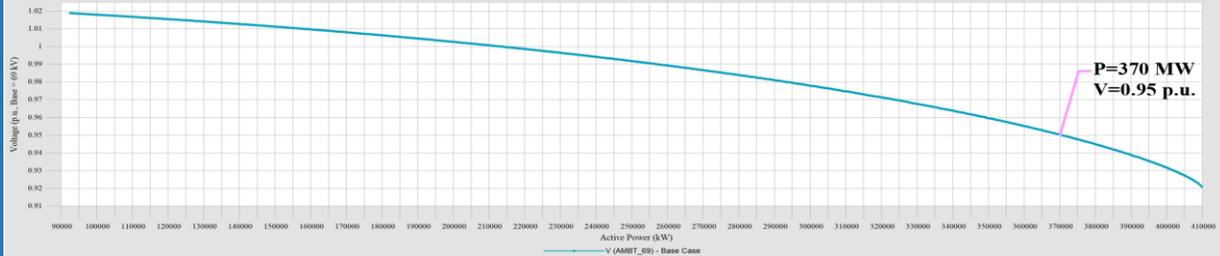
Potencia inicial de **92.6 MW** y su punto de colapso de voltaje o punto de cargabilidad máxima es de **410 MW**.

342%

SUBSISTEMA PRINCIPAL

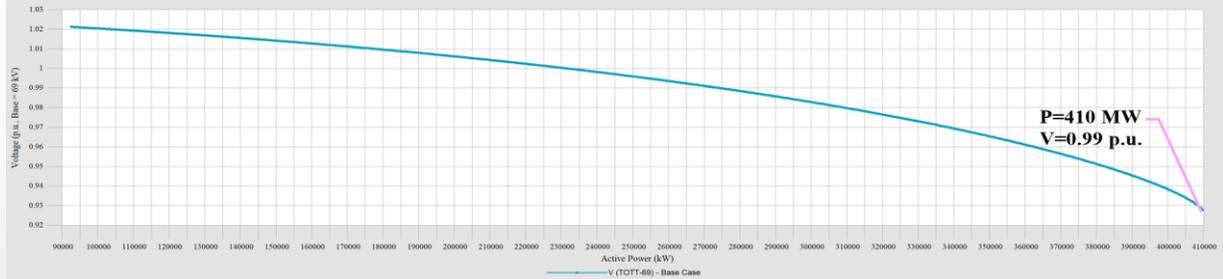
ABASTECIMIENTO TOTAL A LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE VOLTAJE EN ESTADO ESTABLE EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE SUBTRANSMISIÓN A NIVEL DE 69 kV DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S. A.



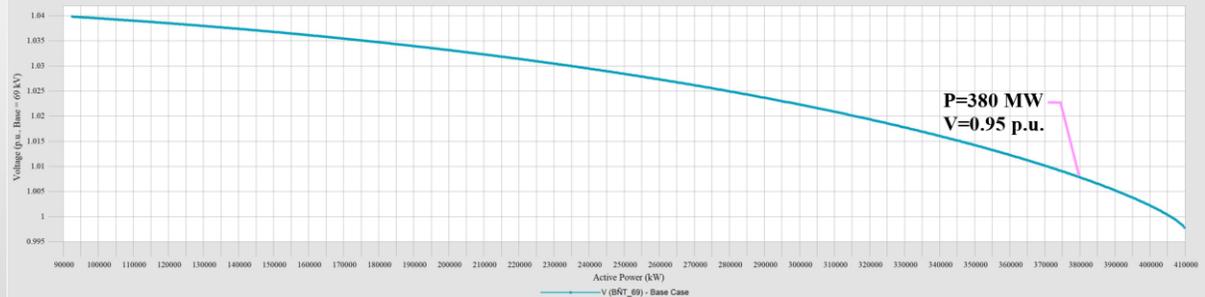
*Curva PV de la Subestación Ambato
Transelectric*

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE VOLTAJE EN ESTADO ESTABLE EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE SUBTRANSMISIÓN A NIVEL DE 69 kV DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S. A.



*Curva PV de la Subestación Totoras
Transelectric*

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE VOLTAJE EN ESTADO ESTABLE EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE SUBTRANSMISIÓN A NIVEL DE 69 kV DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S. A.



