



**UNIVERSIDAD DE CUENCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE ELÉCTRICA**

**"SISTEMAS DE SIMULACIÓN PARA LA OPERACIÓN  
DE REDES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN EN  
TIEMPO REAL"**

Trabajo de Titulación previo  
a la obtención del título de  
Ingeniera Eléctrica.

**Autora:**

Andrea Nathali Bermeo Ochoa  
C.I.: 0105704563

**Directora:**

Ing. Alba Carmita Fernández Avilés, Msc.  
C.I.: 0102195260

**Tutora:**

Ing. Alba Carmita Fernández Avilés, Msc.  
C.I.: 0102195260

Cuenca-Ecuador  
2018



## RESUMEN

En la actualidad el suministro de energía eléctrica debe cumplir los estándares de calidad y confiabilidad. Razón por la cual los sistemas de control juegan un papel primordial. El presente trabajo tiene como objetivo principal comparar los sistemas Cymdist y ADMS. Se realiza una descripción del sistema Cymdist, el mismo que fue implementado en el año 2002 en la CENTROSUR, luego se explica el sistema ADMS, el mismo que en el año 2010 fue adquirido por el Ministerio de Electricidad con el objetivo de reforzar la operación de la red, la planificación operacional y optimización, entre otros. Después de la explicación de los sistemas, se realiza una comparación de los mismos, para lo que: se corren flujos, se obtiene la caída de voltaje en el mismo ramal (S/E 03, 07, 08) en ambos programas y finalmente se realiza la transferencia de la S/E 03, se debe recalcar que en ambos programas se realizan las mismas maniobras.

PALABRAS CLAVES: ADMS, CYMDIST, Caída de voltaje, CENTROSUR, Transferencia SE03



## ABSTRACT

Currently, the supply of electrical energy must meet the standards of quality and reliability. Reason why control systems play a key role. The main objective of this work is to compare the Cymdist and ADMS systems. First a description of the Cymdist system is made, the same one that was implemented in the year 2002 in CENTROSUR, later, an explanation of the ADMS system is performed, which in 2010 was acquired by the Ministry of Electricity with the aim of strengthening the operation of the network, operational planning and optimization, among others. Then, a comparison of both systems is made, for which: power flows are studied, the voltage drop is obtained in the same branch (S/E 03, 07, 08) in both programs, and finally the transfer of S/E 03 is analyzed, it must be emphasized that in both programs the same load transfers are carried out.

KEY WORDS: ADMS, CYMDIST, Voltage Drop, CENTROSUR, S/E 03 Transfer



## Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CYMDIST .....	14
3. SISTEMA ADMS.....	22
4. ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS CYMDIST Y ADMS.....	37
4.1. FLUJOS DE CARGA .....	37
FLUJOS DE CARGA EN CYME .....	37
FLUJOS DE CARGA EN ADMS .....	39
4.2. CAÍDA DE VOLTAJE EN LOS ALIMENTADORES.....	46
CAÍDA DE VOLTAJE EN LOS ALIMENTADORES, EN EL SISTEMA CYMDIST.....	46
CAÍDA DE VOLTAJE EN LOS ALIMENTADORES, EN EL SISTEMA ADMS. ....	47
4.3. TRANSFERENCIA DE CARGA DE LA SUBESTACIÓN 03.....	49
TRANSFERENCIA DE LA SUBESTACIÓN 03 EN EL SISTEMA CYMDIST.....	57
TRANSFERENCIA DE LA SUBESTACIÓN 03 EN EL SISTEMA ADMS .....	58
5. CONCLUSIONES .....	60
6. BIBLIOGRAFÍA.....	64
ANEXO 1 .....	66
ANEXO 2 .....	82
ANEXO 3 .....	93
ANEXO 4 .....	99
ANEXO 5 .....	102
ANEXO 6 .....	104



## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Andrea Nathali Bermeo Ochoa, autora del trabajo de titulación **“SISTEMAS DE SIMULACIÓN PARA LA OPERACIÓN DE REDES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN EN TIEMPO REAL”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, abril de 2018

Andrea Nathali Bermeo Ochoa  
C.I.: 0105704563



## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Andrea Nathali Bermeo Ochoa en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "**SISTEMAS DE SIMULACIÓN PARA LA OPERACIÓN DE REDES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN EN TIEMPO REAL**", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, abril de 2018

---

Andrea Nathali Bermeo Ochoa  
C.I.: 0105704563



### Cláusula de Derechos de Autor

---

La tutora de Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. certifica que el Trabajo de Titulación "SISTEMAS DE SIMULACIÓN PARA LA OPERACIÓN DE REDES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN EN TIEMPO REAL.", ha sido desarrollado por la estudiante Andrea Nathali Bermeo Ochoa con C.I: 0105704563.

Cuenca, abril de 2018.

---

Ing. Alba Carmita Fernández Avilés  
TUTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN



### Cláusula de Derechos de Autor

---

Certifico que el Trabajo de Titulación " SISTEMAS DE SIMULACIÓN PARA LA OPERACIÓN DE REDES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN EN TIEMPO REAL. " ha sido desarrollado por la estudiante: Andrea Nathali Bermeo Ochoa con C.I: 0105704563.

Cuenca, abril de 2018.

---

Ing. Alba Carmita Fernández Avilés  
DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN





## **AGRADECIMIENTOS**

Mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que de una y otra manera colaboraron en la culminación de este Trabajo de Titulación de manera muy especial a la Ing. Alba Fernández, al Ing. Felipe Saldaña y al Ing. Víctor Ayala, muchas gracias por su paciencia.



## 1. INTRODUCCIÓN

En los años 1990 el porcentaje de la población que tenía acceso al servicio de electricidad era del 75%, pero las condiciones de calidad y continuidad no eran las óptimas, debido a que no se tenía un sistema de supervisión y control. El no poseer este tipo de sistemas, generaba altas pérdidas de energía, altos índices de corte y elevadísimas pérdidas económicas. En los últimos años el nivel de electrificación de la población ha crecido al 98%, pero, además, la tecnología ha evolucionado en gran medida, lo que ha permitido que los sistemas de control y operación también evolucionen.

El Sistema Eléctrico de Potencia (SEP) está compuesto de Generación, Transmisión y Distribución, siendo los Sistemas de Distribución los más complejos. La generación es la parte del SEP que se encarga de suministrar la energía, la misma que puede venir de distintas fuentes, ya sean renovables o no renovables. El Sistema de transmisión es el encargado de transportar la energía generada hasta las subestaciones. El sistema de distribución se puede definir como un conjunto de elementos de una red, que arranca en una subestación donde se reduce el nivel de voltaje y termina en los consumidores finales. Los alimentadores, llevan el flujo de potencia a los transformadores de distribución, y estos a su vez, llegan a los consumidores finales. El suministro de energía se lo debe realizar cumpliendo ciertos parámetros, como son confiabilidad, calidad y continuidad.

En la sociedad actual en la cual el servicio de energía eléctrica es de carácter básico, no se puede permitir interrupciones del mismo. Con la finalidad de garantizar la continuidad del servicio de energía eléctrica y el



buen funcionamiento de las redes, las empresas de generación, transmisión y distribución, están obligadas a cumplir con estrictos estándares de calidad. Así ante eventos que producen la interrupción del servicio de energía eléctrica, se debe determinar, en el menor tiempo posible, la causa y tomar decisiones rápidas para restablecer el servicio eléctrico, con el objetivo de minimizar el tiempo de interrupción y disminuir los costos económicos, asociados a estas interrupciones.

Para que un Sistema de Distribución pueda ser confiable, debe tener la posibilidad de realizar transferencias de carga entre alimentadores. Una transferencia de carga se debe realizar cuando se necesita dar mantenimiento a una parte de la red, o cuando ha ocurrido una falla. Muchas veces las frecuentes ampliaciones que se realizan en los sistemas, dificultan la tarea de reconfiguración que se ejecuta cuando sucede alguna contingencia, pudiendo dar lugar, entre otros, a sobrecargas, lazos indeseados, etc.

En la operación del Sistema de Distribución, se persigue un objetivo fundamental, que es mantener la continuidad y calidad del suministro de energía minimizando los tiempos de interrupción. Con este objetivo y con el desarrollo tecnológico de las comunicaciones y de sistemas de control, las empresas eléctricas han implementado centros de control con sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) que permitan la supervisión, el control y la adquisición de datos en tiempo real, de los equipos de corte y maniobra instalados en la red.

La Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. (CENTROSUR), a nivel de país es una de las pioneras en este tipo de innovaciones. En el año 1996



implementó y consolidó un centro de control con un sistema SCADA, que permitía supervisar y controlar las subestaciones del Azuay y Cañar. El sistema fue actualizado en 2005 con el cambio en las subestaciones de los relés electromecánicos por IED (Intelligent Electronic Device) o relés inteligentes. Algunas subestaciones fueron equipadas con sistemas de automatización SAS (Substation Automation System). Finalmente, se ha realizado una planificación orientada a mejorar la confiabilidad del sistema, mediante la utilización de esquemas FLISR (Fault Location, Insolation and Service Restoration) que permite de forma automática localizar la falla, aislarla y restablecer el servicio eléctrico (Landázuri Paredes, 2016).

En el año 2002 adquirió el Sistema Cymdist, el mismo que hasta el 2004 ya se encontraba completamente implementado. Este programa contiene todas las redes, en medio y bajo voltaje, de la Empresa, facilitando la planificación. Si bien este programa ha sido utilizado básicamente para la planificación, posee más módulos, los mismos que están orientados a distintos aspectos de la distribución como es a la coordinación de protecciones.

En el año 2010 el Ministerio de Electricidad lanza un proyecto a nivel nacional, para implementar un Modelo Único de Gestión para las Empresas de Distribución Eléctrica. El principal objetivo de este programa es mejorar la gestión de dichas empresas, mediante la estandarización y la homologación de procesos, procedimientos, semántica, equipos y dispositivos inteligentes. Como parte de este proyecto se adquiere el sistema ADMS (Advanced Distribution Management System), con el objetivo de reforzar la operación de la red, la planificación operacional y optimización, entre otros.

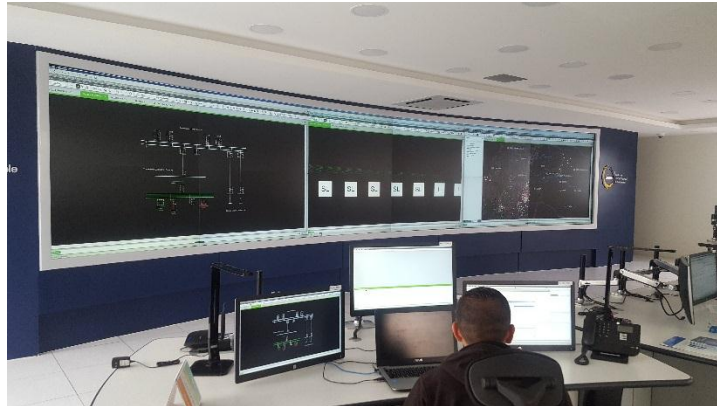


Imagen 1.1 Centro de Control Nacional ADMS Quito (FUENTE: Autor)

El sistema ADMS es un sistema de tiempo real, diseñada por Schneider Electric, para dar una solución unificada de DMS (Distribution Management System), SCADA, OMS (Outage Management System) y MWM (Mobile Workforce Management System). Proporciona funciones avanzadas de supervisión, análisis, control, optimización y planificación. Además, posee algoritmos de optimización Volt/VAR, FLISR, restauración del servicio, manejo de incidentes, supervisión del trabajo en campo, entre otros (Fernández Aviles, 2015).

La importancia del presente trabajo de titulación, radica en el hecho, de que, en la actualidad, la CENTROSUR, se encuentra implementando el sistema ADMS, sistema que tiene un módulo de simulación que permite hacer estudios en tiempo real, por lo que, se requiere tener parámetros comparativos con el Cymdist, sistema utilizado actualmente.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CYMDIST

El software CYME contiene una serie de herramientas de simulación que ayudan a enfrentar los desafíos de la planificación y la operación de redes eléctricas. Permite la creación de redes equilibradas o desequilibradas, de redes secundarias, de subestaciones, de redes de distribución de baja tensión, y sistemas de Corriente Continua. Las redes pueden ser representadas de forma esquemática o geográfica. En la pantalla principal de visualización (imagen 2.1) se presenta la red seleccionada y una serie de controles que le permiten al usuario hacer ajuste a las vistas (CYME).

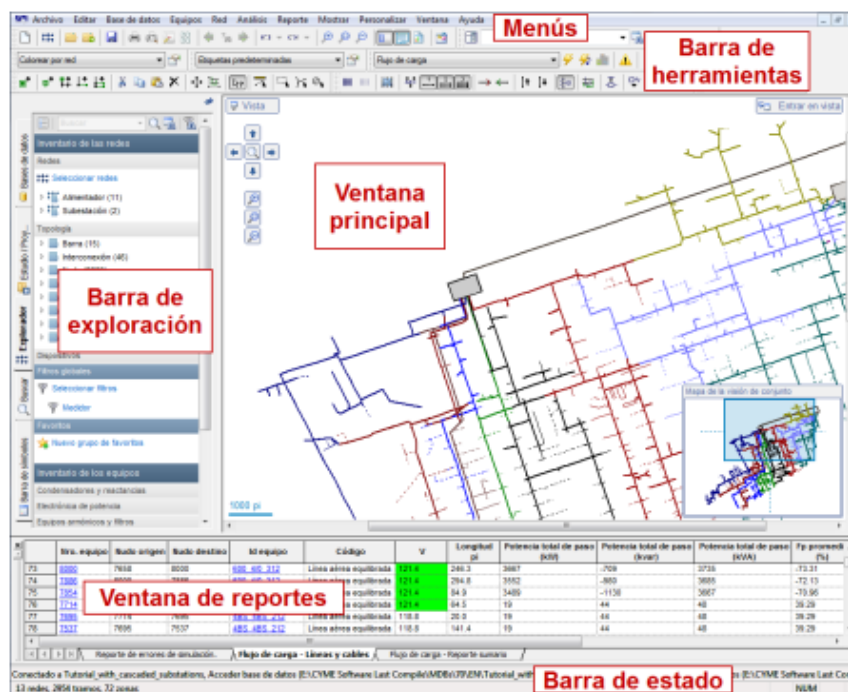


Imagen 2.1 Ventana principal Cymdist (FUENTE: CYME)

En este sistema, el tramo es considerado el pilar de la red. Los nudos vienen representados como marcas circulares, que permiten conectar los tramos entre sí y no tiene ningún valor eléctrico. El tramo puede venir

representado por tres partes: lado fuente, lado conductor y lado carga. Al tramo se lo identifica por su nombre, el mismo que debe ser único, se le puede definir la fase y asociarlo a una zona determinada. El tramo permite agregar un punto de interrupción, agregar un nudo intermedio, aplicar una falla, visualizar el historial de fallas, convertir en doble circuito, permite configurar las opciones de visualización. El nudo, puede ser visualizado como una barra y permite incluir la corriente nominal de la barra en las condiciones anormales para el cortocircuito. Así como al tramo, se le asigna un nombre único, con el nudo se procede de la misma forma, y además puede ser incluido dentro de una zona, muestra la tensión nominal del transformador o de la fuente aguas arriba.



Imagen 2.2 Nodo Cymdist (FUENTE: CYME)

En la barra de menú principal se encuentran todos los comandos autorizados por la licencia. La barra de herramientas contiene las principales funciones de edición, navegación y análisis.



Imagen 2.3 Barra de Menú Principal Cymdist (FUENTE: CYME)

La barra de exploración posee distintas pestañas entre las que se encuentran (CYME):

- Bases de Datos: incluye los comandos y conexiones a la base de datos, la sección de repositorio, agrupa los estudios que han sido importados.

