

**PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DE LAS NORMAS PARA CÁLCULO Y
DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE LA ELECTRIFICADORA
DE SANTANDER ESSA S.A. E.S.P.**

**ANGEL ANTONIO ANAYA ALMEIDA
PEDRO ALEXANDER CRUZ BUENO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2005**

**PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DE LAS NORMAS PARA CÁLCULO Y
DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE LA ELECTRIFICADORA
DE SANTANDER ESSA S.A. E.S.P.**

**ANGEL ANTONIO ANAYA ALMEIDA
PEDRO ALEXANDER CRUZ BUENO**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electricista

Director:

Ing. JAIME GALINDO CÁRDENAS /MPE

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2005**

DEDICATORIA

A Dios por la vida y las oportunidades que me ha brindado
A mi madre por su amor y apoyo en todo momento
A mi padre por ayudarme a lograrlo
A mis hermanos Carlos, Tico y Ceci por soportarme y acompañarme siempre
A Nico, Tavo, Humbert y Theo por su amistad incondicional
A Diana por su compañía y apoyo ilimitado
A Pedro por ayudarme a conseguir esta meta
Y a todos los que de una manera u otra contribuyeron
para que pudiera cumplir este sueño

Gracias.....

Antonio.

DEDICATORIA

A Dios por todo
A mis padres por apoyarme y aguantarme
A mis hermanos
A Toño, Jose, Choco, Yamid, Grateful, Lina, Liana, Sonia, Diego,
Taco, Tico y todos mis amigos y amigas que me
acompañaron durante todo este tiempo
A todos los que directa o indirectamente influyeron
en el camino que tomé.
Gracias por todo.

PETER

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecemos a Jaime Galindo Cárdenas Ingeniero Electricista MPE, absolutamente clave en nuestro proyecto. Gracias por su tiempo, sus ideas y su paciencia; gracias por su apoyo y sus consejos.

Al Doctor Gilberto Carrillo Caicedo por su apoyo incondicional en la realización del proyecto.

A Alvaro Ayala Rodríguez Ingeniero Electricista MPE, jefe del departamento de zona urbana de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

A Carlos Alfonso Peralta Orduz, Ingeniero Electricista y Gerente de Transmisión y Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

Al comité técnico y de trabajo, por su apoyo y aportes para que este trabajo pudiera realizarse.

A la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., por ser una empresa emprendedora comprometida con el desarrollo en toda la extensión de la palabra.

A nuestra Alma Máter la gloriosa UIS, y todos sus funcionarios, por acogernos y formarnos como grandes personas y profesionales.

A nuestras familias por apoyarnos siempre y brindarnos absolutamente todo lo necesario para enfocarnos en nuestros estudios, por aguantarnos y por estar ahí siempre.

A los amigos, quizá los mas importantes en los momentos críticos del trabajo; por escucharnos y entendernos, por su incondicional apoyo y su amistad invaluable.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	4
1.1 ÁREAS DE COBERTURA	5
1.2 ÁREAS FUERA DE COBERTURA	5
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	6
1.3.1 Planteamiento del problema	6
1.3.2 Objetivos	6
1.3.2.1 Objetivo General	6
1.3.2.2 Objetivos Específicos	6
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1 NORMALIZACIÓN	8
2.1.1 Notas de Normalización	8
2.1.2 El proceso de normalización se desarrolla en las siguientes etapas	9
2.1.3 Divulgación de la norma	10
2.1.4 Aplicación	11
2.2 NORMA	12
2.2.1 Tipos de normas	12
2.2.1.1 Normas sobre datos que se deben proporcionar	14
2.2.1.2 Código de buena conducta para la elaboración, adopción y aplicación de normas	14
2.3 REGLAMENTO TÉCNICO	15
2.4 DIFERENCIAS ENTRE NORMA Y REGLAMENTO TÉCNICO	20

3. METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN	22
3.1 ETAPA DOCUMENTAL Y CONCEPTUAL	24
3.1.1 Normatividad Nacional	24
3.1.2 Normatividad Internacional	29
3.2 ETAPA DE REVISIÓN DE TÓPICOS A ACTUALIZAR	30
3.2.1 Comparación Normas ESSA, NTC 2050 y RETIE	30
3.2.2 Listado de Tópicos a Revisar	37
3.3 ETAPA DE DESARROLLO Y ACTUALIZACIÓN DE LAS NORMAS	39
3.3.1 Preparación de Reuniones	39
3.3.2 Propuesta de Actualización	39
3.3.3 Estudio y Análisis de la propuesta	40
3.3.4 Definición de Ajustes a las Normas	40
3.4 ETAPA DE APROBACIÓN DE LAS NORMAS	41
3.4.1 Revisión General de la Propuesta de las Normas	41
3.4.2 Comentarios y Correcciones Finales	41
3.4.3 Aprobación de la Propuesta de las Normas	42
4. VALIDACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO Y MÉTODO OPCIONAL RECOMENDADO PARA EL CÁLCULO Y DISEÑO DE ACOMETIDA Y TRANSFORMADOR EN EL SECTOR RESIDENCIAL	43
4.1 FACTORES DE DEMANDA	45
4.2 FACTORES DE DIVERSIDAD	46
4.3 METODOLOGÍA OPCIONAL PROPUESTA	47
4.4 COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS	48
5. TÓPICOS ACTUALIZADOS EN LA PPROPUESTA	53
5.1 CONCEPTOS ACTUALIZADOS	53
5.2 DATOS ACTUALIZADOS	55

5.3	LEGISLACIONES ACTUALIZADAS	61
5.4	FIGURAS ACTUALIZADAS	61
6.	ASPECTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS DEL RETIE	64
6.1	ASPECTOS POSITIVOS	64
6.1.1	Lo que busca el RETIE	64
6.1.2	Marco de referencia técnico	64
6.1.3	Requisitos mínimos de diseño	65
6.1.4	Buena práctica de la ingeniería	65
6.2	ASPECTOS NEGATIVOS	66
6.2.1	Simbología sin norma internacional específica	66
6.2.2	Distancias de seguridad	67
6.2.3	Control de tensiones transferidas	68
6.2.4	Campos Electromagnéticos	68
6.2.5	Inducir a prácticas peligrosas	69
6.2.6	Informe de inspección y verificación de conformidad	70
6.2.7	Materiales de puestas a tierra	71
6.2.8	Corrosión de puestas a tierra	71
6.2.9	Dispositivos de protección contra sobretensiones	72
7.	DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO INTERACTIVO EDUCACIONAL	73
7.1	REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	73
7.1.1	Hardware	74
7.1.2	Software	74
7.2	RECURSOS UTILIZADOS	75
7.2.1	Hardware	75
7.2.2	Software	75
7.3	DISEÑO DEL MÓDULO INTERACTIVO EDUCACIONAL	75
7.3.1	Información a incluir en el módulo	76
7.3.2	Dispositivos de entrada y salida	76

7.3.3	Diseño gráfico del módulo	77
7.4	GUÍA PARA EL MANEJO DEL MÓDULO INTERACTIVO EDUCACIONAL	79
7.4.1	Presentación del módulo interactivo educacional	79
7.4.2	Menú principal del módulo interactivo educacional	80
7.4.2.1	Vínculos del menú principal	81
8.	RECOMENDACIONES, OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES	89
8.1	RECOMENDACIONES	89
8.2	OBSERVACIONES	90
8.3	CONCLUSIONES	91
	BIBLIOGRAFÍA	94
	ANEXOS	98

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Diagrama de diseño metodológico.	22
Figura 2. Comparación gráfica de metodologías.	52
Figura 3. Zonas de control y de trabajo del módulo interactivo educacional.	78
Figura 4. Presentación del módulo interactivo educacional.	79
Figura 5. Menú principal del módulo interactivo educacional.	80
Figura 6. Presentación vínculo UIS.	81
Figura 7. Presentación vínculo ESSA E.S.P.	81
Figura 8. Presentación vínculo E3T.	81
Figura 9. Presentación vínculo RETIE.	82
Figura 10. Presentación vínculo NTC 2050.	82
Figura 11. Presentación del menú de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P..	83

Figura 12. Presentación del vínculo “CONTENIDO”.	84
Figura 13. Presentación del capítulo 1.	84
Figura 14. Presentación del capítulo 2.	85
Figura 15. Presentación vínculo factores de diversidad.	85
Figura 16. Presentación vínculo factores de diversidad sector comercial.	85
Figura 17. Presentación vínculo método ESSA.	86
Figura 18. Presentación del capítulo 3.	86
Figura 19. Presentación del capítulo 4.	86
Figura 20. Presentación del capítulo 5.	87
Figura 21. Presentación del capítulo 6.	87
Figura 22. Presentación del capítulo 7.	87
Figura 23. Presentación del capítulo 8.	88

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Paralelo entre Norma y Reglamento Técnico.	21
Tabla 2. Comparación entre las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la ESSA E.S.P, la NTC 2050 y el capítulo 1, Disposiciones Generales del RETIE.	31
Tabla 3. Comparación entre las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la ESSA E.S.P, la NTC 2050 y el capítulo 2, Requisitos Técnicos Esenciales del RETIE.	32
Tabla 4. Comparación entre las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la ESSA E.S.P, la NTC 2050 y el capítulo 4, Requisitos Específicos Para el Proceso de Transmisión, del RETIE.	34
Tabla 5. Comparación entre las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la ESSA E.S.P, la NTC 2050 y el capítulo 5, Requisitos Específicos Para el Proceso de Transformación, del RETIE.	35
Tabla 6. Comparación entre las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la ESSA E.S.P, la NTC 2050 y el capítulo 6, Requisitos Específicos Para el Proceso de Distribución, del RETIE.	35

Tabla 7. Comparación entre las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la ESSA E.S.P, la NTC 2050 y el capítulo 7, Requisitos Específicos Para el Proceso de Utilización, del RETIE.	36
Tabla 8. Listado de tópicos a revisar.	38
Tabla 9. Factores de demanda.	45
Tabla 10. Factores de diversidad.	46
Tabla 11. Información para la comparación de metodologías.	48
Tabla 12. Cuadro de carga de acuerdo con la metodología propuesta.	49
Tabla 13. Demandas máximas medidas y calculadas de acuerdo con la metodología que presenta las normas actuales, el Código Eléctrico Colombiano y la propuesta de la actualización de las normas.	50
Tabla 14. Porcentajes de sobredimensionamiento de las metodologías.	51
Tabla B1. Datos medidos urbanización Balcón de la Cumbre. (Potencia Activa [kW]).	279
Tabla B2. Datos medidos urbanización Balcón de la Cumbre. (Potencia Reactiva [kVAR]).	280
Tabla B3. Datos medidos urbanización Balcón del reposo. (Potencia Activa [kW]).	281

Tabla B4. Datos medidos urbanización Balcón del reposo. (Potencia Reactiva [kVAR]).	282
Tabla B5. Datos medidos urbanización Castilla Real I. (Potencia Activa [kW]).	283
Tabla B6. Datos medidos urbanización Castilla Real I. (Potencia Reactiva [kVAR]).	284
Tabla B7. Datos medidos conjunto Parque Central. (Potencia Activa [kW]).	285
Tabla B8. Datos medidos conjunto Parque Central. (Potencia Reactiva [kVAR]).	286
Tabla B9. Datos medidos urbanización Aurora Real. (Potencia Activa [kW]).	287
Tabla B10. Datos medidos urbanización Aurora Real. (Potencia Reactiva [kVAR]).	288
Tabla B11. Datos medidos edificio Coomagisterio. (Potencia Activa [kW]).	289
Tabla B12. Datos medidos edificio Coomagisterio. (Potencia Reactiva [kVAR]).	290
Tabla B13. Datos medidos conjunto Santa Isabel. (Potencia Activa [kW]).	291

Tabla B14. Datos medidos conjunto Santa Isabel. (Potencia Reactiva [kVAR]).	292
Tabla B15. Datos medidos edificio San Fernando. (Potencia Activa [kW]).	293
Tabla B16. Datos medidos edificio San Fernando. (Potencia Reactiva [kVAR]).	294
Tabla B17. Datos medidos edificio Marquez del Parque. (Potencia Activa [kW]).	295
Tabla B18. Datos medidos edificio Marquez del Parque. (Potencia Reactiva [kVAR]).	296
Tabla B19. Datos medidos edificio Canopus. (Potencia Activa [kW]).	297
Tabla B20. Datos medidos edificio Canopus. (Potencia Reactiva [kVAR]).	298
Tabla B21. Datos medidos edificio Balcones del Parque. (Potencia Activa [kW]).	299
Tabla B22. Datos medidos edificio Balcones del Parque. (Potencia Reactiva [kVAR]).	300
Tabla B23. Datos medidos edificio Emiliany. (Potencia Activa [kW]).	301
Tabla B24. Datos medidos edificio Emiliany. (Potencia Reactiva [kVAR]).	302

Tabla B25. Datos medidos conjunto Torres de San Pio. (Potencia Activa [kW]).	303
Tabla B26. Datos medidos conjunto Torres de San Pio. (Potencia Reactiva [kVAR]).	304
Tabla B27. Datos medidos conjunto Balcones de Ballarat. (Potencia Activa [kW]).	305
Tabla B28. Datos medidos conjunto Balcones de Ballarat. (Potencia Reactiva [kVAR]).	306

LISTA DE ANEXOS

pág.

ANEXO A. PROPUESTA DE NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A. E.S.P.	98
ANEXO B. TABLAS DE POTENCIA ACTIVA Y REACTIVA MEDIDAS PARA LA VALIDACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO.	279

TITULO: PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DE LAS NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE LA ELECTRICIDAD DE SANTANDER ESSA S.A. E.S.P.

**AUTORES: ANGEL ANTONIO ANAYA ALMEIDA
PEDRO ALEXANDER CRUZ BUENO****

PALABRAS CLAVES: Metodología, Módulo Interactivo Educativo, Norma, Parámetros de Diseño, Propuesta, RETIE.

