



Mayo 2019 - ISSN: 1696-8352

## ÉTICA PROFESIONAL APLICADA EN DISEÑO DE REDES DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

**Eduardo Rolando Tenelema Yanez**

Estudiante, Universidad Politécnica Salesiana, Quito - Ecuador  
etenelema@est.ups.edu.ec

**Jeverson Santiago Quishpe Gaibor**

Tutor, Universidad Politécnica Salesiana, Quito – Ecuador  
jquishpe@ups.edu.ec

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Eduardo Rolando Tenelema Yanez y Jeverson Santiago Quishpe Gaibor (2019): “Ética profesional aplicada en diseño de redes de los sistemas de distribución eléctrica”, Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, (mayo 2019). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/oel/2019/05/etica-diseno-redes.html>

### RESUMEN

El objetivo de este documento es proporcionar al lector criterios ético – profesional para realizar diseños de redes en sistemas de distribución de energía eléctrica, estos criterios éticos tienen como finalidad ayudar a tener un mejor desarrollo como profesionales en diseño de redes. El diseñar redes de distribución eléctrica, no solo implica saber los criterios de diseño, aplicación de normativas de diseño, sino una amplia planificación en base a un diseño o rediseño de red, tomando en cuando qué factores van a facilitar el diseño de un proyecto y que factores van a dificultar el diseño, evaluando esos factores se tomara las debidas consideraciones para verificar si es factible o no el diseño de ese proyecto de distribución o no. Muchos de esos factores ya no son simplemente criterios del diseñador para que sea factible diseñar ese proyecto, sino que son factores ajenos como por ejemplo la parte económica, la parte política, el uso de suelo, costos por operación y mantenimiento, disponibilidad del nivel de voltaje requerido, entre otros. Sin embargo, la parte ética profesional o deontológica del diseñador siempre debe estar presente al momento de dar la prioridad a los diseños de mayor beneficio social ya que las empresas distribuidoras son empresas públicas y su meta debería proporcionar de servicio eléctrico con índices de calidad y eficiencia. También la ética profesional va a estar presente en la parte de aprobación de los proyectos particulares donde sus altos costos de diseño y construcción hacen que los profesionales a cargo de aprobar estos proyectos se vean tentados en recibir incentivos económicos para la más fácil aprobación de estos proyectos. Las normativas que se utilizan para los diseños de redes de distribución eléctrica vienen normadas para cada región donde se pretendan construir estos proyectos de diseño. Para ello se utilizarán diversos programas de diseño acorde a la facilidad de manejo y las características que se necesite cada empresa para distribuidora para sus diseños. Mucho dependerá de costo de derechos de la utilización de estos programas como también de

la parte de talento profesional (es decir de los conocimientos que posean los diseñadores para manejar ciertos programas de diseño de redes de distribución).

## **PALABRAS CLAVES**

Ética Profesional – Confiabilidad - Desarrollo Energético - Redes Aéreas - Redes Subterráneas - Cargabilidad de Redes.

## **ABSTRACT**

The objective of this document is to provide the reader with ethical-professional criteria for designing networks in electricity distribution systems, these ethical criteria are intended to help to have a better development as professionals in network design. The design of electrical distribution networks, not only involves knowing the design criteria, application of design regulations, but a broad planning based on a design or network redesign, taking into account what factors will facilitate the design of a project and what factors are going to make the design difficult, evaluating those factors will take the due considerations to verify if it is feasible or not the design of that distribution project or not. Many of these factors are no longer simply criteria of the designer to be feasible to design that project, but are factors outside such as the economic part, the political part, the use of land, costs for operation and maintenance, availability of the level of required voltage, among others. However, the ethical professional or deontological part of the designer must always be present when giving priority to the designs of greater social benefit since the distribution companies are public companies and their goal should provide electrical service with quality and efficiency indexes . Also the professional ethics will be present in the approval part of the particular projects where its high costs of design and construction make the professionals in charge of approving these projects be tempted to receive economic incentives for the easiest approval of these projects . The regulations that are used for the designs of electrical distribution networks are regulated for each region where these design projects are intended to be built. For this purpose, various design programs will be used according to the ease of operation and the characteristics that each company needs to distribute for its designs. Much will depend on the cost of the rights to use these programs as well as on the part of professional talent (that is, the knowledge that designers possess to manage certain distribution network design programs).

