

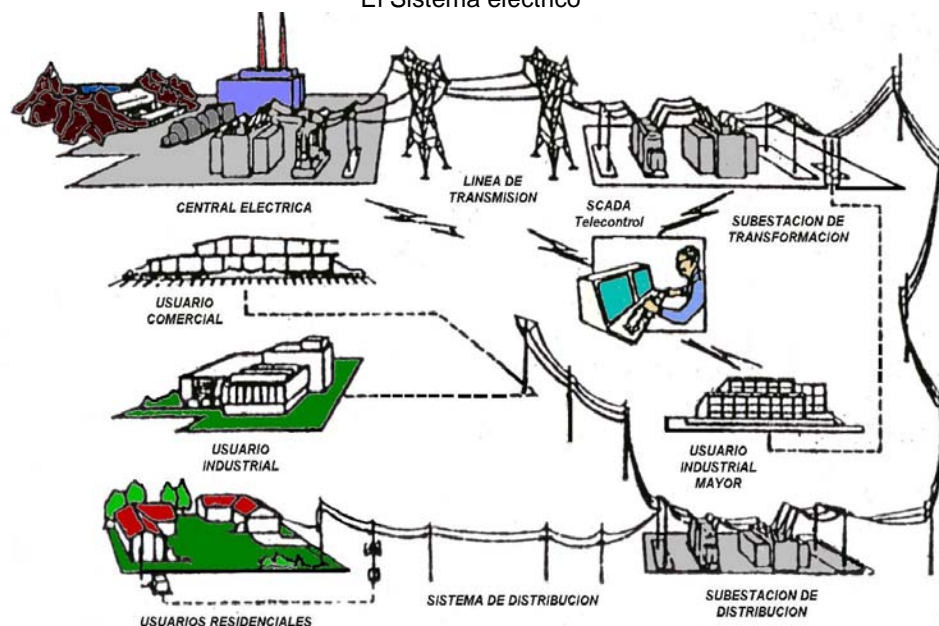
## EL SISTEMA ELECTRICO

En el sistema eléctrico del Perú, las tensiones de generación utilizadas pueden ser 2,4, 4,2, 6,3 10,5 y 13,8 kV, la energía eléctrica se transmite a un nivel de tensión mayor cuya magnitud depende de la potencia a transmitir y de la distancia que existe entre el punto de generación y el centro de carga o las cargas importantes que la recibirán, los niveles de tensión de transmisión usuales pueden ser 50, **60, 69, 138 y 220 kV**.

En las ciudades la energía es distribuida en el sistema primario en media tensión en 10, 13,2, 22,9 y 60 kV. Y entregada a los usuarios de baja tensión según sean su requerimientos a 220V y/o 380 V.

Un gran sistema eléctrico comprende los siguientes sistemas componentes: Generación, Transmisión, Interconexión, Distribución y Utilización. La figura No. 1 muestra estas actividades desde el punto de generación en la central hidroeléctrica hasta los puntos de utilización, sean estas instalaciones domésticas o instalaciones industriales/comerciales.

**Figura No.1**  
El Sistema eléctrico <sup>(1)</sup>



La norma de la Dirección General de Electricidad (DGE) define los siguientes términos:

### Generación.

Conjunto de instalaciones destinadas a producir energía eléctrica, cualquiera que sean la fuente y el procedimiento empleados para ello, y abarca tanto las centrales eléctricas como las subestaciones elevadoras y/o finales, cuando existan en la misma central.

**Transmisión.**

Conjunto de instalaciones para el transporte de energía eléctrica producido por el sistema de generación.

**Interconexión.**

Conjunto de instalaciones que permite la transferencia de energía eléctrica en cualquier sentido entre sistemas de generación y/o sistemas regionales de energía eléctrica.

**Distribución.**

Conjunto de instalaciones de entrega de energía eléctrica a los diferentes usuarios.

**Utilización.**

Conjunto de instalaciones destinado a llevar energía eléctrica suministrada a cada usuario desde el punto de entrega hasta los diversos artefactos eléctricos en los que se produce su transformación en otras formas de energía.

**Subestación.**

Conjunto de instalaciones, incluyendo las eventuales edificaciones requeridas para albergarlas, destinado a la transformación de la tensión y/o al seccionamiento de circuitos.

**Red.**

Conjunto de conductores y/o cables, sus elementos de instalación y los accesorios de todos ellos, destinados al transporte, o la distribución de energía eléctrica.

**Punto de entrega.**

Constituido por los equipos de control, limitación, registro o medición de la energía eléctrica proporcionada.

**Conexiones.**

Conjunto de elementos abastecidos desde un sistema de generación, un sistema de transmisión o un sistema de distribución para la alimentación de los suministros de energía eléctrica destinados a los usuarios, incluyendo las acometidas y las cajas de conexión, derivación y/o toma, equipos de control, limitación, registro y/o medición de la energía eléctrica proporcionada.

**Caja de conexión.**

Aquella caja destinada a albergar los equipos de control, medición y/o protección del suministro de energía a un predio.

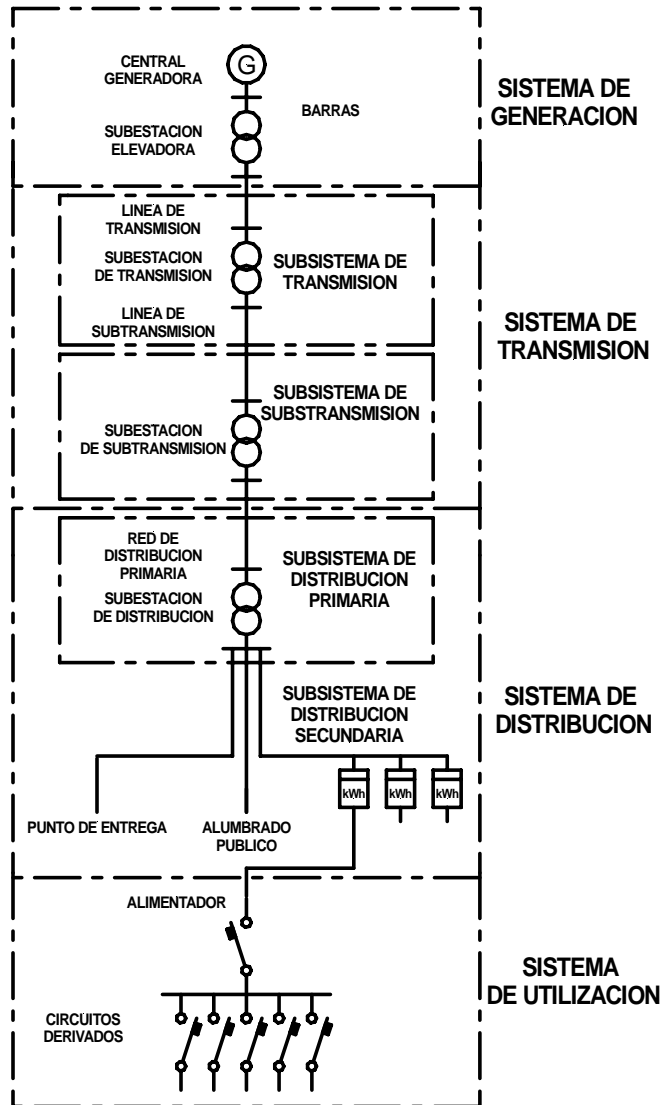
El sistema eléctrico está dividido en sistemas y subsistemas tal como lo muestra la figura No.2 en la siguiente página.

