

**TALLER LATINOAMERICANO REDUCCION DE LOS EFECTOS DE LOS DESASTRES  
NATURALES EN LA INFRAESTRUCTURA ENERGETICA**

**LA VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS ENERGETICOS  
A DESASTRES NATURALES Y SU INTEGRACION  
EN LA PLANIFICACION ENERGETICA**

**Dr. Wayne R. Park**

**ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS, FAX (202) 458-3560**

**I. INTRODUCCION**

La incorporación de los efectos de desastres naturales en la planificación energética implica la necesidad de reorientar los paradigmas de planificación bien aceptados hoy en día por el sector energético y su cuerpo profesional. A pesar de que se ha incorporado el concepto de confiabilidad dentro de la planificación energética, demostrado por el uso de modelos de probabilidad de pérdidas de carga, estudios de confiabilidad técnica de grandes plantas de generación o refinación, y el establecimiento de normas de resistencia de construcción contra daños específicos asociados con eventos naturales, existe una debilidad en alcance general por la falta de una evaluación sistemática de los impactos potenciales globales causados por eventos naturales a un sistema energético y, a su vez, un sistema de preparación de proyectos de inversión para las mitigaciones identificadas y recomendadas

La necesidad de extender la planificación energética para incorporar los efectos de eventos naturales es obvia. Las pérdidas en infraestructura, la energía no entregada, los altos costos de la energía de sustitución, y más aún, las pérdidas económicas nacionales han sido enormes en los países de la región. Sin una presentación sistemática de las pérdidas, país por país, vale la pena por lo menos recordar los desastres causados por huracanes en la República Dominicana y en otros países del Caribe, inundaciones en Guatemala, deslizamientos en Ecuador, terremotos en México, y sequías que han afectado, al menos una vez, casi todos los países de este hemisferio. Hay buenas razones por las que los eventos naturales no han sido incorporados fuertemente

dentro de la planificación energética. Cabe mencionar primero que el concepto de fuerza mayor se encuentra bien arraigado en el paradigma de la sociedad y sus estructuras jurídicas y políticas. Hay una tendencia, formada por esta orientación, de ver la mitigación como una inversión demasiado cara por el nivel económico o financiero del país y, si el evento natural ocurre, el de manejar los resultados e impactos como casos de fuerza mayor.

Esta condición es paralela al problema general experimentado por las compañías energéticas en América Latina que, por presiones políticas de mantener bajos precios de combustibles y las tarifas energéticas, se ha forzado la reducción de mantenimiento normal y la disponibilidad de repuestos, dejando un porcentaje importante de la planta térmica y de respaldo fuera de servicio.

Como es bien conocido por todos los profesionales involucrados con la energía, las políticas de postergación de gastos resultan en costos más caros sobre plazos medios y largos. La misma situación ocurre con las fallas de incorporación de los riesgos naturales dentro de la planificación e inversión energética, en la cual los costos eventuales en promedio son también más altos.

Es importante destacar que, en general, en la ingeniería de grandes componentes específicos de infraestructura energética, en la mayoría de los casos, se han incorporado los eventos naturales en su planificación. Las presas, las casas de máquinas, las refinerías, etc. son diseñadas para resistir preestablecidas aceleraciones horizontales, los desagüaderos tienen una capacidad para soportar inundaciones de 500 o 1000 años, las

condiciones de sequía son incorporadas en los planes de plantas hidroeléctricas, etc. A pesar de que los eventos naturales estén incorporados, es importante notar que la historia ha demostrado errores serios en diseños de varios componentes de infraestructura, lo que enfatiza la importancia de fortalecer estos aspectos en el futuro.

La mayor limitación asociada con riesgos naturales en la planificación energética aparece en la no incorporación de los impactos globales de eventos naturales a los sistemas y operaciones energéticos. ¿Si un evento impactara a uno o más componentes del sistema, cual sería el impacto al sistema total, las pérdidas involucradas y las necesidades de respaldo y de compra de energía? A pesar de que cada componente de la infraestructura tuviera una resistencia adecuada, cuando se suman los riesgos sobre todo el sistema, podría ser posible que el riesgo total no sea aceptable y requeriría una redundancia adicional en el diseño.