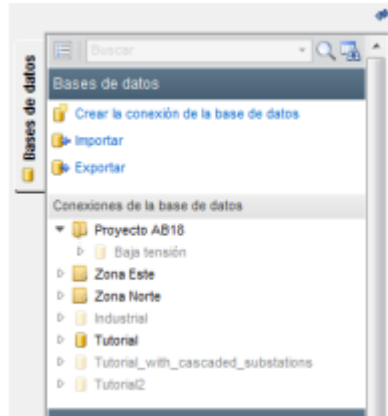


Imagen 2.4 Pestaña Bases de Datos Cymdist (FUENTE: CYME)

- Barra de símbolos: construye o modifica la red, contiene elementos como cables, barras, generadores, transformadores, motores y cargas, condensadores y reactancias, elementos de maniobra y protección y además elementos de electrónica de potencia.
- Explorador: carga y presenta en la pantalla las redes, lo que incluye alimentadores, subestaciones, redes secundarias y sub redes.
- Mostrar: permite seleccionar las capas de visualización.
- Monitoreo del conmutador: verifica y monitorea el estado de los dispositivos de maniobra disponibles en la red.
- Condición anormal: da un listado de todas las condiciones anormales de la red después de haber ejecutado un análisis. Se indica el tipo de dispositivo, el tipo de condición y dan un hiperenlace para localizar el dispositivo.
- Mapa de fondo: visualiza un mapa detrás del diagrama unifilar, el programa permite varios formatos.
- Buscar: busca los elementos y los equipos de la red.





- Gráficos: permite ingresar y visualizar los gráficos y los resultados obtenidos. También permite generar los gráficos de los resultados de análisis que posean esta opción.
- Estudio/Proyecto: abre los estudios y brinda detalles del estudio, así como permite guardar y mostrar los detalles de las modificaciones.

La barra de herramientas posee (CYME):

- En la barra principal, se puede seleccionar redes, abrir y guardar el estudio, presentación preliminar, mostrar la zona de impresión, ir aguas arriba, deshacer y rehacer cambios, acercar, alejar y encajar en ventana.
- La barra buscar permite definir el campo de búsqueda, y editar las opciones de búsqueda.
- La capa de codificación por colores, permite editar las capas existentes o crear nuevas capas.
- La capa de etiquetas, muestra lista de las capas de los tipos de dispositivos seleccionados, permite agregar, modificar o suprimir capas.
- En la barra de simulación, se puede ejecutar la simulación, análisis por lotes, mostrar condiciones anormales, mostrar reportes, el resumen de la red, y abrir navegador de gráficos.



Imagen 2.5 Barra de Simulación Cymdist (FUENTE: CYME)

- Las unidades del sistema, permite seleccionar el sistema de unidades a utilizarse.

- La barra de herramientas de edición, permite agregar fuente, agregar una red, agregar un tramo, crear un circuito doble, cortar, copiar, pegar, eliminar, desplazar y abrir el cuadro de propiedades.



Imagen 2.6 Barra de Herramientas de Edición Cymdist (FUENTE: CYME)

- La pestaña mostrar, posee las opciones de mostrar las líneas o los puntos de la cuadrícula de la pantalla, la dirección de la fase, mostrar los tramos monofásicos, bifásicos y trifásicos, exhibir la dirección del flujo de la potencia activa y de la potencia reactiva, resalta el circuito lado carga o lado fuente del tramo seleccionado. Además, muestra todos los instrumentos de protección y todas las conexiones.
- La pestaña de análisis, permite realizar el análisis de flujo de carga, de cortocircuito, de distribución de carga, de los dispositivos de protección, evaluación de la confiabilidad, dinámica a largo plazo, balance de cargas, ubicación óptima de condensadores, optimización de la configuración de redes eléctricas, armónico, estabilidad transitoria y flujo de carga óptimo.



Imagen 2.7 Pestaña de Análisis Cymdist (FUENTE: CYME)

- La barra de modelo de carga, muestra una lista de modelos de carga, permite crear los nombres de los modelos de carga y los tipos de clientes.
- La barra base de datos, permite administrar la base de datos, conectar o desconectar la misma, actualizar la red, importar y

exportar datos, así como, suprimir la configuración de la base de datos.

- La barra de herramientas de edición avanzadas, permite insertar un tramo, dividir un tramo, asignar una zona, eliminar zona, rotar el tramo, crear interconexión, desconectar, abrir o cerrar un dispositivo de interrupción, calcular longitud y renombrar automáticamente.

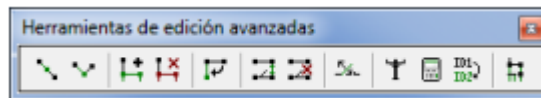


Imagen 2.8 Barra de Herramientas de Edición Avanzada Cymdist (FUENTE: CYME)

- El instrumento de dibujo, permite activar las herramientas de dibujo, dibujar distintas formas y líneas.
- La barra de zoom, contiene las opciones de acercar, alejar, encajar en la ventana y zoom previo.
- La barra de diseño de página, permite agrandar o reducir el tamaño del diagrama unifilar en la página y define la orientación de la página.
- La barra Mapa, posee: un multiexplorador de los mapas de fondo, un localizador del punto X y Y, y seleccionar el mapa de fondo.
- La barra Python, permite ejecutar el Script Python, abrir el cuadro de herramientas, abrir la consola Python y el editor Python.

El sistema CYME permite seleccionar un grupo de elementos y aplicar cambios en forma global. Los elementos que se pueden manipular son dispositivos, tramos, nudos, barras y redes.

En la pestaña parámetros del sistema, se puede realizar la configuración global de la red, como es la frecuencia, la tensión y la potencia de base, la



temperatura de funcionamiento del conductor, resistividad promedio de tierra y el modelo de retorno por tierra.

La herramienta de administrador de perfiles de carga, es una herramienta de planificación, que permite efectuar el análisis de flujo de carga con perfiles de carga por rango de tiempo, utilizando los datos recopilados y la combinación de modelos de consumo histórico.

El menú Editar, permite cargar y modificar los datos del diagrama unifilar. Posee comandos como: deshacer, rehacer, buscar, localizar selección, cálculo de distancia, seleccionar, adicionar o editar tramos, redibujar el diagrama unifilar, eliminar tramos o zonas de la ventana (CYME).

CYME es un programa muy poderoso para el análisis de las redes eléctricas, que posee una alta confiabilidad en sus resultados, pero depende de la calidad de la información que se ingrese al sistema. El menú base de datos, permite crear, cambiar, copiar y eliminar bases de datos, además de ayudarle a administrar la base de datos del proyecto. El sistema acepta diferentes tipos de bases de datos como: Microsoft Access, Microsoft SQL Server y Oracle.

El menú de reportes, permite la creación y personalización de los reportes. Se pueden visualizar reportes de datos de entrada, el resumen de la red, el resumen del estudio y el reporte de reglas de validación de datos y reportes de análisis realizados. Posee la opción para poder ver los reportes por tipo, o todos los reportes a la vez.



El sistema CYME posee la posibilidad de personalizar la pantalla. El comando opciones de visualización, permite realizar los cambios que se desee realizar en la pantalla y escoger la información que se necesite visualizar. Se puede seleccionar las capas que se desean visualizar en el diagrama unifilar, así como se puede personalizar los símbolos.

Entre los diversos estudios que se pueden realizar en el sistema CYME, se encuentra el análisis de flujo de carga y de caída de tensión. Esta es la herramienta base para el análisis de planeamiento, y diseño de un sistema eléctrico de potencia. El programa permite crear plantillas para realizar el análisis, de esta manera se simplifica el estudio de distintos escenarios

### 3. SISTEMA ADMS

El sistema ADMS, está diseñado para permitir el control y manejo eficiente de la distribución eléctrica. El sistema abarca varias partes fundamentales: PCS (Control y monitoreo de la producción), SCADA, DMS, OMS Y DRMS (Demand Response Management). Entre las ventajas más importantes que nos presenta este sistema se puede mencionar, que, por ser una única plataforma, se reducen los costos; además, posee un único modelo, lo que reduce el tiempo de mantenimiento; facilita el manejo del sistema a los operadores, ya que cuenta con un único interfaz; el sistema es confiable y muy seguro. Además, provee soluciones para el monitoreo y control en tiempo real del sistema; modelos matemáticos del sistema; manejo eficiente de las fallas, mejorar de los niveles de voltaje, así como, un análisis instantáneo del sistema (Fernández Aviles, 2015).

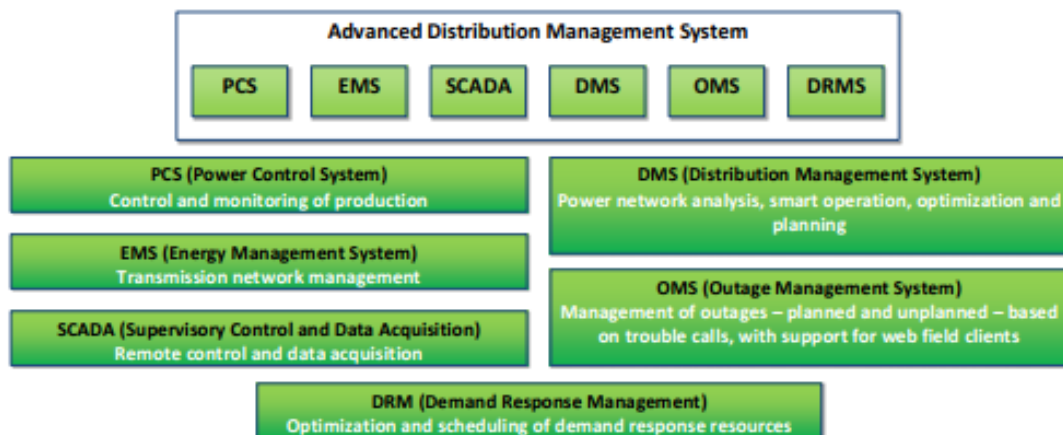


Imagen 3.1 Esquema Sistema ADMS (FUENTE: Telvent ADMS)

El sistema ADMS puede ser visto como un servicio basado en estándares que facilitan la integración, que permite el intercambio de información con los sistemas ofrecidos por otras empresas. La arquitectura del programa,



consiste en subsistemas independientes, segmentados en entornos diferentes, con la ventaja de que la información se encuentra sincronizada con todos los subsistemas (Telvent ADMS).

El subsistema DMD (Dynamic Mimic Diagram) es la interfaz del usuario, que permite visualizar el suministro del servicio y las subestaciones de distribución, las líneas de alto voltaje, medio voltaje y bajo voltaje. El DMD permite la visualización de las redes de distribución de dos formas: un modo geográfico y otro de diagramas esquemáticos. Esta interfaz puede ser ejecutado en tiempo real o en modo simulación. Entre las funcionalidades básicas del DMD se encuentran (Schneider Electric, 2015):

- Visualización esquemática, geográfica y SCADA.
- La visualización de los elementos, depende del zoom aplicado.
- Búsqueda fácil y rápida de los elementos por el nombre o el tipo.
- Múltiples ventanas pueden ser utilizadas en el mismo monitor.
- Vista detallada de los elementos de la red.
- Manipulación de los equipos mediante comando, utilizando la ventana SCADA.
- Impresión y exportación de diagramas y reportes.

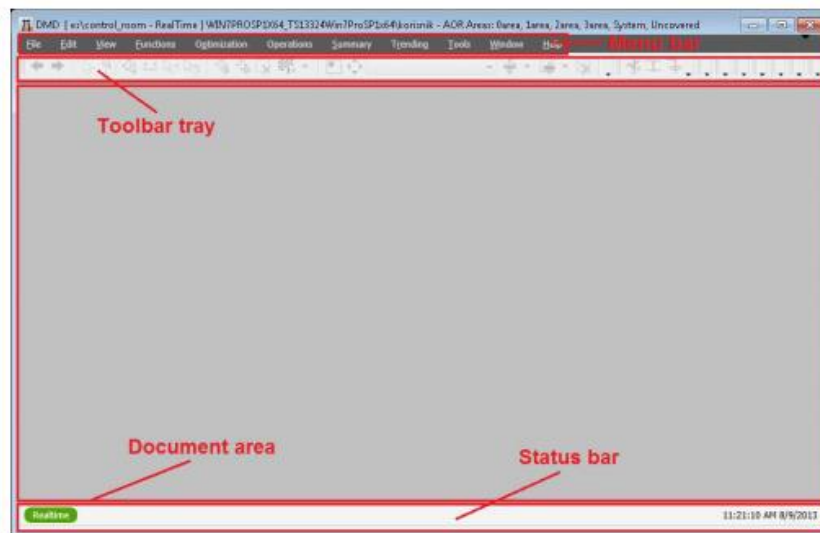


Imagen 3.2 Interfaz DMD (FUENTE: Telvent ADMS)

La interfaz DMD está compuesta por: la barra de menú principal que contiene todos los comandos de la aplicación, la bandeja de herramientas que es una pestaña donde se encuentran todas las herramientas, la barra de estados que se encuentra en la parte inferior y muestra el estado de la aplicación, el área de documentos donde se puede visualizar los archivos y las ventanas acoplables que son usadas para proporcionar información adicional.

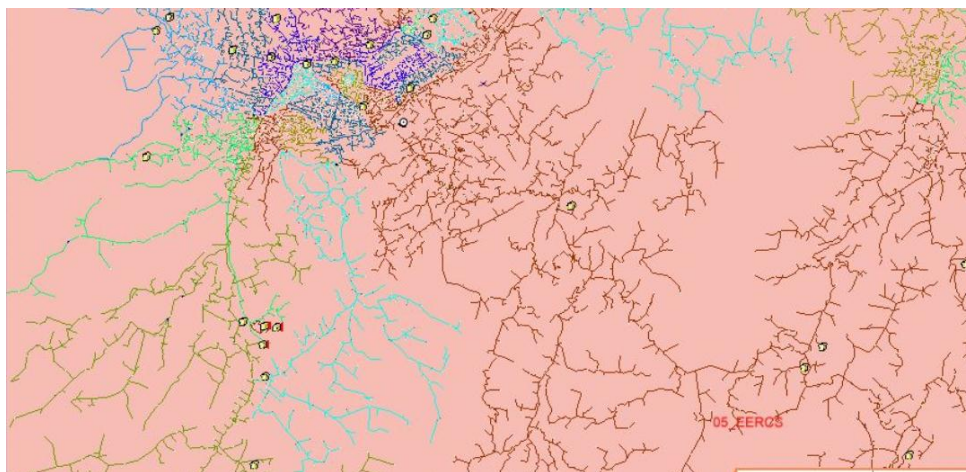


Imagen 3.3 Vista Geográfica ADMS (FUENTE: ADMS CENTROSUR)



El aplicativo permite tener varias visualizaciones de la red. La vista geográfica (imagen 3.3) muestra los elementos de la red de acuerdo con su posición geográfica. También, se puede visualizar la subestación (imagen 3.5), mediante el diagrama unifilar. La vista ortogonal (imagen 3.4) muestra un gráfico esquemático de partes de la red o de la red completa. Además, la vista de un circuito único, muestra todos los equipos importantes para el alimentador seleccionado.

