

---

**Experiencia de la Implementación del Régimen de Operación en Alimentadores de la Región Este.****Liz Rossana Galeano, Derlis Federico Gonzalez, Luis Carmelo Ramirez****Administración Nacional de Electricidad****Paraguay****1. RESUMEN**

Como parte de las atribuciones del Departamento de Operación de Distribución Regional Este, en el año 2020 fue incorporada la realización de estudios eléctricos referente a los alimentadores de los departamentos de Alto Paraná y Canindeyú. Estos estudios abarcan: Consulta Previa para potencias mayores a 400kVA, Estudios de Regulación de Tensión y Compensación de Reactivos, Estudios de Protecciones, Reconfiguración de Líneas, Estudios de Ubicación Óptimas de Llaves tele comandadas, entre otros. Todos estos, tienen como fin último asegurar que nuestros alimentadores trabajen en régimen de operación normal. Dentro de la Administración Nacional de Electricidad se describe el régimen de operación normal cuando el alimentador tiene un factor de utilización de 60% de la ampacidad de su línea, pudiendo de esta manera absorber cargas de tramos de alimentadores fronteras en caso de emergencias. Considerando que la mayoría de las salidas de los alimentadores son de conductor subterráneo 3x240mm<sup>2</sup>, el cual tiene una ampacidad de aproximadamente 369A y que la tendencia es que las troncales sean de conductor compacto protegido de 3x185mm<sup>2</sup>, cuya ampacidad es de aproximadamente 386A, se considera, para este trabajo, que un alimentador trabaja en régimen de operación normal si su carga no supera los 240A. La realización de los estudios eléctricos es una herramienta para la implementación del régimen de operación en alimentadores de la región Este, pues por medio de los mismos se busca la mejora continua de las configuraciones de los alimentadores de la zona, considerando que una consulta previa no es solamente una respuesta de factibilidad técnica al cliente, sino, va más allá, siendo este estudio un análisis total del alimentador involucrado y sus alimentadores colindantes, considerando sus perfiles de carga, perfiles de tensión, indicadores de FEP y DEP y obras propuestas según sea la necesidad. En esta experiencia se presentan nueve casos relevantes del desempeño resultante de la implementación del régimen de operación en alimentadores de la Región Este, ante diferentes tipos de eventos ocurridos tales como fuera de servicio de líneas de transmisión, fallas en los transformadores de potencia y en los mismos alimentadores. En todos los casos a ser mencionados se requirieron transferencias de carga que se lograron realizar mediante la buena configuración de la red.

**2. PALABRAS CLAVE**

Estudios Eléctricos, Régimen de Operación, Optimización, Gestión.

**XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE  
23 y 24 de Junio 2022**

---

### **3. CUERPO DEL TRABAJO**

#### **3.1. Planteamiento del Problema**

Dentro del sistema de Operación existen enumeradas posibilidades de fallas o averías que pueden ocasionar el fuera de servicio de los alimentadores, las principales causas son: indisponibilidad del Transformador de Potencia, fuera de servicio de la Línea de Transmisión y averías u obras en los alimentadores como tal. Si en el sistema de distribución no está implementado el régimen de operación en todos los alimentadores, estas fallas repercuten directamente a los indicadores de calidad y afectan de manera negativa a los usuarios.

#### **3.2. Objetivos:**

##### **3.2.1. Objetivo General:**

Demostrar la factibilidad de la implementación del régimen de operación en alimentadores de la Región Este.

##### **3.2.2. Objetivos Específicos:**

- Identificar la realidad en cuanto a demanda máxima actual de los alimentadores de la Región Este.
- Determinar la metodología utilizada para la implementación del régimen de operaciones en alimentadores de la Región Este.
- Evaluar con casos prácticos la eficiencia de la implementación del régimen de operaciones en alimentadores de la Región Este.