En este contexto, la OEA en colaboración con técnicos de varios de los países miembros, ha desarrollado un sistema de planificación que, desde la perspectiva de una primera visión, empieza a dar respuesta a estas interrogaciones y proveer una orientación a las actividades e inversiones necesarias para mitigar contra los efectos de los eventos naturales en el sector energético.

Este informe presenta una revisión de las metodologías desarrolladas, sus ventajas y limitaciones y una visión breve a los esfuerzos necesarios para el futuro.

## **II. EL CONTEXTO DEL PROBLEMA**

La ocurrencia de los eventos naturales, terremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos, huracanes, inundaciones, tsunamis, sequías, etc. es estocástica, es decir, que el tiempo exacto de la misma es desconocido, sin embargo, sobre la base de la información histórica o científica se puede estimar la verosimilitud de tal evento dentro de un período específico de tiempo.

A pesar que un evento natural específico tiene características únicas, dirección del viento en un huracán, rapidéz del crecimiento de una inundación, la presencia de lava o lahares en una

erupción volcánica, etc., para formalizar el proceso de estimación de la verosimilitud de eventos, es necesario definir una o más variables aleatorias que describan mejor el evento y sus aspectos dañinos potenciales. Las variables asignadas para propósitos energéticos pueden ser distintas de las usadas para otros sectores.

A continuación se presenta en la Tabla 1 las variables asignadas por los eventos descritos en la metodología desarrollada. Cabe destacar que algunas de las variables son continuas y las otras, descriptivas:

Cabe notar que para asignar una cifra de probabilidad de ocurrencia de un evento, se tiene que hipotetizar un rango de la variable aleatoria y un lapso de tiempo. Por ejemplo, en el caso de terremotos se puede llegar al estimado de una probabilidad de 0.9, que dentro de un período de 50 años, la aceleración horizontal máxima en un sitio determinado no excederá 0.2 gravedades.

Manteniendo la cifra de 0.2 gravedades constante y aumentando el número de años, la cifra de probabilidad de no exceder esta aceleración se bajará. En este sentido la información probabilística completa se presenta en una relación entre las tres variables: tiempo, probabilidad y aceleración.

La situación se hace más compleja porque, los planificadores e ingenieros no se interesan particularmente en los propios eventos, más que en los impactos a la infraestructura energética o su operación. Se requiere otro tipo de medición de probabilidad. Mientras que se aumente la magnitud de un evento que afecte un componente de infraestructura, en general, se llega a un nivel en que se empiezan a ver los daños. Si el aumento en severidad continua, se espera un crecimiento paralelo en los niveles de los daños. Pero otra vez, existe la incertidumbre sobre el nivel de daño esperado. Se representa esta incertidumbre por una probabilidad condicional

Un mecanismo útil de representación del daño es el costo de reconstrucción. Dado esta asignación de variable aleatoria y dada también la condición de un evento de magnitud predeterminada, la probabilidad condicional es una distribución sobre estos mismos costos de reconstrucción.

Con esta información estocástica sobre eventos que afecten un componente de infraestructura, los analistas pueden calcular parámetros como costos esperados de eventos futuros y usar esta información, por ejemplo, en la justificación económica del valor de una inversión en mitigación.

Desafortunadamente, a pesar de que la metodología descrita arriba sea precisa, la información disponible y los conocimientos científicos sobre las causas de eventos, muchas veces son inadecuados para la generación de tales relaciones y probabilidades. Además, muchas veces la información disponible es muy adecuada para un evento pero muy débil para otro. Es importante tener un nivel de paralelismo para dar una racionalidad completa de todos los efectos de eventos naturales posibles. Y finalmente, lo complejo de los análisis de la metodología precisa, tienden a ser difíciles de comprender, especialmente por aquellos que no entienden bien las metodologías estocásticas.