*Curva PV de la Subestación Baños
Transelectric*





RESUMEN PUNTOS FRONTERA

SUBESTACIONES TRANSELECTRIC 69 kV	P (MW)	V (p.u.)
<i>Ambato</i>	203	0.92105627
<i>Totoras</i>	128	0.92774997
<i>Baños</i>	44	0.99786542

RESUMEN BARRAS 69 kV

SUBESTACIONES EEASA 69 kV	P (MW)	V (p.u.)
<i>Samanga</i>	133.28	0.87476914
<i>Píllaro</i>	102.80	0.8602932
<i>Atocha</i>	59.77	0.85198403
<i>Batán</i>	15.90	0.83892369
<i>Huachi 1</i>	43.59	0.83742198
<i>Huachi 2</i>	51.70	0.83745603
<i>Montalvo</i>	102.94	0.87820004
<i>Quero</i>	24.32	0.86224443
<i>Totoras</i>	47.55	0.92256394
<i>Oriente</i>	25.28	0.91080632
<i>Loreto</i>	54.96	0.89650629
<i>Pelileo</i>	22.96	0.92307336
<i>Baños</i>	74.44	0.97064684
<i>Río Verde Chico</i>	35.14	0.98824109
<i>Agoyán</i>	43.48	0.99607302

RESUMEN BARRAS 13.8 kV

SUBESTACIONES EEASA 13.8 kV	P (MW)	V (p.u.)
<i>Samanga 1</i>	21.35	0.8080443
<i>Samanga 2</i>	23.65	0.8306524
<i>Píllaro</i>	27.96	0.7979574
<i>Atocha</i>	21.10	0.7880597
<i>Batán</i>	7.21	0.7976275
<i>Huachi 1</i>	37.47	0.6142456
<i>Huachi 2</i>	8.04	0.8181892
<i>Montalvo</i>	26.57	0.8023166
<i>Quero</i>	24.25	0.8224647
<i>Totoras</i>	22.14	0.880797
<i>Oriente</i>	19.13	0.8794144
<i>Loreto 1</i>	36.47	0.8308552
<i>Loreto 2</i>	18.28	0.8680362
<i>Lligua Península</i>	7.919	0.8780815
<i>Pelileo</i>	31.31	0.8668592
<i>Baños</i>	19.44	0.941195
<i>Agoyán</i>	8.25	0.9672154



ANÁLISIS DE CARGABILIDAD

CRITERIOS

SOBRECARGA

- Sobrecarga en transformadores de potencia y líneas de subtransmisión al alcanzar el 125% de su capacidad nominal.

CRECIMIENTO DE DEMANDA

- Porcentaje de crecimiento anual de la demanda total de **10%**.

PROYECCIÓN

S. PRINCIPAL

- Alcanza un incremento de **338%** de la demanda hasta el punto de colapso, lo cual proyecta el estudio hasta el año **2053**.

S. PUYO

- Alcanza un incremento de **650%** de la demanda hasta el punto de colapso, lo cual proyecta el estudio hasta el año **2084**.

S. TENA

- Alcanza un incremento de **728%** de la demanda hasta el punto de colapso, lo cual proyecta el estudio hasta el año **2092**.



RESULTADOS EN CONFIGURACIÓN RADIAL

ANÁLISIS DE SOBRECARGA EN LÍNEAS DE SUBTRANSMISIÓN			
SUBSISTEMA PRINCIPAL	Abastecimiento total provincia de Tungurahua		
Líneas Sobrecargadas	Condición	Proyección	Porcentaje de Cargabilidad
<i>Ambato- Samanga</i>	Inicio	Año 2019	35.59%
	Sobrecarga (125% In)	Año 2044	124.56%
	Punto de Colapso	Año 2053	155.88%
SUBSISTEMA PUYO	Abastecimiento total provincia de Pastaza y zona norte provincia de Morona Santiago		
Líneas Sobrecargadas	Condición	Proyección	Porcentaje de Cargabilidad
<i>Puyo Transeletric-PuyoI</i>	Inicio	Año 2019	26%
	Sobrecarga (125% In)	Año 2057	124.80%
	Punto de Colapso	Año 2084	195%
SUBSISTEMA TENA	Abastecimiento de la zona sur de la provincia de Napo.		
No existen líneas sobrecargadas en el punto de colapso de voltaje.			