**NIVELES DE TENSIÓN NORMALIZADOS.**

En nuestro medio, las instalaciones eléctricas pueden ser clasificadas por el nivel de tensión de trabajo de la siguiente forma:

|                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| <b>Baja Tensión</b>  | $V < 1\text{ kV}$         |
| <b>Media Tensión</b> | $1 \leq V < 30\text{ kV}$ |
| <b>Alta Tensión</b>  | $V \geq 30\text{ kV}.$    |

**Figura No.2** – La subdivisión de sistemas y subsistemas del Sistema Eléctrico



El Código Nacional de Electricidad – Suministro permite el uso de las tensiones recomendadas por la norma del DGE 009-T-3/1987, las cuales se indican a continuación, pero da preferencia a aquellas marcadas en negritas.

**Subsistema de distribución primaria (kV):**

10 kV, 13.2kV/7.62kV, 20 kV, **22.9kV/ 13.2kV**.

**Subsistema de distribución secundaria (V):**

Red trifásica: 220V, **380V/ 220V**

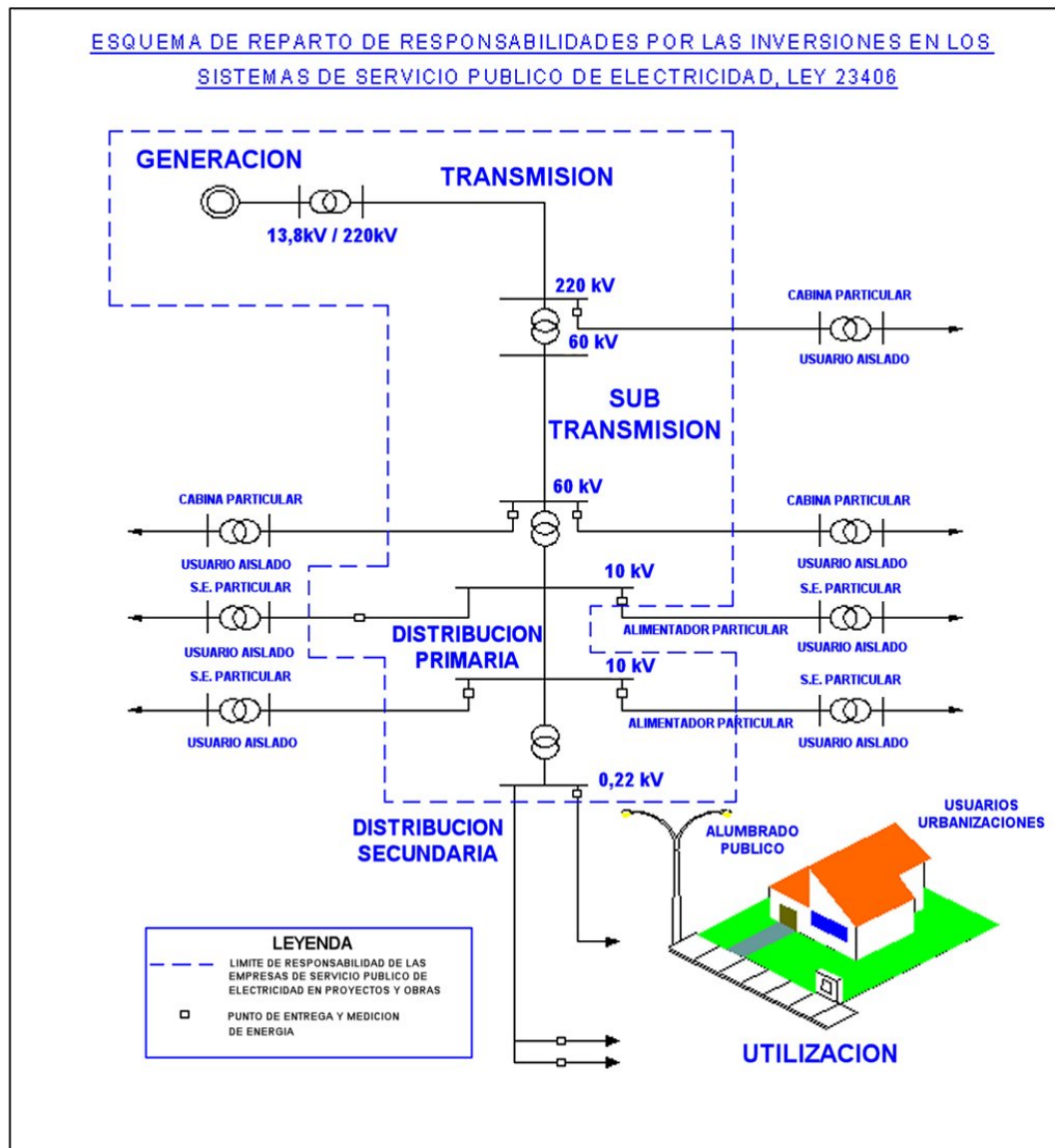
Red monofásica: **220V** (\*), 440V/ 220V (\*\*)

(\*) Red trifásica de 4 conductores: 3 activos y un neutro con puesta a tierra múltiple.

(\*\*) Red monofásica de 3 conductores: 2 activos y un neutro con puesta a tierra múltiple. Este sistema se aplicará de preferencia en áreas de baja densidad de carga como las rurales.