## **KEYS WORDS**

Professional Ethics – Reliability - Energy Development - Air Networks - Underground Networks - Network Chargeability.

### **1. INTRODUCCIÓN**

El desarrollo de las naciones hoy en día, se enfocan directamente al desarrollo energético y más con la búsqueda de desarrollar fuentes de energías renovables no contaminantes o que contaminen menos, como cuando se produce energía por medio de combustibles fósiles. Es por ende que se han desarrollado fuentes renovables de generación de energía eléctrica alrededor de todo el mundo. Por muchos años siempre se buscó generar de una más eficiente y más económica la producción de energía eléctrica, enfatizando en la eficiencia y reducir la cantidad posible las pérdidas tanto en la generación como en la transmisión. Pero sin tomar en cuenta de las mayores pérdidas se producen en la parte de distribución de energía eléctrica (Andrés, Andrade, & Hernández, 2011).

El sistema de distribución es una parte importante en el sistema eléctrico, ya que es el que se relaciona directamente con el usuario y todo el desarrollo energético que se pueda alcanzar se verá reflejado en la calidad de servicio que se brinda al usuario directamente. El sistema de distribución varios años atrás fue el que mayores pérdidas generaba al sector eléctrico, ya que no se contaba con un rediseño de redes para abastecer las cargas demandadas por los usuarios, sabiendo que la curva demanda de

energía eléctrica tiene una tendencia netamente creciente. Además de que en el parte de distribución de energía no se podía controlar de una manera adecuada el robo de energía eléctrica, ya que antes las redes de distribución de baja tensión que llegan directamente al usuario eran de cable desnudo, por implicar menos costo al no contar con aislante (Castaño, 2004).

## **2. HISTORIA**

Si bien en la antigüedad la palabra ética no era muy común dentro del ámbito laboral, en el siglo XXI se esta promoviendo todo el significado que abarca esta palabra para aplicarla en la parte académica o de formación profesional, como en el ámbito laboral. Esto con lleva a que se forme una nueva expresión que es la “Ética Profesional”, la cual tiene muchas interpretaciones pero que llevan al mismo concepto en sí: que es aplicar de una manera correcta, tomando en cuenta valores ético – morales, los conocimientos que se obtiene durante una preparación académica o conocimientos de experiencia laboral dentro de un mismo campo durante un periodo de tiempo sin aprovecharse de ese conocimiento para sacar beneficio adicional alguno ya sea económico, político o social, que no estén dentro de las normas y leyes permitidas. En la antigüedad muchos empleadores, políticos, empresarios, supervisores y hasta los mismos jefes de personal se aprovechaban de su posición de autoridad o de que poseían un conocimiento mucho mas grande que el de sus empleados para exigirles de alguna manera u obligarles a realizar actividades que no son correctas. Hoy en día aun pasan este tipo de cosas en la parte laboral, pero ya no son tan directas con decirle a un trabajador que sino realiza X actividad pierde su trabajo, pero sin embargo los empleadores se dan sus maneras de hacer que los trabajadores actúen de cierta manera para obtener mas beneficios y muchos si se trata de beneficios económicos (Bolívar, 2005).

## **3. CIERTOS VALORES ÉTICOS DE DISEÑO QUE DEBE TENER UN INGENIERO ELÉCTRICO**

Estos valores que mencionaremos a continuación, si bien son enfocados para todos los profesionales en la parte laboral, son enfatizados para los profesionales de diseño en ingeniería eléctrica en redes de distribución.

### **Autonomía de diseño**

Al referirse a la palabra autonomía, quiere decir que un diseñador tiene la capacidad ética y moral para tomar sus propias decisiones. Tener la fortaleza para resistir a las presiones internas o externas que pueden inferir en el ambiente de trabajo.

Se basa en el valor de libertad, a la capacidad que se tiene uno mismo como persona para construirse a partir de las decisiones que tomemos. La capacidad que se tiene para tomar decisiones sin dejar que influya en estas decisiones la presión de agentes externos o internos al diseño es el concepto mas acertado para decir que una persona tiene autonomía de diseño (Adler, 2003).