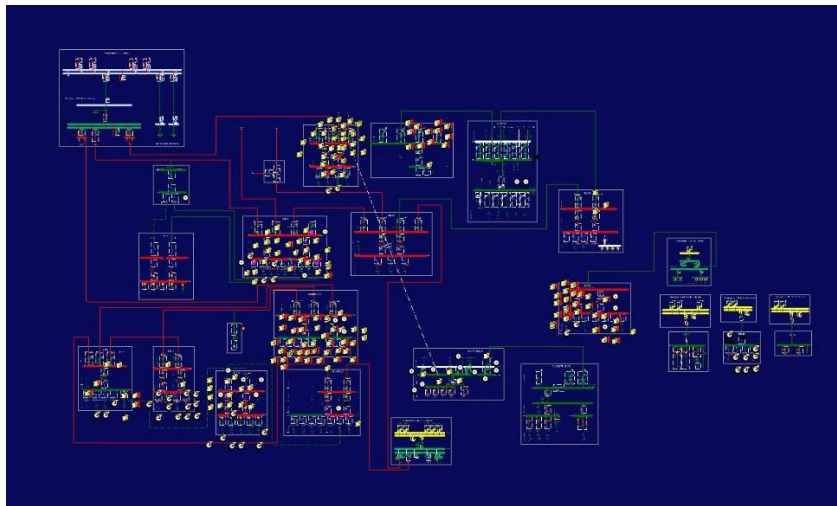


Imagen 3.4 Vista Ortogonal ADMS (FUENTE: ADMS CENTROSUR)



Imagen 3.5 Vista de Subestación ADMS (FUENTE: ADMS CENTROSUR)



El sistema ADMS posee distintos modos de interacción, como el modo de manipulación, el modo zoom, la herramienta de longitud. Además, se puede buscar elementos dentro de la red, según el tipo de elemento, la búsqueda de texto o localizar solo en vistas abiertas.

**El Network Builder** es una interfaz gráfica que es utilizado para crear o editar una red eléctrica. Se puede crear, editar y eliminar valores de los elementos de una red. Además, posee los siguientes subsistemas (Schneider Electric, 2015):

- Network View Editor, es una herramienta gráfica utilizada para la creación del diagrama de la red.
- Edit Toolbox, posee 2 funciones, Edit Electrical, que el momento que se importa un elemento, se crea su representación gráfica; y Edit graphical, se utiliza el momento en el cual el elemento ya posee una representación gráfica.
- Catalog Editor: permite la creación, eliminación y edición de catálogos.
- Symbol Editor permite crear o modificar las formas de los elementos de la red de distribución.

**El DMS Analytical Applications System** es considerado la parte inteligente del software. Es un sistema que posee un software sofisticado y algoritmos que permiten el diseño más eficiente, una operación óptima y la toma de decisiones, basándose en todo el equipamiento instalado en la red. Esta aplicación prácticamente hace posible la realización de todas las tareas técnicas en las siguientes aplicaciones (Schneider Electric, 2015):



- **Core DMS applications:**
  - Network Model (Modelo de la Red), es la aplicación base para ejecutar todas las funciones DMS, contiene toda la información necesaria sobre la topología de la red. Además, contiene la información geográfica exportada del GIS.
  - Load Flow (Flujo de Cargas), usada para el cálculo del estado estacionario de la red radial de media tensión. Los resultados de una red balanceada se representan en una sola fase, mientras que en el caso de una red desbalanceada se representan en por fase. Los resultados que se pueden obtener son: intensidad, potencia reactiva, potencia aparente, factor de potencia, tensión, temperatura y tensión de línea. El color de los resultados indica su calidad, así tenemos que el verde representa una buena calidad, el amarillo una calidad cuestionable y el rojo una mala calidad.
  - State Estimation (Estimador de Estados), proporciona una evaluación de las cargas en todos los nodos del sistema. Considera para su estudio los datos remotamente monitorizados, y los perfiles de carga son obtenidos de los datos históricos de consumo. La aplicación puede ejecutarse en redes en las que se conoce datos históricos de perfiles de carga y sensibilidad de tensión, así como en redes en las que no se tiene datos históricos, donde se utiliza la potencia nominal de los transformadores de distribución. Los resultados de la aplicación se encuentran disponibles en cada nodo, línea y estado del dispositivo; se los puede visualizar gráficamente o en forma de reporte. Posee la opción de coloreado de elementos de la red, de acuerdo con los resultados de calidad del estimador de estado.



- Performance Indices (Índices de rendimiento), detecta violaciones, estados de las alarmas y proporciona una percepción del estado de la red.

- **Network Operation Control Applications:**

- Switching Validations (Validación de maniobras), permite a los operadores tener una visión de las consecuencias de realizar algún cambio en el sistema.
- Topology Analyzer (Analizador de Topología), provee una visión de la topología actual del sistema de distribución, es una herramienta general para varios análisis de las redes que se encuentran representadas en forma de grafos.
- Temporary Elements (Elementos temporales), introduce cambios temporales al modelo eléctrico con el objetivo de alterar temporalmente la conectividad. Se puede conectar nodos, desconectar nodos, aumentar un generador, aumentar un capacitor o reemplazar un transformador averiado.
- Tracing (Rastreo), implementa un rastreo topográfico desde un punto seleccionado e ilumina los elementos dentro del recorrido.
- FLISR (Localización de falla, aislamiento y restauración del suministro), es una herramienta utilizada para detectar, localizar, aislar fallas y restaurar el suministro de servicio. Puede ser utilizado en modo manual, semi-manual y automático. Esta aplicación permite utilizar todo el equipamiento para minimizar la duración de la interrupción.
- Fault Location (Localización de falla), calcula la localización de la falla mediante el análisis del patrón de la falla, la información disponible en tiempo real de los dispositivos de



campo, las magnitudes de la falla en distintos lugares del alimentador. No se utiliza para la localización de las fallas producto de fusibles fundidos y actividades de deslastre de cargas. Se puede determinar la corriente de falla, el tipo de falla y las fases de falla.

- Element Insolation (Aislamiento de falla), determina cuales maniobras son necesarias para aislar el elemento seleccionado, permite definir el tipo de equipo a utilizarse para aislar el elemento afectado. Es ejecutado luego de que una falla ha ocurrido, así como cuando es necesario realizar pruebas en elementos energizados.
- Supply Restoration (Restauración del suministro), utilizados para determinar los pasos óptimos para restaurar el servicio. Se puede utilizar durante condiciones de falla o durante un mantenimiento planeado. Se lo puede utilizar en redes de medio voltaje balanceadas o desbalanceadas, radiales o poco malladas. Para determinar los pasos óptimos, se toma en cuenta el costo, la reserva en las líneas, la calidad del voltaje, las pérdidas y la carga des-energizada.
- Large Area Restoration, determina el procedimiento para energizar una amplia parte del sistema, la misma que permaneció desenergizada después de una falla. Permite al operador tomar la decisión basado en las prioridades de restauración del servicio.
- Switching Management (Gestión de maniobra), grupo de herramientas utilizadas para crear, modificar, validar e imprimir la lista de las maniobras y las órdenes de cambio. Posee un grupo de herramientas y una lista de cambios a realizarse en tiempo real o en simulación.



- Crew Management (Gestión de cuadrillas), mantiene un registro de la localización de la cuadrilla, apoya los flujos de trabajo relacionados con el equipo de trabajo y guarda los cambios cronológicos relacionados con el mismo.
- Distributed Generator Management (Gestión de generación distribuida), conjunto de funciones utilizadas para el manejo de generadores distribuidos. Provee informes con apropiadas acciones de control.
- Load Shedding (Deslastre de carga), maneja diferentes tipos de disturbios que pueden ocurrir por una ausencia de generación o sobrecargas. Su objetivo es deslastrar carga bajo condiciones de emergencia, así como la restauración de la carga después de recuperar las condiciones del sistema. La aplicación propone una desconexión de carga para mantener la estabilidad del sistema dentro de unos límites razonables con pérdida mínima de ingresos.
- Work Order Management (Gestión de órdenes de trabajo), destinado al manejo de los procedimientos de conmutación y todas las actividades relacionadas a trabajos de mantenimiento planeados. Se puede visualizar la ubicación de la cuadrilla y los pasos que se deben realizar.
- Under-Load Switching (Transferencias bajo carga), simula el proceso de reconfiguración del sistema bajo carga y ofrece una solución para su operación.
- Load Relief (Alivio de carga), provee múltiples planes para transferir una cantidad específica de carga del circuito a uno adyacente. Cada plan de conmutación es evaluado utilizando el análisis de flujos de carga desbalanceadas.
- Dynamic Equipment Rating, usado para monitoreo y predicción del estado térmico de los elementos de la red. Se



aplica para calcular los rangos térmicos de los transformadores de las subestaciones, de los cables subterráneos y de las líneas aéreas.

- Model Readiness, determina el nivel de preparación de la red de distribución para aplicaciones del ADMS.

- **Network Operation Planning and Optimization:**

- Near Term Forecasting, utilizado para predecir los diagramas de carga para los próximos 15 minutos hasta las 24 horas. Esta herramienta, que se encuentra disponible en el modo simulación, permite la toma de decisiones.
- Short Term Forecasting (Predicción de cargas a corto plazo), utilizado para predecir los diagramas de carga para los próximos días, de 1 a 8 días. Tomando en cuenta los valores estimados del histórico de cargas, valores históricos del clima. El conocer el estado de la red en un momento determinado, permite tomar decisiones en el presente, así como realizar un análisis de lo que puede suceder.
- Electrical Vehicle Monitoring, sirve para monitorizar los vehículos eléctricos y las estaciones de carga localizadas dentro de la red de distribución. Provee información sobre el número y la localización de vehículos eléctricos, su estatus y el consumo de potencia activa.
- Volt/VAR Optimization (Optimización Volt Var), usado para el control en la operación de las redes de distribución. Por lo que, permite el manejo de los voltajes y los flujos de carga reactiva en la red de distribución.



- Network Reconfiguration (Reconfiguración de la red), determina la configuración óptima de una red de distribución radial con el objetivo de optimizar. También, es utilizado para restaurar el servicio de una forma óptima.
  
- **Network Operation Analysis:**
  - Reliability Analysis (Análisis de confiabilidad), utilizado para calcular los índices de confiabilidad del sistema. Los índices dependen de la frecuencia de las fallas, tiempo de despeje de falla y tiempo en el que se ha restaurado el servicio.
  - Fault Calculation (Cálculo de falla), para un tipo de falla elegida y una configuración específica de la red, provee un cálculo detallado de todos los parámetros de falla, así como diferentes tipos de análisis de la red el momento de la falla. Los resultados pueden ser utilizados para analizar el estado de la falla, diseño de la subestación relacionada con el equipo y el sistema de puesta a tierra, verificar la intensidad de los cortocircuitos, verificación de operaciones de protección y sensibilidad.
  - Relay Protection (Protección Relé), utilizado para análisis de operación y sensibilidad, coordinación de protección de relés. Todos los análisis son realizados para un estado específico de la red, una topología, un lugar y una falla específica. La falla puede ser una de los 4 tipos: fase a tierra, fase-fase, fase-fase con tierra, trifásica a tierra. La aplicación trata con los siguientes tipos de protección: relés de intensidad, relés direccionales de sobre-intensidad, relés de distancia, relés diferenciales, reconectadores y fusibles.





- Breaker/Fuse Capacity (Capacidad del fusible), utilizado para comprobar la capacidad de los breakers y fusibles en las redes de distribución. Lo más importante de la aplicación es que permite revisar la capacidad del dispositivo de conmutación para la topología de red dada y considerando un estado de pre-falla.
  - Energy Losses (Pérdidas de Energía), permite calcular las pérdidas de potencia activa y reactiva en las barras de bajo voltaje y medio voltaje, para una configuración especificada y en un periodo de tiempo determinado. La aplicación puede proveer las pérdidas en alimentadores, así como en todos los elementos de la red, por lo que esta aplicación permite identificar las partes más críticas de la red.
  - Harmonic Analysis (Análisis de armónicos), usado para análisis de la influencia de los armónicos en Medio y Bajo Voltaje.
  - Historical application, brinda una visión de las actividades y los eventos ocurridos en la red eléctrica.
- **Network Development Planning:**
    - Long-Term Forecasting, provee un pronóstico de la carga para un periodo de varios años.
    - Medium-Term Forecasting, evalúa los picos de la carga de un área grande o de todo el sistema, para pronosticar los picos para algunos meses.
    - Capacitor Placement (Emplazamiento óptimo de condensadores), permite determinar la ubicación optima, el tipo y el tamaño del banco de capacitores, que deben ser instalados para la compensación de reactivos, reducir pérdidas



de potencia activa, para mejorar el factor de potencia. La aplicación se puede ejecutar en dos modos: modo cálculo, en donde se busca los emplazamientos óptimos de los condensadores dentro de la red, y en el modo manual, los condensadores predefinidos se ubican en nodos seleccionados.

- Voltage Regulator Placement, determina la ubicación óptima de fuentes de regulación adicionales para reducir la caída de voltaje en sitios críticos del sistema.
- Network Automation, utilizado para planear la automatización de las Redes de Distribución de Medio Voltaje.
- Network Reinforcement, empleado para el reforzamiento de los elementos del sistema, cumpliendo los criterios técnicos y de seguridad.
- Customer Connection, permite verificar nuevos generadores o consumidores añadidos al sistema.

- **Mobility:**

- Web Dynamic Mimic Diagram (imagen 3.6), es una versión de solo lectura de la aplicación DMD, que permite visualizar el estado de la red, los datos tele medidos, resultados de flujos de potencia e incidentes.
- Field Crew, permite ordenar a las cuadrillas que se dirijan a la falla.

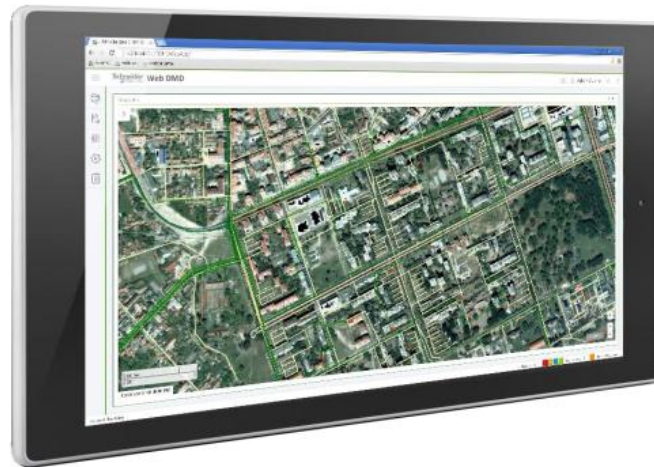


Imagen 3.6 Web Dinamic Mimic Diagram (FUENTE: Telvent ADMS)

- Training, posee la capacidad de permitir al operador interactuar con modelos de la red de distribución y con situaciones reales. El simulador prepara la información y simula eventos durante el entrenamiento.

**El Outage Management module**, es un componente de ADMS, donde el incidente es el objeto principal de despacho. Un incidente representa todo lo que requiere conocimiento por parte del operador y despacho, además abarca llamadas de alarma, notificaciones de corte, rastreo de clientes afectados, estadísticas de corte. El módulo puede ser dividido en (Schneider Electric, 2015):

- Customer Data Management, responsable de guardar la información de los consumidores y compartirla con el resto de componentes del ADMS.
- Call Management, graba las llamadas de emergencia, mantiene una imagen real de las llamadas activas.



- Incident Management, responsable de asistir a los operadores para lograr un eficiente desempeño durante las maniobras. Rastrea la información de los disturbios en la red, organiza y responde a los problemas.

## 4. ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS CYMDIST Y ADMS

### 4.1. FLUJOS DE CARGA

#### FLUJOS DE CARGA EN CYME

Tiene por objetivo analizar el desempeño en régimen permanente del sistema, es la herramienta de análisis de base para el planeamiento, diseño y operación de cualquier sistema eléctrico de potencia. Cuando se analiza una red desequilibrada, se puede analizar por el método de caída de tensión o Newton-Raphson, y cuando se trata de redes equilibradas, se puede resolver mediante los métodos de Caída de tensión, desacoplado rápido, Full Newton y Gauss-Seidel. Además, se debe configurar los parámetros de convergencia, entre los que se encuentran la tolerancia, el número total de iteraciones y confirmar si se desea que todas las tensiones del sistema comiencen en 1p.u.