**Figura No.3**

Tensiones usadas en los sistemas y subsistemas del Sistema Eléctrico



## **EL SISTEMA ELECTRICO INDUSTRIAL**

### **DOCUMENTACION**

El sistema de distribución y utilización de la planta debe estar completamente documentado, para ello se debe considerar lo siguiente.

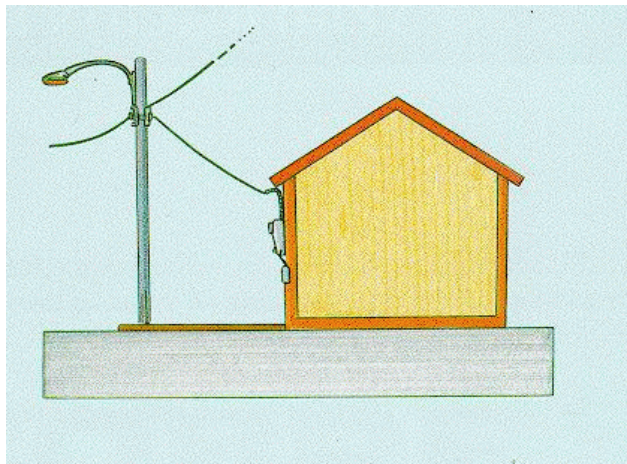
1. Las definiciones y conceptos básicos.
2. Las normas y reglamentos
3. La documentación básica.

#### **1. LAS DEFINICIONES Y CONCEPTOS BASICOS.**

Los términos y definiciones utilizados por el personal deben ser comunes en todos los documentos del sistema eléctrico sean de carácter oficial o no. En algunos casos estos están definidos en alguna norma o reglamento nacional.

##### **Acometida.**

Parte de la instalación eléctrica comprendida entre la red de distribución y la caja o cajas de medición.



##### **Alimentador.**

Conductores de un circuito que transmiten la energía eléctrica desde un centro de suministro tal como un transformador, tablero de distribución, centro de distribución, generador u otra fuente de suministro al dispositivo de sobrecorriente.

##### **Carga.**

Potencia activa o aparente consumida o suministrada a una máquina o a una red.

**Carga Conectada o potencia instalada.**

Suma de las potencias nominales de los receptores de energía eléctrica conectadas a la red.

$$P_{instalada} = \sum_{i=1}^n P_{nominal}(i)$$

Este concepto se puede aplicar a una sola carga y se considera que la potencia instalada es la potencia de placa o nominal de la carga.

**Carga Contratada.**

Magnitud de la carga solicitada por el abonado a la Empresa de Servicio Público de Electricidad y que figura en el contrato de suministro de energía eléctrica. En la actualidad el contrato de suministro se negocia anualmente.

**Canalización.**

Canal para contener conductores, barras y cables; el cual ha sido diseñado para tal fin y solamente es utilizado para este propósito.

**Figura No.5 – Canalización adosada a la pared de tubería rígida de PVC**

**Circuito.**

Conductor o sistema de conductores a través de los cuales puede fluir una corriente eléctrica.

**Circuito Derivado.**

Circuito comprendido entre un dispositivo de protección (el último) y los puntos de utilización.

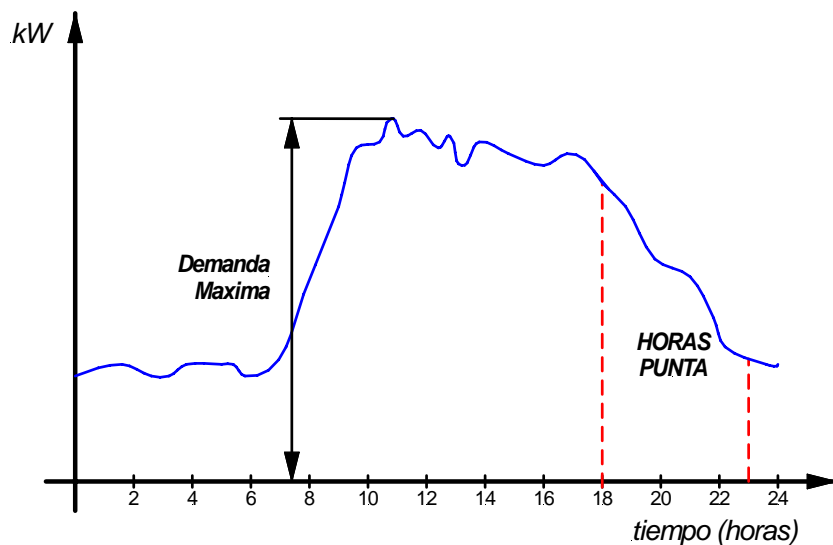
- **Circuito de Fuerza.**  
Circuito derivado usado para la conexión de artefactos y/o máquinas eléctricas.
- **Circuito de Alumbrado.**  
Circuito derivado usado solo para la conexión de lámparas.

**Demanda.**

Es la carga promedio que se obtiene durante un intervalo de tiempo especificado (intervalo de demanda). Este intervalo de tiempo depende del uso que se quiere dar al valor de demanda correspondiente, siendo generalmente igual a  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  ó 1 hora. En nuestro país el intervalo de demanda establecido por la Comisión de tarifas eléctricas es 15 minutos.

**Demanda Máxima.**

Máximo valor de la demanda que se presenta durante un periodo determinado (diario, semanal, mensual o anual), para fines de facturación de la energía eléctrica se utiliza la demanda máxima ocurrida en el mes.



**Figura No.6** - Diagrama de demanda diaria

La figura No. 6 muestra una “curva de demanda diaria” que se construye con las medidas de la demanda tomadas a lo largo de un día en el consumo de una planta cuyo patrón de consumo se repite diariamente.

**Factor de Utilización.**

Relación de la demanda máxima y la capacidad instalada de un sistema. Cociente entre la energía eléctrica suministrada, en un periodo determinado y la energía que correspondería a una carga constante durante este periodo igual a la demanda máxima respectiva.

**Factor de Demanda.**

Relación de la demanda máxima y la carga conectada, en un punto del sistema eléctrico.

**Factor de Simultaneidad.**

Relación de la demanda máxima de un conjunto de instalaciones o aparatos, y la suma de las demandas máximas individuales durante cierto periodo.

**Factor de Diversidad.**

Recíproco del factor de simultaneidad.



**Suministro.**

Abastecimiento de energía eléctrica dentro del régimen en la Legislación Eléctrica vigente. Entrega, provisión. Por extensión aplicase a la acometida.