RESUMEN:

La globalización de la reglamentación y normalización técnica Colombiana ha generado la profundización de un enfoque que brinde mejores condiciones de seguridad para las personas y el medio ambiente. Por lo tanto, aquellas empresas orientadas al manejo de la energía eléctrica deben ajustar sus procesos a dicho enfoque.

Este trabajo responde a la introducción del nuevo Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE” de carácter obligatorio, la dependencia y al aumento progresivo del consumo de energía eléctrica. La aplicación de este reglamento busca eliminar los posibles riesgos de origen eléctrico, a partir del buen funcionamiento, fiabilidad y calidad de las instalaciones eléctricas. De esta manera, la revisión y actualización de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electricidad de Santander S.A. E.S.P., es necesaria.

Para el desarrollo de la propuesta se implementó una metodología que consta de cuatro etapas; en la primera parte se realizó un estudio de la normatividad nacional e internacional, así como de los trabajos y proyectos relacionados con las normas de la Electricidad de Santander S.A. E.S.P. En la segunda parte se plantearon los tópicos a revisar y actualizar. La tercera etapa constituyó el desarrollo y actualización de las Normas, y la última etapa correspondió a la aprobación de la propuesta de Actualización. Igualmente se realizó una validación de los parámetros de diseño y método opcional recomendado para el cálculo y diseño de acometida y transformador en el sector residencial. También se describieron los tópicos actualizados en el documento, un análisis relacionado con los aspectos negativos y positivos del “RETIE” y el desarrollo de un módulo interactivo educativo sobre las Normas actualizadas para documentación y enseñanza.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Eléctrica.
Director: Jaime Galindo Cárdenas.

TITLE: UPGRADING PROPOSAL OF THE REGULATIONS FOR CALCULATING AND DESIGNING OF DISTRIBUTION SYSTEMS OF THE ELECTRIFICADORA DE SANTANDER ESSA S.A. E.S.P.

**AUTHORS: ANGEL ANTONIO ANAYA ALMEIDA
PEDRO ALEXANDER CRUZ BUENO****

KEYWORDS: Methodology, Educational Interactive Module, Regulations, Design Parameters, Proposal, RETIE.

ABSTRACT:

The Colombian technical lead standardization and rule system globalization has generated the profundization of an approach that provides better safety conditions for both humans and environment. Thus, those facilities focused on the electrical power management ought to fit their processes to such approach.

This project responds to the introduction of the new compulsory Technical book of electrical installations "RETIE", the dependence and the progressive increase of the of electrical power consumption. The technical regulation book application intends to eliminate the possible electric-based hazards, through the accurate performance, reliability and quality of the electric installations. Therefore, the checking up and upgrading for Calculating and Designing regulations of Systems of Distribution of the Company Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., is imperative.

For the development of the proposal a methodology was implemented. It consisted of four stages; in the first a study of the national and international standards was carried out, as well as works and projects related to the regulations of the Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. In the second part the topics to revise and to upgrade was established. The third stage built the development and upgrade of the regulations, and the last stage corresponded to the upgrading proposal approval process. Likewise a validation of the design parameters and recommended optional method was carried out. Its aim was the calculating and the housing external energy wiring and transformer design. The upgrading of topics, an analysis related to the negative and positive aspects of the "RETIE" and the development of an educational interactive module about the upgraded regulations for documentation and teaching are also described in the document.

* Degree project

** Faculty of Physic-mechanical sciences, Electrical Engineering School
Director: Jaime Galindo Cárdenas

INTRODUCCIÓN

Las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., es uno de los documentos más importantes y consultados por los ingenieros y técnicos electricistas en el actual desarrollo del departamento de Santander y en el área de cobertura del suministro de energía eléctrica de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P..

Las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., cuya última actualización y revisión se realizó en septiembre de 1993 y en la cual se introdujeron los últimos cambios tecnológicos que permitieron satisfacer los requisitos de calidad del suministro de energía eléctrica en ese momento.

Debido a los nuevos adelantos tecnológicos, al nuevo orden en el comercio mundial, a la introducción de los nuevos Reglamentos Técnicos de carácter obligatorio, a la dependencia y el aumento progresivo del consumo de la electricidad en la vida actual donde se establecen unas exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad de las personas con base en el buen funcionamiento, fiabilidad y calidad de las instalaciones eléctricas, hacen necesaria una nueva revisión y actualización de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P..

La actualización de las normas cumple con los requisitos mínimos que garantizan los objetivos legítimos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE”, los cuales son, establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y de la preservación

del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico.

Para ello se han reunido en estas Normas los preceptos esenciales, que establecen la metodología, exigencias, especificaciones y características mínimas, necesarias para el cálculo y diseño de los sistemas de distribución e instalaciones eléctricas internas; fundamentados conjuntamente en la normatividad vigente, y en los adelantos y requerimientos que desea la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P..

Para desarrollar la propuesta de actualización de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, se planteó una metodología que permitiera un análisis y discusión profundo de los tópicos que necesitaban ser ampliados y/o actualizados dentro de las normas. Para dicho análisis y discusión se constituyó un comité técnico y de trabajo, conformado por personal de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. y de la Universidad Industrial de Santander, Además se contó con la opinión de contratistas, Técnicos e ingenieros electricistas, cuyos comentarios fueron realizados por medio de la WEB en la página de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

Además, de la propuesta del documento actualizado de las normas, se desarrolló un módulo interactivo educacional sobre las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución revisadas y actualizadas, el cual sirve como fuente de documentación y como herramienta de enseñanza en seminarios y estudios dentro de la universidad.

Éste módulo interactivo educacional, nos muestra los aspectos más relevantes de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, en una forma didáctica y de fácil manejo, que permite una visión general del campo de aplicación de éste documento.

Se espera que el módulo interactivo educacional y los preceptos consignados en las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., sean aplicados con ética por todos los profesionales de la electrotecnia, como parámetros básicos o mínimos con los que lograrán óptimos niveles de seguridad y calidad.

1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

Debido a la actual globalización y a la introducción de los nuevos Reglamentos Técnicos de carácter obligatorio en la que deben enmarcarse los parámetros de diseño, surge la propuesta de actualización de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., que se presenta en este trabajo no pueden ser ajena a esta premisa.

Sin lugar a dudas las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución son una herramienta fundamental para el sector eléctrico en el área de cobertura del suministro de energía eléctrica de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. y para los profesionales que se desempeñan en esta área.

Por otro lado cabe resaltar la importancia que tiene la materialización de las necesidades básicas ó mínimas en el incremento de la seguridad para las personas y para las instalaciones eléctricas.

Asimismo la Universidad Industrial de Santander muestra un interés particular en el desarrollo del proyecto, pues éste documento es pieza fundamental en la formación de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica, por tal motivo además de la propuesta de actualización de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., se incluye la creación de un módulo interactivo del documento final presentado, el cual será una herramienta de ayuda para el mejoramiento de la calidad de la enseñanza, ya que permitirá un aprovechamiento de los recursos pedagógicos en la formación de los futuros profesionales en el área eléctrica.

1.1 ÁREAS DE COBERTURA

El cubrimiento que hace la propuesta de actualización de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. va desde instalaciones eléctricas internas, redes y subestaciones de distribución, estableciendo además, la forma como se deben presentar los proyectos. Igualmente, se aplica a toda nueva instalación o ampliación a partir de su entrada en vigencia, de acuerdo con lo contemplado en el Código Eléctrico Colombiano NTC 2050 y en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, que se aplican al área de cobertura del suministro de energía eléctrica de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

1.2 ÁREAS FUERA DE COBERTURA

La propuesta de actualización de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., no pretende ser una norma para los sistemas que están fuera del área de cobertura del suministro de energía eléctrica de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

Tampoco pretende ser una norma para la construcción de instalaciones eléctricas, ni ser un manual de instrucciones para personal no calificado.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.3.1 Planteamiento del problema

Después de la expedición del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE”, que fija las condiciones técnicas que garantizan la seguridad en los procesos de Generación, Transmisión, Transformación, Distribución y Utilización de la energía eléctrica en la República de Colombia, la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. en la búsqueda de un mejoramiento continuo, se vio enfrentada a la necesidad de actualizar y adaptar sus *Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución* a la normatividad vigente, además de ajustar los parámetros de diseño para evitar el sobredimensionamiento de dichos sistemas.

1.3.2 Objetivos

1.3.2.1 Objetivo General

Dar soporte al grupo técnico encargado de revisar y actualizar las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. según lo establecido en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE” y el Código Eléctrico Colombiano NTC 2050.

1.3.2.2 Objetivos Específicos

- Reescribir para someter a discusión los tópicos que requieren ser ampliados o actualizados dentro de las Normas para el Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., de acuerdo con las disposiciones del

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas y las demás normas que rigen en la actualidad; para someterlo al grupo técnico de actualización de las Normas para el Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución.

- Presentar el documento de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. revisadas y actualizadas, incluyendo y/o eliminando los temas de acuerdo con el nuevo Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE”, el Código Eléctrico Colombiano NTC 2050 y resoluciones de la CREG, de acuerdo con las propuestas del comité técnico.

- Desarrollar un módulo interactivo educacional sobre las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución revisadas y actualizadas, para futura documentación, enseñanza, seminarios y estudios dentro del campus universitario (UIS).

2. MARCO TEÓRICO

2.1 NORMALIZACIÓN

Actividad que consiste en establecer, con respecto a problemas reales o potenciales, disposiciones para uso común y repetido, encaminadas al logro del grado óptimo de orden en un contexto dado. La actividad consta de los procesos de formulación, publicación e implementación de las normas.

Algunos beneficios importantes de la normalización son una mejor adaptación de los productos, procesos y servicios a sus propósitos previstos, eliminar obstáculos al comercio y facilitar la cooperación tecnológica.

2.1.1 Notas de Normalización

Para llevar a cabo la normalización se debe contar con un comité técnico, que es un conjunto interdisciplinario integrado por representantes de la industria, universidades, gobierno, institutos de investigación, usuarios, y expertos del Organismo Nacional de Normalización, que establecen, mediante consenso, parámetros fundamentales que rigen la normalización de productos, procedimientos o servicios.

El proceso de normalización puede dar como resultado una Norma Técnica Colombiana (NTC) o una Guía Técnica Colombiana (GTC).

A continuación se presenta el desarrollo del proceso de normalización, realizado ante el ICONTEC.

2.1.2 El proceso de normalización se desarrolla en las siguientes etapas

· Estudio prenormativo:

Con base en una solicitud presentada a ICONTEC, por cualquier entidad, se realiza una consulta dirigida, la cual pretende determinar el grado de interés del sector en realizar el proceso de normalización sobre el tema solicitado. Para esto es necesario contar con la información suficiente, preferiblemente una norma internacional o de otro país, la cual servirá de base para elaborar la Norma Técnica Colombiana.

· Periodo de preconsulta pública y consulta pública:

En este periodo el comité técnico respectivo se reúne para analizar la norma internacional o extranjera, que a partir de este momento conforma el anteproyecto de norma, y realiza las modificaciones que considere oportunas. Una vez logrado el consenso, ICONTEC somete el documento a comentarios durante dos meses de consulta pública.

La consulta pública es el periodo durante el cual se somete a la opinión de todos los interesados, los proyectos que se encuentran en estudio en los comités técnicos de normalización.

· Periodo de post consulta pública:

Si durante la consulta pública se reciben observaciones de carácter técnico a las normas y aquéllas están sustentadas, el comité técnico se reúne nuevamente para analizar y dar trámite a dichas observaciones.

· **Estudio por parte del Consejo Técnico:**

El Consejo Técnico está conformado por un grupo de especialistas, en diferentes áreas de la ciencia y la tecnología, nombrados por el Consejo Directivo del ICONTEC. Durante esta etapa el Consejo Técnico analiza la norma para su aprobación.

· **Ratificación de la norma por parte del Consejo Directivo:**

Una vez la norma es aprobada por el Consejo Técnico, ésta es ratificada por el Consejo Directivo. El Consejo Directivo está conformado por 15 representantes: 10, elegidos a través de la Asamblea General anual de afiliados y cinco representantes del gobierno nombrados por el Presidente de la República.

El tiempo máximo para la elaboración de una norma es de 14 meses.

2.1.3 Divulgación de la norma

Una vez se ratifica la norma, se hace una distribución al Centro de Información y los puntos de venta en Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla. También se envía una copia a los organismos de normalización de Ecuador, Venezuela y México con quienes existen convenios de intercambio de normas.

Adicionalmente, ICONTEC realiza charlas y foros sobre normalización en áreas específicas. Cuenta con dos publicaciones: la revista "Normas y Calidad", de circulación trimestral, publicación en la que se destacan las normas ratificadas y se incluyen artículos sobre normalización en diferentes áreas; y un boletín mensual donde se publican los listados de las normas en

Consulta Pública y se incluyen artículos sobre las normas más sobresalientes del mes.

También se elaboran, mensualmente, plegables donde se divulga y promociona la aplicación de una o más normas.

2.1.4 Aplicación

Es importante recordar esta máxima:

"Una buena norma es una norma que se aplica"

Así, la normalización no sería completa y útil si no hay aplicación, por esto, ICONTEC, a través de sus actividades, invita permanentemente a las diferentes partes involucradas a hacer uso de las normas.

Algunas formas de aplicación de las normas son la certificación, las actividades de implementación de las normas en las empresas y la exigencia a través de los acuerdos comerciales y de intercambio.

Como mecanismo facilitador de la normalización, ICONTEC ha implementado convenios con algunas agremiaciones y asociaciones quienes se han constituido como Secretarías Técnicas de Normalización. Estas Secretarías colaboran con ICONTEC en el desarrollo de los comités técnicos; sin embargo, todos los procesos antes mencionados son liderados por ICONTEC.

2.2 NORMA

Es un documento establecido por consenso y aprobado por una institución reconocida que prevé, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para los productos o los procesos y métodos de producción conexos, y cuya observancia no es obligatoria. También puede incluir prescripciones en materia de terminología, símbolos, embalaje, marcado o etiquetado aplicables a un producto, proceso o método de producción, o tratar exclusivamente de ellas.

