



Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

IX SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

IMPORTANCIA DE LA DENSIDAD DE CARGA PARA LA PLANIFICACION DE TRASMISION Y DISTRIBUCION, SUGERENCIA DE CALCULO SEGÚN ESCENARIO ACTUAL ANDE

Ing. Miriam Elizabeth Medina Insfran MSc

ADMINISTRACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD/ANDE

Paraguay

RESUMEN

El presente trabajo muestra una alternativa más para la ubicación de los centros de distribución por medio de densidades de carga, presentándose la metodología para la determinación de las mismas, según escenario y datos disponibles en la ANDE. Obtener, en forma visual, el detalle de las densidades por kilómetro cuadrado de las áreas de influencia de los centros de distribución. Esta visualización provee información de las condiciones de carga, crecimiento del área y posibles sectores que pudieran aparecer en los años posteriores como cargas puntuales.

Se involucran temas de distribución para conocer la magnitud de las inversiones que se realizan en esta área, dando paso a la importancia que se tiene en el diseño y ubicación de los centros distribución y la red de distribución.



PALABRAS CLAVES

CD	Centro de Distribucion
Km	Kilometros
EE y SS EE	Estacion y Subestacion
GIS	Sistema de Informacion Geografica
FPC/PC	Fuera de Punta de Carga\Punta de Carga
UTM	Universal Transversal Mercator

1. OBJETIVO

1.1 General

Determinación de la importancia de la densidad de carga actualizada para la planificación de la transmisión y distribución del sistema eléctrico, sugerencia de un modelo calculo, según escenario y datos disponibles actuales en ANDE.

2. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

En la ANDE existe un mapa de carga o densidad de carga por cuadrícula que datan de los años 1990-4.

Según informaciones, las orientaciones de mapa de carga surgieron por recomendaciones de consultores de la LEME CEMIG, el procedimiento de cálculo, atendiendo a los datos disponibles en su momento, consistía en el levantamiento de datos eléctricos en Media y Baja Tensión, de algunas regiones de la zona metropolitana y expandirlos por muestreo por toda la zona. Actualizándose gradualmente según tasas de crecimiento por consumo de la zona. Fuente Dpto. Estudios de Distribución de la Dirección de Planificación.

IX SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

En la figura I puede observarse, los porcentajes de carga máximo y promedio mensual de cada centro de distribución de la región metropolitana, los datos de promedios calculados corresponden a un periodo comprendido desde Enero 09 a Jun 10. Los datos de demandas máximas mensuales fueron considerados del mes de mayor registro de demanda, correspondiendo al mes de Marzo del 2.010.

En la figura puede observarse también la sumatoria de las cargas de consultas previas registradas por centros de distribución de la zona metropolitana, del mismo periodo considerado. Por los datos de demandas máximas registradas y los puntos de instalación de los nuevos centros de distribución, puede verificarse que no existe un criterio definido específicamente a la densidad o centro de carga para la ubicación de los centros de distribución.