**Usuario.**

Persona natural o jurídica que ocupa un predio y está en posibilidad de hacer uso legal del suministro eléctrico correspondiente, es el responsable de cumplir con las obligaciones técnicas y/o económicas que se derivan de la utilización de la electricidad.

**2. LAS NORMAS Y REGLAMENTOS.**

Las instalaciones eléctricas y su documentación se deben basar en las leyes y los reglamentos nacionales creados por los organismos oficiales; así como las normas técnicas internacionales o nacionales, en ese orden. La documentación a considerar.

- a. La reglamentación en el sub-sector electricidad.
  - La ley de Concesiones Eléctricas
  - El Código nacional de electricidad CNE.
  - Las normas de la DGE
- b. El Reglamento nacional de edificaciones.
- c. Las normas técnicas
  - Las normas ISO/IEC (Organización internacional de la normalización/Comisión electro – técnica Internacional)
  - Las normas peruanas “ITINTEC” (proporcionadas por INDECOPI)
  - Las normas extranjeras de organismos reconocidos como la IEEE, la VDE o la NFPE

**a. La Reglamentación en el sub-sector de electricidad**

Los principales objetivos de la reglamentación y normalización en el ámbito eléctrico son:

1. En la operación, mantenimiento y comercialización de los sistemas eléctricos: mejoramiento del servicio eléctrico en cuanto a tensión y confiabilidad de servicio, atención a nuevos usuarios, menores plazos y costos en reparaciones, renovaciones y ampliaciones, disminución de repuestos de materiales y equipos en variedad y cantidad, disminución de los accidentes eléctricos.
2. En los estudios, proyectos y obras de los sistemas eléctricos, disminución de plazos de ejecución y menores costos, mejora de la intercambiabilidad de materiales y equipos de una empresa regional, disminución de los accidentes eléctricos, impulso al desarrollo tecnológico.

La Dirección General de Electricidad (DGE) es el órgano técnico normativo del Ministerio de Energía y Minas (MEM) y parte de sus funciones básicas son:

- Normar, dirigir, coordinar, promover y controlar el aprovechamiento de los recursos energéticos con fines de producción de electricidad.
- Normar las actividades relativas a la generación, transmisión, interconexión, distribución, comercialización y utilización de la energía eléctrica.



### **a.1 La Ley de Concesiones Eléctricas No. 25844**

La Ley de Concesiones Eléctricas No. 25844 y su reglamento establecen el marco legal de las actividades eléctricas. Se establecen las normas referidas al aprovechamiento de los recursos energéticos con fines de producción de electricidad, así como las actividades relativas a la generación, interconexión, transmisión, distribución, comercialización y utilización de la energía eléctrica.

El Servicio Público de Electricidad es de necesidad y utilidad pública; por lo tanto considerado de interés nacional. Es proporcionado en armonía con el interés social y económico; así como apoyo de las actividades productivas, teniendo en cuenta las necesidades del desarrollo y la seguridad nacional.

### **a.2 El Código Nacional de Electricidad.**

Asimismo, la DGE ha publicado el **Código Nacional de Electricidad (CNE)**: conjunto coherente y sistemático de instrucciones, recomendaciones y guía en el uso de la electricidad.

El código actualmente esta formado por los siguientes publicaciones:

- Código Nacional de Electricidad TOMO I Prescripciones generales.
- Código Nacional de Electricidad – Suministro
- Código Nacional de Electricidad – Utilización

#### **Código Nacional de Electricidad Tomo I Prescripciones generales**

Este tomo entro en vigencia en 1978 y actualmente se han dejado sin efecto los capítulos I, II y la Sección 3.9 desde el 2002. El objetivo es establecer las prescripciones de la seguridad de las personas y la propiedad frente a los peligros derivados del uso de la electricidad. Los capítulos eliminados han sido reemplazados por las normas DGE de Simbología y Terminología en electricidad.

#### **Código Nacional de Electricidad – Suministro**

El objetivo las reglas de este código es la seguridad de las personas y las instalaciones durante la construcción, la operación y el mantenimiento de las líneas eléctricas tanto del suministro eléctrico (transmisión y distribución) como de comunicaciones y sus equipos asociados. Asimismo este código no está destinado a ser un compendio de especificaciones para proyectos, ni un manual de instrucciones.

Las reglas de este código se aplican a líneas de suministro eléctrico y de comunicaciones, equipos y métodos de trabajo utilizados por los titulares de empresas de servicio público y privado de suministro eléctrico, de comunicaciones, ferroviarias y compañías que cumplen funciones similares a las de una empresa de servicio público. Estas reglas también se aplican a sistemas similares bajo el control de personal calificado, tales como los sistemas asociados a líneas particulares, sistemas asociados a un complejo industrial; o sistemas interactivos con una empresa de servicio público.

### **Código Nacional de Electricidad – Utilización**

El Código Nacional de Electricidad Utilización vigente desde el 30 de junio del 2006 reemplazo al Tomo V después de 24 años de vigencia. El Código tiene como objetivo de establecer prescripciones consideradas necesarias para la seguridad de las personas frente a los peligros que aparecen por el uso de la electricidad. Asimismo no está destinado a ser un compendio de especificaciones para proyectos ni un manual de instrucciones.

El Código Nacional de Electricidad Utilización también contempla las medidas de prevención contra los choques eléctricos e incendios, así como las medidas apropiadas para la instalación, operación y mantenimiento de instalaciones eléctricas.

Esta parte del Código nacional de Electricidad es de cumplimiento obligatorio en todos los proyectos y ejecución de nuevas instalaciones eléctricas, modificaciones, renovaciones y ampliaciones, sean de tipo doméstico, comercial o industrial con tensiones hasta 1 000V en baja tensión y hasta 36 kV en media tensión.

La utilización del código debe ser complementada con el uso de las normas de la Dirección General de Electricidad y las normas técnicas peruanas relacionadas con materiales eléctricos o buenas prácticas de ingeniería.

### **a.3 Las Normas de la Dirección General de Electricidad.**

La Dirección General de Electricidad a través de la Dirección de Normas eléctricas elabora normas técnicas complementarias al Código Nacional de Electricidad, sobre temas específicos como instalaciones eléctricas rurales, acometidas eléctricas o calidad de la energía, entre estas normas podemos mencionar algunas de las más importantes.