Las normas técnicas se deben basar en los resultados consolidados de la ciencia, la tecnología y la experiencia y sus objetivos deben ser los beneficios óptimos de la comunidad.

El consenso es un acuerdo general el cual se caracteriza porque no hay oposición sostenida a asuntos esenciales de cualquier parte interesada y por un proceso de búsqueda para considerar las opiniones de todos los protagonistas y reconciliar las posibles posiciones divergentes. El consenso no necesariamente implica unanimidad.

Una norma es un ser vivo, que nace, crece, se reproduce y muere si no se aplica, de ahí la importancia de las revisiones y actualizaciones.

2.2.1 Tipos de normas

A continuación se citan algunos de los tipos de normas. Sin embargo, los tipos de norma no son excluyentes; así, por ejemplo, una norma de producto puede ser también considerada de ensayo si se suministran métodos de ensayo relacionados con las características del producto.

- **Norma básica:**

Norma de alcance general o que tiene disposiciones de conjunto para un dominio particular.

- **Norma de terminología:**

Norma que establece términos, generalmente acompañados de su definición y a veces de notas explicativas, ilustraciones, ejemplos, etc.

- **Norma de ensayo:**

Norma que suministra métodos de ensayo, a veces acompañados de su definición o de notas explicativas, o de ambas, ilustraciones, ejemplos, etc.

- **Norma de producto:**

Norma que especifica los requisitos que debe cumplir un producto o grupo de productos, para garantizar su aptitud para el uso. Las normas de producto pueden incluir directamente o mediante referencia elementos relativos a terminología, muestreo, ensayo, empaque y rotulado y, a veces, requisitos de procedimientos.

- **Normas de proceso:**

Norma que especifica los requisitos que debe satisfacer un proceso para garantizar su aptitud para el uso.

- **Normas de servicio:**

Norma que especifica los requisitos que debe satisfacer un servicio para garantizar su aptitud para su uso.

- **Normas de interfaz:**

Norma que especifica requisitos relativos a la compatibilidad de productos o de sistemas en sus puntos de interconexión.

2.2.1.1 Normas sobre datos que se deben proporcionar

Norma que contiene una lista de características para las cuales es necesario estipular los valores u otros datos a fin de especificar un producto, proceso o servicio.

- **Guía técnica:**

Documento normativo que proporciona recomendaciones o pautas no obligatorias, con respecto a situaciones repetitivas en un contexto dado.

2.2.1.2 Código de buena conducta para la elaboración, adopción y aplicación de normas

Este código fue aceptado por las instituciones que realizan actividades de normalización de los países que forman parte del acuerdo de la Organización Mundial del Comercio. ICONTEC lo aceptó el 27 de Octubre de 1995.

2.3 REGLAMENTO TÉCNICO

Es un documento en el que se establecen las características de un producto o los procesos y métodos de producción con ellas relacionados, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables, y cuya observancia es obligatoria.

El reglamento técnico puede incluir disposiciones en materia de terminología, símbolos, embalaje, marcado o etiquetado aplicable a un producto, proceso o método de producción, o tratar exclusivamente de ellas.

En el marco de la presente definición se consideran como Reglamentos Técnicos las Normas Técnicas declaradas obligatorias, o cualquier otra medida equivalente de carácter obligatorio que hayan adoptado o adopten cualquiera de los Países Miembros de la Comunidad Andina.

Un Reglamento Técnico de Emergencia es un documento adoptado para hacer frente a problemas o amenazas de problemas que pudieran afectar la seguridad, sanidad, protección del medio ambiente o seguridad nacional.

- **Requisitos Generales y Criterios para la Adopción de Reglamentos Técnicos Nacionales**

Los Reglamentos Técnicos no restringirán el comercio más de lo necesario para alcanzar un objetivo legítimo, teniendo en cuenta los riesgos que crearía no alcanzarlo, eligiendo entre las opciones posibles aquellas que generen menores costos de implementación y cumplimiento para los usuarios y para el comercio intrasubregional.

Los Reglamentos Técnicos serán definidos exclusivamente en función de las propiedades de uso y empleo de los productos a que hacen referencia, y no de sus características descriptivas o de diseño.

En el proceso de elaboración y adopción de Reglamentos Técnicos, los Países Miembros utilizarán como base las normas internacionales o sus elementos pertinentes o aquellas normas internacionales cuya aprobación sea inminente, salvo en el caso de que esas normas internacionales o esos elementos pertinentes sean un medio ineficaz o inapropiado para el logro de los objetivos legítimos perseguidos, por ejemplo a causa de factores climáticos o geográficos fundamentales o limitaciones o problemas de naturaleza tecnológica que justifiquen un criterio diferente.

En este último caso, los Reglamentos Técnicos nacionales tomarán como base las normas subregionales andinas, regionales y/o nacionales.

- **Contenido de los Reglamentos Técnicos**

Los Reglamentos Técnicos que se elaboren, adopten y apliquen deberán consignar los siguientes aspectos:

1. Objeto: Precisar la finalidad del Reglamento Técnico y los objetivos legítimos a proteger, identificando los riesgos que se pretenden prevenir.
2. Campo de aplicación: Productos comprendidos, indicando la Subpartida Arancelaria ANDINA.

3. Contenido Técnico Específico del Reglamento: Deberá abarcar, en lo que resulte pertinente, los siguientes aspectos:

a) Definiciones: las necesarias para la adecuada interpretación del Reglamento Técnico.

b) Condiciones Generales: La descripción de las características generales del producto, tales como su olor, color, apariencia, aspecto, presentación, procesos previos, límites y demás, así como las características necesarias del proceso o método de producción relacionados con el producto.

c) Requisitos: Establecer en forma expresa las especificaciones técnicas que debe cumplir un producto, proceso o método de producción con él relacionado.

d) Requisitos de envase, empaque y rotulado o etiquetado: Establecer las especificaciones técnicas necesarias de los envases o empaques adecuados al producto para su uso y empleo, así como la información que debe contener del producto, incluyendo su contenido o medida.

e) Referencia: Cuando se haga referencia a una o varias normas técnicas total o parcialmente, éstas deberán indicar la versión correspondiente y ser puestas a disposición de los interesados por parte de la entidad que expide el Reglamento Técnico.

4. Procedimiento administrativo: Se deberá especificar el procedimiento administrativo mediante el cual se hace efectiva la aplicación del Reglamento Técnico (incluidos los procedimientos de evaluación de la conformidad). Se deberá incluir la descripción clara

del mismo (deseablemente mediante flujogramas), base legal relacionada, formatos, registros, autoridades responsables y demás elementos que permitan al usuario su utilización transparente y no discriminatoria. La base legal deberá indicar la fecha de emisión, publicación y de entrada en vigencia.

5. Entrada en vigencia: El plazo entre la publicación del Reglamento Técnico y su entrada en vigencia no será inferior a seis meses, salvo cuando no sea factible cumplir los objetivos legítimos perseguidos.

6. Organismos encargados de la evaluación de la conformidad: Se deberá indicar el tipo de entidades acreditadas o reconocidas a cargo de la evaluación de la conformidad (Laboratorios de Ensayo, Laboratorios de Calibración, Organismos de Certificación o Entidades de Inspección). Además se deberá indicar el nombre del organismo encargado de brindar información actualizada sobre aquellas entidades.

7. Autoridad de fiscalización y/o supervisión: Se deberá indicar la autoridad nacional, regional/departamental, local o municipal competente para supervisar el cumplimiento del Reglamento Técnico.

8. Tipo de fiscalización y/o supervisión: Se deberá indicar si la fiscalización o supervisión se realizará previa a la importación y comercialización del producto o una vez se verifique su puesta en el mercado.

9. Régimen de Sanciones: Se especificarán las sanciones y procedimientos legales que serán aplicados por incumplimiento de lo establecido en el Reglamento Técnico.

- **Notificación, Emisión, Registro y Revisión de los Reglamentos Técnicos**

Los Países Miembros deben asegurar que los proyectos de Reglamentos Técnicos que prevén adoptar se publiquen en la Gaceta Oficial, Diario Oficial u otro diario de circulación nacional, o en medios electrónicos simultáneamente a la notificación prevista.

Los procedimientos para la notificación serán los establecidos en la normativa comunitaria y los contemplados en el Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio de la Organización Mundial del Comercio y sus ampliatorias y modificatorias respectivamente.

En todos los casos, el País Miembro notificante al momento de adoptar o aplicar la medida deberá tomar en cuenta las observaciones y los resultados de las consultas, siempre que éstas estén debidamente fundamentadas.

Sin perjuicio de lo establecido, cualquier País Miembro o particular que se considere afectado por la aplicación de un Reglamento Técnico podrá iniciar el procedimiento sumario de solución de controversias.

Los Países Miembros no mantendrán un Reglamento Técnico si las circunstancias u objetivos que dieron lugar a su adopción ya no existen o si las circunstancias u objetivos se han modificado y pueden atenderse de una manera menos restrictiva al comercio.

2.4 DIFERENCIAS ENTRE NORMA Y REGLAMENTO TÉCNICO

Las normas son documentos de carácter voluntario a los cuales se les puede conferir el carácter de obligatorio cumplimiento, si contemplan aspectos relacionados con la salud, la seguridad y la protección del medio ambiente. En Colombia, el Decreto 2269 fija los criterios por los cuales una norma puede tener el carácter de obligatoriedad, los cuales son concordantes con los establecidos por la Organización Mundial del Comercio.

Por otra parte, un reglamento técnico es un documento que fija reglas y que es adoptado por una autoridad, por lo cual siempre tiene carácter obligatorio. Un reglamento técnico suministra requisitos técnicos, bien sea directamente o mediante referencia o incorporación del contenido de una norma, una especificación técnica o un código de buena práctica.

En la siguiente tabla se presenta un paralelo entre norma y reglamento técnico:

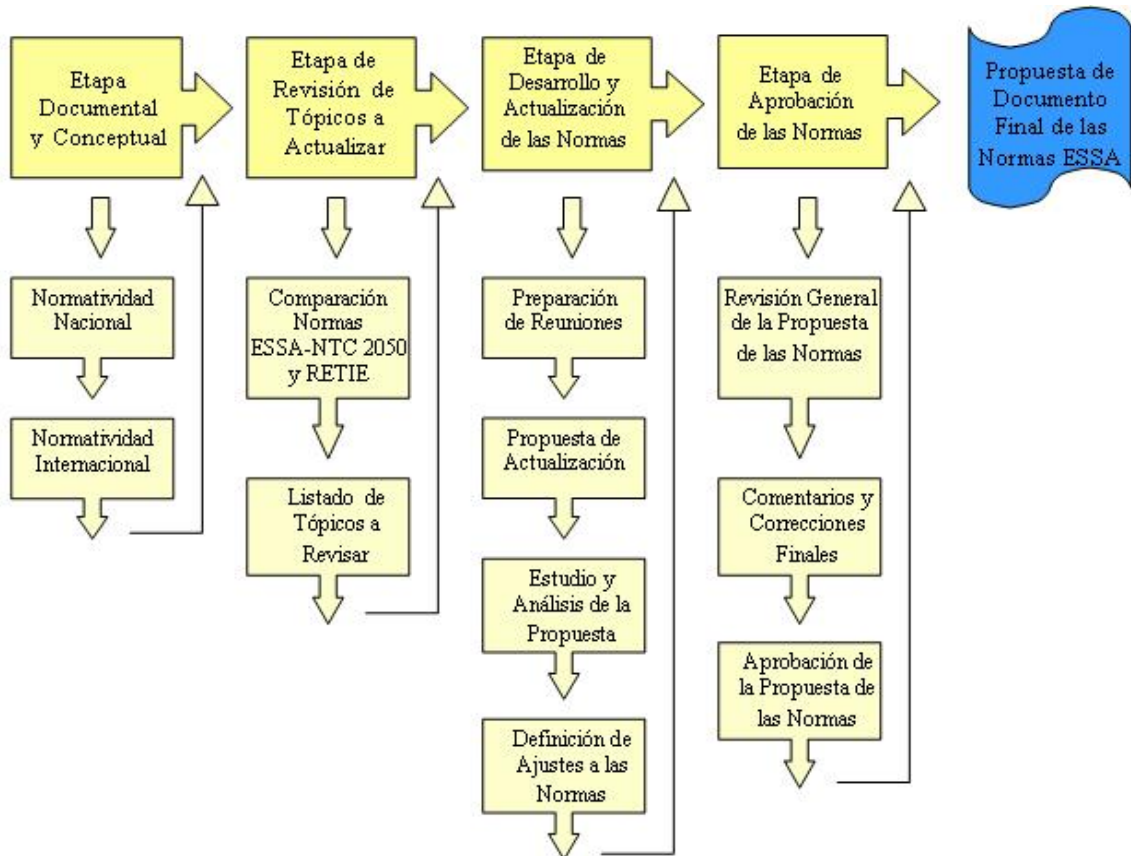
Tabla 1. Paralelo entre Norma y Reglamento Técnico.

PÁRAMETRO	REGLAMENTO TÉCNICO	NORMA
Carácter	Obligatorio.	Voluntario.
Competencia	Estado. Entidades públicas competentes.	Institución. Organismos de normalización.
Motivación	Objetivos legítimos del país. Seguridad/reducción, eliminación o prevención del riesgo.	Calidad, competitividad y seguridad.
Necesidades	Básicas.	Atributos.
Elaboración	Consultado. Creación/actualización ágil.	Consensuada. Creación/actualización prolongada.
Seguimiento	Cumplimiento.	Conformidad.
Finalidad	Uso, empleo o desempeño.	Técnico, tecnológico y de diseño.

3. METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN

A continuación se representan gráficamente en la figura 1, las etapas y subetapas de que consta la metodología para el desarrollo de la presente propuesta de actualización de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

Figura 1. Diagrama de diseño metodológico.