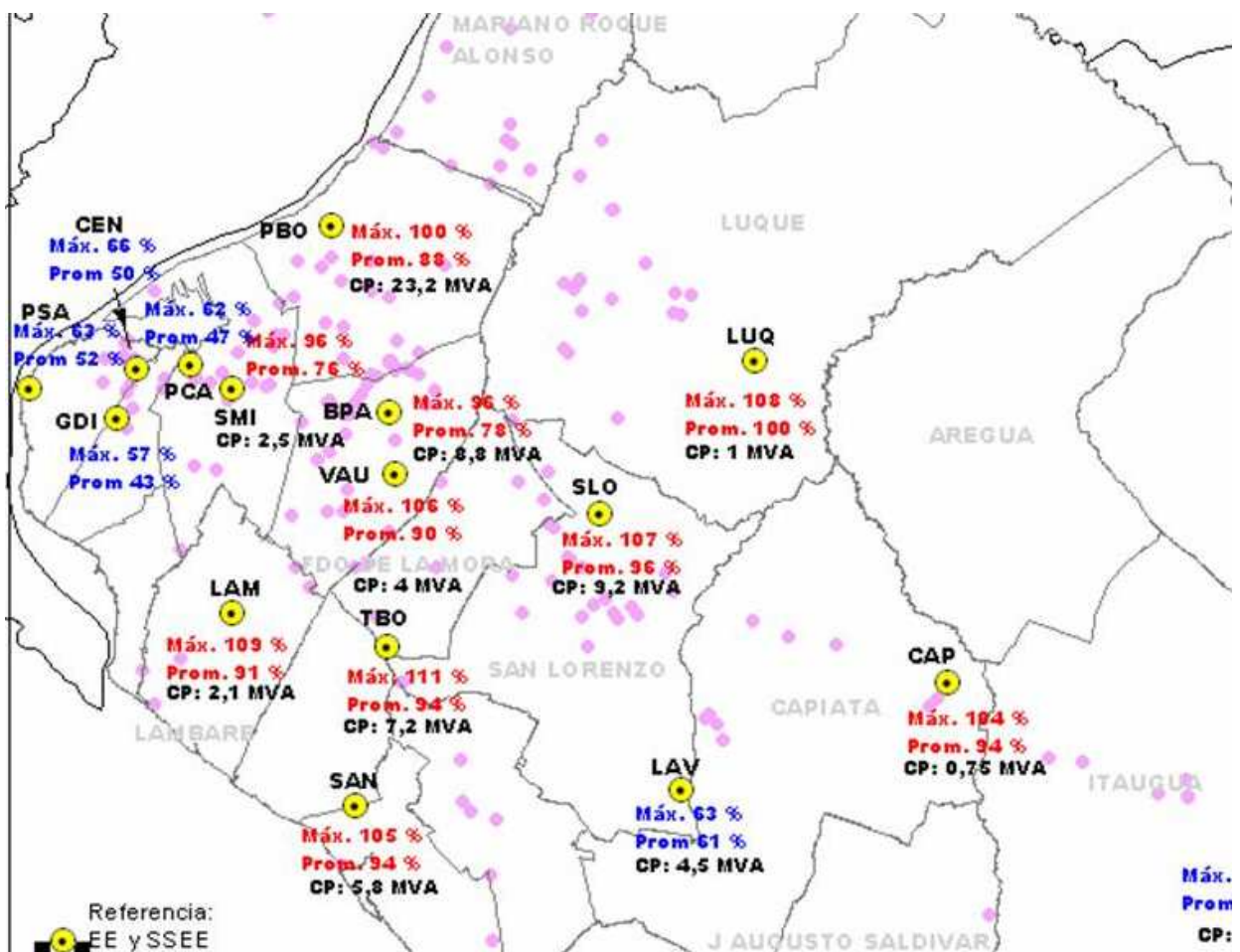




Fig. I Porcentaje de carga de los centros de distribución de la zona metropolitana.

En la tabla I se registran las máximas longitudes de los alimentadores del sistema eléctrico de distribución:

Descripción del Alimentador	Longitud (km)
CBV 02 (Longitud Conductor Troncal de 70 mm ²)	280
VHA 03 (Longitud Total – Troncal y Derivadas)	1.200

Tabla I Máximas longitudes de alimentadores.

3. GENERALIDADES SOBRE LA UBICACIÓN DE CENTROS DE DISTRIBUCIÓN.

Los centros de distribución, generalmente deben estar en el centro de una zona carga, atendiendo también a otros factores, como por ejemplo la factibilidad de adquisición de terreno en los puntos estimados de instalación.

El área que debe servir un centro de distribución, se caracteriza por tener cierta densidad de carga -potencia / superficie- por lo que las densidades de carga juegan un papel importante en la ubicaciones de los centros de distribución de la importancia de conocer cómo está distribuida la demanda en el área de servicio y son suficientes para justificar que se emprenda el estudio para conocer la distribución de la carga en el área de servicio.

4. ESCENARIO ANDE – DATOS E INFORMACION DISPONIBLE

Dentro de las funciones y atribuciones actuales del Dpto. Ingeniería de Distribución de la División de Proyectos de la Sub Gerencia de Distribución se encuentran:



IX SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

-
- Configuración Óptima de Alimentadores. Según criterios técnicos y Económicos.

Criterios técnicos de Planificación:

- Porcentaje de carga máximo mensual de las EE y SSEE (23 kV) $\leq 80 \%$.
- Porcentaje de carga máximo del Conductor $\leq 60 \%$ de la capacidad máxima

del conductor.