Figura 4.1 Algoritmo de Resolución de Cydist. (FUENTE: CYME).

El sistema Cydist requiere como datos de entrada la potencia activa y reactiva máxima o los perfiles de carga. En la CENTROSUR se ingresan



potencias activas y reactivas de cada alimentador. Desde el GIS se importa todo consumo mensual por cliente y se realiza una distribución de carga dividiendo los KVA instalado para la demanda en cabecera. Se debe recalcar que el Cymdist utiliza los valores máximos debido a que calcula las pérdidas de la red.

El método Newton-Raphson, está principalmente orientado a la resolución de sistemas complejos. Es un método iterativo, consiste en asumir un valor inicial y mediante una fórmula iterativa ir refinando el resultado. El programa realiza las iteraciones necesarias hasta que el error se encuentre dentro del límite de tolerancia establecido.

Los factores de escala de carga y generación, se pueden aplicar a la red sin necesidad de alterar los parámetros de la red. Cinco métodos diferentes pueden ser utilizados para aplicar los factores de regulación: como definido, global, por zona, por tipo de equipo o por red. La opción como definido, significa que no se aplica ningún factor de regulación, el factor global afecta a todas las cargas, motores o generadores de la red. Por zona, significa que los factores se aplican a las zonas especificadas de la red. Por tipo de equipo o tipo de Red, permite definir a que equipos o a cuáles redes se les aplica los factores de escala (CYME).

En la CENTROSUR, el sistema CYME, se encuentra operativo desde el año 2002; periódicamente al programa se le debe cargar los valores de la red, por lo que se necesita ingresar la potencia activa y reactiva máxima de la cabecera de los alimentadores, el factor de carga y desde el GIS (Geographical Information System) se debe migrar el consumo mensual de



cada cliente. El sistema CYME es utilizado para una planificación a medio y largo plazo.

Para realizar las simulaciones se utilizó la base de datos del 10 de agosto de 2017, se procedió a correr flujos de cada subestación. La interfaz del programa es muy amigable. Para correr flujos, se debe ingresar en el menú análisis y de ahí en flujo de carga, luego se deben configurar los parámetros; en esta ventana se debe configurar si se desea la simulación a mínima, media y máxima carga, mediante los factores de escala de carga y de generación. Los resultados de las simulaciones se muestran en el Anexo A.

## **FLUJOS DE CARGA EN ADMS**

El sistema ADMS requiere que se ingrese las curvas de carga de los tipos de clientes, en la CENTROSUR existen distintos tipos de clientes, según la región y según el uso que se da a la energía. Se han ingresado los siguientes tipos de clientes (Como ejemplo se muestran las imágenes 4.2, 4.3, y 4.4):

- Oriente Industrial Con Demanda
  - Día Laborable de verano
  - Fin de semana de verano
  - Día Laborable de invierno
  - Fin de semana de invierno
- Oriente Industrial sin Demanda
  - Día Laborable de verano
  - Fin de semana de verano
  - Día Laborable de invierno

- Fin de semana de invierno
- Oriente Residencial Rural
  - Día Laborable de verano
  - Fin de semana de verano
  - Día Laborable de invierno
  - Fin de semana de invierno
- Oriente Residencial Urbano
  - Día Laborable de verano
  - Fin de semana de verano
  - Día Laborable de invierno
  - Fin de semana de invierno (imagen 4.2)

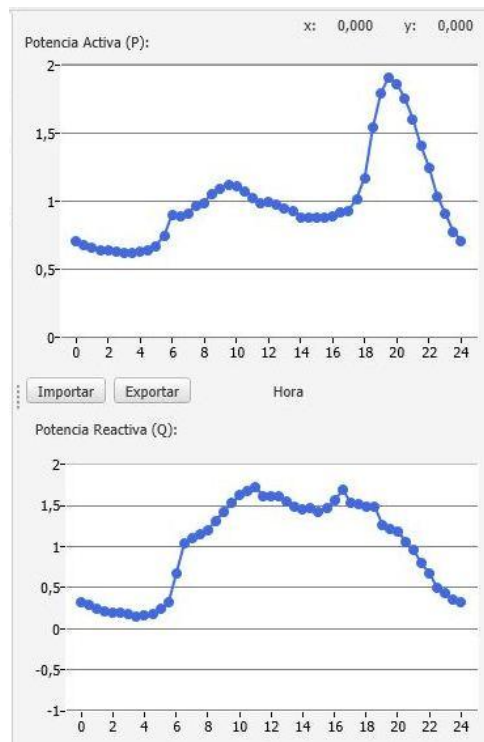


Imagen 4.2 Perfil de Carga Oriente Residencial urbano, invierno fin de semana  
(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

- Oriente Comercial
  - Día Laborable de verano
  - Fin de semana de verano



- Día Laborable de invierno
- Fin de semana de invierno
- Sierra Comercial
  - Día Laborable de verano (imagen 4.3)

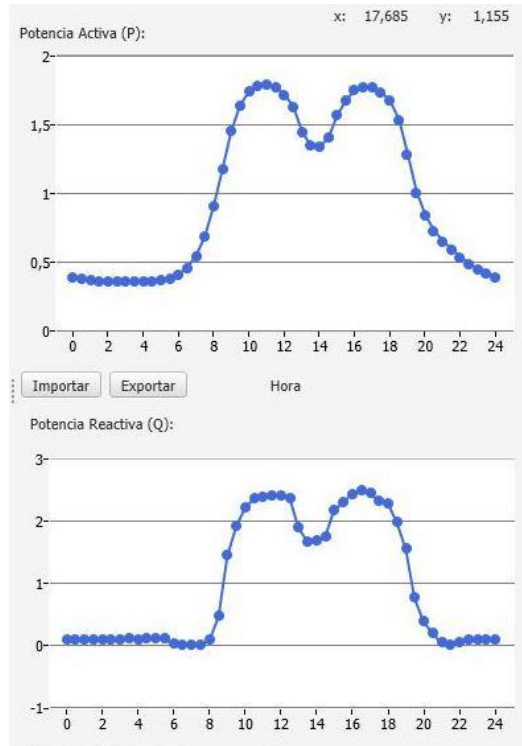


Imagen 4.3 Sierra Comercial día de Verano Laborable  
(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

- Fin de semana de verano
- Día Laborable de invierno
- Fin de semana de invierno
- Sierra Industrial con Demanda
  - Día Laborable de verano
  - Fin de semana de verano
  - Día Laborable de invierno
  - Fin de semana de invierno
- Sierra Industrial sin Demanda
  - Día Laborable de verano

- Fin de semana de verano
- Día Laborable de invierno
- Fin de semana de invierno
  
- Sierra Residencial Rural
  - Día Laborable de verano
  - Fin de semana de verano
  - Día Laborable de invierno
  - Fin de semana de invierno
  
- Sierra Residencial Urbano
  - Día Laborable de verano (imagen 4.4)

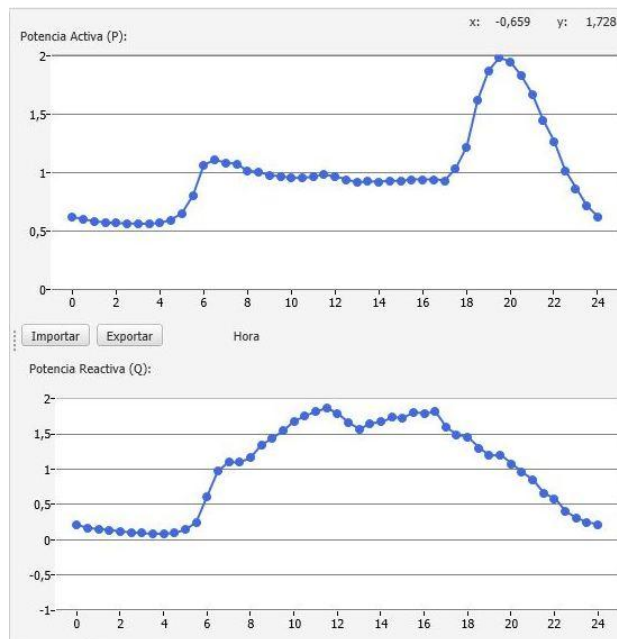


Imagen 4.4 Sierra Residencial Urbano día de verano Laborable (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

- Fin de semana de verano
- Día Laborable de invierno
- Fin de semana de invierno



Además, requiere la potencia media de cada cliente (información que se migra desde el GIS). El ADMS multiplica la curva de carga de cada cliente con su respectiva potencia. Luego, va construyendo el alimentador cliente por cliente hasta llegar a la cabecera del mismo. En la cabecera del alimentador compara el valor obtenido mediante cálculo con el valor medido, por lo que es muy importante que todos los clientes se encuentren ingresados, caso contrario el valor medido no va a ser igual al calculado.

En el sistema ADMS, para correr flujos de carga, se debe configurar el criterio de convergencia, ajuste de automatización local, utilización de equivalentes de baja tensión para consumidores críticos y la tensión de línea para todos los elementos. El sistema utiliza el cálculo de flujos de carga, el mismo que sirve para determinar las variables de estado de la red, es decir, tensiones, corrientes, y pérdidas (Schneider Electric, 2015).

El sistema ADMS, permite operar la red a tiempo real, por lo que estamos hablando de un sistema dinámico; no es un programa de planificación a largo plazo, sino de operación del sistema y planificación a corto plazo. El sistema posee además el modo de simulación, el mismo que muestra valores cuasi reales, que permite realizar cambios en la topología de la red sin alterar el sistema real. Para el presente trabajo se utiliza el módulo de simulación.

Este programa se encuentra implementado a nivel nacional. Por decreto ministerial, el sistema se implementó en todas las Empresas distribuidoras del país. El sistema ADMS cuenta con un centro de control nacional



encargado de supervisar los incidentes generados, y de solucionar los problemas generados por la migración al sistema.

En octubre de 2017, el módulo de simulación aun no era explotado por las distribuidoras. Es así que a esta fecha no se podía correr flujos, ni se podía actualizar el modelo, debido a que, Schneider se encontraba realizando e instalando parches en el sistema. Además, se requería actualizar el modelo ortogonal del sistema CENTROSUR por cambios en la topología, nuevas subestaciones y cambios de equipos. Concluidos estos trabajos, los flujos de carga aun no convergían, se procedió a revisar las curvas de carga ingresadas en el sistema y a revisar la información que se migraba desde GIS. Se pudo identificar que existía un problema de sobrecarga, debido a que desde el GIS se estaba migrando los valores de potencia activa y reactiva máximos por cliente, cuando el sistema requería de los valores medios. A pesar de correr flujos con estas correcciones aún se debe depurar el sistema para corregir pequeños errores, que representan un porcentaje mínimo con respecto a la información correcta. En el sistema no se encuentra implementado la simulación a distintos factores de carga, por lo que se debe guardar estos valores en un caso determinado a la hora que se presenta las demandas mínima, media y máxima, para poder realizar las simulaciones. Para poder utilizar estos casos se debe solicitar al Centro de Control de Quito, la actualización del sistema.

Una vez que esté sincronizado el caso, se debe abrir el modo simulación del sistema ADMS, y luego se procede a abrir el mismo, para poder realizar la simulación de flujos a la hora deseada. Al descargar el informe de flujos de carga, se debe filtrar solamente las cabeceras de los alimentadores, que es la información que se va a comparar.

El procedimiento que aplica el sistema para correr flujos (Imagen 4.5) es el siguiente: primero, determina la corriente inyectada en los nodos; segundo, aplica un procedimiento para el cálculo de las corrientes en las ramas; tercero, calcula el nuevo voltaje en los nodos; cuarto, compensa las redes ligeramente malladas; y finalmente, constata la convergencia.

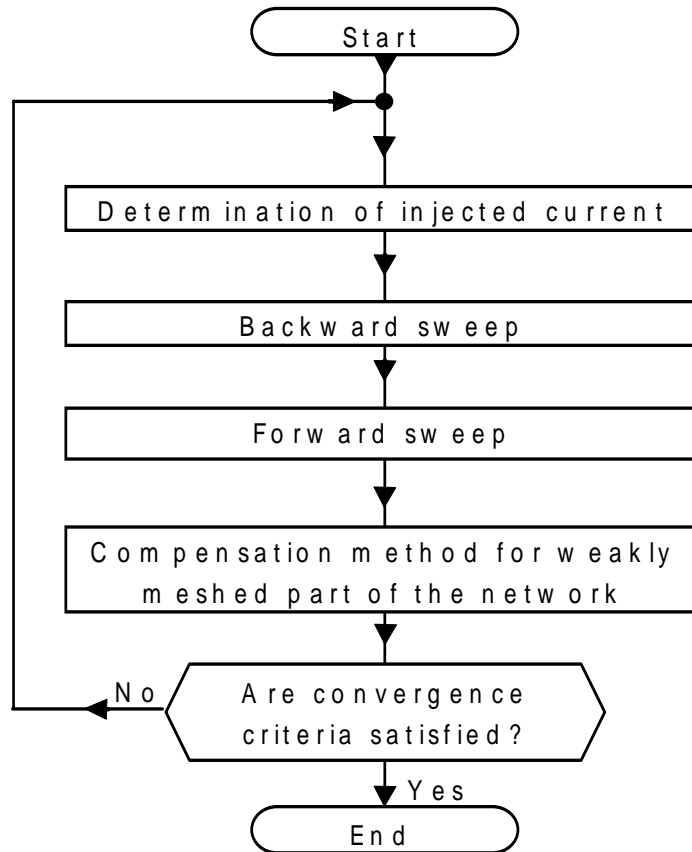


Imagen 4.4 Proceso para correr flujos ADMS

Los datos obtenidos de la simulación se encuentran en el Anexo B.



## 4.2. CAÍDA DE VOLTAJE EN LOS ALIMENTADORES

### CAÍDA DE VOLTAJE EN LOS ALIMENTADORES, EN EL SISTEMA CYMDIST

La caída de voltaje en las redes de distribución es uno de los problemas más comunes, la misma que viene definida como la diferencia de potencial que existe entre los extremos de una red eléctrica. Las pérdidas físicas en las redes se producen en los circuitos primarios y secundarios, así como en los devanados de los transformadores de distribución. Las pérdidas en un sistema eléctrico vienen dadas tanto en energía, como en potencia, lo cual representan un costo económico para las empresas. Las pérdidas de energía inciden directamente en el costo marginal de producir y transportar esa energía adicional desde las plantas generadores (o puntos de compra de energía en bloque), hasta el punto donde se disipa, a través de los sistemas de transmisión, subtransmisión y distribución; mientras que las pérdidas de potencia sería el costo marginal de inversión de capital, requerido para generar y transmitir esa potencia adicional a través del sistema. Debido a que la caída de voltaje representa una pérdida económica, es muy importante conocer los niveles de caída de voltaje en la red para poder mitigarlas. Para poder comparar las caídas de voltaje, se procedió a tomar los datos en el mismo ramal utilizando los dos programas.

El procedimiento para conocer la caída de voltaje en sistema Cymdist, es el siguiente: primero se abre la subestación de la que se desea conocer la caída de voltaje, luego se colorea por alimentador, y finalmente se puede observar el ramal más alejado y observar los resultados. A partir del

procedimiento descrito, se han obtenido los resultados detallados en el Anexo C.