Se analiza cada una de las etapas del diagrama de diseño metodológico de la siguiente manera:

- Etapa Documental y Conceptual: corresponde a la revisión y análisis de las actuales Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE“, Código Eléctrico Colombiano “NTC 2050” y demás normatividad vigente. Puede desarrollarse a medida que avanza el proyecto.
- Etapa de Revisión de Tópicos a Actualizar: corresponde al planeamiento de los Tópicos a presentar ante el comité técnico y de trabajo en la actualización de las normas, para su estudio y aprobación.
- Etapa de Desarrollo y Actualización de las Normas: corresponde al estudio y análisis desarrollado por el comité técnico y de trabajo.
- Etapa de Validación y Aprobación de las Normas: corresponde a la revisión general y aprobación del documento, para su divulgación y publicación.

3.1 ETAPA DOCUMENTAL Y CONCEPTUAL

Ésta etapa tiene por objeto la caracterización de las normas técnicas nacionales e internacionales, Reglamentos Técnicos, estudios y asesorías, sobre las cuales se fundamentarán los ajustes de las normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P..

3.1.1 Normatividad Nacional

Se tomaron como documentos de referencia para el desarrollo del proyecto, el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE”, las actuales Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P, cuya influencia se extiende a toda el área de acción del suministro de energía eléctrica de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., el Código Eléctrico Colombiano, “NTC 2050”, ciertas Normas Técnicas Colombianas, expedidas por el ICONTEC y algunas disposiciones presentadas en las Resoluciones de la CREG.

- **Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE):**

Expedido por el Ministerio de Minas y Energía, mediante resolución N° 18 0398 de 7 de abril de 2004, cuyo objeto fundamental es establecer medidas que garanticen la **seguridad** de las personas, de la vida animal y vegetal y de la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico.

Establece las exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad con base en el buen funcionamiento de las instalaciones, la confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos, así como la compatibilidad electromagnética, es decir, fija los parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas.

Los Reglamentos Técnicos se establecen para garantizar la seguridad nacional, asegurar la calidad de las instalaciones y productos que las empresas utilizan para la correcta prestación de sus servicios.

De ésta manera el RETIE, se convierte en el principal documento de referencia para la propuesta de actualización de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

El RETIE en sus capítulos I a VII, presenta la información básica que se tuvo en cuenta para el desarrollo del proyecto.

- **Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050):**

Editado por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), que ratificó la norma NTC 2050 (primera actualización) el 25 de noviembre de 1998 y cuyo objetivo es la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad.

El código contiene las disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad y el cumplimiento de las mismas darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos.

El Código Eléctrico Colombiano tiene cobertura sobre las instalaciones de conductores y equipos eléctricos en edificios públicos y privados y otras estructuras, incluyendo casas móviles, vehículos de recreo y casas flotantes, y otras instalaciones como patios, parques de atracciones, estacionamientos, otras áreas similares y subestaciones industriales. Cubre además las instalaciones de conductores y equipos que se conectan con fuentes de suministro de electricidad, Instalación de otros conductores y equipos exteriores dentro de la propiedad e instalaciones en edificaciones utilizadas por empresas de energía eléctrica, como edificios y oficinas, almacenes, garajes, talleres y edificios recreativos que no formen parte integral de una planta generadora, una subestación o un centro de control.

Debido a que el contenido del Código Eléctrico Colombiano encaja dentro del enfoque que deben tener los Reglamentos Técnicos y considerando que el RETIE declara de obligatorio cumplimiento los siete primeros capítulos de la norma NTC 2050 de noviembre de 1998, éste documento es pieza fundamental para determinar los requisitos para las instalaciones domiciliarias, dentro de la propuesta de actualización de las actuales Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P..

- **Normatividad Vigente:**

Dentro de la normatividad vigente que se tuvo como referencia, están las Normas Técnicas Colombianas editadas por el ICONTEC; cuyas referencias son necesarias para el ajuste de la propuesta de actualización y dentro de las cuales podemos citar:

- NTC 900 “Reglas generales y especificaciones para el alumbrado público”.1998-7-22.
- NTC 2958 “Cajas para instalación de medidores de energía eléctrica”.
- NTC 3444 “Armarios para instalación de medidores de energía eléctrica”.
- NTC 1340 “Tensiones nominales en sistemas de energía eléctrica a 60 Hz en redes de servicio público”.2004-8-25.
- NTC 5019 “Selección de transformadores de medida”.2001-12-19.
- NTC 818 “Transformadores monofásicos Autorrefrigerados y sumergidos en líquido. Corriente sin carga, pérdidas y tensión de cortocircuito”.1995-11-29.
- NTC 819 “Transformadores trifásicos Autorrefrigerados y sumergidos en líquido. Corriente sin carga, pérdidas y tensión de cortocircuito”.1995-11-29.
- NTC 3275 “Especificaciones para aisladores fabricados de materiales poliméricos (Aisladores tipo suspensión)”.1991-11-20.
- NTC 1329 “Prefabricados en concreto. Postes de concreto armado para líneas de energía y telecomunicaciones”.

NTC 2754 “Símbolos gráficos para diagramas. Planos y diagramas instalación para arquitectura y topografía”.2002-9-18.

Por otro lado se tuvieron en cuenta las disposiciones presentadas en las siguientes resoluciones de la Comisión de Regulación de Energía y Gas “CREG”:

Resolución N° 043 de 2003.

Reglamento de distribución de energía eléctrica “Resolución CREG 070 de 1998”.

Resolución N° 108 de 1997.

- **Estudios y Asesorías:**

Conjuntamente con las anteriores referencias, se tiene en cuenta el estudio “REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS EN LAS NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A. E.S.P.”, realizado por la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander, para la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., en el año de 1996, según contrato N° DIN 045-312-94. Dicho estudio es elemento fundamental para la actualización de los parámetros de diseño dentro de la propuesta de actualización de las Normas.

También se revisaron las tesis de pregrado “ESTUDIO DEL FACTOR DE DIVERSIDAD Y DE LA DEMANDA MÁXIMA EN SISTEMAS DE

DISTRIBUCIÓN PARA EL SECTOR COMERCIAL EN EDIFICACIONES DE BUCARAMANGA”, realizado por Mauricio Blanco Angarita y Carlos Gómez Orozco en el año 1994, “ESTUDIO PRELIMINAR DE LOS FACTORES DE DEMANDA MÁXIMA Y DE DIVERSIDAD EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA”, realizado por Edwin Díaz Vergel, William García Moya y Ezequiel Quintero Martínez en el año 1996, “COMPROBACIÓN PRELIMINAR DE LOS FACTORES DE DEMANDA MÁXIMA Y DE DIVERSIDAD EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA PARA LOS NUEVOS MODELOS”, realizado por los estudiantes José Angel Guevara Rojas y Diego Alberto López Osorio en el año 1997 y “FACTORES DE DEMANDA, ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS FACTORES DE DEMANDA MÁXIMA Y DIVERSIDAD SEGÚN NORMA ESSA Y NTC 2050”, realizado por Cristian Reneth Zambrano Medina y Arlintong Luís Medina Coneo en el año 2000.

Igualmente, se cuenta con el apoyo de un comité técnico y de trabajo, conformado por personal de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. y de la Universidad Industrial de Santander.

3.1.2 Normatividad Internacional

Se tomaron como referencias el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (RAT) expedido por el Ministerio de Industria y Energía de España, aprobado por Real Decreto 3151/1968, el Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el Real Decreto 842 de 2002, del Ministerio de Industria y Energía de España, la norma DGE “Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural”, Lima, Perú, y las Normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad. Sevillana-Endesa de noviembre de 2003.

3.2 ETAPA DE REVISIÓN DE TÓPICOS A ACTUALIZAR

Ésta etapa tiene por objeto analizar cada uno de los tópicos planteados en las actuales Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., comparándolos con los aspectos dispuestos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE” y el Código Eléctrico Colombiano “NTC 2050”. Luego se hace un listado con los tópicos a actualizar, eliminar o incluir en las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, luego de la comparación realizada.

3.2.1 Comparación Normas ESSA, NTC 2050 y RETIE

Las siguientes tablas muestran los resultados de la comparación realizada, y están clasificadas de acuerdo con el orden de los capítulos presentados en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE”.

Tabla 2. Comparación entre las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la ESSA E.S.P, la NTC 2050 y el capítulo 1, Disposiciones Generales del RETIE.

ÍTEM	ESSA S.A. E.S.P.	RETIE	NTC 2050
Objeto	Establecer la metodología, parámetros y características mínimas, necesarios para el diseño de los sistemas de distribución que satisfagan los requisitos impuestos por la calidad del servicio.	Establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y del medio ambiente, previniendo, minimizando o eliminando los riesgos eléctricos desde la generación hasta la utilización por parte de los usuarios.	La salvaguardia de las personas y de los bienes contra riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad. No tiene intención de marcar especificaciones de diseño ni de ser un manual de instrucciones para personal no calificado.
Alcance	Desde instalaciones internas hasta las subestaciones de subtransmisión, redes de distribución y presentación de proyectos.	Se aplica a toda nueva instalación o ampliación a partir de su entrada en vigencia, en los procesos de generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica.	Instalación de conductores y equipos eléctricos en edificios y estructuras, incluyendo casas móviles, vehículos de recreo, instalaciones utilizadas por las empresas de energía eléctrica, como edificios, oficinas, almacenes, talleres, etc.
Definiciones	Términos comúnmente usados en el diseño y construcción de sistemas de distribución de energía eléctrica.	Definiciones expuestas para todos los efectos del presente reglamento.	Definiciones esenciales para la aplicación apropiada del código.
Abreviaturas, Acrónimos y Siglas	No Aplica.	El artículo 4, presenta un listado de las abreviaturas, acrónimos y siglas, más comúnmente utilizadas en el sector eléctrico.	No Aplica.
Análisis de Riesgos Eléctricos	No Aplica.	El artículo 5, tiene como objetivo principal crear una conciencia sobre los riesgos existentes en todo lugar donde se haga uso de la electricidad.	No Aplica.
Análisis de Compatibilidad Electromagnética	No Aplica.	En el artículo 6, expuesto desde el punto de vista de seguridad para las personas.	No Aplica.
Programa de Salud Ocupacional	No Aplica.	En el artículo 7, se dan los preceptos de salud ocupacional para empleados de toda empresa del sector eléctrico.	No Aplica.

Tabla 3. Comparación entre las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la ESSA E.S.P, la NTC 2050 y el capítulo 2, Requisitos Técnicos Esenciales del RETIE.

ÍTEM	ESSA S.A. E.S.P.	RETIE	NTC 2050
Clasificación de los Niveles de Tensión en CA	BT < 1000 V 1000 V ≤ MT ≤ 50000 V	25 < BT ≤ 1000 V 1000 V < MT ≤ 57500 V 57500 V < AT ≤ 230 kV 230 kV < EAT	De acuerdo con la aplicación, pero trabaja dentro de dos rangos de 0 – 600 V y los mayores a 600 V.
Sistema de Unidades	No lo especifica, pero de acuerdo con los planteamientos es el sistema internacional de unidades S.I.	El artículo 9, especifica el sistema de unidades utilizado, que es el sistema internacional de unidades S.I.	El sistema utilizado por la norma es el sistema internacional de unidades S.I.
Simbología	Se presentan diferencias con la simbología de RETIE.	No es completa. Además es tomada de varias referencias.	No Aplica.
Señalización de Seguridad	En el numeral 6.3.9 solo se refiere a la colocación de avisos de peligro.	Tiene como objeto transferir mensajes de prevención, prohibición o información, en forma clara, precisa y de fácil entendimiento para todos.	Exige la identificación, rotulado o clasificación, de todas las posibles fuentes de riesgos eléctricos.
Comunicaciones por Radio	No Aplica.	En el artículo 12, y en razón del uso de comunicaciones para todo tipo de maniobras, se adopta abreviaturas de servicio del código telegráfico.	No Aplica.
Distancias de Seguridad	Se debe realizar una complementación entre el RETIE y la norma de la ESSA, pues algunas distancias son tenidas en cuenta en las normas y otras no.		Se especifica de acuerdo con la aplicación.
Campos Electromagnéticos	No Aplica.	En el artículo 14, se presentan las especificaciones para este caso.	No Aplica.
Puestas a Tierra	Solo presenta valores para 5 aplicaciones, en el numeral 2.1.5 y para acometidas en el numeral 4.5.2.4	En el artículo 15, presenta la importancia de un sistema de puesta a tierra para la seguridad, desde su diseño, requisitos, especificaciones, mediciones y otros.	La sección 250 de la norma presenta las especificaciones de las puestas a tierra en los sistemas eléctricos.
Iluminación	Presenta algunos niveles de iluminación pero no los suficientes.	En el artículo 16, presenta en forma completa especificaciones para su implementación.	Presenta algunos valores para casos específicos.
Conductores, Alambres y Cables	Muestra la utilización específica de los conductores, capacidades, calibres, temperatura, tipo de conductor y tipo de uso.	En el artículo 17, se muestran especificaciones técnicas de los tipos de conductores, desde su carga de rotura, resistividad, tipo de alambre, etc., de igual manera se puede complementar con lo expuesto en la norma ESSA.	La norma presenta especificaciones de uso, de capacidad, de tipo, de diseño, etc., en forma muy específica.