### **III. ASPECTOS DESEADOS DE LA METODOLOGIA UTIL**

En el contexto de la teoría ya presentada se desea desarrollar una metodología sobre la vulnerabilidad de componentes de los sistemas energéticos que satisfaga los siguientes criterios:

- Fácilmente comprendida
- Util para la toma de decisiones

Robusta en el sentido que se aplica la misma metodología sobre un rango de niveles de información histórica y científica de los eventos y sus impactos;

Consistente con las prácticas normales de ingeniería;

Incorpora juicio profesional en los estimados de inverosimilitud de los eventos y sus daños al equipo energético.

### **IV. LA METODOLOGIA DESARROLLADA: LAS MATRICES DE VULNERABILIDAD**

La metodología que se presenta aquí fue desarrollada inicialmente en Costa Rica en el año

1988 con la participación de la Ing. Patricia Camacho y refinada en el 1991 en Ecuador en cooperación con el Ing. Marco Córdova. Hoy en día, la OEA se encuentra usando esta metodología en un análisis de vulnerabilidad del sistema eléctrico del istmo de América Central a los desastres naturales.

En el área a ser estudiada, se empieza el proceso por la recolección de información cartográfica tanto sobre la ubicación física del sistema energético como información sobre los riesgos naturales. Se prepara una matriz que lista por líneas todos los componentes de la infraestructura energética para una fuente de energía, por ejemplo, para electricidad, se listan todas las cuencas, embalses hidroeléctricos, plantas hidroeléctricas, plantas térmicas, líneas de transmisión y subestaciones. En las columnas se listan todos los eventos naturales que puedan afectar los componentes en las líneas

En el interior de la matriz se presentan dos indicadores para identificar las siguientes características respectivamente:

La posibilidad de ocurrencia de los eventos del peligro natural en el área del componente;

La gravedad del impacto al componente en caso de ocurrencia de un evento de alta magnitud de este peligro.

Se presenta en la Tabla 2 las definiciones usadas para la asignación de valores de esos indicadores y también la definición de un evento de alta magnitud. El plazo de tiempo para la evaluación tiene que ser definida, se utilizó 20 años en el caso del Ecuador, y en el caso del istmo de América Central, se está usando un plazo de 50 años.

Los analistas, en base a los mapas de riesgo y en coordinación con expertos, sismólogos, vulcanólogos, hidrólogos, etc. en el campo de riesgos naturales cuando sea necesario, asignan los valores del primer indicador. Para el segundo, la información está generada por ingenieros especialistas en la infraestructura energética, los cuales conocen bien la construcción, historia de operación, y problemas de los componentes específicos listados. Los analistas dirigen las

entrevistas con la responsabilidad de mantener consistencia en respuestas, no solamente componente a componente, sino además, entre los varios grupos de especialistas que participen en el proceso.

Cabe notar que para el segundo indicador cuando los ingenieros expresan duda sobre el daño probable a un componente de infraestructura, se muestra esta incertidumbre por la asignación de un rango de valores.

Se presenta en la Tabla 3 el producto final de este proceso para el sistema eléctrico del Ecuador. Cabe notar que esta matriz fue presentada, revisada y ajustada por la gerencia de la compañía eléctrica INECEL antes de su publicación.

La matriz en esta forma resume en una hoja el estado de vulnerabilidad del sistema evaluado consistente con los objetivos notados arriba. Sin embargo, es evidente que la metodología, por su simplificación, pierde información. Lo más notable es el evento de alta magnitud con impacto grave, que tiene una muy baja probabilidad de ocurrencia. En las matrices se asigna el valor uno al indicador de estos eventos. Las erupciones de volcanes durmientes y los sismos de fallas de lento movimiento caben en esta categoría.

Para el propósito de la generación de una política sobre el manejo de las vulnerabilidades causadas por eventos naturales, es importante no impulsar respuestas o temores excesivos. La protección completa es imposible de conseguir. El entendimiento del manejo de riesgo de eventos de muy poca probabilidad es difícil de capturar. Por lo tanto, es esencial para los planificadores y los ingenieros de conocer bien esta información y tomarla en cuenta en todo el proceso de análisis y decisiones.