- Nivel de Tensión ($\pm 5 \%$).
- Desequilibrio de Bases (15 %)
- **LONGITUD DE TRONCALES EN ALIMENTADORES (LEME – CEMIG; KOICA) Sugerencia de longitud máxima de troncales en alimentadores de 80 km.**

Insumos Basicos para la Planificacion:

- CATASTRO DEL SISTEMA INFORMATICO.
- MEDICIONES.
- RECURSOS COMPUTACIONALES.
- ESTUDIO DEL MERCADO

Catastro del Sistema Informático.

1)- DATOS ACTUALIZADOS

- ARC VIEW (GIS)
- ESQUEMA UNIFILAR EN AUTOCAD

2)- CONFIGURACIÓN BASE (DE ESTUDIO)

- LIBRO DE NOVEDADES (TRANSFERENCIAS DE CARGA)

Mediciones

- Origen de los datos Fig II
- SCADA, Registros ION,
- ENGRO, VARCORDER)

Registros capturados a través SCADA, Registro ION, ENGRO y VARCORDER

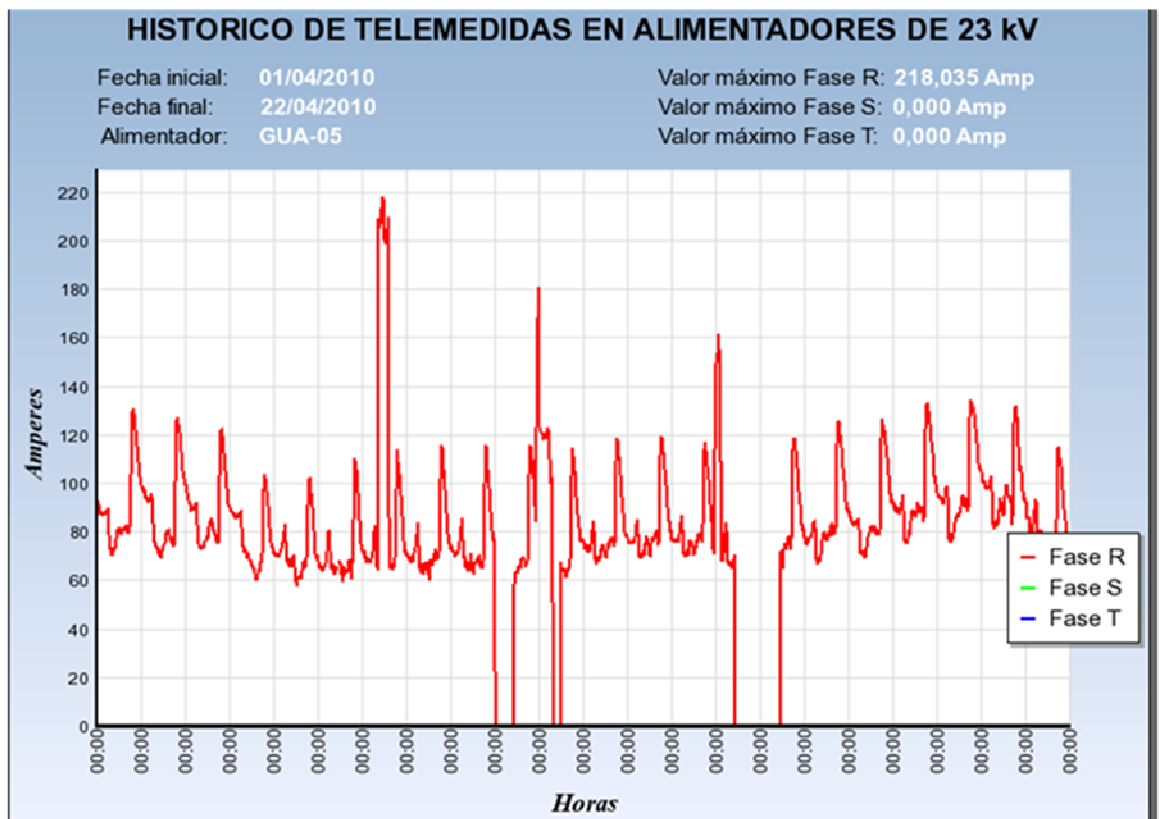


Fig II Representación Grafica de las Mediciones

- Fiabilidad de los datos
- Distribución Normal.