### **Responsabilidad de diseño**

Es tener la capacidad como profesional de diseño en hacerse cargo de proyectos que implican un esfuerzo adicional a lo que siempre se hace comúnmente. La capacidad de responder por nuestras acciones ante otras personas y antes nosotros mismos (Adler, 2003).

### **Honestidad de competencia profesional**

Exige que el diseñador tenga conocimientos, destrezas y actitudes para prestar servicio. Pero hace más énfasis en habilidad o capacidad de resolver problemas propios que se generan en el trabajo de una manera justa sin afectar con ello a los demás profesionales en el campo. De la misma manera que nosotros requerimos un profesional que tenga dominio de conocimientos teórico y práctico de su profesión, para solucionar problemas que nosotros no podemos por no tener conocimiento en el área. También nosotros tenemos que brindar un servicio especializado de ingeniería de diseño y una conducta profesional ética (Caracciolo, 2008).

## **Honradez de diseño**

Dentro de los puntos mas importantes del diseño es ético tener un buen criterio en costo de ingeniería y saber el costo adecuado para los diferentes proyectos que se generan en el trabajo y no aprovecharse del conocimiento que se tiene para sobrevalorar el costo de cada diseño (Caracciolo, 2008).

### **4. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA**

A más de brindar el servicio de energía eléctrica a los usuarios, con diferentes tarifaciones de acuerdo con la categoría en la que se ubiquen, la red de distribución se encarga también de generar diferentes niveles de tensión para los diferentes usuarios, principalmente industriales, donde:

- Baja tensión (LV), puede estar en el rango de menos de 1 kV.
- Media tensión (MV), se encuentra en un rango de mayor a 1 kV hasta 36 kV, entre este rango se puede decir que se encuentran la mayor parte de los alimentadores primarios del sistema de distribución de energía eléctrica.
- Alta tensión (HV), este nivel de tensión por lo general se encuentra por encima de 36 kV.

Una vez regulado la categoría de usuario, el nivel de voltaje y la zonalización a la que se pretende abastecer de energía eléctrica, las diferentes empresas distribuidoras, realizan un estudio para saber si se puede abastecer de transformador ya existente o si es que se necesita un transformador nuevo solo para dicha carga, si se trata de industria o grandes consumidores, donde requieren grandes niveles de voltaje, las empresas distribuidoras suelen realizar un estudio para ver si el primario que se encuentra disponible para abastecer la nueva carga soporta este incremento de potencia en sus conductores o si no se hace un rediseño de la red de media tensión para construir una red nueva si esta fuera necesario. Todo esto con el afán de brindar un servicio optimo a los usuarios basados en la calidad (Luis & Agustín, 2008).

### **5. CRITERIOS DE DISEÑO**

Para empezar a diseñar proyectos en redes de distribución se debe tomar en cuenta ciertos criterios de diseño, y es ahí en donde entra la ética profesional o la deontología aplicada a estos criterios. Porque si un diseñador se desvía de estos principios de diseño, estaría usando sus conocimientos profesionales para obtener un beneficio adicional para sí mismo o para otras personas, perjudicando al usuario que es que va a tener que pagar un costo más alto por los servicios de dicho proyecto (Martínez, 2017).

Es entonces que el enfoque del diseño de redes de distribución se basa en si en estos criterios:

- Seguridad. –Se basa en si en aplicar las distancias mínimas de seguridad que vienen normadas a nivel internacional o para cada país o región, Sistema de protecciones tanto para la red de distribución como para los usuarios, puestas a tierra, etc.
- Flexibilidad. – El diseñador de cualquier proyecto ya sea en redes de distribución o proyectos en general, siempre debe tomar en cuenta que un proyecto a futuro puede ampliarse, y por ende debe diseñar dejando la posibilidad a ampliaciones de dichos proyectos.
- Funcionamiento. – Se debe garantizar con el diseño de redes de distribución, la operación de estas en casos de emergencia, es decir que se tiene que tomar en cuenta las posibilidades de abastecimiento de energía si hubiese alguna falla en el sistema, con eso garantizando la eficiencia y calidad del servicio y evitando perdidas económicas significativas, ya que una falla en el sector eléctrico siempre implica perdidas económicas.
- Calidad de materiales. – Este punto viene relacionado directamente con la parte económica,