- RD 018-2002-EM/DGE Norma DGE de Procedimientos para la Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en Zonas de Concesión de Distribución
- RM 263-2001 EM/VME - Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Subsector Electricidad
- RM 308-2001-EM/VME - Norma Técnica “Uso de la Electricidad en Minas”
- RM 091-2002-EM/VME - Norma DGE-Terminología en Electricidad y Norma DGE-Símbolos Gráficos en Electricidad

Describir en detalle los objetivos y alcances de las normas mencionadas escapa al objetivo de este documento, sin embargo comentaremos las últimas normas mencionadas en la relación antecedente. La relación de normas completa y los textos de las mismas están disponibles en la dirección [http://www.minem.gob.pe/electricidad/normas\\_inicio.asp](http://www.minem.gob.pe/electricidad/normas_inicio.asp).

### **Normas DGE Símbolos Gráficos en Electricidad y Terminología en Electricidad**

Tienen el objetivo de normalizar los criterios con respecto a los términos, símbolos gráficos y literales que se utilizan en electrotecnia, a fin de establecer un lenguaje común que sea accesible a todas las personas que estén involucradas en proyectos, obras y mantenimiento de instalaciones eléctricas.

Estas normas se basan en las normas IEC 60617 Graphical symbols for diagrams y todas las partes de la norma IEC 60050 International electrotechnical vocabulary (IEV),



## **b. El Reglamento nacional de Construcciones.**

La reglamentación referida al sistema eléctrico en una planta es complementada por el Reglamento nacional de edificaciones (RNE) publicado por el Ministerio de Vivienda y la Construcción. Este documento reemplazo al antiguo Reglamento Nacional de Construcciones en diciembre del 2006.

En el reglamento nacional de edificaciones se establecen las normas que el sistema eléctrico debe cumplir desde el punto de vista de la construcción civil, tanto en las construcciones en exteriores como en interiores. El reglamento puede ser encontrado en la siguiente dirección: <http://www.vivienda.gob.pe/direcciones/rne.htm> siendo las partes relacionadas con el sistema eléctrico.

- Habilitaciones urbanas – Obras de suministro de energía y comunicaciones.
  - EC.010 Redes de distribución de energía.
  - EC.020 Redes de alumbrado público.
  - EC.030 Sub estaciones eléctricas.
  - EC.040 Redes e instalaciones de comunicaciones.
- Edificaciones – Instalaciones eléctricas y mecánicas
  - EM.010 Instalaciones eléctricas interiores.
  - EM.020 Instalaciones de comunicaciones.

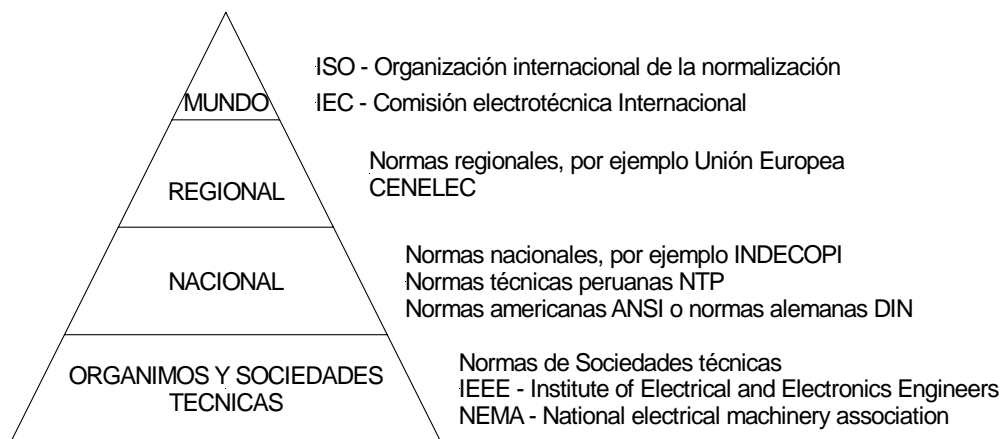
A diferencia de otros reglamentos, se ha tratado de incluir dentro de estas normas muchas referencias a las normas específicas producidas por la DGE del MEM, tratando de evitar la duplicación de la información.

## **c. Las Normas Técnicas.**

Las normas son recomendaciones que establecen las especificaciones técnicas de productos y/o definen recomendaciones y/o buenas prácticas de la ingeniería. En nuestro país, las normas son creadas por comités técnicos bajo el auspicio del INDECOPI y definidas oficialmente por este organismo como “Normas técnicas peruanas” NTP. Las normas técnicas cubren campos de aplicación específicos, pero de diversa naturaleza como son las especificaciones técnicas de lámparas ahorradoras de energía hasta recomendaciones para el diseño de sistemas de puesta a tierra.

A nivel internacional, las normas técnicas en el campo de la electricidad son creadas por la Comisión Electro – técnica internacional (IEC), la mayoría de estas normas son utilizadas por las distribuidoras de electricidad y las industrias para controlar la calidad de los productos eléctricos, como son cables de energía, interruptores, fusibles, etc. En el sector eléctrico se ha optado por la adopción de las normas IEC y su adaptación haciendo que aquí se denominen normas NTP-IEC.

En general, Las normas técnicas son creadas por organismos cuyo ámbito de influencia se puede ver en la gráfica No. 7, la cual presenta la precedencia de las normas técnicas, de esta forma mientras más arriba este el origen de la norma técnica, esta prevalecerá sobre las que están por debajo debido al compromiso de nuestro país con la OMC, por ejemplo, si se tienen una norma IEC y una norma NTP, de preferencia debería utilizarse la primera norma.



**Gráfica No.7 – Precedencia de las normas técnicas**

Las normas IEC se codifican de la siguiente forma: IEC 60###-#:YYYY o IEC 61###-#:YYYY, tenemos por ejemplo:

IEC 60884-1:2002 lo que significa norma técnica IEC número 60884 parte 1 publicada o revisada en el año 2002. En este caso es la norma técnica sobre “Tomacorrientes y enchufes de uso doméstico y similar”

Las normas técnicas peruanas, inicialmente elaboradas por el ITINTEC, utilizadas para la normalización de materiales eléctricos producidos en el país, eran identificadas como ITINTEC 370.###. El código 370 identifica a los materiales eléctricos y es seguido por un código de tres dígitos que depende del tipo de material normado o información que la norma proporcione. Hoy en día han sido reemplazadas por la denominación “Norma Técnica Peruana” NTP y la designación genérica tiene la siguiente forma: NTP 370.###:YYYY o NTP IEC 60###-#:YYYY, tenemos como ejemplo el siguiente:

NTP 370.252:2005, lo que significa norma técnica peruana (NTP) número 370.252 publicada o revisada el año 2005. En este caso es la norma de Conductores Eléctricos - Cables aislados con Cloruro de Polivinilo para tensiones hasta e inclusive 450/750 V

Las normas técnicas peruanas están siendo revisadas y paulatinamente serán sustancialmente equivalentes a las normas IEC, sin embargo aquellos productos que solamente se produzcan y se utilicen en nuestro país, serán normados por una norma NTP.