RESULTADOS EN CONFIGURACIÓN MALLADA

ANÁLISIS DE SOBRECARGA EN LÍNEAS DE SUBTRANSMISIÓN			
SUBSISTEMA PRINCIPAL	Abastecimiento total provincia de Tungurahua		
Líneas Sobrecargadas	Condición	Proyección	Porcentaje de Cargabilidad
<i>Ambato-Samanga</i>	Inicio	Año 2019	34.00%
	Sobrecarga (125%In)	Año 2046	125.75%
	Punto de Colapso	Año 2054	148.86%

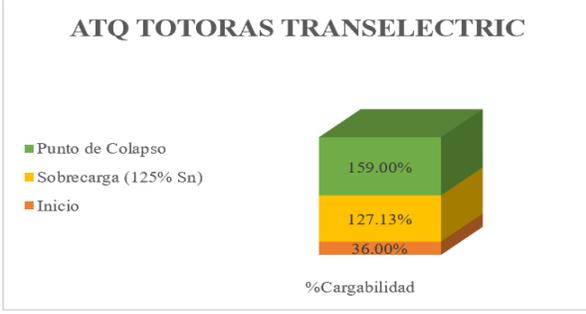
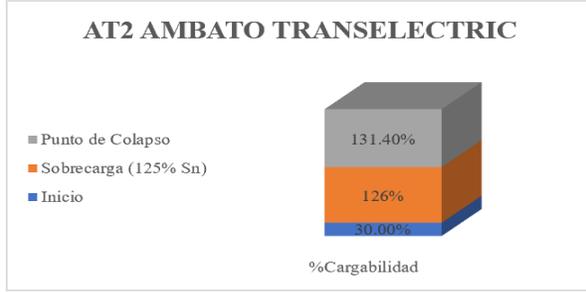
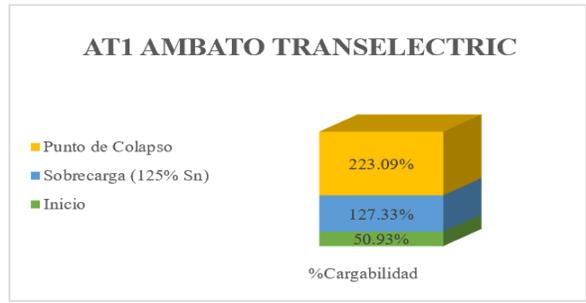




RESULTADOS EN CONFIGURACIÓN RADIAL

ANÁLISIS DE SOBRECARGA EN TRANSFORMADORES TRANSELECTRIC			
SUBSISTEMA PRINCIPAL		Abastecimiento total provincia de Tungurahua	
Transformadores Sobrecargados	Condición	Proyección	Porcentaje de Cargabilidad
<i>AT1 Ambato</i>	Inicio	Año 2019	50.93%
	Sobrecarga (125% Sn)	Año 2034	127.33%
	Punto de Colapso	Año 2053	223.09%
<i>AT2 Ambato</i>	Inicio	Año 2019	30.00%
	Sobrecarga (125% Sn)	Año 2051	126%
	Punto de Colapso	Año 2053	131.40%
<i>ATQ Totoras</i>	Inicio	Año 2019	36.00%
	Sobrecarga (125% Sn)	Año 2044	127.13%
	Punto de Colapso	Año 2053	159.00%