donde el criterio del proyectista y su valor ético profesional van a ser fundamentales para realizar un buen diseño, ya que si se hace énfasis en la parte de mejor calidad de materiales se va a encarecer los proyectos, y si se hace énfasis en la parte de ahorro económico de los proyectos se va a bajar en confiabilidad de los materiales y por lo tanto se baja la confiabilidad de suministro. Es por lo que el buen criterio del diseñador es un punto clave para los diseños de redes.

- Eficiencia. – Directamente se refiere al ahorro y calidad, que se consigue con el buen diseño de una red de distribución.

## 6. CLASIFICACIÓN DE LAS CARGAS DE ACUERDO CON LA CONFIABILIDAD

Esta clasificación es muy importante para el diseño de redes de distribución, porque viene relacionado a las fallas o cortes de energía que puede sufrir el sector eléctrico, es entonces donde el diseñador tiene que ver la prioridad que se da a los diferentes usuarios, tomando en cuenta las pérdidas económicas que puede implicar y en función de eso garantizar la eficiencia energética a cada tipo de usuarios (Castaño, 2004).

<b>Primera Categoría</b>	
* Una corta interrupción por suministro de energía eléctrica causa importantes pérdidas al consumidor.	* Fábricas de procesos continuos
	* Centro Político
	* Sistema masivo de transporte
	* Centros Hospitalarios
<b>Segunda Categoría</b>	
* Pequeñas interrupciones alrededor de 2 horas no causan mayores daños al consumidor.	* Fábricas pequeñas
<b>Tercera Categoría</b>	
* Pueden tener intervalos de interrupción más prolongados mayor a 2 horas.	* Cargas Residenciales
	* Zonas Rurales

Tabla 1. CLASIFICACIÓN DE LAS CARGAS DE ACUERDO CON LA CONFIABILIDAD

## 7. PLANEACIÓN EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

En si la planeación se va a generar de acuerdo con el tamaño y tipo de proyecto, y es de acuerdo con estos factores que, en las empresas distribuidoras, se dan prioridad a proyectos de mayor beneficio social. Sin embargo, no siempre se cumple esas condiciones de criterio para el diseño, porque va a existir que, por diversas razones, ya sean políticas, económicas, sociales o personales se van a dar prioridad a diferentes proyectos no siendo necesariamente los de mayor beneficio social. Dentro de la planeación de diseño en sistemas de distribución tenemos:

- Garantizar que el crecimiento de la demanda de energía eléctrica sea satisfecho en forma óptima con las mejoras realizadas al sistema de distribución.
- Dichas adiciones deben ser técnicamente adecuadas y razonablemente económicas.
- El objetivo general es minimizar los costos (alimentadores, transformadores, redes

secundarias).

## **7.1. PROCESO DE PLANEAMIENTO**

El proceso de planeamiento viene enfocado en la planeación de los sistemas de distribución, pero van a ser más detallados, ya que se tiene que especificar muy a detalle los parámetros a tomar en cuenta para el diseño.

- Las características de la carga determinan el tipo de sistema de distribución.
- Una vez determinadas las cargas que requieren los usuarios de un sector específico, se agrupan para conectarse a los circuitos secundarios, en caso de que existiera un transformador disponible que pueda hacerse cargo de la nueva potencia requerida para dichas cargas.
- Si el transformador o los transformadores cercanos a las nuevas cargas no tuviesen la capacidad necesaria para hacerse cargo de la nueva potencia demandada, se le asignara un transformador de distribución en un lugar adecuado, tomando en cuenta las distancias con relación a las cargas abastecer, el costo que implica y las caídas de voltaje que puede existir si se coloca en un sitio muy alejado de una o varias cargas (Castaño, 2004)[2](Castaño, 2004)[2](Castaño, 2004)[2](Castaño n.d.).
- Las cargas de los transformadores de distribución son sumadas para determinar las demandas del alimentador primario.
- Las cargas de los primarios determinan el tamaño y la ubicación de las subestaciones, así como la ruta y capacidad de las líneas de transmisión asociadas.
- En caso de tener unas cargas que requieran una potencia significativa, se realizara adiciones o modificaciones al sistema de subtransmisión.
- Si fuese necesario la construcción de una nueva subestación, además de todos los factores que implica el diseño de esta, se tomara en cuenta la ubicación y el tamaño para su construcción.
- Áreas de servicio de carga de la subestación.
- Localización adecuada de los equipos de seccionamiento (seccionadores, disyuntores).
- Los niveles de voltaje son un factor muy importante en el proceso de planeamiento.
- Localización de los equipos de compensación.
- Cargabilidad de redes de distribución y transformadores.