#### **3.3. Discusión y Resultado:**

##### **3.3.1. Realidad actual de los alimentadores de la Región Este.**

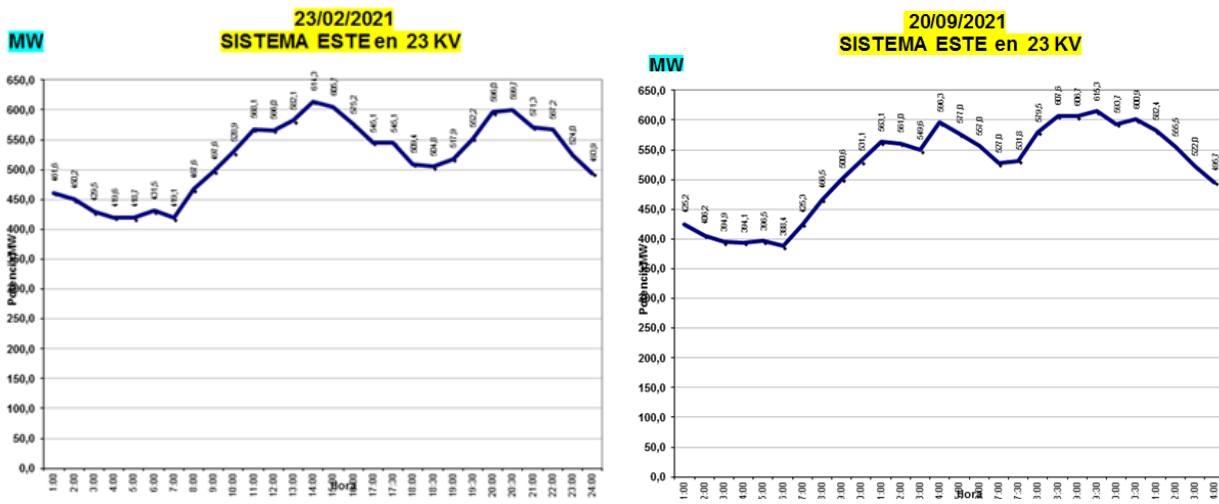
En la actualidad, la Región Este, que cubre los departamentos de Alto Paraná y Canindeyú, consta de 18 estaciones que juntos proveen de 117 alimentadores al sistema de distribución, de los cuales 8 alimentadores se encuentran con interruptor abierto, otros 8 son exclusivos, quedando así 101 alimentadores activos.

Dentro del año 2021, en la estación de verano la mayor demanda registrada fue la del 23 de febrero, sin embargo el 20 de septiembre se tuvo el mismo comportamiento, el sistema este alcanzó la demanda máxima con una curva similar a la de febrero (ver figura 1), considerando esta última fecha más actualizada en cuanto a la configuración del sistema, se asume a la misma para el análisis de la actualidad de los alimentadores, viendo su comportamiento en ese día (ver tabla I), se constató que el 82% de los alimentadores trabajan dentro del régimen de operación, lo cual supone que la carga de dichos alimentadores no supera el valor de 240A, teniendo en cuenta que para el análisis de este informe se asumió este valor como un valor estándar para evaluar si un alimentador está bajo régimen de operación o no. Se debe recordar que dentro de la Administración Nacional de Electricidad se describe el régimen de operación normal cuando el alimentador tiene un factor de utilización de 60% de la ampacidad de su línea, pudiendo de esta manera absorber cargas de tramos de alimentadores fronteras en caso de emergencias [1]. En la práctica cada alimentador tiene una ampacidad que puede ser hallada, sin embargo considerando que la mayoría de las salidas de los alimentadores de la región este son de conductor subterráneo 3x240mm<sup>2</sup>, el cual tiene una ampacidad de aproximadamente 369A y que la tendencia es que las troncales sean de conductor compacto protegido de 3x185mm<sup>2</sup>, cuya ampacidad es de aproximadamente 386A, se considera que un alimentador

**XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE**  
23 y 24 de Junio 2022

trabaja en régimen de operación normal si su carga no supera los 240A, tomando este dato como un parámetro para este estudio y diagnóstico de la red.

Por lo tanto, se identifica 18 alimentadores que se encuentran fuera de este rango estandarizado de 240A, sin embargo, realizando un análisis de la realidad de cada uno se constata que existen 7 alimentadores que sobrepasan este valor por apenas 5% y los demás restantes, 11 alimentadores, si tienen valores superiores a 240A y los cuales supera el 5%. Con el fin de indagar más a fondo la realidad de los 11 alimentadores que presentan valores muy superiores a 240A, se realiza el siguiente análisis descrito en la tabla II.