### CAÍDA DE VOLTAJE EN LOS ALIMENTADORES, EN EL SISTEMA ADMS.

Para poder conocer la caída de voltaje en el sistema ADMS, se utiliza el siguiente procedimiento: primero se abre la subestación en la vista geográfica, luego se hace clic derecho en el alimentador y se escoge trazado aguas abajo, donde el alimentador se va a colorear hasta el extremo y finalmente se escoge visualizar resultados (imagen 4.6), los mismos que se muestran en el Anexo D.

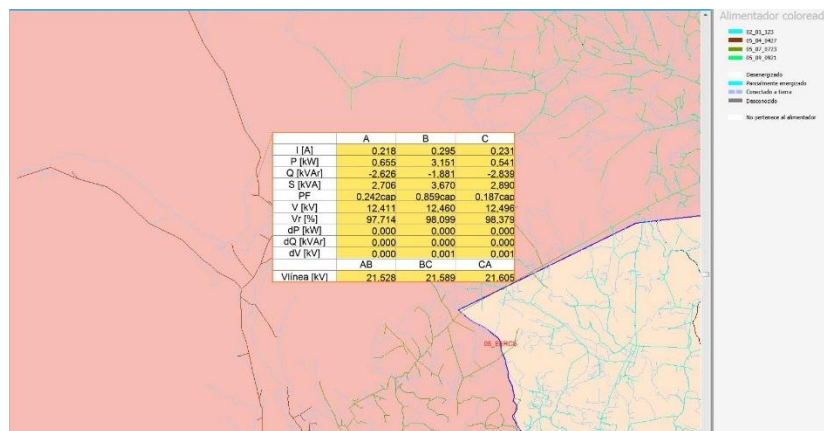


Imagen 4.6 Cuadro de resultados ADMS (FUENTE: CENTROSUR ADMS)

Con la finalidad de poder comparar ambos sistemas, se tomaron las medidas del mismo ramal, y ambas mediciones se realizaron a demanda máxima. El sistema Cymdist proporciona directamente el porcentaje de caída de voltaje; mientras que para obtener el porcentaje de caída de voltaje utilizando el sistema ADMS, se debe restar de cien el valor de Vr. A continuación, podemos observar un cuadro comparativo del porcentaje de



caída de voltaje, utilizando los dos sistemas para los alimentadores de las subestaciones 03 (Monay), 07 (Ricaurte) y 08 (Turi).

Tabla 4.1 Cuadro Comparativo de caída de voltaje (FUENTE: AUTOR)

ALIMENTADOR	Datos obtenidos en Cymdist			Datos obtenidos en ADMS			DIFERENCIA		
	Fase A	Fase B	Fase C	Fase A	Fase B	Fase C	Fase A	Fase B	Fase C
0321	2.94	2.63	1.85	3.137	1.882	2.025	0.197	0.748	0.175
0322	0.68	0.35	0.38	0.917	0.753	0.636	0.237	0.403	0.256
0323	0.55	0.58	0.55	0.872	0.832	0.746	0.322	0.252	0.196
0324	0.25	0.25	0.26	0.635	0.511	0.446	0.385	0.261	0.186
0325	0.62	0.44	0.53	0.905	0.625	0.706	0.285	0.185	0.176
0721	0.36	0.55	0.62	0.52	0.695	0.702	0.16	0.145	0.082
0722	0.84	0.7	0.78	0.874	0.891	0.731	0.034	0.191	0.049
0723	2.29	0.57	2.03	1.791	1.791	1.849	0.499	1.221	0.181
0821	1.17	1.04	1.36	2.02	1.936	2.447	0.85	0.896	1.087
0822	1.24	1.55	1.2	2.303	2.286	2.452	1.063	0.736	1.252
0823	0.49	0.4	0.74	2.021	1.432	2.255	1.531	1.032	1.515
0824	1.34	0.47	1.05	2.279	1.664	2.362	0.939	1.194	1.312





### 4.3. TRANSFERENCIA DE CARGA DE LA SUBESTACIÓN 03

Dentro del funcionamiento de una Empresa de Distribución Eléctrica, es importante realizar transferencias entre alimentadores de tal manera de poder realizar mantenimientos preventivos o correctivos, puesto que uno de los objetivos principales de las empresas distribuidoras es el brindar un servicio confiable y continuo, el mismo que debe cumplir con las regulaciones vigentes. Las transferencias a realizarse deben ser oportunas y eficientes, tomando en cuenta la topología de la red (secuencia de fases), capacidad instalada de cada subestación, flujos de carga y caída de tensión.

Bajo condiciones normales de operación, los objetivos de las transferencias son el mantenimiento preventivo y evitar la sobrecarga de transformadores de potencia de las subestaciones; mientras que, en condiciones de emergencia, el objetivo principal es restablecer el servicio al mayor número de abonados en el menor tiempo posible.

El punto de partida para planificar la transferencia de carga entre subestaciones, es el conocimiento detallado del comportamiento de la carga, de la topología de la red y de los equipos instalados. Para el Departamento de supervisión y Control es fundamental conocer las posibles transferencias, debido a que, el momento que se presente una contingencia, se va a poder realizar las maniobras necesarias para restablecer el servicio.

Las transferencias de los alimentadores de la subestación 03 para el estudio, se realizó de la siguiente manera:



- 0321 al 1521
- 0322 al 0722
- Parte del 0323 al 0821 (para descargar el 0323)
- 0324 al 0323 (parte descargado al 0821)
- 0323 al 0824
- 0325 al 0424

En la siguiente tabla se muestra el número de transformadores de potencia de las subestaciones implicadas en el estudio, con su respectiva potencia instalada y potencia máxima registrada de acuerdo al día típico del 2017.

Tabla 4.2 Cuadro de información de Subestaciones y Alimentadores. (Fuente: CENTROSUR).

Cuadro de información de Subestaciones.							
			14/08/2017				
Subestación	Potencia Instalada (MVA)	Núm. Transf.	Potencia Activa (MW)	Voltaje de AT (KV)	Voltaje de MT (KV)	# de Alim. por SE	Potencia activa con transferencia (MW)
S/E 3 Monay	24/32 MVA	2	16.116	69	22	5	0
S/E 4 Parque Industrial	24/32 MVA	2	29.654	69	22	7	33.031
S/E 7 Ricaurte	10-12,5 MVA	2	9.290	69	22	3	12.020
S/E 8 Turi	24/32 MVA	1	11.076	69	22	4	16.540
S/E 15 Gualaceo	16 MVA	1	9.578	69	22	3	14.219

Las capacidades de potencia que puede suministrar cada una de las subestaciones, como se indica en la tabla 3 no presentan restricción para la transferencia en cuanto a capacidad.

Los alimentadores de la subestación 03, en los tramos subterráneos utilizan cables de cobre con aislamiento XLPE, para 25 KV, calibre 3x3/0 AWG, y para los tramos aéreos cables de aluminio, tipo ACSR, calibres 3/0 AWG, 2/0 AWG para las fases, y calibre 1/0 AWG para el neutro. En la imagen 4.7 se muestran los perfiles de carga de los diferentes alimentadores de la subestación 03, y además el perfil de carga de toda la subestación, que corresponde al día típico del 2017.

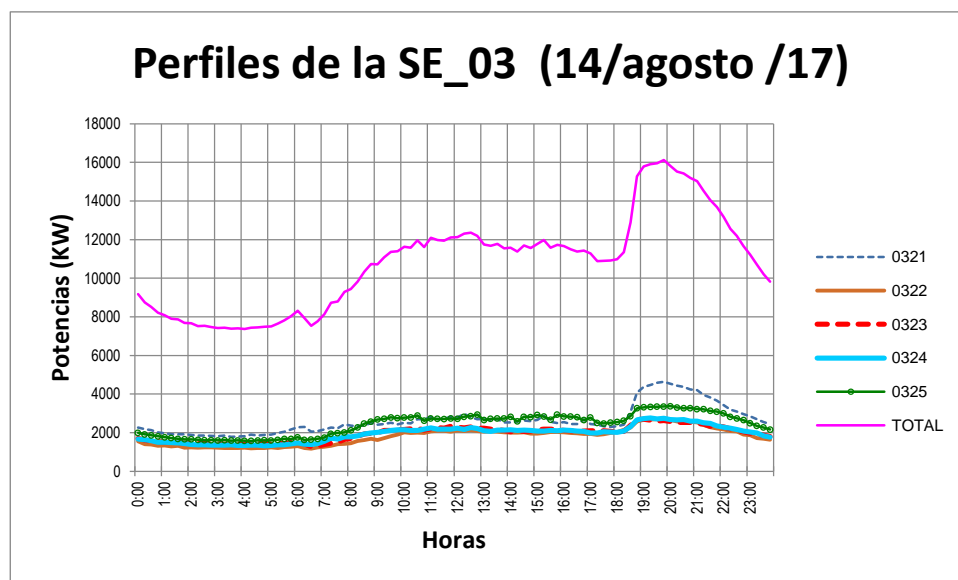


Imagen 4.7 Perfiles de carga de la subestación 03 el día típico del 2017 (FUENTE: CENTROSUR)

El alimentador 0424 está conformado por conductores de aluminio tipo ACSR, calibre 3/0 AWG para las fases y calibre 1/0 AWG para el neutro. En la imagen 4.8 se encuentra el perfil de carga de cada alimentador y de la carga total de la subestación 04.

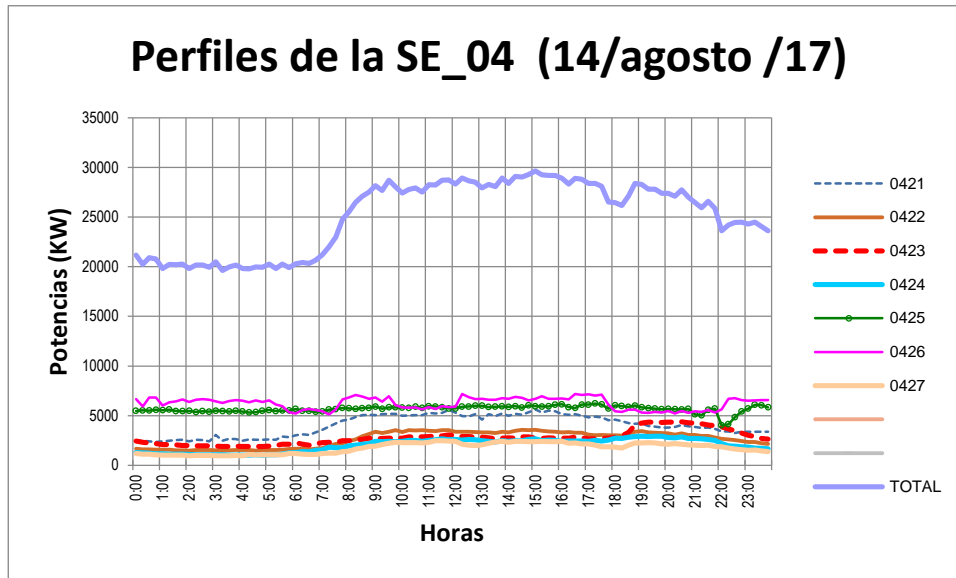


Imagen 4.8 Perfiles de carga de la subestación 04 el día típico del 2017 (FUENTE: CENTROSUR).

El alimentador 0722 está conformado por conductores de aluminio tipo ACSR, calibre 3/0 AWG para las fases y calibre 1/0 AWG para el neutro. En la imagen 4.9 se encuentra el perfil de carga de cada alimentador y de la carga total de la subestación 07.

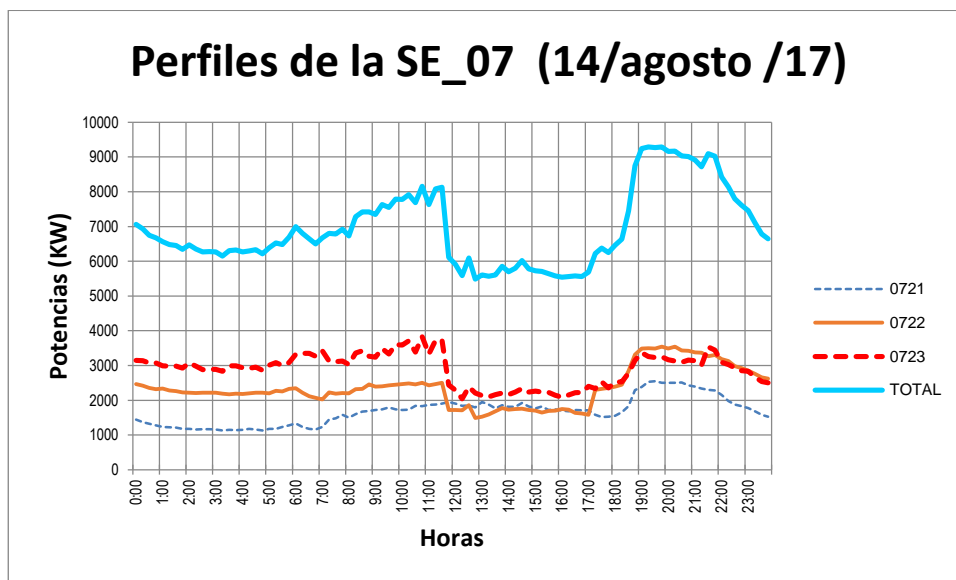


Imagen 4.9 Perfiles de carga de la subestación 07 el día típico del 2017 (FUENTE: CENTROSUR).



Los alimentadores 0821 y 0824 está conformados por conductores de aluminio tipo ACSR, calibre 3/0 AWG para las fases y calibre 1/0 AWG para el neutro. En la imagen 4.10 se encuentra el perfil de carga de cada alimentador y de la carga total de la subestación 08.

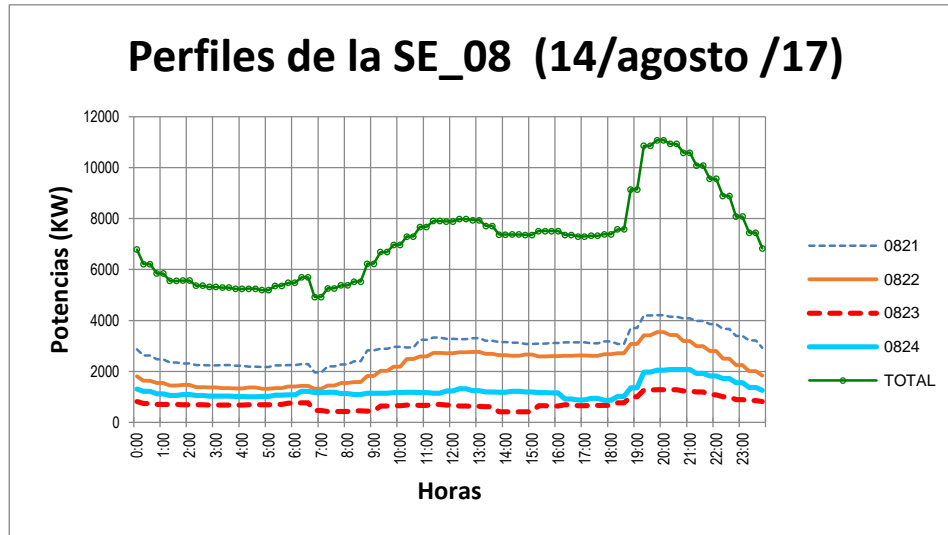


Imagen 4.10 Perfiles de carga de la subestación 08 el día típico del 2017 (FUENTE: CENTROSUR)

El alimentador 1521 está conformado por conductores de aluminio tipo ACSR, calibre 3/0 AWG para las fases y calibre 1/0 AWG para el neutro. En la imagen 4.11 se encuentra el perfil de carga de cada alimentador y de la carga total de la subestación 08.