## **7.2. FACTORES QUE NO SE PUEDEN MODIFICAR O CAMBIAR**

- Ubicación de las demandas.
- costo de mano de obra y equipamiento.
- Cambios en las condiciones socioeconómicas.
- Crecimiento de la demanda.
- Aumento en la distribución de la población, por lo cual siempre se van a requerir redes nuevas o por lo menos rediseño de la capacidad de los transformadores.

## **8. FACTORES QUE AFECTAN EL PLANEAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN**

Los factores que pueden afectar a una buena planeación del sistema de distribución son varios, pero se van a mencionar los más importantes, y los que pueden ser un punto esencial a considerar en el diseño de un proyecto de red de distribución.

### **8.1. LA PROYECCIÓN DE LA CARGA ES INFLUENCIADA POR:**

- Planes de desarrollo comunitario, industrial, etc (Castaño, 2004)[2](Castaño, 2004)[2](Castaño, 2004)[2](Castaño n.d.).
- Uso de tierra.
- Crecimiento de la población.
- Densidad de la carga.
- Datos históricos.

### **8.2. LA EXPANSIÓN DE SUBESTACIONES ES INFLUENCIADA POR:**

- Limitaciones de tamaño.
- Limitaciones de proyección.
- Disponibilidad del terreno.
- Capacidad y configuración actual.
- Limitación de alimentadores.

### **8.3. LA SELECCIÓN DEL SITIO DE LA SUBESTACIÓN ES INFLUENCIADA POR:**

- La localización de subestaciones existentes.
- Regulaciones sobre el uso de tierra.
- Proyección de la carga.
- Densidad de la carga.
- Proximidad a centros de carga.

### **8.4. EL COSTO TOTAL DE LA EXPANSIÓN ES INFLUENCIADO POR:**

- Pérdidas de potencia y energía.
- Costos de operación y mantenimiento.
- Costo por materiales (almacenamiento).

### **8.5. OTROS FACTORES TALES COMO:**

- Selección de voltajes primarios.
- Selección de rutas de los Alumbrados públicos.
- Selección del tamaño de conductores y capacidad de equipos.
- Adecuación de sistemas existentes.

Un concepto fundamental para considerar cuando se va a construir una nueva red de distribución para suministro de energía es el de la clasificación o categoría de usuario, y de acuerdo a ese parámetro se consideran los diseños para la construcción de redes subterráneas o áreas.

USUARIOS	TIPO DE INSTALACIÓN	FASES	CAPACIDAD
A	Subterránea	3 $\phi$	>160 kVA
B	Subterránea/Aérea	3 $\phi$	75kVA - 160kVA
C	Aérea	3 $\phi$ /1 $\phi$	37,5 kVA (1 $\phi$ ) - 75 kVA (3 $\phi$ )
D	Aérea	3 $\phi$ /1 $\phi$	25 kVA - 50 kVA
E	Aérea	1 $\phi$	10 kVA - 25 kVA

*Tabla 2. TIPO DE INSTALACIÓN DE REDES DE ACUERDO AL USUARIO*

## 9. NORMATIVA PARA EL DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN

A más de regirse a las normas internacionales ya establecidas para la parte de diseño en redes de distribución, cada país tiene su propia normativa en el caso para Ecuador cada empresa distribuidora tiene una normativa base para guiarse en el diseño de sus redes.