**Figura 1 Curva de la Demanda del 23/02/2021 y 20/09/2021, dato proveído por la gerencia técnica, sección centro de despacho Regional Este.**

### 3.3.2. Metodología utilizada para la implementación del Régimen de Operaciones en alimentadores de la Región Este

Una de las nuevas atribuciones del departamento de Operación es la elaboración de todos los estudios eléctricos como ser: Consultas previas para potencias mayores a 400kVA, Regulación de Tensión y Compensación de Reactivos, definiciones de obras de PAC, ubicación de futuras SS.EE [2,3], entre otros, por tal motivo se puede asegurar que estas herramientas implican una metodología factible para la implementación del Régimen de Operaciones, pues con cada estudio se analiza de forma integral el alimentador en cuestión y sus colindantes, con el fin de que operen de forma óptima, buscando mejorar su perfil de carga, perfil de tensión, solicitando obras o instalaciones de Equipos. Sin embargo, la tarea y factor más relevante es que una vez realizado el estudio se apliquen las acciones sugeridas como ser reconfiguración de la red, instalación de equipos en el sistema, entre otros, lo cual implica un alto nivel de gestión.

Además, para lograr la implementación del régimen de operación en los alimentadores de la región, es fundamental contar con una base de datos actualizada del sistema de distribución de manera a obtener la mayor efectividad en los estudios eléctricos, realizando continuamente el levantamiento de la red digitalizándolo en el software Smallworld.

En el caso práctico, en la actualidad, con la instalación de las llaves Telecomandadas, llevadas a cabo en la Región Este, donde 54 equipos ya fueron instaladas en la zona urbana de Ciudad del Este, se buscó con más ímpetu que cada alimentador trabaje dentro del régimen de operación deseada, realizando transferencias de carga, cambios de conductores, extensión de líneas, etc.

**XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE**  
**23 y 24 de Junio 2022**

Por todo lo expuesto, se afirma que los estudios eléctricos realizados y sus aplicaciones son la metodología más eficiente para lograr la implementación del Régimen de Operaciones en alimentadores de la Región Este.

Tabla I: Demanda máxima registrada en la fecha 20/09/21 en los alimentadores de la Región este.

Centro de Distribución	Alimentador	Demanda (A)	Centro de Distribución	Alimentador	Demanda (A)
ES - ACY	ACY 01	262	SE - NAR	NAR 02	87
	ACY 02	259		NAR 04	243
	ACY 03	152		NAR 05	77
	ACY 04	268		NAR 06	214
	ACY 05	0		NAR 08	81
	ACY 06	207	ES - PBÚ	PBÚ 01	82
	ACY 07	75		PBÚ 02	78
	ACY 08	178		PBÚ 03	160
	ACY 09	123		PBÚ 04	218
SE - APR	APR 02	281	SE - HER	HER 01	230
	APR 03	294		HER 02	246
	APR 04	0		HER 03	246
	APR 05	106		HER 07	76
	APR 06	47		HER 09	105
	APR 08	0	ES - PIH	PIH 01	62
	APR 09	73		PIH 02	236
	APR 10	0		PIH 03	94
	APR 11	162		PIH 04	204
	APR 12	164	ES - IRY	IRY 01	228
	APR 13	0		IRY 02	162
	APR 14	202		IRY 03	132
	IRY 04	69			
	SE - DES	DES 03	180	SE - MPO	MPO 01
DES 04		108	MPO 02		231
DES 05		113	MPO 03		144
DES 08		194	ES - JLM	JLM 01	301
DES 09		228		JLM 02	82
DES 10	219	ES - SGA	SGA 01	192	
SE - K15	K15 02		250	SGA 02	214
	K15 03		325	SGA 03	177
	K15 04		142	SGA 04	27
	K15 05	161	SE - CUR	CUR 01	5
	K15 06	24		CUR 02	166
	K15 07	115		CUR 03	192
	K15 08	137		CUR 04	0
K15 09	152	CUR 05		242	
ES - K30	K30 01	136	SE - JEP	JEP 01	32
	K30 02	162		JEP 02	124
	K30 03	120		JEP 03	120
	K30 04	308		JEP 04	286
	K30 05	0	ES - CAT	CAT 01	48
	K30 06	108		CAT 02	166
	K30 07	262		CAT 03	89
	K30 08	166		CAT 04	85
SE - MCE	MCE 01	74		CAT 05	34
	MCE 02	138		CAT 06	156
	MCE 03	56		CAT 07	144
	MCE 04	201		CAT 08	96
	MCE 05	143		CAT 09	96
	MCE 06	47			
	MCE 07	47			
ES - PFO	PFO 01	0			
	PFO 02	217			
	PFO 03	221			
	PFO 04	165			
	PFO 05	17			
	PFO 06	0			
	PFO 07	150			
	PFO 08	0			
	PFO 09	76			
	PFO 10	238			
	PFO 11	243			
	PFO 12	37			
	PFO 14	190			
	PFO 15	100			
	PFO 16	290			
	PFO 17	253			

**XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE**  
23 y 24 de Junio 2022

Tabla II: Realidad de los Alimentadores que están fuera del rango de Régimen de Operaciones.

Alim.	Demanda (A)	Zona de Influencia	Acciones necesarias
ACY 02	259	Km 5,5 La Blanca, Bo Mburucuya, Bo Ñasaindy y Bo las Mercedes.	Está previsto en el año 2022 la instalación de la SE K08, el cual estará dentro de la zona de influencia de este alimentador, sin embargo, como acción inmediata se puede transferir carga sobre el alimentador PFO 17.
ACY 01	262	Km 4, Che la Reina, Bo Ma Auxiliadora, Bo Belén y Bo Pablo Rojas.	Como acción inmediata se puede realizar la transferencia de cierta carga sobre APR 11, el cual alimenta gran parte del Bo Pablo Rojas y tiene disponibilidad para absorber más carga.
K30 07	262	Ciudad de Santa Rita y alrededores.	Está previsto en el año 2022 la instalación de la ES Santa Rita, el cual desdoblará este alimentador.
ACY 04	268	Bo Don Bosco, km 08 lado Acaray fondo, km 09 lado Acaray – Cárcel de los menores y km 10, lado Acaray.	Actualmente este alimentador asume la carga del ACY 05, por mantenimiento del transformador de Potencia TR 01 de la ES ACY, por lo tanto, una vez regularizado se podrá reconfigurar las cargas de la zona.
APR 02	281.	Área 1, Área 8, Bo Amambay y parte del Área 4.	En esa fecha este alimentador asumía la carga del APR 04, por problemas en la salida de la ES APR, por lo tanto, una vez regularizado se logró reconfigurar las cargas de la zona..
JEP 04	286	Jasy Kañu, Capiibary y parte de Acepar.	Actualmente este alimentador tiene su mayor carga en la ciudad de Capiibary, departamento de San Pedro, a la espera del alimentador nuevo que saldrá de San Estanislao y que alimentará toda la ciudad.
PFO 16	290	Parte de Ciudad Presidente franco, Villa 23 de Octubre y la ciudad de Cedrales.	Actualmente está en obra el PBU 05, el cual alimentara la ciudad de Cedrales, quitando esta carga del PFO 16, logrando así que este alimentador entre dentro del régimen de operación deseado
APR 03	294	Parte del Centro, Bo Catedral, Área 2, Bo San Miguel y Bo Remansito.	Actualmente está en obra una transferencia de carga sobre el APR 14, el cual ayudará a desdoblarse este alimentador.
JLM 01	301	Ciudad de Juan Leon Mallorquín, Juan Emilio O’Leary y Bo las Mercedes.	Actualmente está en obra una nueva línea para un alimentador nuevo JLM 03 que desdoblará el actual JLM 01, quedando sobre este solo la ciudad de Juan Leon Mallorquín.
K30 04	308	Ciudad de Santa Rita y alrededores.	Está previsto en el año 2022 la instalación de la ES Santa Rita, el cual desdoblará este alimentador, en caso de urgencia, se puede transferir carga con los alimentadores PBU 04 y NAR 04.
K15 03	325	km 14 lado Acaray, km 15 lado Acaray, km 18 lado Acaray, Bo María Auxiliadora km 20, hasta el km 22 lado Acaray.	Se presentó una propuesta de reconfiguración de cargas entre K15 03, K15 07, K30 08 y K30 02, logrando así que todos ellos trabajen dentro del régimen de operación deseado.

**XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE**  
23 y 24 de Junio 2022

3.3.3. Casos prácticos que demuestran la eficiencia de la implementación del régimen de operaciones en alimentadores de la Región Este.

El principal indicador que demuestra la eficiencia de la implementación del régimen de operación, es la reacción ante eventos o situaciones de emergencias que requieran transferencia de carga, ya sea por fuera de servicio de alimentadores por averías u obras, fallas en los transformadores de Potencia o fuera de servicio de líneas de transmisión, pues en estas situaciones se evidencian las ventajas de contar con alimentadores que poseen holguras para asumir cargas, reduciendo así el impacto negativo en los clientes y disminuyendo los indicadores de FEP y DEP, aumentando con ello la continuidad y calidad del servicio.

Por lo tanto, en cuanto a casos prácticos, que demuestren esta eficiencia, se expondrá a continuación los más relevantes, en la tabla III.

Tabla III – Casos relevantes donde se realizaron transferencias exitosas.

Evento	Motivo	Fecha	Duración del Evento	Operación Realizada
Salida de los alimentadores APR 09 y APR 13.	Obra de Salema, ubicado cerca del microcentro.	28 de octubre de 2020.	Aprox. 6 meses.	Se transfirió totalmente la carga de los 2 alimentadores afectados, el MCE 04 absorbió la demanda del APR 09, y el MCE 02 absorbió la carga de APR 13.
Salida del alimentador APR 08.	Avería en el conductor subterráneo, a causa de una explosión de la salida subterránea del alimentador APR 08	24 de marzo de 2021	hasta la fecha, la celda se encuentra con interruptor abierto	Inicialmente en la fecha se realizó la transferencia de emergencia de la carga del APR 08 sobre PFO 03, posterior a esto, como la reparación duraría más días, el 27 de marzo se transfirió totalmente la carga del alimentador afectado, al APR 02 y la carga que tenía éste al APR 14.
Fuera de servicio de la LT 66kV - SE DES – TP afectado: TR – 01 y TR – 02 de 30MVA c/u	Mantenimiento de la LT DES 66kV.	09 de mayo de 2021.	Desde las 05:30 a las 13:00.	Se transfirió totalmente la carga de todos los alimentadores afectados, la demanda de DES 03 fue absorbido por APR 02 Y PFO 07, el DES 04 por APR 04, el DES 05 se acopló con el DES 10 y fue transferido al PFO 07, el DES 08 por APR 14 y el DES 09 por el PFO 16.
Indisponibilidad del TP de la ES PIH – TP afectado: TR – 02 de 41,6MVA.	Mantenimiento del Transformador.	09 de mayo de 2021.	Desde las 04:30 a las 15:00hs.	Se transfirió totalmente la carga de 3 alimentadores afectados y uno de ellos se transfirió de forma parcial, realizando las maniobras diferentes maniobras de acoples y transferencia se logró que PIH 01, PIH 02, PIH 03 (Hasta la ciudad de Santa Fe del Paraná) y PIH 04 se transfirieron sobre HER 01, HER 02 y HER 09.



**XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE**  
23 y 24 de Junio 2022

Continuación de la Tabla III – Casos relevantes donde se realizaron transferencias exitosas.