Tabla 3. (Continuación)

ÍTEM	ESSA S.A. E.S.P.	RETIE	NTC 2050
Bombilla Incandescente	No Aplica.	Presenta especificaciones sobre la bombilla y el portalámparas, flujo luminoso y rotulado.	En la sección 410 (G, H, J y K), se presentan especificaciones para el uso de estos elementos.
Cercas Eléctricas	No Aplica.	Presenta las especificaciones para el uso de cercas eléctricas, del controlador, instalación y rotulado.	No Aplica.
Cintas Aislantes	No Aplica.	Muestra las características del tipo de cinta aislante de uso en instalaciones eléctricas.	No hace especificación al tipo de cinta aislante solo se refiere, a métodos de empalme aprobados.
Clavijas y tomacorrientes	Hace referencia a la localización de estos elementos.	Presenta los requisitos específicos para diseño e instalación requeridos por esta norma.	La sección 410 (L), hace referencia a este tipo de elementos.
Dispositivos de Protección Contra Sobrecorrientes	No presenta referencia con este nombre, aparece como pararrayos.	Muestra los requerimientos para el uso en instalaciones eléctricas, montaje e instalación.	En la sección 240 de la norma se exponen las aplicaciones para este tipo de dispositivos.
Interruptores de Baja Tensión	Hace referencia a la localización de estos elementos.	Hace énfasis en los dispositivos manuales y automáticos, requisitos, diseño y rotulado.	La sección 380 de la norma presenta todas las especificaciones para los interruptores.
Motores y Generadores	No Aplica.	Presenta los requisitos que deben cumplir las máquinas para evitar accidentes y en lo referente al rotulado.	La sección 430 esta referida a motores y la sección 445 a los generadores.
Tableros Eléctricos	La norma hace referencia en los numerales 3.1.4, 3.2.5, 4.4.2, 4.6.2 y 8.12.	Presenta especificaciones de instalación, construcción, capacidad, rotulado y partes conductoras.	En la sección 384 se presentan las especificaciones.
Transformadores de Distribución y de Potencia	El capítulo 6 de la norma y la sección 8.10 se presentan todas las especificaciones para este tipo de equipo.	Presenta los requisitos que deben cumplir los transformadores dentro del sistema eléctrico.	La sección 450 presenta las especificaciones para transformadores.
Tubería Para Instalaciones Eléctricas	La norma hace referencia en los numerales 3.2.2, 3.2.3, 5.3.2 y 8.6, en cuanto uso, caracterización, selección y diseño.	Además de algunas especificaciones, se hace referencia a la norma NTC 2050.	Las secciones 341 a 374 de la norma presentan todo lo referente a tubería, ductos, canalizaciones, etc., usados en instalaciones eléctricas.

Los ítems de definiciones y Edificaciones que presenta la RETIE en el capítulo 3 para el proceso de generación, no aplica en las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.. La NTC 2050 hace referencias específicas a los

generadores en la sección 445 y a aplicaciones específicas en el capítulo 7 de condiciones especiales.

Tabla 4. Comparación entre las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la ESSA E.S.P, la NTC 2050 y el capítulo 4, Requisitos Específicos Para el Proceso de Transmisión, del RETIE.

ÍTEM	ESSA S.A. E.S.P.	RETIE	NTC 2050
Distancias de Seguridad	En el capítulo 2 de la norma se presentan algunas distancias que entran dentro del nivel de tensión de transmisión.	Se establecen en el capítulo 2.	No Aplica.
Zonas de Servidumbre	En el capítulo 2 y en el numeral 5.2.1.3 de la norma se presentan algunas distancias.	En el artículo 22 se establecen las zonas de servidumbre para líneas con un nivel de tensión igual o mayor a 57,5 kV.	No Aplica.
Aislamiento	En el numeral 2.1.6 se trata el número de salidas de las líneas por año (nivel ceraunico).	En el artículo 23, determina el número de salidas por año para el diseño de líneas (nivel ceraunico).	No Aplica.
Señales de Aeronavegación	No Aplica.	En el artículo 24, presenta los requerimientos mínimos para estas señales.	No Aplica.
Puesta a Tierra	No Aplica.	El artículo 15 presenta los criterios a cumplir.	La sección 250 (L) presenta los criterios para este caso.
Herrajes	En los numerales 5.2.6, 2.1.7 y 8.8, se dan criterios tenidos en cuenta por la norma, y se remite a las normas ICEL para diseño y construcción de sistemas de distribución Volumen 4, capítulo 4.	El artículo 26 da las consideraciones generales para los herrajes.	No Aplica.
Aisladores	El numeral 5.1.4 muestra el tipo de aislamiento para conductores y en el numeral 8.1 muestra los tipos de aisladores, recomendados por la norma.	En el artículo 27, especifica los criterios que deben cumplir los aisladores de vidrio, porcelana y otros materiales utilizados en las líneas.	No Aplica.
Apoyos o Estructuras	El numeral 5.2.3 presenta los criterios de diseño para los apoyos de líneas o redes eléctricas.	En el artículo 28, se dan los requisitos que deben cumplir las estructuras o apoyos.	No Aplica.
Métodos de Trabajo en Tensión	No Aplica.	El artículo 29 presenta los métodos de trabajo más comunes para el trabajo en tensión.	No Aplica.

Tabla 5. Comparación entre las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la ESSA E.S.P, la NTC 2050 y el capítulo 5, Requisitos Específicos Para el Proceso de Transformación, del RETIE.

ÍTEM	ESSA S.A. E.S.P.	RETIE	NTC 2050
Disposiciones Generales	En el capítulo 6 de la norma se presentan las especificaciones para la selección de subestaciones en media tensión.	Se presentan datos generales para las subestaciones como los tiempos de despejes de fallas, señalización y seguridad con este tipo de elementos.	Hace referencia a los transformadores en la sección 450.
Salas de Operación, Mando y Control	Se hace referencia a los módulos de media tensión, de transformación y de baja tensión, en los numerales 6.4.1.1 a 6.4.1.3.	Se refiere a los requerimientos que deben tener los espacios donde hay instalado equipo eléctrico.	Hace referencia a sitios específicos, con aplicaciones específicas.
Distancias de Seguridad	Se debe realizar una complementación entre el RETIE y la norma de la ESSA, pues algunas distancias son tenidas en cuenta en las normas y otras no.		Se especifica de acuerdo con la aplicación.
Puesta a Tierra	Se especifica para subestaciones aéreas en el numeral 6.2.4.	Se adoptan los criterios expuestos en el capítulo 2, artículo 15.	La sección 250 presenta todas las disposiciones para las puestas a tierra.

Tabla 6. Comparación entre las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la ESSA E.S.P, la NTC 2050 y el capítulo 6, Requisitos Específicos Para el Proceso de Distribución, del RETIE.

ÍTEM	ESSA S.A. E.S.P.	RETIE	NTC 2050
Distancias de Seguridad	Se debe realizar una complementación entre el RETIE y la norma de la ESSA, pues algunas distancias son tenidas en cuenta en las normas y otras no.		Se especifica de acuerdo con la aplicación.
Puesta a Tierra	Presenta algunos valores en los numerales 2.1.5 y 6.2.4.	Se adoptan los criterios expuestos en el capítulo 2, artículo 15.	La sección 250 presenta las disposiciones para las puestas a tierra.
Herrajes	Se remite a las especificaciones establecidas en las normas ICEL para diseño y construcción de sistemas de distribución Volumen 4, capítulo 4.	Se refiere a los elementos utilizados para la fijación de aisladores y el conductor a la estructura y a los demás accesorios.	No Aplica.
Aisladores	Presenta especificaciones tanto para líneas, redes, subestaciones y en general para el diseño de sistemas de distribución en los numerales 5.1.4, 6.1.4 y 8.1.	Presenta generalidades del tipo de aislador que se puede implementar en los sistemas de distribución.	No Aplica.

Tabla 6. (Continuación)

ÍTEM	ESSA S.A. E.S.P.	RETIE	NTC 2050
Reglas Básicas de Trabajo	No Aplica.	Presenta reglas de trabajo dependiendo del tipo de labor a realizar. Además se pide tener definidas las maniobras, la verificación del lugar de trabajo, señalización del área, protecciones, reglas de seguridad, subestaciones, transformadores, y otros tipos de riesgos.	No Aplica.
Cartilla de Seguridad Para el Usuario	No Aplica.	El distribuidor debe editar una cartilla de seguridad para los usuarios.	No Aplica.

Tabla 7. Comparación entre las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la ESSA E.S.P, la NTC 2050 y el capítulo 7, Requisitos Específicos Para el Proceso de Utilización, del RETIE.

ÍTEM	ESSA S.A. E.S.P.	RETIE	NTC 2050
Requisitos Para Instalaciones Domiciliarias	Básicamente la norma es presentada para el diseño de instalaciones y redes domiciliarias.	Además de referirse a los 7 primeros capítulos de la NTC 2050, agrega otros puntos referentes a requisitos de seguridad.	Tiene un cubrimiento total y detallado de este ítem.
Requisitos Para Instalaciones Hospitalarias	No se presentan todas las especificaciones que se deben tener para el diseño de instalaciones hospitalarias, pero se pueden complementar con la RETIE y la NTC 2050.	Además de lo especificado en la NTC 2050, sugiere otros puntos para la seguridad del personal de trabajo y de los pacientes del hospital.	La sección 517, presenta las especificaciones para las instituciones de asistencia médica.
Requisitos de Protección Contra Rayos	En la norma se establece el uso del pararrayos como protección en los siguientes numerales 3.1.8, 4.2.2, 5.1.6, 6.2.3 y 6.3.3.	Se propone este artículo 42, con el fin de proteger toda instalación en la cual se mantenga flujo permanente de personal, para de esta manera garantizar su seguridad.	Presenta la sección 280, referida a la protección contra sobretensiones.
Mantenimiento de las Instalaciones	No Aplica.	Hace referencia al mantener las instalaciones eléctricas en buen estado según lo decretado por la CREG.	No Aplica. Salvo algunas generalidades como la del artículo 110-3.

Concerniente al capítulo 8, Prohibiciones del RETIE, el tema de residuos nucleares y desechos tóxicos no aplica en las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. La norma NTC 2050 presenta algunas consideraciones en el capítulo 5 sobre trabajo en ambientes peligrosos, y el RETIE, lo presenta en consideración con el artículo 81 de la constitución nacional.

Algunos temas incluidos en las Norma para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., como el de acometidas y contadores, diseño eléctrico, diseño mecánico, construcción de redes rurales y urbanas, alumbrado publico y especificaciones de materiales y equipos, no se presentan dentro de la resolución RETIE, y que son de gran importancia para las normas de la ESSA S.A. E.S.P..

3.2.2 Listado de Tópicos a Revisar

El siguiente listado de tópicos fue presentado al comité como pauta inicial para el desarrollo de las reuniones con sus respectivas referencias para la propuesta de actualización.

Tabla 8. Listado de tópicos a revisar.

TÓPICOS A REVISAR	REFERENCIA
1. DEFINICIONES	RETIE y NTC 2050.
2. PARÁMETROS DE DISEÑO	NTC 1340, RETIE, CREG 043, NTC 2050 y Estudio UIS – ESSA S.A. E.S.P (1996).
CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO	
CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA	
3. INSTALACIONES INTERNAS	RETIE y NTC 2050.
DISEÑO DE INSTALACIONES INTERNAS	
4. ACOMETIDAS Y CONTADORES	RETIE, NTC 2050, NTC 2958, NTC 3444, NTC 5019, CREG 070 de 1998 y CREG 108 de 1997.
CLASIFICACIÓN DE ACOMETIDAS Y TABLEROS	
DISEÑO DE ACOMETIDAS	
UTILIZACIÓN Y SELECCIÓN DE CONTADORES	
SELECCIÓN DE TABLERO DE ACOMETIDAS	
CONSTRUCCIÓN DE ACOMETIDAS	
INSTALACIÓN DE TABLEROS DE ACOMETIDAS	
5. LÍNEAS Y REDES	RETIE, NTC 3275 y NTC 1329.
DISEÑO ELÉCTRICO	
DISEÑO MECÁNICO	
SELECCION DE CAJAS Y DUCTOS	
CONSTRUCCIÓN DE REDES RURALES	
CONSTRUCCIÓN DE REDES URBANAS	
6. SUBESTACIONES	RETIE, NTC 2050, NTC 818 y NTC 819.
GENERALIDADES	
SUBESTACIONES AÉREAS	
SUBESTACIONES DE PEDESTAL	
SUBESTACIONES CAPSULADAS	
BANCOS DE CONDENSADORES	
PLANTAS DE EMERGENCIA	
MONTAJE DE SUBESTACIONES	
7. ALUMBRADO PÚBLICO	NTC 900 y NTC 2050.
DISEÑO DE ILUMINACIÓN	
DISEÑO ELÉCTRICO	
SOPORTES	
SELECCIÓN DE CAJAS Y DUCTOS	
CONSTRUCCIÓN	
8. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS	RETIE, NTC 2050, NTC 5019 y NTC 3275.
9. PRESENTACIÓN DE PROYECTOS	NTC 2754.

3.3 ETAPA DE DESARROLLO Y ACTUALIZACIÓN DE LAS NORMAS

Ésta etapa tiene por objeto el estudio y análisis del listado de tópicos a revisar para la propuesta de actualización las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.. Los tópicos a revisar no solo se limitan a los presentados en el listado, además de éstos se toman en cuenta los sugeridos por el comité técnico durante el avance del proyecto.

3.3.1 Preparación de Reuniones

Se hicieron dos reuniones por semana, durante tres meses para el análisis y discusión de los tópicos con en el comité técnico y de trabajo.

Para cada reunión el comité técnico y de trabajo debía preparar el tema o tópicos a tratar en dicha reunión.

En cada reunión se presentaban las propuestas de actualización o ajustes necesarios para las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución.

3.3.2 Propuesta de Actualización

Como soporte al comité técnico y de trabajo, se presentó en cada reunión una propuesta de actualización o ajuste para cada tópico a revisar. Cada propuesta esta fundamentada o soportada sobre la normatividad vigente, en el Código Eléctrico Colombiano “NTC 2050” o el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE”.

Como propuesta inicial del desarrollo y contenido de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, se determinó dejar el orden de los capítulos como se encuentra actualmente, con excepción del capítulo ocho el cual se distribuyó entre los demás capítulos. También se proponen algunos cambios en el orden y presentación de algunos tópicos dentro del contenido de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución.

3.3.3 Estudio y Análisis de la propuesta

En cada reunión, el comité técnico y de trabajo somete a discusión cada propuesta de actualización. Allí se estudian y analizan los efectos de la actualización, su concordancia con lo dispuesto por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE”, el Código Eléctrico Colombiano “NTC 2050” y la normatividad vigente.