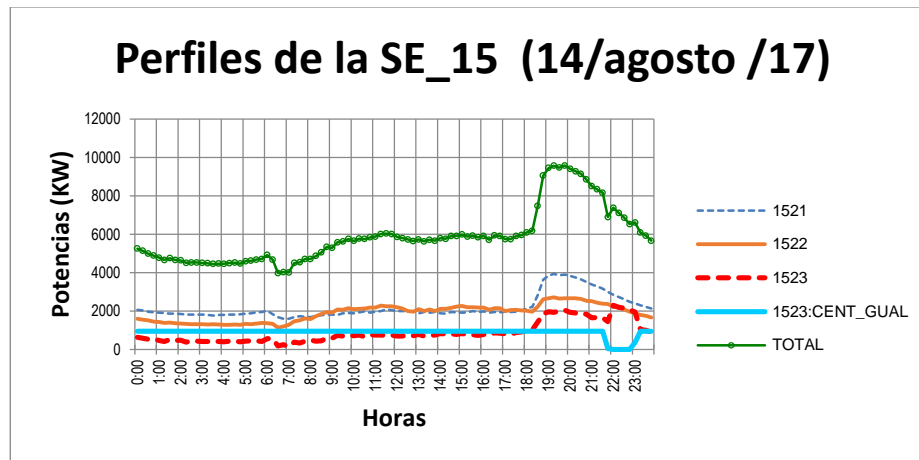


Imagen 4.11 Perfiles de carga de la subestación 15 el día típico del 2017 (FUENTE: CENTROSUR)



Los dispositivos de corte y maniobra que se usan frecuentemente son:

- **Disyuntor:** Este dispositivo está ubicado normalmente en la cabecera del alimentador primario en la subestación de distribución, se usa para establecer, conducir e interrumpir corrientes normales y también producidas en una falla, para esto se hace uso de relés de protección. En este proceso se genera un arco el cual es eliminado usando medios aislantes como el aceite, SF<sub>6</sub>, aire y vacío.
- **Reconectador:** Es un dispositivo de tipo interruptor, que realiza reconexiones automáticas mediante un sistema de monitoreo de corrientes de falla con la capacidad de distinguir entre fallas permanentes o transitorias. Tiene la capacidad de accionamiento manual para eliminar corrientes de sobrecarga.
- **Seccionalizador:** Es un dispositivo que realiza la interrupción de la corriente de forma permanente una vez que el reconectador ubicado aguas arriba, ha culminado su ciclo de reconexiones.
- **Seccionador:** Este dispositivo se usa para aislar tramos del alimentador sin carga para lograr condiciones seguras para el acceso a ese tramo de tal forma que operan sin corriente o con corriente despreciable.
- **Fusible:** Este dispositivo generalmente se encuentra ubicado en las derivaciones de los alimentadores primarios, los cuales mediante un incremento considerable de corriente realiza la tarea de interrumpir el paso de la misma. Causa demoras en la reconexión ya que se lo debe reemplazar manualmente.

Las maniobras que se realizan para transferir la subestación 03 son las siguientes:



Tabla 4.3 Maniobras para transferir 0321 al 1521 (Fuente: CENTROSUR)

	UBICACIÓN DEL EQUIPO	COD_PUESTO ( Dato del GIS)	EQUIPO A SER OPERADO	ACCIÓN SOBRE EL EQUIPO	OBSERVACIONES
Alim 0321 al 1521	El Valle - Despacho	16924	SECCIONADOR CUCHILLA	CERRAR	Se anilla 0321 y 0824
	Santa Ana		RECONECTADOR	ABRIR	Se aíslan los alim 0321 y 0824
	SAN BARTOLOMÉ (trans_0321-1521)	486	RECONECTADOR	CERRAR	Se transfiere 0321 al 1521.
	SE 03 Alim 0321		INTERRUPTOR	ABRIR	

Tabla 4.4 Maniobras para transferir 0322 al 0722 (FUENTE: CENTROSUR)

	UBICACIÓN DEL EQUIPO	COD_PUESTO ( Dato del GIS)	EQUIPO A SER OPERADO	ACCIÓN SOBRE EL EQUIPO	OBSERVACIONES
Alim 0322 al 0722	Circunvalación Sur y Alfredo M. Montesdeoca	29979	SECCIONAMIENTO CUCHILLAS	CERRAR	
	Av Gonzáles Suárez y Américas	31731	SECCIONAMIENTO FUSIBLE	CERRAR	
	Av Gonzáles Suárez y Américas	25271	Reconectador	CERRAR	Se anillan los alimentadores 0322 y 0722.
	SE 03 Alim 0322		INTERRUPTOR	ABRIR	Se transfiere 0322 al 0722.
	Alim 0322 salida de la SE 03	3783/31724	SECCIONAMIENTO CUCHILLAS	ABRIR	



Tabla 4.5 Maniobras para transferir 0323 y 0324 al 0824 (FUENTE: CENTROSUR)

Alimentador 0323 al 0821 y 0324 al 0824 (con parte del 0323)	UBICACIÓN DEL EQUIPO	COD_PUESTO ( Dato del GIS)	EQUIPO A SER OPERADO	ACCIÓN SOBRE EL EQUIPO	OBSERVACIONES DEL CONSIGNADOR
	Av 10 de agosto	40811	SECCIONADOR CUCHILLA	CERRAR	Se anillan 0323 y 0821
	Av 10 de agosto y Herrerías	18343	SECCIONADOR CUCHILLA	ABRIR	Se transfiere parte del 0323 al 0821
	David Díaz	16514	SECCIONADOR CUCHILLA	CERRAR	Se anillan 0323 y 0324
	Vía al Valle		RECONNECT R3T031 "Garaicoa"	CERRAR	Se anillan 0323, 0324 y 0824.
	SE 03 ALIM 0324		INTERRUPTOR	ABRIR	Se transfiere el 0324 con parte del 0323 al 0824
	SE 03 ALIM 0323		INTERRUPTOR	ABRIR	Se transfiere el 0323 con parte del 0323 al 0824
	SE03 Alim 0324		SECCIONADOR DE BARRA DE 22kV	ABRIR	
	SE03 Alim 0323		SECCIONADOR DE BARRA DE 22kV	ABRIR	

Tabla 4.6 Maniobras para transferir 0325 al 0424 (FUENTE: CENTROSUR)

Alim 0325 al 0424	UBICACIÓN DEL EQUIPO	COD_PUESTO ( Dato del GIS)	EQUIPO A SER OPERADO	ACCIÓN SOBRE EL EQUIPO	OBSERVACIONES DEL CONSIGNADOR
	Nuñez de Bonilla y Av. España	30430	SECCIONADOR CUCHILLA	CERRAR	
	SE03 Alim 0325		INTERRUPTOR	ABRIR	Se transfiere 0325 al 0424
	SE03 Alim 0325		SECCIONADOR DE BARRA	ABRIR	



## TRANSFERENCIA DE LA SUBESTACIÓN 03 EN EL SISTEMA CYMDIST

Para realizar las transferencias en el sistema Cymdist, se carga las subestaciones implicadas en las maniobras y se procede a buscar los seccionadores involucrados para realizar las maniobras de cierre y de apertura. Finalizadas las maniobras se procede a correr flujos, y se debe revisar que la red transferida se encuentre energizada. Para el presente análisis, las transferencias se realizaron en tres escenarios: de mínima, media y máxima demanda. Para poder simular los distintos escenarios, se configura los factores de escala de carga, para lo que se debe obtener de cada curva de carga de los alimentadores la potencia a demanda máxima, media y mínima, y luego cada una de estas potencias dividir para la potencia nominal, y así obtener los factores para cada uno de los escenarios. Uno de los parámetros importantes, es la caída de voltaje, por lo que el presente trabajo se centrará en el mismo.

En la siguiente imagen (4.12), se observa la forma en la que el programa muestra los valores de un tramo específico.

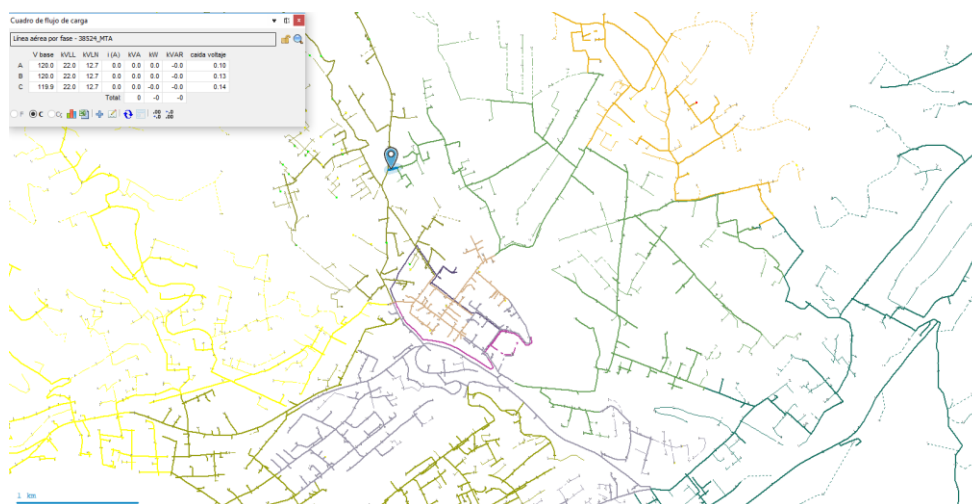


Imagen 4.12 Alimentador 0721 (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Los resultados obtenidos de la transferencia de la subestación 03 a media carga, se muestran en el Anexo E.

## TRANSFERENCIA DE LA SUBESTACIÓN 03 EN EL SISTEMA ADMS

Para realizar las transferencias en el sistema ADMS, se procede a buscar el elemento de maniobra, a continuación, se despliega un cuadro que me permite cambiar el estado (imagen 4.13), pero antes, muestra las consecuencias que conlleva cambiar de estado el equipo, las mismas que deben aprobarse para poder ejecutar la maniobra. Para poder correr flujos en demanda mínima, media y máxima, se debe guardar los casos a las horas que estas demandas se presentan, y luego se deben realizar las maniobras en cada uno de los casos.

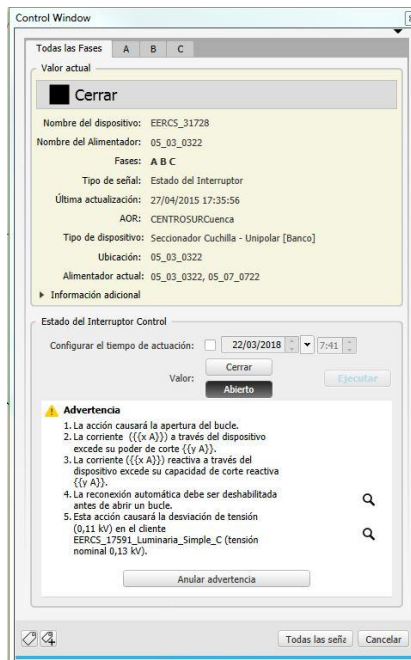


Imagen 4.13 Ventana de advertencia (FUENTE: ADMS CENTROSUR)



Los resultados obtenidos de la transferencia de la subestación 03 a media carga, se presentan en el Anexo F.

Se debe manifestar que, para poder comparar los resultados, las transferencias se realizaron con las mismas maniobras. Para el presente trabajo, se transfirió la subestación 03 a las subestaciones 04, 07 y 08, y se realizan las mismas maniobras en ambos sistemas. La tabla 4.7 presenta un cuadro comparativo a demanda media.

*Tabla 4.7 Diferencia de Caída de Voltaje el Transferencia de SE03 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)*

	DIFERENCIA DE CAÍDA DE VOLTAJE (%)		
	A	B	C
0424	2,853	2,84	2,614
0722	2,411	2,356	2,42
0821	0,841	1,024	0,577
0824	3,396	3,042	2,215
1521	1.996	1.995	2.635



## 5. CONCLUSIONES

El sistema Cymdist y el sistema ADMS son complementarios. Cymdist se encuentra implementado en la CENTROSUR desde hace algunos años y es utilizado para la planificación a mediano y largo plazo. El sistema ADMS se encuentra en producción, está orientado a la operación y supervisión de la red eléctrica. La adquisición del sistema ADMS no busca desplazar al sistema Cymdist, sino, mejorar la operación de la red eléctrica.

El sistema Cymdist se encuentra operativo en la CENTROSUR desde el año 2004. Este migra del sistema GIS la potencia máxima de cada alimentador, ya que requiere de dicho dato para calcular las pérdidas. Para correr los flujos en este sistema, no existe ningún inconveniente, puesto que ya se encuentra operativo desde hace algunos años.

La realización del presente trabajo de titulación, permitió que el sistema ADMS inicie un proceso de depuración de datos. Se pudo determinar que el sistema no corría flujos porque faltaba depurar datos como la vista ortogonal y la potencia media de cada cliente. El 14 de febrero de 2018, se realizó una nueva migración del GIS, considerando lo anteriormente mencionado, y a partir de lo cual los flujos empezaron a converger.

Conocer la caída de voltaje en los alimentadores es de vital importancia para una Empresa Distribuidora, ya que, ayuda a conocer la calidad de la energía. Hasta el momento, la CENTROSUR, se basaba en los resultados que le daba el sistema Cymdist, por lo que se compararon con los datos obtenidos con el sistema ADMS. Se pudo comparar la caída de voltaje en



los extremos de los alimentadores, en las zonas más alejadas en donde se presentan las mayores caídas de voltaje. Como resultado se pudo observar que la diferencia de las caídas de voltaje entre ambos sistemas, estaba por debajo del 1,54%, lo que nos demuestra que los datos ingresados en cada uno de los sistemas no son completamente iguales; y además se debe recalcar que las topologías no van a ser las mismas.

En la operación de una red de distribución, una de las actividades que se realiza con frecuencia es la transferencia de carga. Se realizó la transferencia de carga de la subestación 03, realizando las mismas maniobras en ambos sistemas, para poder comparar las caídas de tensión en los extremos de los alimentadores. Se pudo observar que existen algunas caídas de voltaje cuya diferencia entre sistemas es mayor al 2,5%, pero dicho valor se justifica por lo mencionado anteriormente.

Los sistemas Cymdist y ADMS utilizan el mismo método de cálculo Newton Raphson, para correr los flujos de carga, pero en cambio los datos de ingreso son diferentes. El Cymdist toma el valor de la potencia de los alimentadores y realiza una distribución de carga; mientras que el ADMS toma la potencia media de cada cliente y va construyendo el alimentador. Luego de correr los flujos, se pudo determinar que existe una gran diferencia entre los resultados obtenidos. Las diferencias de estos resultados se deben en parte, a que el sistema ADMS es un sistema dinámico y el Cymdist es un sistema estático, por lo que es muy difícil que los resultados coincidan al cien por ciento. Por otro lado, el estimador de estados de ADMS presenta señales con mala calidad debido a que existen señales en la Base de Datos pero que aun no se encuentran en producción.

El estimador de estados es una herramienta del ADMS que indica la calidad de las señales. Esta herramienta compara el valor que se debería tener en un punto, con el valor que se calcula mediante flujos. En la siguiente imagen se puede observar la calidad del estimador de estados. Para poder mejorar esta herramienta, se debe revisar las señales que alimentan el sistema ADMS.