## **V. LA METODOLOGIA DESARROLLADA: LOS ANALISIS A NIVEL DE SISTEMA**

El impacto energético y económico de la pérdida de uno o más componentes de infraestructura depende del nivel de importancia de los mismos, en el tamaño de la interrupción de la entrega de energía. Por este motivo, es esencial estudiar los flujos de energía a través del sistema e identificar los componentes críticos en el apoyo energético a

la economía de la región. Una evaluación de flujos de carga de electricidad o del movimiento y almacenaje de petróleo son importantes de evaluar. Por ejemplo, para un país que importa todo su suministro de petróleo, la pérdida de muelles y tanques de almacenamiento en el área del puerto puedan causar una cadena de impactos, no solamente para el sistema petrolífero, sino también para la generación eléctrica que depende dicho combustible.

En el proceso de identificación de "criticalidades", se busca componentes con altos flujos de energía que forman:

cuellos de botella: flujos que entran y salen de un componente o componentes de un área.

componentes lineales: componentes que no tienen alternativas en caso de falla.

sistemas sin diversificación: sobre dependencia en combustible.

Con conocimiento de las criticalidades de los sistemas energéticos, la próxima tarea es de buscar los eventos naturales que puedan dañar o seriamente afectar estos mismos componentes. Se llaman estos "Los Eventos Críticos". Para el propósito de la planificación se hipotetiza y describe estos eventos en detalle incorporando los daños esperados en los componentes de infraestructura, e identificando la respuesta esperada al evento. Es importante que los planificadores hagan este ejercicio con consistencia con las matrices de vulnerabilidad ya preparadas.

Se estima los impactos de los eventos críticos usando, entre otras las siguientes medidas:

costos en daños estructurales - costos de reparación

costos de energía no vendida

costos de combustibles sustituidos

costos a la economía

Finalmente, donde sea válida, se propone acciones de mitigación de la forma de preparativos y de nuevas inversiones para reducir las vulnerabilidades identificadas. Las opciones incluyen el endurecimiento o fortificación del componente para resistir mejor el evento (mejor anclaje para resistir efectos de sismos en

subestaciones, etc.), la incorporación de redundancia o alternativas (sistemas de respaldo, anillos de transmisión, puertos secundarios, etc.), y finalmente los preparativos para respuesta rápida y efectiva en caso de una emergencia (asignación de responsabilidades, sistemas de comunicación, transporte, repuestos, etc.)

Aquí se entra en la disciplina de toma de decisiones en que el nivel de aceptación de riesgo e impactos de eventos tienen que ser incorporados. Una comparación estándar en este proceso es de calcular el costo esperado de los eventos críticos, que en forma simplificada, se puede estimar multiplicando la probabilidad del evento crítico por los costos totales del daño. Se puede justificar los costos de mitigación si su total es menor que el costo esperado del evento.

Sin embargo, las decisiones de mitigación deben ser incorporadas con todos los planes de expansión y mantenimiento del sistema. Una nueva línea de transmisión puede satisfacer nuevas demandas mientras sirva como línea de respaldo en caso de roturas en otras partes del sistema total. Daños causados por eventos naturales pueden ser similares a daños causados por razones antropogénicas.

Es en este sentido que la planificación para la mitigación de los impactos de desastres naturales tiene que ser integrado completamente dentro del proceso total de planificación energética. Se espera que estas ideas importantes se comiencen a ver como parte normal de la planificación energética del futuro.

**TABLA 1**  
**VARIABLES ALEATORIAS PARA LA ESTIMACION**  
**DE MAGNITUDES DE EVENTOS NATURALES EN**  
**EL SECTOR ENERGETICO**

<b>EVENTO NATURAL</b>	<b>VARIABLE ALEATORIA</b>
Terremoto	Aceleración horizontal máxima
Erupción Volcánica	Alcance y profundidad de los efectos y emisiones
Inundación	Profundidad
Arrastres de lechos de rios	Alcance de los efectos
Deslizamiento	Volumen de masa movida y velocidad del movimiento
Huracán	Velocidad máxima del viento (altura de oleaje para zonas costeras)
Tsunami	Altura de la ola máxima
Sequía	Niveles de precipitación y caudales