RECURSOS COMPUTACIONALES

SOFTWARE OPEN -- NIS (Figura III)

El software desarrollado en el Dpto. Ingeniería de Distribución, da informaciones de Demanda FPC\PC, factor de potencia, actividad y tarifas, suministrando al software la información de los NISES respectivos

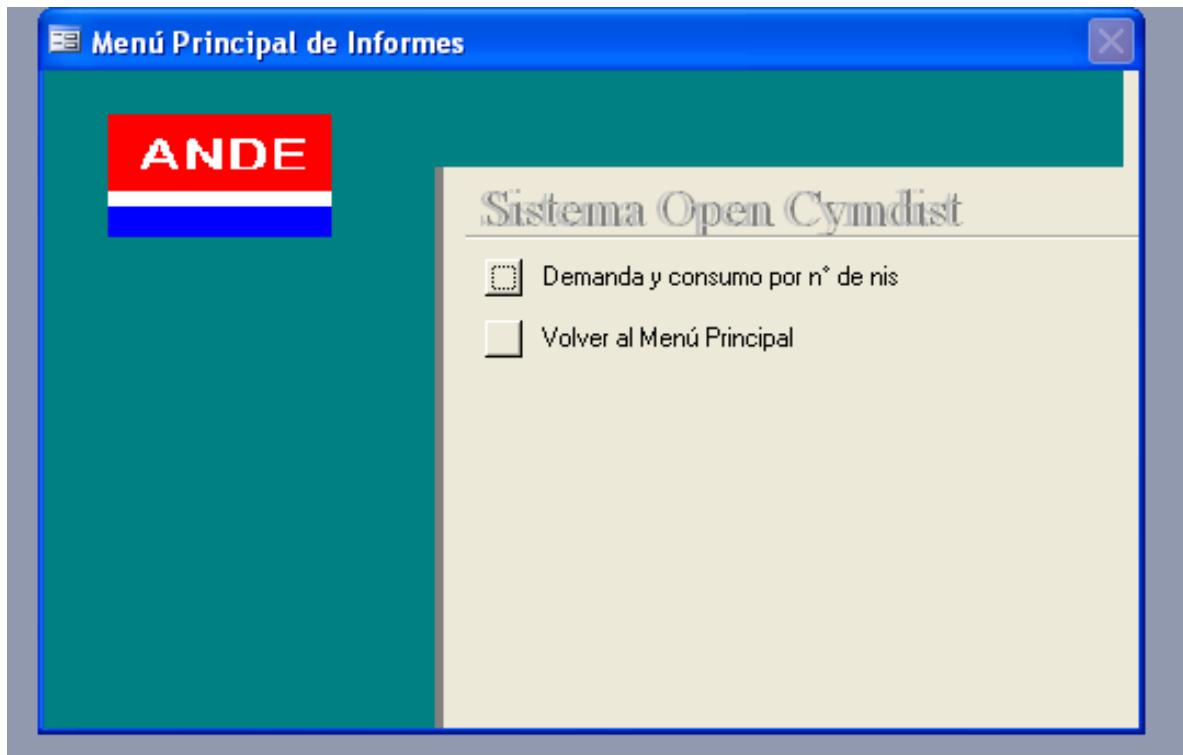


Fig. III Software OPEN – NIS

SOFTWARE CYMDIST -- SOFTWARE DE ANALISIS

Algunas Características Claves Principales del Software (Fig IV)

- **Enlace personalizada al sistema GIS/ ESRI**
- **Extracción de datos de carga y tensión en nodos.**
- **Perfiles gráficos de tensión y carga**