Adicionalmente, existen una serie de normas técnicas o recomendaciones que son elaboradas por organismos privados o asociaciones cuya importancia ha hecho que sean tomadas como referencias por los ingenieros electricistas en nuestro país. Siendo algunas de las más importantes:

**IEEE (Institute of electric and electronics engineers) y  
ANSI (American National Standards Institute)**

- ANSI/IEEE Std 242 – 1975 Recommended practice for protection and coordination of industrial and Commercial Power Systems.
- ANSI/IEEE Std 141 – 1976 Recommended practice for electric power distribution for industrial plants.
- ANSI/IEEE Std 142 – 1982 Recommended practice for grounding of industrial and commercial power systems.

Estas recomendaciones de diseño han sido revisadas y una versión más reciente puede ser encontrada en el Centro de Documentación de la Sección Electricidad y Electrónica.

**VDE (Verband deutsch engineers)**

- VDE 0100/12 Recomendaciones para instalaciones de corriente industrial con tensiones nominales hasta 1000V.

### **3. LA DOCUMENTACION BASICA.**

La documentación del sistema esta constituida por:

- Los diagramas eléctricos completos y actualizados para el caso de instalaciones existentes.
- El documento de proyecto eléctrico completo para instalaciones a implementarse.

#### **LOS DIAGRAMAS ELÉCTRICOS.**

El sistema eléctrico de una planta industrial debe ser representado por planos y diagramas que reflejen cada detalle de la instalación, ya que permiten efectuar las reparaciones o modificaciones necesarias en forma rápida y segura, por ello una de las tareas del ingeniero supervisor es mantenerlos actualizados.

Los planos del sistema eléctrico son una combinación de representaciones simbólicas, diagramas unifilares o esquemáticos del circuito eléctrico; así como representaciones figurativas, planos de arquitectura con la localización del sistema eléctrico o detalles de instalación.

En general, los planos que toda instalación eléctrica debe poseer son:

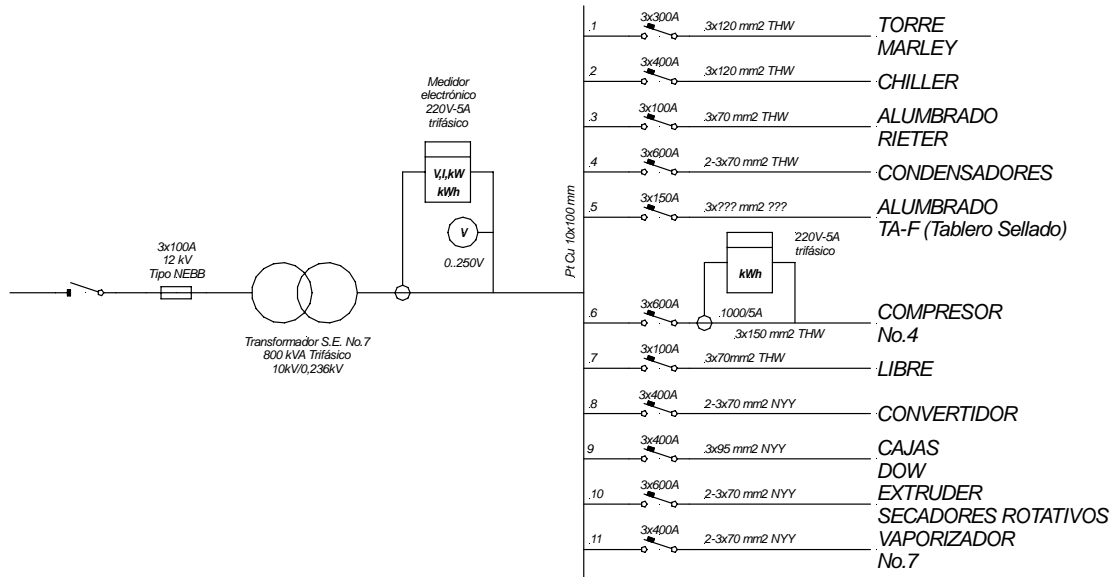
- **Plano de simbología y codificación general**

En donde se presenta la simbología utilizada en los diagramas y las reglas seguidas para definir las referencias y códigos de identificación de los componentes representados, como son tableros, contactores, interruptores o conductores. En este plano de simbología se hace referencia a la norma de referencia utilizada, por ejemplo IEC, ANSI o norma DGE.

- **Diagrama Unifilar del sistema eléctrico.**

Representación simplificada del sistema eléctrico en donde mediante trazos simples se presenta los detalles generales del mismo. Los diagramas unifilares permiten ver como se distribuye la energía eléctrica en la planta industrial y sus componentes más importantes.

**Figura No.7 - Diagrama unifilar**



- **Diagramas esquemáticos de los circuitos de potencia y mando de los motores eléctricos.**

Estos diagramas representan los circuitos que alimentan los motores y artefactos eléctricos que utilizan la energía eléctrica a partir del tablero eléctrico o del centro de control de motores hasta ellos, mostrando sus componentes y especificaciones técnicas.