TRANSELECTRIC



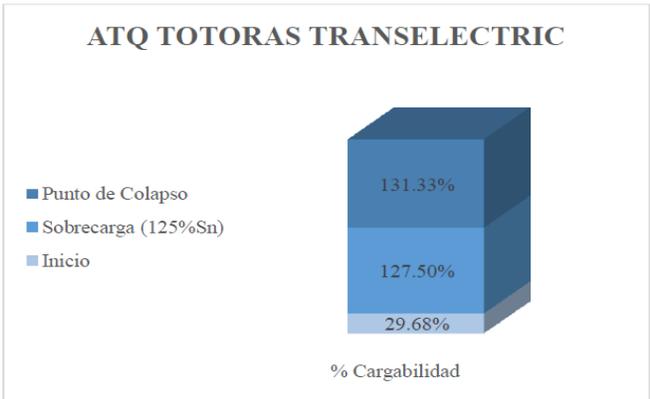
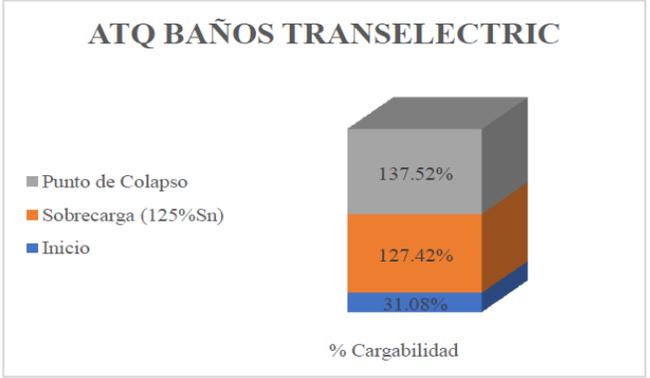
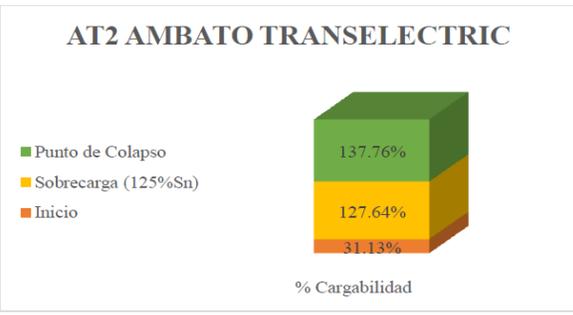
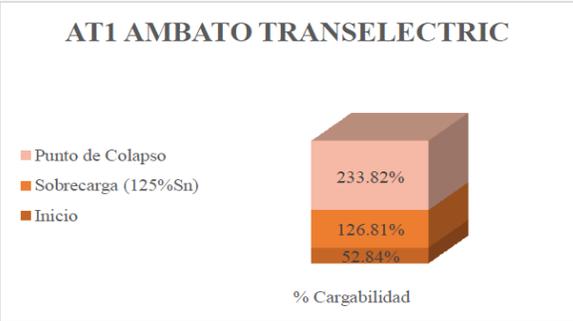


TRANSFORMADORES DE POTENCIA TRANSELECTRIC

RESULTADOS EN CONFIGURACIÓN MALLADA

ANÁLISIS DE SOBRECARGA EN TRANSFORMADORES TRANSELECTRIC

SUBSISTEMA PRINCIPAL		Abastecimiento total provincia de Tungurahua	
Transformadores Sobrecargados	Condición	Proyección	Porcentaje de Cargabilidad
AT1 Ambato	Inicio	Año 2019	52.84%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2033	126.81%
	Punto de Colapso	Año 2053	233.82%
AT2 Ambato	Inicio	Año 2019	31.13%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2050	127.64%
	Punto de Colapso	Año 2053	137.76%
ATQ Baños	Inicio	Año 2019	31.08%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2050	127.42%
	Punto de Colapso	Año 2053	137.52%
ATQ Totoras	Inicio	Año 2019	29.68%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2052	127.50%
	Punto de Colapso	Año 2053	131.33%





EEASA

RESULTADOS EN CONFIGURACIÓN RADIAL

ANÁLISIS DE SOBRECARGA EN TRANSFORMADORES EEASA							
SUBSISTEMA PRINCIPAL		Abastecimiento total provincia de Tungurahua					
T. Sobrecargados	Condición	Proyección	Porcentaje de Cargabilidad	T. Sobrecargados	Condición	Proyección	Porcentaje de Cargabilidad
T1-Huachi	Inicio	Año 2019	85.23%	T1-Baños	Inicio	Año 2019	44.31%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2024	127.84%		Sobrecarga (125%Sn)	Año 2038	128.5%
	Punto de Colapso	Año 2053	373.31%		Punto de Colapso	Año 2053	194.08%
T1-Píllaro	Inicio	Año 2019	63.78%	T1-Samanga	Inicio	Año 2019	40.85%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2029	127.56%		Sobrecarga (125%Sn)	Año 2040	126.73%
	Punto de Colapso	Año 2053	279.36%		Punto de Colapso	Año 2053	178.92%
T2-Píllaro	Inicio	Año 2019	63.80%	T1-Oriente	Inicio	Año 2019	38.32%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2020	127.6%		Sobrecarga (125%Sn)	Año 2042	126.47%
	Punto de Colapso	Año 2053	279.44%		Punto de Colapso	Año 2053	167.84%
T1-Montalvo	Inicio	Año 2019	60.72%	T1-Agoján	Inicio	Año 2019	38.42%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2030	127.51%		Sobrecarga (125%Sn)	Año 2042	126.78%
	Punto de Colapso	Año 2053	265.95%		Punto de Colapso	Año 2053	168.28%
T1-Quero	Inicio	Año 2019	55.08%	T2-Oriente	Inicio	Año 2019	36.51%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2032	126.68%		Sobrecarga (125%Sn)	Año 2044	127.77%
	Punto de Colapso	Año 2053	241.25%		Punto de Colapso	Año 2053	159.91%