**TABLA 2**

OCURRENCIA DEL EVENTO (sobre un plazo de 20 años)		GRAVEDAD DEL IMPACTO AL COMPONENTE DE UN EVENTO DE ALTA MAGNITUD	
INDICADOR	CATEGORIA	INDICADOR	CATEGORIA
0	OCURRENCIA DEL EVENTO NO ES APLICABLE O EL RIESGO NO HA SIDO IDENTIFICADO	0	NINGUN IMPACTO ESPERADO
1	RIESGO IDENTIFICADO PERO LA OCURRENCIA DEL EVENTO ES REMOTA O EL EVENTO ES DE BAJA MAGNITUD.	A	SE ESTIMA QUE LOS IMPACTOS SERIAN MINIMOS  (Significa que el componente no sale de operación y su reparación se realiza con costos y tiempos bajos.
2	EVENTOS REGISTRADOS DE ALTA MAGNITUD EN ESTA REGION Y UNA OCURRENCIA FUTURA DE UN EVENTO DE ALTA MAGNITUD EN ESTE PERIODO NO ES REMOTA.	B	SE CONSIDERA QUE LOS IMPACTOS SERIAN SERIOS  (Significa que el componente sale de operación o queda funcionando en condiciones precarias. Su reparación costaría hasta un 25% de la infraestructura afectada y requeriría de un período de reparación de 1 día a 4 semanas)
3	EVENTOS REGISTRADOS DE ALTA MAGNITUD EN ESTA REGION Y UNA OCURRENCIA FUTURA DE UN EVENTO DE ALTA MAGNITUD EN ESTE PERIODO ES MUY POSIBLE.	C	SE CONSIDERA MUY PROBABLE QUE LOS IMPACTOS PUEDEN SER DESASTROSOS (significa que el componente casi o completamente se destruye con un costo más o más del valor original y un tiempo de reparación de un mes o más)
1	EVENTOS REGISTRADOS DE ALTA MAGNITUD EN ESTA REGION Y UNA OCURRENCIA FUTURA DE UN EVENTO DE ALTA MAGNITUD EN ESTE PERIODO NO ES REMOTA, PERO NO EXISTE INFORMACIÓN SUFICIENTE PARA ESTIMAR TAL OCURRENCIA ES MUY POSIBLE O NO ( la selección de esta categoría significa que no se sabe si la selección es de categoría a 2 o 3)		

NOTA  
(1)

SI SE INDICA OCURRENCIA DEL EVENTO NO APLICABLE "0", NO SE INDICARA NADA EN FUNCION DE GRAVEDAD DE IMPACTO.

**DEFINICION DE UN EVENTO DE ALTA MAGNITUD**

EVENTO	DEFINICION USADA PARA "ALTA MAGNITUD"
Sismo/Terremoto	Un sismo de magnitud VII (escala Mercalli modificada) o aceleración de 0.2g
Inundación	Un desbordamiento de río que alcance dos metros de altura sobre la llanura de inundación
Deslizamiento	Una masa de tierra o una serie de deslizamientos pequeños de aproximadamente un millón de metros cúbicos.
Erupción volcánica	Emissiones, lava y lahares que alcanzan los límites respectivos en sus zonas como están graficados en los mapas de influencia volcánica en este documento
Erosión	Más que 15 toneladas por hectárea por año
Arrastre del Río	Una condición de alta velocidad y magnitud de caudal que empuja roca inestable desde el lecho del río a velocidades dañinas en áreas fuera del cauce normal del mismo. Daño causado por la inercia de los sólidos.
Tsunami	Una ola de agua de origen sísmico que alcanza tres metros de altura en la orilla de la costa