Como todos los conceptos presentados en las actuales Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución no están establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE” y el Código Eléctrico Colombiano “NTC 2050”, en tales casos se definieron los ajustes necesarios para los requerimientos de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., siempre buscando cumplir con el objetivo del RETIE y la NTC 2050, que son la Seguridad para las personas y evitar los riesgos en las instalaciones eléctricas.

3.3.4 Definición de Ajustes a las Normas

La determinación del ajuste de las normas se realizó luego de la discusión y el análisis con el comité técnico y de trabajo, en donde se estableció la aprobación o no a cada una de las propuestas presentadas.

3.4 ETAPA DE APROBACIÓN DE LAS NORMAS

Ésta etapa final tiene por objeto una revisión general de los ajustes realizados a las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución durante el desarrollo del proyecto, y la presentación inicial del documento en Internet para comentarios y aportes.

3.4.1 Revisión General de la Propuesta de las Normas

La revisión general de la propuesta de actualización de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., fue realizada por parte del comité técnico y de trabajo, con el objetivo de eliminar y corregir todas las posibles discrepancias que pudieran quedar después de realizar los ajustes, éstas discrepancias podían ser de redacción, de definición, de valores en tablas o requerimientos, de unidades y en las figuras, para evitar contradicciones y futuros problemas cuando el documento entre en vigencia.

3.4.2 Comentarios y Correcciones Finales

Para los comentarios por parte de los usuarios (Ingenieros, Técnicos y Tecnólogos) se presentó en la página Web de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., un primer borrador de la propuesta de las normas, para libre consulta y opinión sobre el documento.

Los comentarios enviados por los usuarios, se registraron y éstos se analizaron por parte del comité técnico y de trabajo para ver si era necesario realizar nuevos ajustes, si luego del análisis no era necesario, éstos simplemente se descartaban.

3.4.3 Aprobación de la Propuesta de las Normas

Luego de los comentarios y correcciones finales y del consentimiento total por parte del comité técnico y de trabajo, se aprobó la propuesta de actualización de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., la cual cumple con los requerimientos presentados por el nuevo Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE”, el Código Eléctrico Colombiano “NTC 2050” y la demás normatividad vigente.

Él documento se entregó a la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. el 28 de diciembre de 2004, y quedo sujeto a ser revisado o ampliado por el comité técnico designado por la Empresa, cuando sea necesario.

4. VALIDACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO Y MÉTODO OPCIONAL RECOMENDADO PARA EL CÁLCULO Y DISEÑO DE ACOMETIDA Y TRANSFORMADOR EN EL SECTOR RESIDENCIAL

De acuerdo con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE”, el diseño de las instalaciones eléctricas internas se hará de acuerdo con lo dispuesto en los siete primeros capítulos del Código Eléctrico Colombiano “NTC 2050”, pero el cálculo y diseño para un transformador, una acometida o un alimentador para edificaciones multifamiliares o grupo de viviendas, de acuerdo con el numeral 220-37 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050 que permite el uso de las tablas o métodos probados establecidos por la Empresa local de suministro de energía, se utilizó el método recomendado dentro del capítulo dos.

Éste método reduce el sobredimensionamiento que se presentaba con la aplicación de la anterior metodología de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, integra los parámetros expuestos en el Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050 con los requerimientos de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. e implementa factores de demanda y de diversidad que se ajustan al comportamiento real de la demanda en el sector residencial.

Se realizó una comparación de las tres metodologías; la presentada en las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, la presentada en el Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050 y la presentada en la propuesta de actualización de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, éstas tres metodologías se compararon con los valores reales de demanda de algunos transformadores del sistema que presenta actualmente la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P..

Para validar el método opcional propuesto se recalcularon unos transformadores instalados y se les tomaron las medidas horarias de potencia manejada que posteriormente se verificaron con los cálculos y cuyos resultados fueron satisfactorios. Los valores medidos en dichos transformadores fueron realizados por el personal de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., y presentan en el Anexo B de este documento.

La inclusión de los nuevos factores de demanda y de diversidad, se basó en los resultados presentados en el estudio “REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS EN LAS NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A. E.S.P.”, realizado por la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander, para la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., en el año de 1996; como conclusiones de dicho estudio se definieron nuevos valores para los factores de demanda y de diversidad, los cuales se ajustan al comportamiento real de la demanda.

Aunque estos factores de demanda y de diversidad son muy diferentes a los que presenta las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, se complementan con los valores de carga mínima por usuario requeridos de acuerdo con el Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.

Los factores de demanda y de diversidad presentados en la propuesta de actualización son los siguientes:

4.1 FACTORES DE DEMANDA

La siguiente tabla muestra los factores de demanda, adoptados en la propuesta de actualización de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, y que son utilizados en la metodología opcional recomendada para el cálculo de la acometida o transformador.

Tabla 9. Factores de demanda.

Descripción	Carga (VA)	Factor de demanda (%)
Residencial		
Estratos 1 y 2	Carga aparato mayor potencia	100
	Resto	50
Estratos 3 y 4	Carga aparato mayor potencia	100
	Resto	40
Estratos 5 y 6	Carga aparato mayor potencia	100
	Resto	30
Carga áreas comunes	Motores	100
	Resto	60
Comercial		
Tomas comunes	Primeros 5000	100
	Sobre 5000	50
Alumbrado	Primeros 50000	100
	Sobre 50000	50
Cargas especiales y áreas comunes	Total	100
Industrial	Según proyecto particular	

4.2 FACTORES DE DIVERSIDAD

La siguiente tabla muestra los factores de diversidad, adoptados en la propuesta de actualización de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, y que son utilizados en la metodología opcional recomendada para el cálculo de la acometida o transformador.

Tabla 10. Factores de diversidad.

SECTOR	FACTOR DE DIVERSIDAD
ESTRATOS 1, 2, 3 y 4	$F_{div_res} = \frac{1}{0,2 + 0,8 * e^{\left(\frac{1-N}{6}\right)}}$
ESTRATOS 5 y 6	$F_{div_res} = \frac{1}{0,3 + 0,7 * e^{\left(\frac{1-N}{6}\right)}}$
COMERCIAL USUARIOS MONOFÁSICOS BIFILARES	$F_{div_com} = \frac{1}{0,2 + 0,8 * e^{\left(\frac{1-N}{4,5}\right)}}$
COMERCIAL USUARIOS TRIFILARES Y TETRAFILARES	$F_{div_com} = \frac{1}{0,3 + 0,7 * e^{\left(\frac{1-N}{4,5}\right)}}$

Donde N : Número de usuarios.

Los anteriores factores se utilizan en la determinación de la demanda máxima.

4.3 METODOLOGÍA OPCIONAL PROPUESTA

La metodología opcional propuesta establece los siguientes requerimientos de carga mínima por usuario para el cálculo de acometida, alimentador o transformador:

Carga mínima instalada (S_I) por usuario:

- 32 VA/m² para cargas de alumbrado general.
- Carga mínima para lavadora y plancha: 1500 VA.
- Carga mínima para uno o más circuitos de pequeños aparatos: 1500 VA por circuito.

$$\text{Demanda máxima total: } \mathbf{D_{max}} = \frac{S_R}{F_{div_res}} + S_{ACR} + \frac{S_C}{F_{div_com}} + S_{ACC} \quad [\text{kVA}]$$

Donde:

S_R : Carga demandada sector residencial.

$$S_R = [S_M + (S_I - S_M) * F_d] * N \quad [\text{VA}]$$

S_M : Carga aparato mayor potencia.

S_I : Carga mínima instalada por usuario.

S_{ACR} : Carga de áreas comunes sector residencial.

N : Número de usuarios.

F_d : Factor de demanda (tabla 9).

F_{div_res} : Factor de diversidad (tabla 10).

S_C : Carga demandada de sector comercial.

S_{ACC} : Carga de áreas comunes sector comercial.

F_{div_com} : Factor de diversidad sector comercial (tabla 10).

En zonas rurales, para usuarios individuales en estratos 1 y 2, la demanda máxima para el cálculo de la acometida o alimentador, puede ser estimada como se indica a continuación:

$$D_{max_rural} = S_M + [((32VA/m^2) * AREA(m^2)) * 0,5] \quad [VA]$$

4.4 COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS

De acuerdo con la metodología opcional planteada en el numeral anterior, la metodología utilizada por la ESSA en la actualidad y la de la NTC 2050, se realizaron las comparaciones de las tres metodologías.

Datos para las comparaciones:

Tabla 11. Información para la comparación de metodologías.

Lugar de Muestreo	Estrato	Número Usuarios	Área [m ²]
Balcón de la cumbre	2	63	70
Balcón del reposo	3	75	80
Castilla real I	3	159	80
Parque central	4	74	95
Aurora real	4	61	95
Coomagisterio	4	61	95
Conjunto Santa Isabel	4	76	95
Edificio San Fernando	4	66	95
Edificio Marquez del Parque	5	25	130
Canopus	5	14	130
Edificio Balcones del Parque	6	23	130
Edificio Emiliany	6	22	130
Torres de San Pio	6	47	130
Balcones de ballarat	6	24	130

Cuadro de carga de acuerdo con la metodología propuesta:

Tabla 12. Cuadro de carga de acuerdo con la metodología propuesta.

Lugar de Muestreo	Carga Alumbrado [kVA]	Carga Pequeños Aparatos [kVA]	Lavadora y Plancha [kVA]	Carga por Usuario [kVA]	Carga Total [kVA]
Balcón de la cumbre	2.24	1.5	1.5	5.24	330.12
Balcón del reposo	2.56	1.5	1.5	5.56	417
Castilla real I	2.56	1.5	1.5	5.56	884.04
Parque central	3.04	1.5	1.5	6.04	446.96
Aurora real	3.04	1.5	1.5	6.04	368.44
Coomagisterio	3.04	1.5	1.5	6.04	368.44
Conjunto Santa Isabel	3.04	1.5	1.5	6.04	459.04
Edificio San Fernando	3.04	1.5	1.5	6.04	398.64
Edificio Marquez del Parque	4.16	1.5	1.5	7.16	179
Canopus	4.16	1.5	1.5	7.16	100.24
Edificio Balcones del Parque	4.16	1.5	1.5	7.16	164.68
Edificio Emiliany	4.16	1.5	1.5	7.16	157.52
Torres de San Pio	4.16	1.5	1.5	7.16	336.52
Balcones de ballarat	4.16	1.5	1.5	7.16	171.84

La siguiente tabla muestra las demandas máximas medidas por el personal de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., y las demandas máximas totales de acuerdo con la metodología que presenta las normas actuales, el Código Eléctrico Colombiano y la propuesta de la actualización de las normas:

Tabla 13. Demandas máximas medidas y calculadas de acuerdo con la metodología que presenta las normas actuales, el Código Eléctrico Colombiano y la propuesta de la actualización de las normas.

Demanda Medida [kVA]	Transformador Actual [kVA]	Demanda máxima Total por Cálculo ESSA S.A. E.S.P. [kVA]	Demanda máxima Total por Cálculo NTC 2050 [kVA]	Demanda máxima Total por Cálculo de Metodología Propuesta [kVA]
20.12	45	36.88	96.48	42.47
10.09	30	55.31	118.2	46.86
59.87	150	105.62	234.96	99.34
39.47	300	63.90	125.69	49.08
47.48	225	54.21	106.06	40.46
35.765	225	54.21	106.06	40.46
44.554	315	65.37	128.71	50.40
42.888	315	57.96	113.61	43.77
16.31	75	39.59	58.7	25.01
4.52	45	24.67	37.034	17.02
24.59	112.5	52.94	55.12	23.38
19.648	150	51.04	53.33	22.59
49.756	315	96.01	98.08	45.14
10.84	75	54.83	56.91	24.19

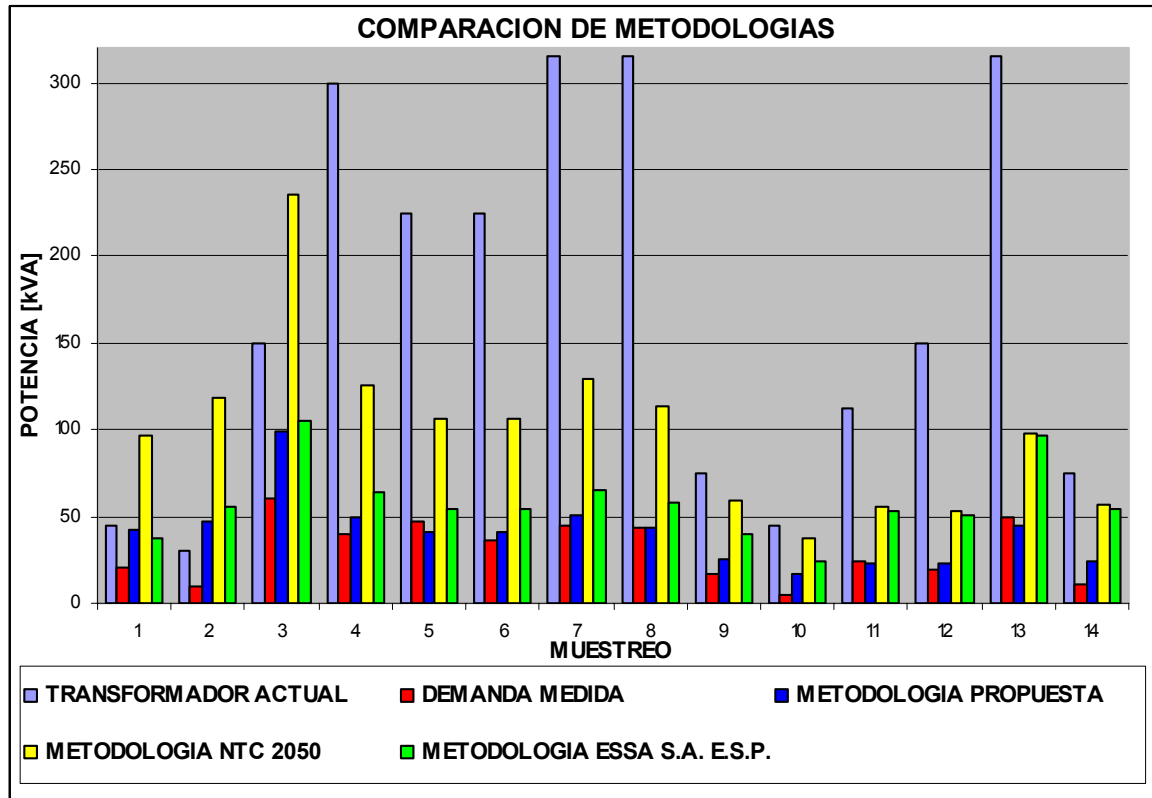
Porcentajes de sobredimensionamiento, que presentan las metodologías sobre el valor de demanda medido:

Tabla 14. Porcentajes de sobredimensionamiento de las metodologías.