T2-Atocha	Inicio	Año 2019	51.19%	T2-Batán	Inicio	Año 2019	33.42%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2034	127.97%		Sobrecarga (125%Sn)	Año 2047	127%
	Punto de Colapso	Año 2053	224.21%		Punto de Colapso	Año 2053	146.38%
T1-Loreto	Inicio	Año 2019	52.75%	T1-Batán	Inicio	Año 2019	33.42%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2033	126.6%		Sobrecarga (125%Sn)	Año 2047	127.52%
	Punto de Colapso	Año 2053	231.05%		Punto de Colapso	Año 2053	147.00%
T1-Atocha	Inicio	Año 2019	47.93%	T1-Totoras	Inicio	Año 2019	32.34%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2036	129.41%		Sobrecarga (125%Sn)	Año 2048	126.14%
	Punto de Colapso	Año 2053	209.93%		Punto de Colapso	Año 2053	141.67%
T2-Samanga	Inicio	Año 2019	44.93%	T2-Loreto	Inicio	Año 2019	26.34%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2037	125.79%		Sobrecarga (125%Sn)	No existe sobrecarga	
	Punto de Colapso	Año 2053	196.77%		Punto de Colapso	Año 2040	115.39%
T1-Pelileo	Inicio	Año 2019	44.94%	T2-Huachi	Inicio	Año 2019	18.52%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2037	125.82%		Sobrecarga (125%Sn)	No existe sobrecarga	
	Punto de Colapso	Año 2053	196.83%		Punto de Colapso	Año 2053	81.12%





EEASA

RESULTADOS EN CONFIGURACIÓN MALLADA

ANÁLISIS DE SOBRECARGA EN TRANSFORMADORES EEASA							
SUBSISTEMA PRINCIPAL		Abastecimiento total provincia de Tungurahua					
T. Sobrecargados	Condición	Proyección	Porcentaje de Cargabilidad	T. Sobrecargados	Condición	Proyección	Porcentaje de Cargabilidad
T1-Huachi	Inicio	Año 2019	85.23%	T1-Baños	Inicio	Año 2019	44.31%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2024	127.84%		Sobrecarga (125%Sn)	Año 2038	128.50%
	Punto de Colapso	Año 2053	377.14%		Punto de Colapso	Año 2053	196.07%
T1-Píllaro	Inicio	Año 2019	63.78%	T1-Samanga	Inicio	Año 2019	40.86%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2029	127.56%		Sobrecarga (125%Sn)	Año 2040	126.66%
	Punto de Colapso	Año 2053	282.23%		Punto de Colapso	Año 2053	180.80%
T2-Píllaro	Inicio	Año 2019	82.94%	T1-Agoyán	Inicio	Año 2019	38.42%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2029	127.60%		Sobrecarga (125%Sn)	Año 2042	126.78%
	Punto de Colapso	Año 2053	282.32%		Punto de Colapso	Año 2053	170.01%
T1-Montalvo	Inicio	Año 2019	60.72%	T1-Oriente	Inicio	Año 2019	38.33%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2030	127.53%		Sobrecarga (125%Sn)	Año 2042	126.50%
	Punto de Colapso	Año 2053	268.73%		Punto de Colapso	Año 2053	169.59%
T1-Quero	Inicio	Año 2019	55.08%	T2-Oriente	Inicio	Año 2019	36.51%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2032	126.68%		Sobrecarga (125%Sn)	Año 2044	127.80%
	Punto de Colapso	Año 2053	243.73%		Punto de Colapso	Año 2053	161.55%