- **Diagramas de alambrado.**

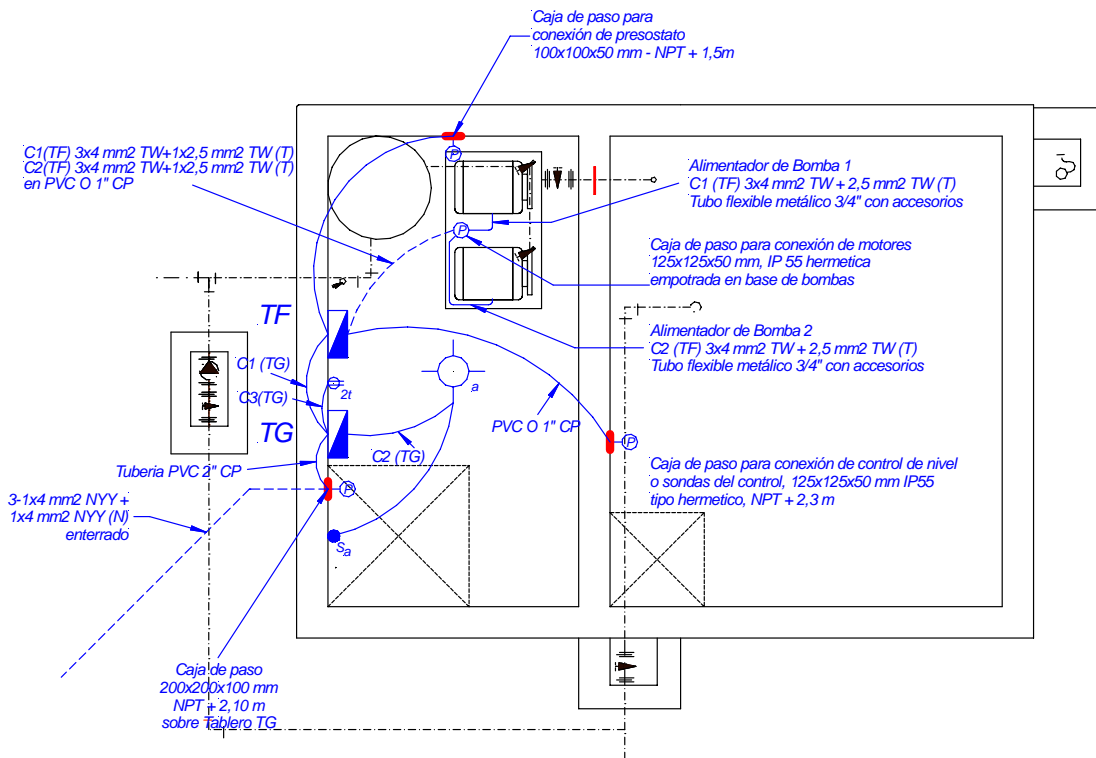
Son los diagramas que muestran como se conectan físicamente por medio de conductores y accesorios los componentes de una instalación eléctrica. Normalmente son diagramas que combinan símbolos normalizados con la representación ortogonal de la instalación (planos de planta o elevación).

- **Planos de localización.**

Son planos arquitectónicos que muestran la localización física de la subestación, los alimentadores, canalizaciones, tableros eléctricos y las cargas. En ellos se puede ver la trayectoria seguida por las canalizaciones y sus detalles constructivos.

- **Planos de detalle.**

Como su nombre lo indica son planos que muestran los detalles constructivos de la instalación, como son soportes de canalización, cajas de paso o conexión. Son los planos complementarios de los anteriores.



**Figura No.8 – Diagrama de alambado de un Sistema de bombeo**

Los diagramas utilizados y la forma como se denominan dependen de la normalización de origen de la planta industrial. En nuestro país, se suele utilizar las denominaciones de la norma ANSI (Americana) y por ello las hemos utilizado, sin embargo los circuitos de potencia y mando de las maquinas y líneas de producción, se suelen representar usando los símbolos y técnicas de representación de la norma IEC o la norma DIN.



## **EL PROYECTO ELÉCTRICO. <sup>(1)</sup>**

El Proyecto Eléctrico es un documento técnico y de valor legal, el cual debe ser elaborado para toda nueva instalación eléctrica a ser construida en cualquier edificación sea pública, comercial, industrial o doméstica. Las empresas de distribución exigen la presentación de este documento para la construcción de redes de alumbrado, sub-estaciones eléctricas en la planta y la conexión del suministro de energía a la instalación.

El documento de proyecto eléctrico comprende normalmente las siguientes partes:

1. Memoria Descriptiva
2. Resumen de Cálculos
3. Especificaciones Técnicas
4. Planos
5. Metrado y Presupuestos

### **1. MEMORIA DESCRIPTIVA**

Es la parte en la cual se describe el Proyecto, para que quienes lo revisen o vayan a realizarlo, puedan conocerlo en todos sus aspectos importantes; qué se describe la ubicación de la edificación donde se efectuará el Proyecto, se reseñan las principales actividades que se realizan en ella y los requerimientos que se plantean a la instalación eléctrica que va a servir, etc.

Aquí también se debe indicar los criterios y normas fijados para la realización del proyecto (referencias a Códigos, Normas Técnicas, Reglamentos, etc.), que deben quedar claramente establecidos a través de un resumen de dichos criterios que servirán de base para todo el Proyecto.

### **2. RESUMEN DE CALCULOS.**

En esta parte se presenta un resumen ordenado de los cálculos efectuados para diseñar el proyecto. La presentación ordenada es importante por dos razones:

- Permite revisar con claridad los cálculos efectuados.
- Posibilita las modificaciones ordenadas que se requieran efectuar en cualquier etapa del proyecto.

Los cálculos más importantes a presentar son los siguientes:

- a. Cálculos de Iluminación.
- b. Cálculos de los circuitos derivados.
- c. Cálculo de los alimentadores.
- d. Cálculo de los tableros de distribución.
- e. Cálculo de los paneles.

#### **a. Cálculos de iluminación.**

En el informe, se debe especificar el método de cálculo utilizado, indicando las normas o criterios empleados, se efectuará un cálculo típico en detalles; el resto de cálculos, se presentarán en forma detalle; el resto de cálculos, se presentarán en forma tabulada y deben contener la denominación del ambiente a iluminar,

dimensiones físicas de éste, coeficientes de reflexión, nivel de iluminación seleccionado, tipo de lámparas y de luminarias empleadas, los resultados obtenidos de los cálculos serán el número de lámparas y luminarias necesitadas y el nivel de iluminación alcanzado.

**b. Cálculo de los circuitos derivados.**

Se debe efectuar un cálculo típico a modo de ejemplo; el resto de cálculos de representará en forma de cuadros, conteniendo la designación del circuito derivado (indicando a que tablero pertenecen), número de conductores y/o fases, carga a longitud, caída de tensión, material conductor, calibres, diámetro del conducto en que irán (si van por tuberías), etc.

**c. Cálculo de los alimentadores.**

Es semejante a los cálculos anteriores, solo que además se deberá tomar en cuenta para los cálculos el factor de demanda, a fin de no sobredimensionar los conductores y se deberá efectuar el cálculo de capacidad de cortocircuitos.