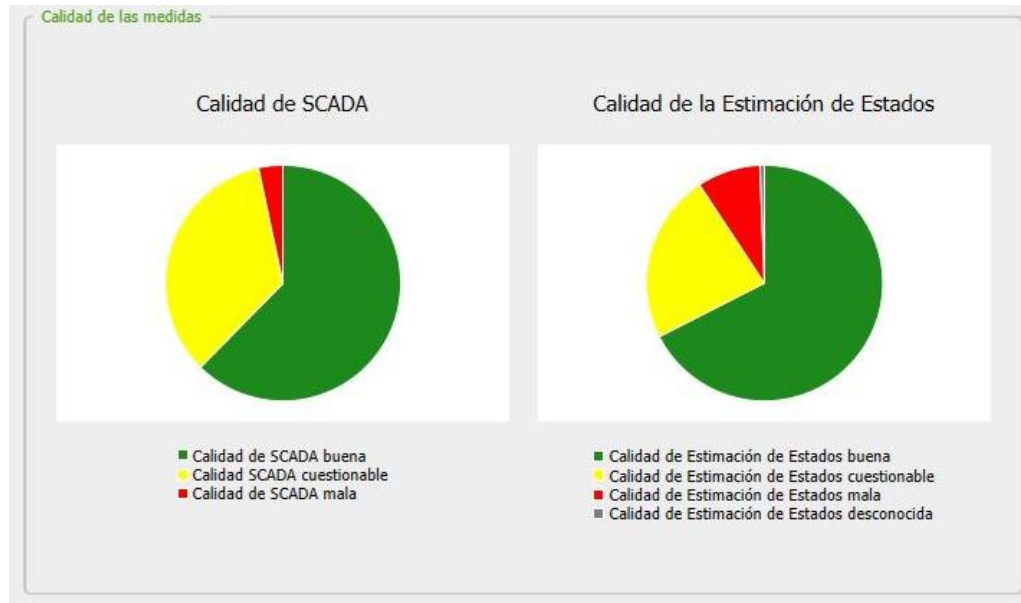


Imagen 5.1 Calidad del Estimador de Estados (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

El sistema ADMS proporciona un informe que me permite saber cuáles elementos se encuentran sobrecargados. En el informe de “violación de límites”, se puede conocer aquellos elementos que se encuentran con valores calculados, por encima de los valores ingresados para dicho elemento. Esta sobrecarga puede darse por dos razones: la primera, el elemento está subdimensionado, y la segunda, que se ingresó mal la información sobre dicho elemento, por lo que se debe corregir la misma. La segunda opción es la más acertada, debido a que el sistema en la realidad se encuentra operando normalmente, sí los elementos se encontrarían subdimensionados, los fusibles explotarían y ese no es el caso.



Finalmente, la realización de este trabajo contribuyó con la depuración de la información que se ingresa al sistema ADMS. Se pudo comprobar que ambos programas son complementarios, el Cymdist sirve para la planificación, y el ADMS para el control y operación del sistema eléctrico. En el sistema ADMS existen señales que se han tenido que forzar a manual debido a que los equipos de la subestación no tienen telecontrol, pero a pesar de eso, se encuentran creadas estas señales en la base de datos.



## 6. BIBLIOGRAFÍA

- CYME. (s.f.). *CYME 7.2 - Análisis básicos de redes de distribución - Guía del Usuario*. Canada.
- CYME. (s.f.). *CYME 7.2 - Manual de Referencia*. St. Roberval.
- Fernández Aviles, A. (2015). *El protocolo IEC 61850 en la Automatización de Subestaciones*. Cuenca.
- Landázuri Paredes, C. E. (2016). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PILOTO PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE ALIMENTADORES DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A.* Cuenca, Ecuador: UNIVERSIDAD DE CUENCA.
- Office of Electricity Delivery & Energy Reliability, U.S. Department of Energy. (2015). *Insights into Advanced Distribution Management Systems*.
- Schneider Electric. (2015). *ADMS (Advanced Distribution Management System) Manual de Funciones*.
- Schneider Electric. (2015). *DMD(Dynamic Mimic Diagram) Manual de Operaciones*.
- Schneider Electric. (2017). *Advanced Distribution Management System (ADMS)*.
- Telvent ADMS. (s.f.). *Advanced Distribution Management System*.





# ANEXOS



## ANEXO A

**FLUJOS DE POTENCIA EN EL SISTEMA CYMDIST DE LAS  
SUBESTACIONES 02, 03, 04, 05, 07, 08 Y 12**

*Tabla A1 Resultado de Flujos Alim 0201 (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)*

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500020S01	1147.53	99.12	1137.48	99.12	38.21	59.88	22.88	59.88
Total	1147.53	99.12	1137.48	99.12	38.21	59.88	22.88	59.88

*Tabla A2 Resultado de Flujos Alim 0202 (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)*

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500020S02	1567.08	99.85	1564.68	99.85	48.12	55.84	26.87	55.84
Total	1567.08	99.85	1564.68	99.85	48.12	55.84	26.87	55.84



Tabla A3 Resultado de Flujos Alim 0203(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500020S03	1108.69	98.41	1091.03	98.41	33.26	53.03	17.64	53.03
Total	1108.69	98.41	1091.03	98.41	33.26	53.03	17.64	53.03

Tabla A4 Resultado de Flujos Alim 0204(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500020S04	2079.98	99.79	2075.54	99.79	72	64.53	46.46	64.53
Total	2079.98	99.79	2075.54	99.79	72	64.53	46.46	64.53



Tabla A5 Resultado de Flujos Alim 0205(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500020S05	1569.3	99.73	1565.08	99.73	48.93	68.51	33.52	68.51
Total	1569.3	99.73	1565.08	99.73	48.93	68.51	33.52	68.51

Tabla A6 Resultado de Flujos Alim 0321(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500030V01	4995.08	99.15	4952.48	99.15	289.39	61.11	176.83	61.11
Total	4995.08	99.15	4952.48	99.15	289.39	61.11	176.83	61.11



Tabla A7 Resultado de Flujos Alim 0322(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500030V02	2854.76	98.23	2804.32	98.23	110.15	54.24	59.75	54.24
Total	2854.76	98.23	2804.32	98.23	110.15	54.24	59.75	54.24

Tabla A8 Resultado de Flujos Alim 0323(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500030V03	2816.17	100	2816.16	100	106.25	58.42	62.07	58.42
Total	2816.17	100	2816.16	100	106.25	58.42	62.07	58.42



Tabla A9 Resultado de Flujos Alim 0421 (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500040V01	6424.95	96.34	6189.93	96.34	176.68	52.48	92.72	52.48
Total	6424.95	96.34	6189.93	96.34	176.68	52.48	92.72	52.48

Tabla A10 Resultado de Flujos Alim 0422 (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500040V02	4291.46	97.93	4202.79	97.93	132.5	65.49	86.78	65.49
Total	4291.46	97.93	4202.79	97.93	132.5	65.49	86.78	65.49



Tabla A11 Resultado de Flujos Alim 0423(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500040V03	4633.21	99.87	4627.01	99.87	242.54	48.14	116.75	48.14
Total	4633.21	99.87	4627.01	99.87	242.54	48.14	116.75	48.14

Tabla A12 Resultado de Flujos Alim 0424(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500040V04	3320.28	98.3	3263.79	98.3	147.78	49.41	73.01	49.41
Total	3320.28	98.3	3263.79	98.3	147.78	49.41	73.01	49.41



Tabla A13 Resultado de Flujos Alim 0425(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500040V05	7102.96	92.81	6592.47	92.81	486.49	18.76	91.28	18.76
Total	7102.96	92.81	6592.47	92.81	486.49	18.76	91.28	18.76

Tabla A14 Resultado de Flujos Alim 0426(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500040V06	8247.13	94.97	7832.2	94.97	394.23	29.93	118.01	29.93
Total	8247.13	94.97	7832.2	94.97	394.23	29.93	118.01	29.93





Tabla A15 Resultado de Flujos Alim 0427(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500040V07	3809.64	-74.15	2824.82	-74.15	176.43	54.74	96.58	54.74
Total	3809.64	-74.15	2824.82	-74.15	176.43	54.74	96.58	54.74

Tabla A16 Resultado de Flujos Alim 0521(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500050V01	4100.59	99.81	4092.72	99.81	311.86	64.08	199.84	64.08
Total	4100.59	99.81	4092.72	99.81	311.86	64.08	199.84	64.08



Tabla A17 Resultado de Flujos Alim 0522(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500050V02	2808.57	99.6	2797.2	99.6	116.46	55.52	64.66	55.52
Total	2808.57	99.6	2797.2	99.6	116.46	55.52	64.66	55.52

Tabla A18 Resultado de Flujos Alim 0523(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500050V03	7839.1	97.07	7609.14	97.07	654.17	46.89	306.72	46.89
Total	7839.1	97.07	7609.14	97.07	654.17	46.89	306.72	46.89



Tabla A19 Resultado de Flujos Alim 0524(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500050V04	3882.8	99.16	3850.22	99.16	149.69	49.43	74	49.43
Total	3882.8	99.16	3850.22	99.16	149.69	49.43	74	49.43

Tabla A20 Resultado de Flujos Alim 0525(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500050V05	4072.59	99.97	4071.35	99.97	275.28	47.87	131.77	47.87
Total	4072.59	99.97	4071.35	99.97	275.28	47.87	131.77	47.87



Tabla A21 Resultado de Flujos Alim 0526(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500050V06	6065.16	99.25	6019.37	99.25	301.32	60.38	181.94	60.38
Total	6065.16	99.25	6019.37	99.25	301.32	60.38	181.94	60.38

Tabla A22 Resultado de Flujos Alim 0527(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500050V07	4145.63	99.91	4141.71	99.91	315.2	47.75	150.51	47.75
Total	4145.63	99.91	4141.71	99.91	315.2	47.75	150.51	47.75



Tabla A23 Resultado de Flujos Alim 0721(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500070V01	2569.47	98.83	2539.41	98.83	130.64	48.46	63.31	48.46
Total	2569.47	98.83	2539.41	98.83	130.64	48.46	63.31	48.46

Tabla A24 Resultado de Flujos Alim 0722(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500070V02	3774.72	100	3774.7	100	213.37	43.7	93.24	43.7
Total	3774.72	100	3774.7	100	213.37	43.7	93.24	43.7



Tabla A25 Resultado de Flujos Alim 0723(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500070V03	4712.54	99.99	4712.27	99.99	317.94	41.7	132.59	41.7
Total	4712.54	99.99	4712.27	99.99	317.94	41.7	132.59	41.7

Tabla A26 Resultado de Flujos Alim 0821(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500080V01	4667.21	100	4667.17	100	227.44	56.42	128.32	56.42
Total	4667.21	100	4667.17	100	227.44	56.42	128.32	56.42



Tabla A27 Resultado de Flujos Alim 0822(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500080V02	3771.14	99.46	3750.81	99.46	229.6	46.36	106.43	46.36
Total	3771.14	99.46	3750.81	99.46	229.6	46.36	106.43	46.36

Tabla A28 Resultado de Flujos Alim 0823(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500080V03	1360.07	-99.83	1357.78	-99.83	85	41.94	35.65	41.94
Total	1360.07	-99.83	1357.78	-99.83	85	41.94	35.65	41.94



Tabla A29 Resultado de Flujos Alim 0824(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500080V04	2179.54	99.47	2167.92	99.47	168.62	37.82	63.77	37.82
Total	2179.54	99.47	2167.92	99.47	168.62	37.82	63.77	37.82

Tabla A30 Resultado de Flujos Alim 1221(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500120V01	4695.76	98.65	4632.54	98.65	258.09	56.07	144.71	56.07
Total	4695.76	98.65	4632.54	98.65	258.09	56.07	144.71	56.07





Tabla A31 Resultado de Flujos Alim 1222(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500120V02	1028.33	-100	1028.31	-100	60.02	71.69	43.03	71.69
Total	1028.33	-100	1028.31	-100	60.02	71.69	43.03	71.69

Tabla A32 Resultado de Flujos Alim 1223(FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

Nombre de la red	Carga total		Carga total		Pérdidas totales		Pérdidas totales	
	KVA	FP (%)	kW	FP (%)	KVA	FP (%)	kW	FP (%)
ALIM-0500120V03	2410.06	99.9	2407.76	99.9	290.14	52.81	153.23	52.81
Total	2410.06	99.9	2407.76	99.9	290.14	52.81	153.23	52.81



## ANEXO B

**FLUJOS DE POTENCIA EN EL SISTEMA ADMS DE LAS  
SUBESTACIONES 02, 03, 04, 05, 07, 08 Y 12**

## ALIMENTADOR 0201

*Tabla B1 Resultado de Flujos Alim 0201 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)*

	A	B	C
I (A)	93.747	92.127	69.815
P(KW)	331.57	319.92	247.977
S(KVA)	333.28	325.15	248.05
FP	0.995	0.984	1

## ALIMENTADOR 0202

*Tabla B2 Resultado de Flujos Alim 0202(FUENTE: ADMS CENTROSUR)*

	A	B	C
I (A)	129.34	122.81	104.25
P(KW)	442.39	432.182	360.74
S(KVA)	459.85	433.44	370.405
FP	0.962	0.997	0.974

## ALIMENTADOR 0203

*Tabla B4 Resultado de Flujos Alim 0203(FUENTE: ADMS CENTROSUR)*

	A	B	C
I (A)	82.75	87.95	82.25
P(KW)	294.197	310.049	291.119
S(KVA)	294.198	310.428	292.242
FP	1	0.99	0.996



## ALIMENTADOR 0204

Tabla B5 33 Resultado de Flujos Alim 0204 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	147.67	156.65	144.290
P(KW)	524.72	552.54	511.656
S(KVA)	524.965	552.861	512.629
FP	1	0.99	0.99

## ALIMENTADOR 0205

Tabla B6 Resultado de Flujos Alim 0205 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	124.93	130.559	107.83
P(KW)	435.166	460.130	382.169
S(KVA)	443.71	460.192	382.72
FP	0.981	1	0.99

## ALIMENTADOR 0321

Tabla B7 Resultado de Flujos Alim 0321, (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	98.290	89.076	80.936
P(KW)	1229.906	1116.864	1015.436
S(KVA)	1243.022	1127.484	1024.773
FP	0.989	0.991	0.991



## ALIMENTADOR 0322

Tabla B8 34 Resultado de Flujos Alim 0322 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	65.623	66.410	54.467
P(KW)	800.159	798.146	646.858
S(KVA)	830.058	840.674	689.697
FP	0.964	0.949	0.938

## ALIMENTADOR 0323

Tabla B9 35 Resultado de Flujos Alim 0323 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	58.813	63.757	65.131
P(KW)	742.315	807.071	824.261
S(KVA)	743.929	807.071	824.672
FP	0.998	1	1

## ALIMENTADOR 0324

Tabla B10 Resultado de Flujos Alim 0324 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	74.912	56.099	65.557
P(KW)	946.696	710.203	803.537
S(KVA)	947.624	710.203	830.179
FP	0.999	1	0.968



## ALIMENTADOR 0325

Tabla B11 Resultado de Flujos Alim 0325(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	79.259	72.000	66.214
P(KW)	989.782	891.916	815.917
S(KVA)	1002.283	911.273	838.269
FP	0.99	0.979	0.973

## ALIMENTADOR 0421

Tabla B12 Resultado de Flujos Alim 0421(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	126.23	127.57	126.71
P(KW)	1517.24	1531.35	1519.035
S(KVA)	1589.672	1606.35	1596.218
FP	0.954	0.953	0.852

## ALIMENTADOR 0422

Tabla B13 Resultado de Flujos Alim 0422(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	75.275	96.093	85.672
P(KW)	940.477	1194.823	1057.157
S(KVA)	948.084	1210.112	1079.339
FP	0.992	0.987	0.979



## ALIMENTADOR 0423

Tabla B14 Resultado de Flujos Alim 0423(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	99.808	78.89	110.818
P(KW)	1245.60	970.863	1369.86
S(KVA)	1257.074	993.579	1396.142
FP	0.991	0.977	0.981