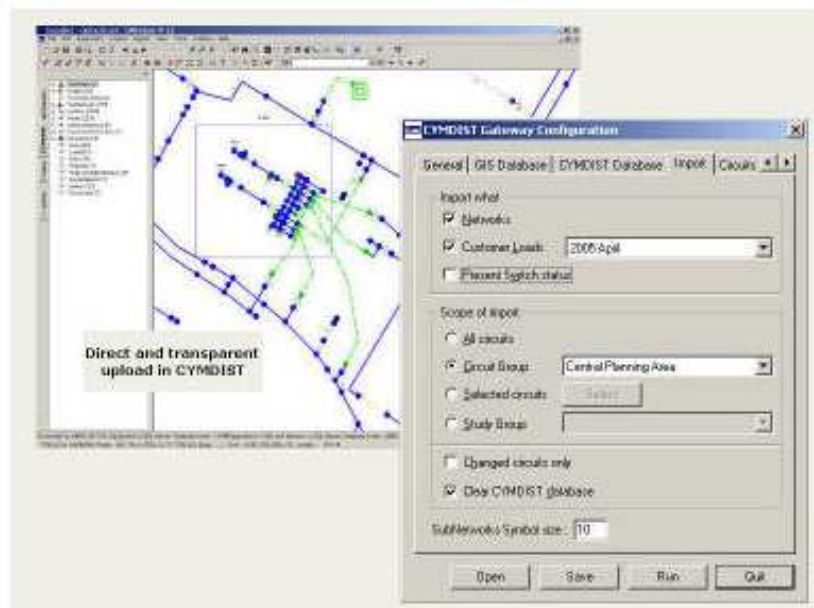


Fig IV – Características Claves del Software Cymdist (Analizador de Redes)

5. INFORMACION REFERENTE AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

La combinación económicamente óptima depende de un gran número de factores tan importantes como la densidad de la carga, el área de cobertura, el total de la carga a servir, los niveles existentes de voltaje, el porcentaje de crecimiento de la carga, la ubicación geográfica, la disponibilidad terrenos o adquisición de los mismos, etc.

5.1. La planeación de sistemas de distribución

Generalmente el sistema de distribución es considerado el componente más pequeño de un sistema de potencia; quizás porque sus instalaciones son menos robustas que las de generación y transmisión. Sin embargo, la multiplicidad de sus instalaciones lo hace más extenso y de mayor capacidad instalada en relación a los otros sistemas, porque es el que está más cerca de la carga.

5.2. La Planificación del sistema de distribución pretende:

Mantener la disponibilidad del servicio: implica tener en cada punto y en cualquier momento mayor capacidad que la demanda.



Calidad en el servicio: La buena regulación de voltaje se logra partiendo del centro de carga.

La eficiencia del sistema: La eficiencia se logra minimizando costos.

La confiabilidad del sistema: La confiabilidad implica grados de continuidad en el servicio según priorización de usuarios.

En todo caso la planificación busca para el sistema la eficacia, la seguridad, la confiabilidad, la flexibilidad, la eficiencia, minimizar el impacto ambiental y, logrado lo anterior, reducir al mínimo posible el costo total.

Los cálculos eléctricos tendientes a dimensionar óptimamente el sistema de distribución, incluyen cálculos de regulación de voltaje, de eficiencia de las instalaciones y magnitud de corrientes de corto circuito.

5.3. Demanda

La demanda de una instalación o del sistema es la carga promedio conectada en las terminales receptoras en un intervalo especificado de tiempo.

En esta definición se entiende por carga la que se mide en términos de potencia (aparente, activa, reactiva o compleja) o de intensidad de corriente. El periodo durante el cual se toma el valor medio se denomina **intervalo de demanda** y es establecido por la aplicación específica que se considere, la cual se puede determinar por la constante térmica de los aparatos o por la duración de la carga.

La carga puede ser instantánea, como cargas de soldadores o corrientes de arranque de motores. Sin embargo, los aparatos pueden tener una constante térmica en un tiempo determinado, de tal manera que los intervalos de demanda pueden ser de 15, 30, 60 o más minutos, dependiendo del equipo de que se trate. Se puede afirmar entonces que al definir una demanda es requisito indispensable indicar el intervalo de demanda, ya que sin esto el valor que se establezca no tendrá ningún sentido práctico.

5.4. Demanda máxima

Las cargas eléctricas por lo general se miden en amperes, kilowatts o kilovolts-amperes. Para que un sistema eléctrico o parte de éste se construya eficientemente se debe saber la demanda máxima del mismo.



IX SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
13, 14 y 15 de Octubre de 2010

En general las cargas rara vez son constantes durante un tiempo apreciable, o sea que fluctúan de manera continua.