**d. Cálculo de los tableros de distribución**

Estos cálculos comprenden el número de polos de los tableros de y la capacidad de corriente, en función del número de circuitos que alimenten y de los circuitos de reserva que se dejen; se emplearán los datos de capacidad de cortocircuito para determinar los dispositivos de protección a emplear (principalmente interruptores automáticos); se especificarán los criterios a emplear, en particular si se basan en recomendaciones de fabricantes; igualmente, luego de cálculo detallado a modo de ejemplo, el resto de cálculos se presentará en forma tabulada.

**e. Cálculo de los paneles.**

Semejante al anterior en algunos aspectos, siendo necesario tomar en cuenta las dimensiones de los componentes que contendrá, los esfuerzos mecánicos y térmicos que se ocasionarán a las barras en caso de cortocircuitos, los instrumentos necesarios como voltímetros, amperímetros, vatímetros, frecuencímetros, etc., y elementos auxiliares como conmutadores voltimétricos, amperimétricos, transformadores de corriente y/o tensión, etc., todo ello en función de requerimientos del Proyecto y criterio del proyectista.

### **3. ESPECIFICACIONES TECNICAS**

Es una parte importante del documento, la cual contiene información sobre los siguientes aspectos:

- Especificaciones de materiales a emplear, donde se describen las características de los materiales y equipos que se podrán emplear en la ejecución del proyecto.
- Especificaciones de montaje, donde se especifican los procedimientos a cumplir con determinados componentes de la instalación.
- Especificaciones de pruebas, donde se detallan los procedimientos de control de calidad, de montaje o de recepción de la instalación.

## 4. PLANOS

Los planos deben representar el Proyecto y por ello mostrar claramente las obras a ejecutar sus detalles importantes; así como presentar toda la información y explicaciones necesarias para definir totalmente y sin ambigüedades, todos los elementos de la instalación eléctrica.

El tipo de proyecto eléctrico definirá que planos deberán ser presentados, de alumbrado y de fuerza (y/o planos de comunicación, control y señalización), los cuales deben de guardar la debida armonía entre ellos.

Los planos de un Proyecto Eléctrico completo, abarcan desde la acometida hasta la última de las cajas de salida, desde las que finalmente se alimentarán a las cargas eléctricas. Y dado el caso incluirán detalles de montaje característicos.

Usualmente los planos deben de incluir por lo menos:

- La ubicación de la Subestación y/o Panel de Distribución (Si estos se requieren); así como sus detalles constructivos y las especificaciones de sus componentes.
- Las trayectorias aproximadas (o en algunos casos, rutas precisas) que deben de seguir los alimentadores.
- La ubicación y designación de los Tableros de distribución.
- Las trayectorias aproximadas (o precisas) que deben de seguir los circuitos derivados.
- Ubicación de cajas de salida para tomacorrientes, cajas de salida para luminarias, interruptores de alumbrado, cajas de paso, cajas de derivación, cajas de salida para uso especial (cocinas, termas, calefacción, etc.), salidas de fuerza (motores, equipos industriales, etc.).

En todos los casos se deben identificar de manera clara los planos y el número de láminas del proyecto, en el caso de planos de instalaciones eléctricas es usual usar la identificación:

“IE-1/2 o IE-1 de 2” cuyo significado es plano de instalaciones eléctricas (IE) número **uno** (1) de un total de **diez** (10) láminas. Si bien parece obvio en un proyecto no debe existir ese concepto.

La codificación y simbología usadas en los planos eléctricos se suelen incluir en la primera lámina del proyecto, de manera que se use por ejemplo TG para identificar el tablero general, TF1 para el tablero de fuerza No.1, TA3 para el tablero de alumbrado No.3 o TAF5 si se trata de un tablero de alumbrado y fuerza. Las reglas que combinan letras y/o números, para identificar cualquier componente de la instalación deben estar explicadas en los planos.

Se debe incluir diagramas unifilares, con la información completa de los tableros y circuitos de todo el Proyecto.

La inclusión de una leyenda con la lista de símbolos empleados es imprescindible; para ello; se emplearán los símbolos y terminología de las normas:

- Norma DGE – Símbolos gráficos en electricidad.
- Norma DGE – Terminología en Electricidad.

En caso de duda o se careciera de precisión al respecto se utilizaran las normas IEC 60617 Graphical symbols for diagrams y todas las partes de la IEC 60050 International

electrotechnical vocabulary (IEV), esta última disponible a través de la página web <http://www.electropedia.org>.

El formato de los planos estará de acuerdo con la norma NTP 833.001 Dibujo técnico – Formato de láminas, asimismo, el plegado y presentación de estos estará de acuerdo con la norma NTP 833.002 Dibujo técnico – Plegado de láminas.

Los planos deben ser dibujados de preferencia en los formatos A1 y A2, el formato A0 es difícil de manipular en campo y de archivar en carpetas de formato A4, el formato A3 es muy pequeño requiriendo muchas veces, el empleo de un número elevado de planos, sin embargo es usual encontrar el formato A3 en diagramas de potencia y mando de maquinaria industrial.

Si bien un buen proyecto no deja dudas ni problemas para ser resueltos en obra, es posible que existan modificaciones realizadas durante la instalación, las cuales deben ser indicadas y registradas en los planos de obra para su traslado a los planos revisados que se entregarán al usuario en el momento de concluir la obra.

## **5. METRADOS Y PRESUPUESTOS.**

El documento que constituye el Proyecto Eléctrico, debe terminar con la presentación del metrado y el presupuesto referencial del proyecto. Sin embargo, el aspecto económico de la instalación debe ser tomado en cuenta desde el inicio de los estudios del Proyecto.

El presupuesto garantiza que el proyectista ha tomado en cuenta no solo los aspectos técnicos y de seguridad de la instalación, sino que además considera que las soluciones propuestas, son las que económicamente se justifican. El presupuesto debe presentarse de manera ordenada, para permitir su revisión o su fácil actualización.

(1) El texto de “El Proyecto Eléctrico” fue elaborado originalmente por el Ing. Ludvik Medic S. A quien se agradece el haberlo cedido para su uso en los cursos de “Instalaciones de Baja Tensión y Sistemas eléctricos”

(2) La figura No.1 ha sido tomada del libro diseño de subestaciones del Centro Cultural Pablo Boner – UNI, La figura No.3 ha sido tomada de la presentación de HIDRANDINA en el seminario del CNE organizado por el Concytec. Los diagramas han sido creados por el Ing. Raúl Del Rosario.