## ALIMENTADOR 0424

Tabla B15 Resultado de Flujos Alim 0424(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	68.772	77.808	69.011
P(KW)	859.385	949.37	837.982
S(KVA)	866.172	979.845	869.440
FP	0.992	0.969	0.964

## ALIMENTADOR 0425

Tabla B16 Resultado de Flujos Alim 0425(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	159.377	159.377	159.375
P(KW)	1916.346	1916.091	1916.917
S(KVA)	2007.324	2007.053	2007.881
FP	0.955	0.955	0.955



## ALIMENTADOR 0426

Tabla B17 Resultado de Flujos Alim 0426(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	70.008	70.006	70.008
P(KW)	871.608	871.473	871.857
S(KVA)	881.745	881.603	882.006
FP	0.989	0.989	0.988

## ALIMENTADOR 0427

Tabla B18 Resultado de Flujos Alim 0427(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	100.025	69.337	59.867
P(KW)	918.318	614.415	572.953
S(KVA)	1259.802	873.169	754.240
FP	0.729	0.704	0.760

## ALIMENTADOR 0521

Tabla B19 Resultado de Flujos Alim 0521(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	60.438	69.768	83.870
P(KW)	742.601	860.978	1032.658
S(KVA)	746.239	865.230	1035.699
FP	0.995	0.995	0.997



## ALIMENTADOR 0522

Tabla B20 Resultado de Flujos Alim 0522(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	65.366	66.935	61.603
P(KW)	799.833	820.259	750.476
S(KVA)	807.083	830.091	760.727
FP	0.991	0.988	0.987

## ALIMENTADOR 0524

Tabla B21 Resultado de Flujos Alim 0524(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	108.696	89.381	94.889
P(KW)	1324.174	1091.392	1148.841
S(KVA)	1342.078	1108.460	1171.777
FP	0.987	0.985	0.980

## ALIMENTADOR 0525

Tabla B22 Resultado de Flujos Alim 0525(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	79.610	76.107	89.401
P(KW)	974.209	940.411	1092.517
S(KVA)	982.947	943.841	1104.004
FP	0.991	0.996	0.990





## ALIMENTADOR 0721

Tabla B23 Resultado de Flujos Alim 0721(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	53.757	52.963	56.249
P(KW)	667.094	651.739	688.807
S(KVA)	681.709	670.767	712.328
FP	0.979	0.972	0.967

## ALIMENTADOR 0722

Tabla B24 Resultado de Flujos Alim 0722(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	78.094	73.438	72.046
P(KW)	990.311	928.501	910.612
S(KVA)	990.342	930.079	912.391
FP	1	0.998	0.998

## ALIMENTADOR 0723

Tabla B25 Resultado de Flujos Alim 0723(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	105.901	116.459	109.195
P(KW)	1320.891	1446.668	1352.528
S(KVA)	1342.954	1474.925	1382.830
FP	0.984	0.981	0.978



## ALIMENTADOR 0821

Tabla B26 Resultado de Flujos Alim 0821 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	109.922	101.372	102.799
P(KW)	1355.027	1258.458	1276.180
S(KVA)	1377.525	1271.346	1284.510
FP	0.984	0.990	0.994

## ALIMENTADOR 0822

Tabla B27 Resultado de Flujos Alim 0822, (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	80.310	81.971	74.806
P(KW)	1006.295	1026.513	933.791
S(KVA)	1006.44	1028.025	934.737
FP	1	0.999	0.999

## ALIMENTADOR 0823

Tabla B28 Resultado de Flujos Alim 0823 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	26.997	23.520	26.578
P(KW)	338.314	294.494	332.074
S(KVA)	338.331	294.974	332.109
FP	1	0.998	1



## ALIMENTADOR 0824

Tabla B29 Resultado de Flujos Alim 0824(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	55.859	36.945	31.069
P(KW)	694.019	457.402	385.799
S(KVA)	700.016	463.341	388.224
FP	0.991	0.987	0.994

## ALIMENTADOR 1221

Tabla B30 Resultado de Flujos Alim 1221(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	0.053	0.053	0.053
P(KW)	0.664	0.662	0.662
S(KVA)	0.664	0.662	0.662
FP	1	1	1

## ALIMENTADOR 1222

Tabla B31 Resultado de Flujos Alim 1222(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	20.660	31.488	23.182
P(KW)	257.191	392.244	288.686
S(KVA)	259.797	394.909	291.235
FP	0.990	0.993	0.991



## ALIMENTADOR 1223

Tabla B32 Resultado de Flujos Alim 1223(FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	A	B	C
I (A)	78.076	83.640	73.113
P(KW)	975.071	1036.686	907.407
S(KVA)	981.688	1048.882	918.408
FP	0.993	0.988	0.988



## ANEXO C

**CAIDA DE TENSIÓN EN LOS EXTREMOS DE LAS SUBESTACIONES 03,  
07 Y 08 EN EL SISTEMA CYMDIST**

*Tabla C1 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0321 (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)*

0321	V base	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR	% Caída de tensión
A	120.4	22.2	12.7	0	0.6	0	-0.6	2.94
B	120.8	22.1	12.8	0	0.6	0	-0.6	2.63
C	121.7	22.2	12.9	0	0.6	0	-0.6	1.85
				Total:	2	0	-2	2.97

*Tabla C2 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0322 (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)*

0322	V base	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR	% Caída de tensión
A	122.7	22.5	13	0	0.1	0	-0.1	0.68
B	123.1	22.5	13	0	0.1	0	-0.1	0.35
C	123	22.5	13	0	0.1	0	-0.1	0.38
				Total:	0	0	0	0.56



Tabla C3 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0323 (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

0323	V base	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR	% Caída de tensión
A	122.6	22.5	13	4.6	59.2	58.9	6.7	0.55
B	122.6	22.5	13	4.6	59.2	58.9	6.6	0.58
C	122.6	22.5	13	4.6	59.2	58.9	6.7	0.55
Total:					178	177	20	0.67

Tabla C4 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0324 (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

0324	V base	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR	% Caída de tensión
A	123.6	22.7	13.1	1.1	14.2	14	2.5	0.25
B	123.6	22.7	13.1	0.5	6.3	6.2	1	0.25
C	123.5	22.7	13.1	0.5	6.3	6.2	1	0.26
Total:					27	26	5	0.31



Tabla C5 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0325 (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

0325	V base	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR	% Caída de tensión
A	122.3	22.4	12.9	0.4	5.2	5.1	0.6	0.62
B	122.5	22.4	13	0.1	0.7	0.7	0	0.44
C	122.4	22.4	13	0.1	0.7	0.7	0	0.53
Total:					7	7	1	0.64

Tabla C6 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0721 (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

0721	V base	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR	% Caída de tensión
A	118.8	21.7	12.6	2.2	27.2	26.9	4	0.36
B	118.5	21.7	12.5	2.2	27.2	26.9	4	0.55
C	118.4	21.7	12.5	2.6	32.9	32.6	4.8	0.62
Total:					87	86	13	0.61



Tabla C736 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0722 (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

0722	V base	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR	% Caída de tensión
A	118.2	21.7	12.5	1.5	19	19	0	0.84
B	118.4	21.7	12.5	6	75.1	75.1	0.1	0.7
C	118.3	21.7	12.5	0.5	6.8	6.8	-0.2	0.78
Total:					101	101	0	0.93

Tabla C8 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0723 (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

0723	V base	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR	% Caída de tensión
A	117.1	21.5	12.4	0	0.4	0	-0.4	2.29
B	119.1	21.7	12.6	0	0.4	0	-0.4	0.57
C	117.4	21.6	12.4	0	0.4	0	-0.4	2.03
Total:					1	0	-1	1.96





Tabla C937 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0821 (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

821	V base	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR	% Caída de tensión
A	116.5	21.4	12.3	0	0	0	0	1.17
B	116.7	21.4	12.3	0	0	0	0	1.04
C	116.3	21.4	12.3	0	0	0	0	1.36
				Total:	0	0	0	1.43

Tabla C1038 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0822 (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

0822	V base	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR	% Caída de tensión
A	117.3	21.5	12.4	0.8	10.1	9.9	1.6	1.24
B	116.9	21.5	12.4	0.8	10.1	9.9	1.6	1.55
C	117.4	21.5	12.4	0.8	10.1	10	1.6	1.2
				Total:	30	30	5	1.6



Tabla C11 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0823 (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

0823	V base	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR	% Caída de tensión
A	117.4	21.5	12.4	0.1	0.7	0.6	-0.4	0.49
B	117.5	21.5	12.4	0.1	0.7	0.6	-0.4	0.4
C	117.1	21.5	12.4	0.1	0.7	0.6	-0.4	0.74
				Total:	2	2	-1	0.65

Tabla C12 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0824 (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

0824	V base	kVLL	kVLN	i (A)	KVA	kW	kVAR	% Caída de tensión
A	116.4	21.4	12.3	1	12.9	12.9	0.8	1.34
B	117.4	21.5	12.4	1	13	13	0.9	0.47
C	116.7	21.4	12.4	1	12.9	12.9	0.9	1.05
				Total:	39	39	3	1.15



## ANEXO D

### CAIDA DE TENSIÓN EN LOS EXTREMOS DE LAS SUBESTACIONES 03, 07 Y 08, EN EL SISTEMA ADMS

Tabla D1 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0321 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

0321	V(KV)	I(A)	P(KW)	S(KVA)	Vr (%)
A	12.303	0.046	0	0.562	96.863
B	12.463	0.046	0	0.577	98.118
C	12.445	0.046	0	0.575	97.975

Tabla D2 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0322 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

0322	V(KV)	I(A)	P(KW)	S(KVA)	Vr (%)
A	12.585	1.041	12.217	13.105	99.083
B	12.606	1.403	16.217	17.682	99.247
C	12.621	0.754	8.744	9.521	99.364

Tabla D3 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0323 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

0323	V(KV)	I(A)	P(KW)	S(KVA)	Vr (%)
A	12.591	3.452	38.27	43.461	99.128
B	12.596	3.448	38.207	43.432	99.168
C	12.607	3.453	38.253	43.534	99.254

Tabla D4 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0324 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

0324	V(KV)	I(A)	P(KW)	S(KVA)	Vr (%)
A	12.621	0.83	9.422	10.476	99.365
B	12.637	0.536	6.742	6.771	99.489
C	12.645	0.555	6.303	7.022	99.554



Tabla D5 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0325 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

0325	V(KV)	I(A)	P(KW)	S(KVA)	Vr (%)
A	12.587	0.683	8.559	8.597	99.095
B	12.619	0.033	0.410	0.416	99.948
C	12.612	0.033	0.410	0.416	99.294

Tabla D6 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0721 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

0721	V(KV)	I(A)	P(KW)	S(KVA)	Vr (%)
A	12.636	0.046	0.250	0.576	99.48
B	12.613	0.045	0.249	0.574	99.305
C	12.613	0.358	4.238	4.510	99.298

Tabla D7 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0722 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

0722	V(KV)	I(A)	P(KW)	S(KVA)	Vr (%)
A	12.591	1.188	14.942	14.961	99.126
B	12.589	6.002	75.566	75.567	99.109
C	12.609	0.659	7.351	8.31	99.269

Tabla D8 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0723 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

0723	V(KV)	I(A)	P(KW)	S(KVA)	Vr (%)
A	12.474	0.031	0	0.385	98.209
B	12.474	0.031	0	0.385	98.209
C	12.467	0.031	0	0.384	98.151



Tabla D9 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0821 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

0821	V(KV)	I(A)	P(KW)	S(KVA)	Vr (%)
A	12.445	0.005	0	0.068	97.98
B	12.456	0.006	0	0.069	98.064
C	12.391	0.005	0	0.068	97.553

Tabla D10 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0822 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

0822	V(KV)	I(A)	P(KW)	S(KVA)	Vr (%)
A	12.409	2.407	29.829	29.864	97.697
B	12.411	3.62	42.310	44.930	97.714
C	12.390	2.344	23.694	29.04	97.548

Tabla D11 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0823 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

0823	V(KV)	I(A)	P(KW)	S(KVA)	Vr (%)
A	12.445	0.028	0.274	0.351	97.979
B	12.52	0.028	0.275	0.352	98.568
C	12.415	0.028	0.272	0.346	97.745

Tabla D1239 Caída de voltaje en los extremos del Alim. 0824 (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

0824	V(KV)	I(A)	P(KW)	S(KVA)	Vr (%)
A	12.412	0.703	8.47	8.729	97.721
B	12.490	0.702	8.497	8.772	98.336
C	12.402	0.703	8.437	8.722	97.638



## ANEXO E

### CAIDA DE VOLTAJE CON LA SUBESTACIÓN 03 TRANFERIDA EN EL SISTEMA CYMDIST

Tabla E1 Caída de Voltaje alimentador 0424, demanda media (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

	Vbase	kVLN	I(A)	KW	Caída voltaje
A	120.8	12.8	0.3	4.4	0.99
B	121.1	12.8	0	0.4	0.75
C	120.9	12.8	0	0.4	0.89

Tabla E2 Caída de Voltaje alimentador 0722, demanda media (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

	Vbase	kVLN	I(A)	KW	Caída voltaje
A	119.6	12.7	0.6	7.2	0.45
B	119.7	12.7	2.3	29.1	0.38
C	119.6	12.7	0.2	2.9	0.43

Tabla E3 Caída de Voltaje alimentador 0821, demanda media (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

	Vbase	kVLN	I(A)	KW	Caída voltaje
A	116.1	12.3	0.1	0	0.81
B	116.2	12.3	0.1	0	0.71
C	116.0	12.3	0.1	0	0.85

Tabla E440 Caída de Voltaje alimentador 0824, demanda media (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

	Vbase	kVLN	I(A)	KW	Caída voltaje
A	119.2	12.6	0.1	0.3	1.18
B	112.2	12.6	0.3	3.3	1
C	119.4	12.6	3.3	38.9	1.04



Tabla E541 Caída de Voltaje alimentador 1521, demanda media (FUENTE: CYMDIST CENTROSUR)

	Vbase	kVLN	I(A)	KW	Caída voltaje
A	112.3	11.9	0	0	9.73
B	114.9	12.2	0	0	7.59
C	117.4	12.4	0	0	5.52



## ANEXO F

## CAIDA DE VOLTAJE CON LA SUBESTACIÓN 03 TRANFERIDA EN EL SISTEMA ADMS

Tabla F1 Caída de Voltaje alimentador 0424, demanda media (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	kVLN	I(A)	KW	Vr (%)
A	12.214	0.244	2.795	96.157
B	12.246	0.065	0.77	96.410
C	12.257	0.065	0.771	96.496

Tabla F2 Caída de Voltaje alimentador 0722, demanda media (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	kVLN	I(A)	KW	Vr (%)
A	12.338	86.769	1047.734	97.139
B	12.354	82.496	994.047	97.264
C	12.340	80.897	972.68	97.150

Tabla F3 Caída de Voltaje alimentador 0821, demanda media (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	kVLN	I(A)	KW	Vr (%)
A	12.492	0.056	0	98.349
B	12.481	0.056	0	98.266
C	12.520	0.056	0	98.573

Tabla F4 Caída de Voltaje alimentador 0824, demanda media (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	kVLN	I(A)	KW	Vr (%)
A	12.120	0.045	0	95.424
B	12.188	0.045	0	95.958
C	12.288	0.046	0	96.745





Tabla F5 Caída de Voltaje alimentador 1521, demanda media (FUENTE: ADMS CENTROSUR)

	kVLN	I(A)	KW	Vr (%)
A	12.131	0.03	0	88.274
B	12.458	0.03	0	90.415
C	12.298	0.03	0	91.845