TABLA 3  
MATRIZ DE VULNERABILIDAD - SISTEMA ELECTRICO  
ECUADOR

COMPONENTE	RIESGO NATURAL									
	SIGMO/TERREMOTO		INUNDACION	ERUPCION VOLCANICA			DESPLAZAMIENTOS	AFRRASTRRES DE LECHOS DE RIOS	EROSION SEDIMENTACION	TSUNAMIS
	INTEGRIDAD	DESPLIZ		CENIZAS	LAHARES	LAVAS Y FLUJOS PROC				
<b>CUENCAS</b>										
IC1 PAUTE			0	0	0	0		0	3-A (B)	0
IC2 PASTAZA			0	2-A	2-ABC	2-A		2-A (B)	3-A (B)	0
IC3 PISAYAMBO			0	0	0	0		0	0	0
IC4 SAN PEDRO			0	2-A	2-ABC	2-A		2-A (B)	2-	0
<b>EMBALSES HIDROELECTRICOS</b>										
IE1 AMALUZA	1-A	2-A	0	0	0	0	2-A	0	3-A	0
IE2 AGOYAN	1-A	2-B	0	2-A	2-AB	2-ABC	2-A	2-A	3-A	0
IE3 PISAYAMBO	1-AB	1-0	0	0	0	0	0	0	0	0
IE4 CUMBAYA	1-A	1-0	0	0	0	0	0	1-A	2-A	0
IE5 NAYON	1-A	1-0	0	0	0	0	0	1-A	2-A	0
IE6 QUANGOPOLO	1-A	1-0	0	0	2-ABC	0	0	1-A	2-A	0
<b>PLANTAS HIDROELECTRICAS</b>										
IPH1 PAUTE MOLINO	1-A	0	0	0	0	0	1-A	0	2-A	0
IPH2 AGOYAN	1-A	0	0	0	2-A	1-A	1-0	0	2-A	0
IPH3 PUCARA	1-A	0	0	0	0	0	1-A	0	0	0
IPH4 CUMBAYA	1-AB	0	0	0	2-ABC	0	1-0	0	2-A	0
IPH5 NAYON	1-AB	0	0	0	2-ABC	0	1-0	0	2-A	0
IPH6 QUANGOPOLO	1-AB	0	0	0	2-ABC	0	1-0	0	2-A	0
IPH7 SALCAY	1-A	1-ABC	0	0	0	0	2-AB	0	0	0
IPH8 SAYAMIN	1-A	1-ABC	0	0	0	0	2-AB	0	0	0
<b>PLANTAS TERMICAS</b>										
IFT1 GONZALO ZEVALLOS	1-AB	0	2-0	0	0	0	0	0	0	0
IFT2 ESMERALDAS	3-BC	0	2-0	0	0	0	0	0	0	0
IFT3 SANTA ROSA	1-A	0	0	1-A	0	0	0	0	0	0
IFT4 QUANGOPOLO	1-A	0	0	1-A	2-ABC	0	0	0	0	0
IFT5 SALITRAL	1-AB	0	2-0	0	0	0	0	0	0	0
IFT6 Q. FERNANDEZ	1-A	0	1-A	2-ABC	0	0	0	0	0	0
IFT7 MURALORES	3-A	0	2-AB	0	0	0	0	1-A	0	0
IFT8 EMELEO	2-A	0	2-A	0	0	0	0	0	0	0
<b>LINEAS DE TRANSMISION</b>										
IT1 SANTA ROSA - SANTO DOMINGO	1-A	1-A	1-0	1-A	1-ABC	1-ABC	1-ABC	0	0	0
IT2 SANTO DOMINGO - QUEVEDO	2-A	0	0	0	0	0	1-A	0	0	0
IT3 SANTO DOMINGO - ESMERALDAS	3-A	1-AB	0	0	0	0	2-AB	0	0	0
IT4 QUEVEDO - PORTOVIJEJO	2-A	2-AB	0	0	0	0	2-AB	0	0	0
IT5 PORTOVIJEJO - MANTA	3-A	2-AB	2-0	0	0	0	1-A	0	0	0
IT6 QUEVEDO - PASCUALES	1-A	0	2-0	0	0	0	1-A	0	0	0
IT7 PASCUALES - SALITRAL	1-A	1-AB	2-0	0	0	0	1-A	0	0	0
IT8 PASCUALES - SANTA ELENA	1-A	0	2-0	0	0	0	0	0	0	0
IT9 PASCUALES - POSORJA	1-A	0	2-0	0	0	0	0	0	0	0
IT10 PASCUALES - POLICENTRO	1-A	0	2-0	0	0	0	0	0	0	0
IT11 PASCUALES - MLAGRO	1-A	0	2-0	0	0	0	0	0	0	0
IT12 MLAGRO - MACHALA	2-A	0	2-A	0	0	0	0	0	0	0