La empresa más representativa en Ecuador es la Empresa Eléctrica Quito la cual tiene una normativa de diseño muy amplia, y de la cual se guían muchas empresas distribuidoras o empresas privadas para sus diseños de proyectos.

Esta normativa consta de 2 partes:

### La parte A, contiene:

- Simbología que se utilizan para diseños propios de la Empresa Eléctrica como diseños de proyectos eléctricos particulares, tanto para redes aéreas como para redes subterráneas.
- Contiene la nomenclatura que se le da a cada símbolo con sus respectivas características, esto nos ayuda a saber que elementos se deben utilizar para la construcción de las redes de distribución.
- Contiene una sección de rotulados para aquellos proyectistas particulares que diseñan planos eléctricos de empresas privadas.
- Y por últimos contiene a detalle las fórmulas y cálculos para dimensionar transformadores, acometidas y protecciones, de cargas requeridas en proyectos particulares, además de tablas detalladas donde se puede encontrar los diferentes rangos de valores para encontrar unos resultados más exactos acordes a los valores de cargas que se está considerando.

### La parte B contiene:

- A detalle mediante gráficos como son las diferentes estructuras que se hay en la parte de redes de distribución con las medidas exactas de cada estructura, la disposición y especificación de cada estructura. La cual viene dado por una codificación para hacer más fácil la lectura de los planos al momento de la construcción y montaje de estas estructuras.
- Para los postes además de los gráficos y medidas que detallan donde se deben ubicar los diferentes elementos que van acoplados a los mismos. Viene detallado de una manera clara y dinámica (gráficos), de cuáles son las medidas y materiales a usar para su implantación en el suelo.
- También encontramos tablas que detallan los diferentes elementos que van acoplados a una estructura y con sus nombres y medidas exactas.
- Otro punto importante que podemos encontrar en la normativa de la empresa Eléctrica Quito es que detallan de una manera muy ilustrativa las medidas y normas de seguridad para los

usuarios y edificación por donde va a construirse o pasar una red de distribución.

## 10. CONCLUSIONES

- 1) Como se puede constatar la red del sistema de distribución de energía es una parte fundamental para el sector eléctrico de cualquier parte del mundo no solo para el Sistema Eléctrico Ecuatoriano. El diseño de redes de distribución engloba muchos factores, normativas y consideraciones muy importantes que siempre se tienen que tomar en cuenta para su diseño, ya que de una buena gestión de la planificación de diseño, de la buena aplicación de la normativa del sistema de distribución y del buen criterio del diseñador , se va obtener unos resultados óptimos y más eficientes en las redes de distribución para satisfacción de los usuarios aumentado la confiabilidad de sistema y la calidad de energía que se entrega.
  
- 2) Muchas empresas distribuidoras de energía usan como base para su diseño servicio de Programas de Autodesk (AutoCAD), pero hay empresas como la Empresa Eléctrica Quito que tiene su propio programa de diseño, que está basado en si en AutoCAD pero que esta rediseñado para que cumplan con las características de diseño que necesitan los profesionales de diseño que trabajan el área dentro de la empresa, facilitándoles así utilizar de mejor manera la normativa que aplica la empresa para sus diseños y ahorrándoles tiempo en los proyectos de diseños de las redes de distribución. Hoy en día se está utilizando ArcGIS como base para diseñar redes de distribución, lo cual facilita aún mas el diseño ahorrando tiempo y por ende dinero.

## 11. REFERENCIAS

- Adler, H. (2003). Elementos significativos de la ética profesional.
- Andrés, C., Andrade, D., & Hernández, J. C. (2011). Smart Grid : Las TICs y la modernización de las redes de energía eléctrica – Estado del Arte Resumen.
- Bolívar, A. (2005). El Lugar de la Ética Profesional en la Formación Universitaria.
- Caracciolo, S. (2008). Responsabilidad Social y Valores en las Cooperativas de Servicio del Sector Eléctrico.
- Castaño, S. R. (2004). *Redes de Distribución de Energía*.
- Luis, J., & Agustín, B. (2008). APLICACIÓN DE ALGORITMOS GENÉTICOS AL DISEÑO ÓPTIMO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.
- Martínez, A. (2017). CRITERIOS DISEÑO.