El conocimiento de la demanda máxima de un grupo de cargas y su efecto combinado es importante para determinar la capacidad que ese grupo requiere en el sistema.

Como se puede observar, en todos los casos la determinación de la demanda máxima es de vital importancia, y si no se pueden obtener medidas precisas de la demanda, es necesario estimar su valor de la mejor manera posible para poder usar estos datos correctamente en el proceso de planeación del sistema.

5.5. Carga conectada

La carga conectada es la suma de los valores nominales de todas las cargas del consumidor que tienen probabilidad de estar en servicio al mismo tiempo para producir una demanda máxima.

La carga conectada se puede referir tanto a una parte como al total del sistema y se puede expresar en watts, kilowatts, amperes, HP, kilovolts - amperes, etc., dependiendo de las necesidades o requerimientos del estudio.

5.6. Crecimiento de la carga

El crecimiento de carga es atribuible a varios factores: nuevos lotes o zonas que se anexan al sistema, nuevos consumidores que se encuentran en la zona del sistema o aumentos de carga de los consumidores actuales. Estos factores son aplicables a diferentes partes del sistema y en distintos grados, por lo que no es aconsejable una estimación generalizada de crecimiento de carga para todos los casos.

En el crecimiento de la carga influyen condiciones locales en gran medida, por ejemplo: condiciones económicas de la zona, hábitos de los consumidores, condiciones económicas reales de la empresa suministradora.

Los crecimientos en diversas partes del sistema en general serán muy diferentes entre sí y distintos entre las tasas de crecimiento de cada una de las zonas en particular y la tasa del sistema de distribución en general.

Estadísticas y datos detallados del comportamiento pasado del sistema, año con año mes con mes, serán de gran ayuda en la predicción del futuro comportamiento del sistema. Algunos de estos datos se enlistan a continuación:

- Carga total del sistema.
- Carga total de varios tipos (iluminación, potencia, etc)
- Carga individual de alimentadores de distribución.



- Pruebas anuales en transformadores de distribución.

6. ESTIMACIÓN DE DENSIDADES DE CARGA

6.1. Planteamiento del problema

Actualmente el estudio de la planificación del desarrollo se inicia de la cargabilidad de los circuitos de distribución y de la cargabilidad de los transformadores de los centros de distribución. Cuando estos indicadores de cargabilidad se acercan o rebasan los límites fijados por criterios de operación y planificación, se detecta la necesidad de un nuevo circuito o de un nuevo centro de distribución.

Pero de esta manera, la carga se ve solamente desde el lado crítico del sistema eléctrico, como una carga puntual, y la ubicación del nuevo centro queda dependiente de los existentes y no tanto de la distribución de la carga.

La ubicación de una subestación de distribución constituye en sí la solución de un problema de transporte a muchos puntos, en el que se busca minimizar los costos de inversión y de pérdidas de potencia y energía en distribución.

Otro aspecto importante en el diseño del sistema de distribución lo constituye la regulación de voltaje en los puntos de entrega.

Este es un parámetro que determina la calidad del servicio de energía eléctrica y las normas establecen que las variaciones deben estar dentro de un rango de +/- 5% respecto del valor nominal. La consecución de este objetivo con mínimo costo implica colocar la subestación en el centro de carga de la distribución.

Existen varias formas de llegar a conocerla, pero una es mediante el concepto de densidad de carga por UTM.

6.2. Obtención de densidades de Carga

Todo circuito de distribución no debe exceder los 8 MW según los criterios técnicos del manual de planificación vigente.

Como Alternativas para cubrir la demanda, se consideran en orden de prioridad las siguientes:

Transferencia de carga entre centros de distribución



Cambio de capacidad de transformador.

Apertura de nuevas centros de distribución.

Los nuevos centros de distribución deberán situarse lo más próximas a los centros de carga, con el objeto de reducir pérdidas por conducción.

Los centros de distribución con capacidad de interconexión deben tener un margen de reserva para que en caso de una falla o mantenimiento, las centros de distribución cercanas puedan absorber la mitad de la carga de un circuito (3.5 MW), sin sobrecargarse.