IT13 MLAGRO - PAUTE	1-A	1-AB	2-0	0	0	0	1-AB	0	0	0
IT14 PAUTE - CUENCA	1-A	1-AB	0	0	0	0	1-AB	0	0	0
IT15 CUENCA - LOJA	1-A	1-AB	0	0	0	0	1-AB	0	0	0
IT16 PAUTE - RIBAMBAMBA	1-A	1-AB	0	0	0	0	1-AB	0	0	0
IT17 RIBAMBAMBA - TOTORAS	1-A	1-AB	0	2-A	1*	1*	1-AB	0	0	0
IT18 TOTORAS - AGOYAN	1-A	1-A	0	2-A	0	2-AB	2-AB	0	0	0
IT19 TOTORAS - AMBATO	1-A	1-A	0	2-A	0	0	1-A	0	0	0
IT20 AMBATO - PUCARA	1-A	1-AB	0	2-A	0	0	1-A	0	0	0
IT21 PUCARA - VICENTINA	1-A	1-AB	0	2-A	2-AB	1-AB	1-A	0	0	0
IT22 TOTORAS - SANTA ROSA	1-A	1-A	0	2-A	2-AB	1-AB	1-A	0	0	0
IT23 SANTA ROSA - VICENTINA	1-A	1-AB	0	1-A	0	0	1-A	0	0	0
IT24 SANTA ROSA - SELVA ALLEGRE	1-A	1-A	0	1-A	1-AB	1-A	1-A	0	0	0
IT25 SANTA ROSA - PAPALLACTA	1-A	1-AB	0	1-A	0	0	1-A	0	0	0
IT26 VICENTINA - IBARRA	1-A	1-AB	0	1-A	0	1*	1-A	0	0	0
IT27 VICENTINA - QUANGOPOLO	1-A	1-AB	0	1-A	2-AB	0	1-A	0	0	0
IT28 SISTEMA E E QUITO A 48KV	1-A	0	0	1-A	2-AB	0	0	0	0	0
IT29 SISTEMA EMELEC A 69KV	1-A	0	2-A	0	0	0	0	0	0	0
<b>SUBESTACIONES</b>										
S1 IBARRA	3-AB	0	0	1*	1*	1*	0	0	0	0
S2 VICENTINA	1-AB	1-AB	0	1-AB	0	0	1-AB	0	0	0
S3 SANTA ROSA (4)	1-AB	0	0	1-AB	0	0	0	0	0	0
S4 SANTO DOMINGO	2-AB	0	0	1-AB	0	0	0	0	0	0
S5 ESMERALDAS (4)	3-AB	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S6 QI YVEDO	1-AB	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S7 PORTOVIJEJO	3-AB	1-A	2-AB	0	0	0	1-A	1-AB	0	0
S8 PASCUALES	1-AB	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S9 SANTA ELENA	1-AB	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S10 POSORJA	1-AB	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S11 SALITRAL	1-AB	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S12 GONZALO ZEVALLOS	1-AB	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S13 POLICENTRO	1-AB	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S14 MLAGRO	2-AB	0	2-A	0	0	0	0	0	0	0
S15 MACHALA	2-AB	0	2-A	0	0	0	0	0	0	0
S16 PAUTE MOLINO	1-A	1-A	1-AB	0	0	0	1-A	0	0	0
S17 RIBAMBAMBA	1-AB	0	0	2-A	0	0	0	0	0	0
S18 TOTORAS	1-AB	0	0	2-A	1*	1*	0	0	0	0
S19 AMBATO	1-AB	0	0	2-A	0	0	0	0	0	0
S20 PUCARA	1-AB	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S21 AGOYAN	1-AB	1-ABC	0	2-A	0	0	1-AB	0	0	0
S22 CUENCA	1-AB	0	0	0	0	0	1-AB	0	0	0
S23 LOJA	1-AB	0	0	0	0	0	0	0	0	0