Evento	Motivo	Fecha	Duración del Evento	Operación Realizada
Indisponibilidad del transformador de Potencia de la ES PFO - Transformador de Potencia afectado: TR - 05 de 30MVA	Avería del TR 05 requiriendo reemplazo del mismo	21 de mayo de 2021.	Aprox. 2 meses.	Se transfirió totalmente la carga de los 3 alimentadores afectados, PFO 15 fue absorbido por PFO 08, el PFO 16 por PFO 01 y el PFO 17 por el PFO 06.
Salida del alimentador APR 04	Avería en el conductor subterráneo suelto por retroexcavadora de tercero, en el momento de la búsqueda de avería de cañería de agua	17 de agosto de 2021.	4 días para puesta en servicio del APR 04	Se transfirió totalmente la carga de alimentador afectado, el cual fue absorbido por el APR 02 y la carga que tenía este alimentador resultó absorbido por el PFO 03.
Salida del alimentador PFO 05	obra de cambio de conductor sobre el alimentador PFO 05	22 de agosto de 2021	hasta la fecha	Se transfirió totalmente la carga de alimentador afectado, el cual fue absorbido por el PFO 17 y ACY 01, pues la obra de cambio de conductor afecta desde la salida de la estación.
Indisponibilidad del transformador de Potencia de la ES ACY. - Transformador de Potencia afectado: TR - 01 de 20MVA.	Avería en el transformador de potencia.	04 de octubre del 2021	Hasta la fecha.	Se transfirió totalmente la carga de los 3 alimentadores afectados, el ACY 04 absorbió la demanda del ACY 05, el ACY 03 y MCE 04 compartieron cargas para absorber la de ACY 08 y por último HER 03 absorbió la carga de ACY 09.
Salida del alimentador PFO 16	Motivo: Interruptor de 23kV averiado	06 de octubre de 2021	Aprox. 7 días.	Se transfirió totalmente la carga del alimentador afectado, el PFO 17 absorbió la demanda y la carga de éste fue transferido al PFO 06

### 3.4. Conclusión:

La mejora continua del desempeño de los alimentadores a través de los estudios de distribución y posterior aplicación de correcciones es una ardua labor que lleva a la excelencia del servicio, lo cual se anhela para una institución tan prestigiosa como la ANDE. Desde el Departamento de Operación de Distribución Regional Este se apuesta a alcanzar esta excelencia de servicio a través de la implementación el régimen de operación normal en la totalidad de los alimentadores pertenecientes a la región.

**XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE**  
**23 y 24 de Junio 2022**

El objetivo no es una tarea simple, sin embargo, al implementarlo en todos los alimentadores, simplifica y optimiza las operaciones a ser realizadas en el sistema de distribución de energía. Como se pudo visualizar en los casos prácticos, contar con alimentadores con holguras, hace que los indicadores de calidad se mejoren y que los clientes sientan mucho menos los cortes de energía que ocasionan las fallas.

Considerando la implementación del régimen de operación en los alimentadores de la región como una herramienta para la optimización de la gestión de operación se logra cuanto sigue:

- Contar con una base de datos actualizada de cada red que pertenece al sistema Este.
- Definir mejoras a corto, mediano y largo plazo en cada alimentador estudiado.
- Mejorar los indicadores de FEP, DEP y PENF.
- Dar rápida respuesta de reposición del servicio en caso de fallas o averías que involucren los alimentadores de la región.
- Absorber carga de alimentadores colindantes en caso de indisponibilidad del transformador de potencia o fuera de servicio de la línea de transmisión.

Por lo tanto, se demuestra que por medio de los estudios eléctricos, sus aplicaciones en campo y la implementación del régimen de operación en los alimentadores se aumenta la confiabilidad, la continuidad y eficiencia de los mismos, mejorando así sus indicadores de FEP y DEP.

### 3.5. Recomendaciones:

Posterior a este análisis realizado al sistema de distribución Regional Este se recomienda como seguimiento a este estudio:

1. Determinar la ampacidad de cada alimentador de la Región Este identificando el valor equivalente al 60% de forma individual.
2. Identificar el porcentaje de mejora en cuando a índices de calidad al trabajar en régimen de Operación.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Estandarización del Régimen de Operación para Alimentadores Urbanos de 23 kV, H. Yambay y C. Rodríguez, ANDE, 2020.  
[2] Plan Maestro de Distribución 2021-2030, ANDE, 2021.  
[3] Plan Maestro de Transmisión 2021-2030, ANDE, 2021.