Demanda Medida [kVA]	Sobredimensionamiento De Metodología ESSA S.A. E.S.P. [%]	Sobredimensionamiento De Metodología NTC 2050 [%]	Sobredimensionamiento De Metodología Propuesta [%]
20.12	83.30109009	379.5228628	111.071199
10.09	448.178227	1071.456888	364.4283965
59.87	76.41314068	292.450309	65.93151829
39.47	61.88402894	218.4443881	24.34208509
47.48	14.17423879	123.3782645	-14.77980907
35.765	51.57256697	196.5469034	13.13447967
44.554	46.71260592	188.8853975	13.13002501
42.888	35.14883556	164.8992725	2.06737211
16.31	142.7115704	259.9019007	53.34172122
4.52	445.7845501	719.3362832	276.5911503
24.59	115.3037919	124.156161	-4.911317164
19.648	159.7920885	171.4271173	14.99387712
49.756	92.96696155	97.12195514	-9.275145222
10.84	405.8209743	425	123.1374357

Comparación gráfica de las metodologías presentadas, con el valor de demanda medido y el transformador actual en campo:

Figura 2. Comparación gráfica de metodologías.



Del anterior análisis podemos observar que la metodología que más se ajusta al valor real de la demanda es la presentada en la propuesta de actualización de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., presentando un menor porcentaje de sobredimensionamiento.

Se puede ver también que la metodología de la NTC 2050 es la que presenta mayor sobredimensionamiento, seguida por la que presenta las actuales normas de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

5. TÓPICOS ACTUALIZADOS EN LA PROPUESTA

A manera de resumen se presenta a continuación los principales conceptos tenidos en cuenta en la propuesta de actualización de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

5.1 CONCEPTOS ACTUALIZADOS

A continuación se presentan los principales ajustes realizados en cuanto a conceptos, dentro de la propuesta de actualización de las normas:

- En el capítulo uno de definiciones se incluyeron o actualizaron más de 82 definiciones, que eran requeridas o necesarias dentro de las normas, y que están acorde con el RETIE, la NTC 2050 y las resoluciones de la CREG.
- Los niveles de tensión se fijaron para baja tensión y media tensión, de acuerdo con lo dispuesto por el RETIE.
- Los conceptos y definiciones presentadas en las distancias mínimas de seguridad, fueron adoptados del RETIE.
- La inclusión del método opcional recomendado para el cálculo y diseño de acometida y transformador se debe a los requerimientos de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. por consolidar los conceptos de la NTC 2050, el RETIE y su propia metodología para este tipo de cálculo y diseño.

- La iluminancia para los diseños se presenta en forma más detallada de acuerdo con lo requerido en el RETIE.
- La demanda máxima unitaria, se toma de acuerdo con los parámetros expuestos en la NTC 2050, mientras la demanda máxima total se hará de acuerdo con el método opcional recomendado en la propuesta actualizada de las normas.
- El concepto de alimentador toma mayor importancia de acuerdo con las especificaciones de la NTC 2050, y por ello se presentan sus especificaciones en la propuesta.
- Las acometidas en cable con neutro concéntrico, es otro tópico importante, debido a la futura implementación de acometidas con éste tipo de cable y que por supuesto es requerido por la Empresa.
- Se incluyó el requisito de instalar un contador general para áreas comunes, para el registro del consumo total de energía, en donde fuese requerido por la Empresa.
- El concepto de servidumbre se amplía de acuerdo con lo especificado por el RETIE.
- La ampliación del concepto de herrajes se fundamenta en lo determinado por el RETIE.
- La bóveda se presenta como un elemento nuevo y necesario para ciertas subestaciones capsuladas, y se dan las especificaciones de acuerdo con lo dispuesto en la NTC 2050.

- Los conceptos utilizados en el capítulo de alumbrado público tiene referencia a lo estipulado en la NTC 900 “Reglas generales y especificaciones para el alumbrado público”.

5.2 DATOS ACTUALIZADOS

A continuación se presentan los principales ajustes realizados en cuanto a datos, dentro de la propuesta de actualización de las normas:

- Se ajustaron las demandas máximas para cada nivel de tensión y se limitó la capacidad de subestaciones aéreas a 150 kVA, esto por requerimiento de la Empresa.
- Los niveles de tensión de diseño se ajustaron a lo dispuesto en la norma NTC 1340 que presenta las tensiones nominales en sistemas de energía eléctrica a 60 Hz en redes de servicio público.
- Los porcentajes de regulación en circuitos de baja tensión se ajustaron de acuerdo con los requerimientos que presentan las redes del sistema de distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.
- Las pérdidas totales de potencia para transformadores se tomarán de acuerdo con las normas NTC 818 y NTC 819 sobre transformadores monofásicos Autorrefrigerados y sumergidos en líquido. Corriente sin carga, pérdidas y tensión de cortocircuito y transformadores trifásicos Autorrefrigerados y sumergidos en líquido. Corriente sin carga, pérdidas y tensión de cortocircuito.

- Los valores de impedancia de puesta a tierra se actualizaron de acuerdo con lo dispuesto en el RETIE.
- Los factores de seguridad de los postes también se actualizaron de acuerdo con el RETIE y a la NTC 1329 prefabricados en concreto, postes de concreto armado para líneas de energía y telecomunicaciones.
- Las hipótesis de diseño para líneas se actualizaron, de acuerdo con las referencias del libro Líneas de transmisión de Luis M. Checa.
- Los nuevos valores para las distancias mínimas de seguridad, se adoptaron de acuerdo con lo dispuesto por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
- La inclusión de los nuevos factores de demanda y de diversidad, y de la metodología para el cálculo de acometidas y transformadores, se fundamenta en el estudio “Revisión y actualización de parámetros establecidos en las Normas de Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.”, que realizó la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander en el año de 1996. Estos parámetros no contradicen lo dispuesto por la NTC 2050 y por el RETIE.
- Las curvas de demanda diaria también se actualizaron de acuerdo con el anterior estudio, ya que se ajustan al valor real de la demanda.

- Los niveles de iluminancia se presentan en una forma más específica de acuerdo con el RETIE, además se incluyeron los valores para los escenarios deportivos.
- Los requerimientos para las salidas necesarias se realizaron de acuerdo con lo estipulado en la NTC 2050 y al RETIE.
- Para los circuitos ramales también se tuvo como referencia la NTC 2050 y el RETIE.
- En los tableros o paneles de distribución se tomó como referencia la NTC 2050, sección 384, para realizar una buena caracterización de estos elementos.
- La protección contra sobretensiones (pararrayos) de edificaciones se referencia en lo dispuesto por el RETIE, incluyendo las características de los terminales de captación, los requerimientos para los bajantes, los electrodos de puesta a tierra y los sistemas de puesta a tierra.
- Las cajas metálicas de salida de dispositivos, de paso y de empalme tomaron referencia en la NTC 2050, incluyendo la tabla con sus respectivas características.
- La ductería toma referencia en la NTC 2050, especificando los porcentajes de llenado por conductores o el número máximo de conductores por ducto.
- Los parámetros para las canaletas y bandejas se referencia en la secciones 318 y 362 de la NTC 2050.

- Las especificaciones para los conductores se ajustaron a lo dispuesto por el RETIE, por la NTC 2050 y a los requerimientos de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.
- Se ajustaron los factores de corrección por temperatura, los factores de corrección para más de tres conductores en ducto, el calibre del conductor de puesta a tierra y algunos valores para las constantes de regulación.
- Se actualizaron los parámetros para los interruptores y portalámparas de acuerdo con la NTC 2050 y el RETIE.
- Se ajustaron los parámetros para las acometidas en baja tensión, tanto aéreas como subterráneas, de acuerdo con lo dispuesto por el RETIE y la NTC 2050.
- Las dimensiones y especificaciones para las cajas de inspección del cableado subterráneo tomaron nuevos valores de acuerdo con lo requerido por la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., teniendo en cuenta las aplicaciones y funcionalidad de cada tipo de caja, así como el uso de la ductería para la interconexión de éstas.
- Se incluyeron las especificaciones y características para los conductores de acometidas en cable con neutro concéntrico, tomadas de comercializadores locales.
- Para las características técnicas de los equipos de medida se tomo como referencia la NTC 5019, “Selección de transformadores de medida”.

- Las especificaciones para la ubicación, protección y seccionamiento de los equipos de medida, se estipularon de acuerdo con los requerimientos que presentó la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.
- Para las referencias de las cajas para la instalación de medidores de energía se tomó la NTC 2958 “Cajas para instalación de medidores de energía eléctrica”, la cual presenta todas las especificaciones para este tipo de elementos.
- En los tableros o armarios para la instalación de medidores de energía se tomo como referencia la NTC 3444 “Armarios para instalación de medidores de energía eléctrica”, además de otros requerimientos que presentó la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.
- Se determinaron los parámetros para definir si un una línea o red es aérea o subterránea, de acuerdo con los requerimientos de la empresa.
- Se incluyeron algunos conceptos presentados en el RETIE sobre aislamiento, que pueden complementar lo dispuesto en las normas.
- Se actualizaron las tablas de aisladores, tomando como referencia las normas ANSI C29.2 -1992, C29.5 -1984 y C29.6 -1996, ANSI C29.3 - 1986, ANSI C29.4 - 1989 y se incluyó también los aisladores poliméricos de suspensión, basado en la norma NTC 3275 “Especificaciones para aisladores fabricados de materiales poliméricos (Aisladores tipo suspensión)” y la ANSI C29.1 -1982.

- La utilización de apoyos y las características de la postera de concreto se fundamentó en lo expuesto por la norma NTC 1329 “Prefabricados en concreto. Postes de concreto armado para líneas de energía y telecomunicaciones”.
- Las generalidades para los diferentes tipos de subestaciones se fundamentaron en la NTC 2050 y en el RETIE, pero también se tuvieron en cuenta los requerimientos presentados por la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., sobre protección, seccionamiento, ubicación, equipo de medición, maniobra, barrajes, avisos de seguridad, etc..
- Las especificaciones para las bóvedas y para los módulos de las subestaciones capsuladas, se especifican de acuerdo con lo dispuesto en la NTC 2050 y el RETIE.
- Los parámetros incluidos sobre plantas de emergencia y bancos de condensadores tienen referencia en la NTC 2050.
- En el capítulo de alumbrado público los criterios de diseño, las clases de iluminación para los diferentes tipos de vías, los requisitos de iluminancia y las características de las fuentes luminosas toman referencia en la NTC 900 “Reglas generales y especificaciones para el alumbrado público”.
- Dentro del diseño, construcción, disposición y mantenimiento del alumbrado público se toma referencia la NTC 2050 y los requerimientos hechos por parte de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

- En la presentación de proyectos, resalta la inclusión de la presentación de la información presentada (Descripción del proyecto, memorias de cálculo, dibujos, planos, etc.) en medio magnético, para el mejor manejo y archivo, como requisito exigido por la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

5.3 LEGISLACIONES ACTUALIZADAS

A continuación se presentan los principales ajustes realizados en cuanto a legislaciones, dentro de la propuesta de actualización de las normas:

- las pérdidas totales de energía en el nivel 1 (transformador y red de baja tensión), no deben superar el 4,9 %, esto de acuerdo con lo dispuesto en la resolución de la CREG 043 del 2003.
- Para los medidores de energía se tomo como referencia las estipulaciones presentadas por las resoluciones de la CREG 070 de 1998 (Reglamento de distribución de energía eléctrica) y la resolución N° 108 de 1997.

5.4 FIGURAS ACTUALIZADAS

A continuación se presentan los principales ajustes realizados en las figuras dentro de la propuesta de actualización de las normas:

- Se incluyeron siete figuras para la determinación y especificación de las distancias mínimas de seguridad, de acuerdo con las tablas y valores expuestos en el capítulo dos de la propuesta de actualización de las normas.

- Se incluyó la figura para los sistemas de puesta a tierra de acuerdo con lo dispuesto por el RETIE.
- El mapa Isoceráunico se presentó de manera mas clara, con la respectiva delimitación y área de cobertura por la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. dentro del departamento de Santander.
- Se incluyeron las curvas de los factores de diversidad para los diferentes sectores del Área Metropolitana de Bucaramanga, con su respectiva formulación.
- Se incluyeron las curvas de demanda diaria para los diferentes sectores del Área Metropolitana de Bucaramanga, de acuerdo con el estudio “Revisión y actualización de parámetros establecidos en las Normas de Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.”, que realizó la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones en el año de 1996.
- Se incluyó el concepto de alimentador en la figura clasificación de acometidas, tableros y niveles de tensión.
- La figura, estribo para baja tensión, se presentó de forma más clara especificando sus dimensiones y ubicación en la red.
- Se incluyeron figuras de ductería subterránea con todas las especificaciones técnicas, incluyendo la llegada de los ductos a las cajas.