6.3. Las densidades de carga por UTM's

Los cálculos eléctricos de dimensionamiento se hacen cuando la instalación está definida, es decir, se conoce el punto de alimentación y la ubicación precisa de las cargas. Sin embargo, en la planificación de un sistema de distribución no es posible conocer la ubicación precisa de las cargas, porque generalmente se está considerando una situación correspondiente al futuro.

En este caso, conviene utilizar el concepto de densidad de carga, en el cual la carga se considera distribuida uniformemente en cada kilómetro cuadrado.

La distribución uniforme es válida porque simplifica la aprehensión de la distribución y facilita los procesos de cálculo. Por otro lado, la dimensión del área en la que se uniformiza la carga -área unitaria- es un compromiso entre la exactitud buscada y la facilidad de cálculo.

Se seleccionó la unidad de área kilómetro cuadrado porque un alimentador de distribución y, por ende una subestación de distribución, comprenden varios kilómetros cuadrados. Además, esta área unitaria corresponde a una de las divisiones localizadas geográficamente en los mapas, denominada UTM y está identificada por coordenadas de longitud y latitud.

Esto da una ubicación definida por parámetros geográficos para cada dato de densidad de carga.

6.4. Metodología para la obtención de densidades de Carga,



Es posible obtener las densidades de carga, sumando las demandas puntuales de intersección de los circuitos eléctricos con la cuadrícula del mapa considerado, todos los puntos de intersección, sea de un mismo o varios circuitos que pertenezcan al mismo UTM, obteniéndose la demanda en kVA/km².

Los datos de los circuitos eléctricos pueden ser obtenidos del Software Cymdis

□ En áreas rurales donde se tienen las menores densidades de carga, se debe cubrir un área mayor para obtener una densidad de carga significativa. Similar a las áreas urbanas residenciales, pequeñas subdivisiones, pueden indicar la naturaleza e intensidad de la carga. Las áreas comerciales tienen un amplio rango de densidades de carga y puede ser revisado detalladamente.

Cuadrículas de 1 km para zonas urbanas

Cuadrículas de 5 km para zonas rurales

1. *Las coordenadas se conocen como Universal Transversal Mercator (UTM).*

6.5. Proceso de Actualización

El proceso de actualización, correspondiente a cada usuario nuevo que se conecta al sistema, se hace mediante la actualización del flujo de carga, con la inclusión del nuevo usuario. Analizador de Redes, identificando cada punto de intersección.

7. CONCLUSIONES

□ El primer requerimiento de un sistema es asegurar una operación satisfactoria de todas las cargas.

□ La densidad de carga es frecuentemente una medida útil para revisar el área de instalaciones eléctricas requeridas. La densidad de carga puede ser medida en términos de kVA - km².

□ Los centros de distribución con capacidad de interconexión deben tener un margen de reserva para que, en caso de una falla o mantenimiento en un centro, las cercanas puedan absorber la mitad de la carga de un circuito (3.5 MW) sin sobrecargarse.



8. RECOMENDACIONES

- Instalar equipos de medición en circuitos eléctricos, en cantidades y periodos adecuados y de esa forma poder garantizar la fiabilidad del proceso.
- Actualización de la base de datos de las densidades de carga por año para que las proyecciones por año pronostiquen datos más reales a las condiciones imperantes en el sistema de estudio.
- Utilización de las densidades de carga por medio de colores para realizar la diferenciación de los rangos que prevalecen en el sistema pudiendo determinarse a simple vista los UTM's en donde la concentración de carga va en pleno crecimiento.
- Se recomienda realizar un plano de las áreas de influencia de cada Centro de distribución para poder determinar la demanda que abastece cada una de las centros de distribución y poder determinar en las proyecciones de carga la capacidad de las mismas
- Realizar una programación anual de acuerdo a las proyecciones de carga y de acuerdo a las áreas de influencia de cada centro de distribución, para evitar colapsos en el sistema de distribución que puedan darse por el crecimiento constante de la carga.

-

9. BIBLIOGRAFÍA

- 1 ENGENHARIA DE DISTRIBUCAO Jose Adolfo Cipoli – 1.993
- 2 By Electric utility engineering of the Westinghouse electric corporation -
East Pittsburg Pennsylvania. **Distribution Systems - Volume 3 -
Electric utility engineering reference book**
- 3 Turan Gonen. **Electric power distribution system engineering**