T1-Loreto	Inicio	Año 2019	52.75%	T1-Batán	Inicio	Año 2019	33.56%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2033	126.6%		Sobrecarga (125%Sn)	Año 2047	127.52%
	Punto de Colapso	Año 2053	233.42%		Punto de Colapso	Año 2053	148.50%
T2-Atocha	Inicio	Año 2019	51.19%	T2-Batán	Inicio	Año 2019	33.42%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2034	128%		Sobrecarga (125%Sn)	Año 2047	127%
	Punto de Colapso	Año 2053	226.52%		Punto de Colapso	Año 2053	147.88%
T1-Atocha	Inicio	Año 2019	47.93%	T1-Totoras	Inicio	Año 2019	32.34%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2036	129.41%		Sobrecarga (125%Sn)	Año 2048	126.14%
	Punto de Colapso	Año 2053	212.09%		Punto de Colapso	Año 2053	143.12%
T2-Samanga	Inicio	Año 2019	44.92%	T2-Loreto	Inicio	Año 2019	26.34%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2037	125.76%		Sobrecarga (125%Sn)	No existe sobrecarga	
	Punto de Colapso	Año 2053	198.76%		Punto de Colapso	Año 2040	116.57%
T1-Pelileo	Inicio	Año 2019	44.33%	T2-Huachi	Inicio	Año 2019	18.52%
	Sobrecarga (125%Sn)	Año 2037	125.84%		Sobrecarga (125%Sn)	No existe sobrecarga	
	Punto de Colapso	Año 2053	198.88%		Punto de Colapso	Año 2053	81.95%



CONCLUSIONES

- El estado operacional actual del Sistema Eléctrico de Subtransmisión de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A. es favorable ya que se han analizado sus condiciones en demanda máxima y al simular flujos de carga en los resultados, no se presentan barras con un voltaje inferior a 0.95 p.u. a nivel de 69 kV ni barras con voltajes inferiores a 0.94 p.u. a nivel de 13.8 kV, transformadores de potencia y líneas de subtransmisión no se encuentran sobrecargados.
- Los valores de voltaje en por unidad en los puntos frontera una vez alcanzado el punto de colapso de voltaje se observan por debajo del límite inferior admisible en las barras Ambato y Totoras con valores de 0.93 p.u. para ambos casos, sin embargo, en las barras Baños, Puyo y Tena sus valores se encuentran en 0.98 p.u., 0.99 p.u. y 0.99 p.u., respectivamente, los cuales están bastante alejados de dichos límites.

CONCLUSIONES

- El margen de cargabilidad en configuración radial y mallada del subsistema principal, es bastante similar, apenas con una diferencia de 5 MW, además, la cargabilidad tanto en transformadores pertenecientes a TRANSELECTRIC y a la EEASA en ambos casos de estudio es también semejante, el transformador ATQ Baños TRANSELECTRIC en configuración mallada presenta una cargabilidad duplicada con respecto a su valor de cargabilidad en configuración radial.
- Los puntos de colapso de voltaje en el sistema se proyectan a niveles de carga bastante elevados con respecto a sus valores actuales, lo cual demuestra que el Sistema Nacional de Transmisión es bastante robusto, sin embargo, los elementos del Sistema de Subtransmisión de la EEASA se sobrecargan mucho antes de que el colapso ocurra, siendo los más críticos los transformadores de potencia T1-Huachi, T1-Píllaro y T2-Píllaro que presentarán condiciones de sobrecarga, en una proyección de 5 y 10 años respectivamente

RECOMENDACIONES

- En el presente estudio se observa un margen de cargabilidad similar en configuraciones radial y mallada, por lo cual, se recomienda modificar la configuración operacional del sistema a mallada, sin embargo, se sugiere realizar estudios de estabilidad de voltaje considerando la salida de una o varias líneas de subtransmisión o transformadores de potencia para evaluar oportunamente el comportamiento del sistema ante dichos acontecimientos debido a su estado operacional actual.
- El transformador de potencia T1-Huachi presentará condiciones de sobrecarga en los próximos 5 años, los transformadores de potencia T1-Píllaro y T2-Píllaro presentarán condiciones de sobrecarga en los próximos 10 años, por lo que se recomienda planificar acciones correctivas a fin de evitar problemas operativos futuros.



RECOMENDACIONES

- Se recomienda que todas las empresas distribuidoras del país realicen un análisis de estabilidad de voltaje aplicado a sus sistemas de subtransmisión debido a que los sistemas eléctricos de potencia están expuestos a cambios inevitables como el constante crecimiento de la demanda, operando cada vez más cerca del límite de cargabilidad admisible, estos estudios proveerán la información necesaria para realizar una correcta planificación operativa ya que es obligación de estas empresas suministrar energía de calidad a todos sus usuarios.



*Por su atención,
Muchas gracias.*