- Se incluyeron figuras de cada uno de los tipos de cajas de inspección de manera que se pudieran ver de manera clara todas las especificaciones que tiene cada una de ellas, incluyendo detalles de anclaje y de las tapas.
- Se actualizó la figura de acometida aérea en baja tensión, presentándola en forma más detallada.
- Se incluyeron las figuras de los tipos de cajas para los medidores de energía con todas las especificaciones necesarias.
- Se incluyeron las figuras para el armario para medidores de energía, con todos los detalles, medidas y especificaciones necesarias.
- Se actualizaron las figuras para los diferentes tipos de subestaciones, incluyendo la puesta a tierra de subestaciones aéreas y características de las subestaciones capsuladas, de pedestal y tipo jardín.
- Se actualizaron las figuras para la postería de alumbrado público, incluyendo dimensiones, detalles de pintura, distancias de la luminarias al piso, brazos para luminarias, postes de concreto y disposiciones de las luminarias en las diferentes vías.
- Las convenciones generales para planos topográficos, convenciones generales para diagramas unifilares, convenciones generales para circuitos de distribución y convenciones generales para instalaciones internas se actualizaron de acuerdo con lo estipulado en el RETIE, ANSI Y32.2-1975, IEEE 315-1975 y la NTC 2754 “Símbolos gráficos para diagramas. Planos y diagramas instalación para arquitectura y topografía”.

6. ASPECTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS DEL RETIE

Son muchos los aspectos positivos que se derivan de la obligatoriedad del cumplimiento de los criterios de diseño e instalaciones eléctricas tendientes a la seguridad para los usuarios, imponiendo además un freno eficaz a las malas prácticas de los diseñadores, constructores e interventores.

No obstante y a pesar de que el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE”, se sometió a consulta pública, lamentablemente se hizo caso omiso a algunos de los comentarios, lo cual incurre en aspectos negativos que se espera sean corregidos lo antes posible.

6.1 ASPECTOS POSITIVOS

6.1.1 Lo que busca el RETIE

Se resalta el enfoque principal a garantizar la seguridad de las personas, los seres vivos, los equipos, preservar el medio ambiente, facilitar el libre comercio, prevenir prácticas que puedan inducir a error a los consumidores, entre otros.

6.1.2 Marco de referencia técnico

Él cual se establece para que los ingenieros diseñadores e instaladores provean instalaciones eléctricas seguras, tanto para el personal como para los equipos mismos. Esto evita que proliferen las instalaciones eléctricas peligrosas y las malas prácticas de la ingeniería.

6.1.3 Requisitos mínimos de diseño

Es conveniente exigir unos requisitos mínimos para proteger los intereses de los usuarios de las instalaciones eléctricas, y contar con una argumentación jurídica con base en la cual exigir y defender el derecho a obtener unas instalaciones eléctricas seguras.

6.1.4 Buena práctica de la ingeniería

A pesar que desde el año 2001 se había eliminado la obligatoriedad de cumplir con el Código Eléctrico Colombiano, eran muchos los profesionales que seguían ajustándose a sus requerimientos y muchos los clientes que lo continuaban requiriendo en sus especificaciones. Volver a su obligatoriedad es un hecho para resaltar. No obstante, se debe considerar que la última edición emitida por el ICONTEC, es la del año 1998, basada a su vez en una antigua edición del National Electrical Code de 1996. En la actualidad, la norma ANSI americana está vigente en su edición 2002, y está disponible la versión 2005.

Al establecer como obligatorio el uso de buenas prácticas de ingeniería, como por ejemplo el diseño de las mallas de tierra con base en métodos aceptados, la exigencia de que se deba disponer de planos, memorias de cálculo, señales, dispositivos de protección, entre otros, contribuyen a garantizar la seguridad.

Con el reglamento es posible (y ahora necesario) continuar diseñando las mallas de tierra de media, alta y extra-alta tensión, como se venía haciendo con base en normas internacionales, tales como la ANSI/IEEE80, (y tal como lo exigía el código de redes (CREG)) y con metodologías aceptadas y probadas a nivel mundial, tales como el modelo de dos capas.

Se pueden continuar diseñando los sistemas de protección contra descargas atmosféricas directas mediante el uso del modelo electrogeométrico.

Garantiza que los diseños de las instalaciones sean realizadas por personal calificado, al exigir la matrícula profesional y las competencias laborales, además de la necesaria revisión y aprobación de las instalaciones eléctricas por parte del inspector.

Incluyó aspectos importantes sobre la seguridad industrial y la salud ocupacional.

6.2 ASPECTOS NEGATIVOS

Es importante que se revisen algunos aspectos negativos del Reglamento, con el fin de evitar mayores perjuicios, tales como:

6.2.1 Simbología sin norma internacional específica

La simbología comúnmente utilizada en Colombia hasta la fecha es la IEC para las instalaciones de media, alta y extra alta tensión, basados en los requerimientos de la CREG (Código de Conexión, Código de Redes) y en baja tensión la norma ANSI, debido a la obligatoriedad hasta el año 2001 del Código Eléctrico Colombiano.

La simbología exigida en el Reglamento, no obedece en su conjunto a ninguna norma internacional específica, tal como la IEC o la ANSI, sino a la mezcla inconsistente de varias normas de diferente naturaleza: europeas, americanas, canadienses, incluso normas retiradas hace décadas, normas para diferentes aplicaciones: por ejemplo de simbología eléctrica mezcladas con normas de simbología arquitectónica, entre otros.

La nueva simbología obligada por el Reglamento, se constituye en un obstáculo, ya que no podrá ser cumplida sin incurrir en extra costos importantes por parte de diseñadores y proveedores, toda vez que no es la simbología que se venía utilizado en Colombia hasta la fecha, ni la que se viene utilizando a nivel mundial y con base en la cual los proveedores nacionales y extranjeros hacen sus planos, muchos de ellos realizados mediante software automático, basado en las normas internacionales IEC o ANSI.

Por lo anteriormente expuesto se atenta contra la seguridad, por ejemplo, se confunde el símbolo del interruptor con el del seccionador, situación que además se constituye en un peligro para la operación y el mantenimiento de la instalación eléctrica.

6.2.2 Distancias de seguridad

Si bien las distancias de seguridad fueron extractadas de una prestigiosa norma americana: Nacional Electric Safety Code, ANSI/C2, se debe tener presente que dicha norma fue concebida para un país como Estados Unidos, que dispone de espacios, vías amplias y situaciones climáticas especiales (nieve); su aplicación directa en Colombia debió obedecer a un análisis que buscara el equilibrio entre espacio limitado con que se cuenta en muchas zonas urbanas de nuestro país y las distancias de seguridad mínimas admisibles contempladas en otras normas internacionales, obviamente garantizando todos los aspectos de seguridad.

Una de las principales fallas es la permitir el paso de líneas con energía eléctrica sobre casas o construcciones, o muy cerca de balcones, lo cual se convierte en fuente inmediata de riesgos eléctricos, por el acceso que pueden tener las personas a estos lugares.

La consecuencia es que a pesar de la exigencia, muchas de las redes existentes, especialmente en distribución en media tensión, no podrán ser ajustadas a las distancias requeridas sin incurrir en altos extracostos, que los usuarios no tendrán buena disposición de pagar. Esta situación se traducirá en una interminable fuente de demandas.

6.2.3 Control de tensiones transferidas

No es conveniente generalizar criterios específicos que aplican a subestaciones de alta tensión y exigirlos en subestaciones de baja tensión.

Por ejemplo, las exigencias de control de tensiones transferidas (a través de las mallas de cerramiento o tuberías), son extractadas de normas cuya aplicación es para subestaciones de alta tensión (IEEE80).

6.2.4 Campos Electromagnéticos

Los requerimientos al respecto son muy simples, ya que establece unos límites de intensidad de campo eléctrico (10 kV/m) y campo magnético (0,5 mT), que en la práctica aplicarían para casos específicos y extremos de exposición, como son, para el campo eléctrico: acercamientos con líneas aéreas de alta tensión y para el campo magnético: acercamientos con redes industriales de baja y media tensión que transportan altas corrientes de carga.

Deja el vacío de los equipos industriales, electrodomésticos y equipos de uso final en general, tales, como equipos de comunicaciones, televisores, pantallas de computadores, hornos microondas, lámparas fluorescentes, etc., cuyos valores máximos, tanto para riesgos con la salud, como para compatibilidad electromagnética, y de acuerdo con las normas

internacionales que los regulan son mucho más bajos.

6.2.5 Inducir a prácticas peligrosas

No se pueden mezclar parcialmente normas Europeas y Americanas para una misma aplicación, ya que aunque ambas normas en su principio fundamental están enfocadas a la protección del personal y los equipos, su principio de protección puede ser contrario, como es el caso de la Figura 10 del Reglamento, extractada de la norma IEC, en la cual se exige la unión de las bajantes de los terminales aéreos (pararrayos) a las barras de tierra de los gabinetes de distribución y polos de tierra de los tomacorrientes, en los pisos altos.

El principio de protección de la norma IEC es enmallar, haciendo jaulas de Faraday con numerosas bajantes, puestas a tierra y anillos equipotencializadores, por lo que evitar dicha conexión sería prácticamente imposible. Por ejemplo, para el caso de alta exposición, exige bajantes cada 10 m, anillos cada 20 m, cuadrículas equipotenciales cada 5 m.

A este mismo respecto el Reglamento se parece más a la norma ANSI, toda vez que, exige 2 bajantes para edificaciones de menos de 25 m de altura, y anillos cada 50 m.

El principio de protección ANSI, contenido en el Código Eléctrico Colombiano, es evitar dicha conexión. Sólo la admite en los casos en los cuales no sea posible separarse a más de 1,8 m de la bajante.

Por lo anterior se hace peligroso mezclar ambas normas, debido a que las sobretensiones que se generan en el caso de las bajantes establecidas en el reglamento, son mucho mayores a las que se generarían en el caso de

aplicar los criterios de apantallamiento de la IEC, los cuales no son los establecidos en el Reglamento. Esperamos que se corrija el problema avalando la práctica propuesta en el Código Eléctrico Colombiano y no exigiendo el costoso sistema de apantallamiento que recomienda IEC.

Debido a las sobretensiones que se puedan generar de un piso a otro de una edificación, es de esperarse una alta tasa de daños en todos los equipos que compartan conexiones alámbricas con equipos externos o remotos, tales como: computadores, servidores, fax, equipos de comunicaciones, televisores, plantas telefónicas, teléfonos, ascensores, etc.

Es riesgoso para el ministerio obligar a los usuarios a utilizar estas prácticas peligrosas, toda vez que éstos últimos estarán en su derecho de demandar que les sea reparado el daño que dichas prácticas les haya ocasionado.

¿Trabajaría usted tranquilo durante una tormenta eléctrica, sabiendo que el polo de tierra de su computador en el caso en que impacte un rayo en la edificación quedará a miles de voltios?, y que las bajantes, anillos y cuadrículas de su edificación, no fueron diseñadas ni construidas para garantizar la equipotencialidad ante dicha eventualidad?.

6.2.6 Informe de inspección y verificación de conformidad

Es necesario reglamentar en detalle los alcances de las inspectorías, ampliar los formatos de inspección y verificación de conformidad, los cuales se quedan cortos en cuanto a la cantidad y profundidad de elementos de verificación requeridos para avalar la conformidad de una instalación eléctrica con respecto al reglamento.

La responsabilidad del inspector es muy grande, porque en caso de equivocarse, será susceptible de ser demandado y tendrá que responder por las consecuencias de haber certificado una instalación que tenía algunos elementos no conformes y muchos de los cuales serán imposibles de detectar si sólo se verifican los aspectos contemplados en el informe de inspección, incluido en el reglamento.

6.2.7 Materiales de puestas a tierra

Es de resaltar que se admita al acero como material válido para uso en mallas de tierras y como terminales aéreos, tal como lo recomienda la norma IEC; lamentablemente no se incluyó para uso en bajantes del sistema de protección contra rayos, como también lo permite la misma norma.

El acero es un material adecuado para uso en bajantes, además es económico, no acelera la corrosión de estructuras de refuerzo y tuberías enterradas de acero que el reglamento obliga a conectar a la puesta a tierra, ya que no produce par galvánico, y lo más importante de todo, no se lo roban.

6.2.8 Corrosión de puestas a tierra

El reglamento no establece medidas de control a la corrosión galvánica, ocasionada por la conexión obligada de las estructuras de acero a la puesta a tierra tradicionalmente en cobre, la cual produce la corrosión por par galvánico de las estructuras de acero.

6.2.9 Dispositivos de protección contra sobretensiones

No es posible ni práctico instalar un DPS para todo equipo eléctrico, como lo obliga el reglamento, toda vez que dicha protección aplica para sistemas completos de equipos. Por ejemplo en una subestación de alta tensión no se instala un pararrayos por cada PT, CT, seccionador, interruptor, cable, etc., si no que se instala un pararrayos por fase, para proteger todo un módulo de equipos (línea o transformación). En baja tensión se instalan sistemas por niveles de protección; la cantidad y características de éstos DPS dependen de la norma que se aplique.

Los niveles de tensión de protección máximos admitidos por el reglamento son muy altos y generales (75% del BIL), lo que atenta contra la seguridad y la vida útil de los equipos.

Un buen sistema de protección contra sobretensiones se ajusta ligeramente por encima de la máxima tensión que se puede presentar en el sistema en operación normal o maniobra.

7. DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO INTERACTIVO EDUCACIONAL

La implementación del módulo interactivo educacional sobre las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución revisadas y actualizadas, se desarrolló con el objetivo de obtener una herramienta que sirva como fuente de documentación, consulta y de enseñanza, en futuros seminarios y estudios dentro de la universidad.

El módulo interactivo educacional, muestra los aspectos más relevantes de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, además de algunas otras referencias, en una forma didáctica y de fácil manejo, que permite una visión general del campo de aplicación de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución.

7.1 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

El software utilizado para el desarrollo del módulo es SWISHmax, el cual pertenece a la última generación de fácil uso de editores de flash, el cual se puede usar para generar rápidamente y fácilmente efectos del tipo flash.

Incluye escritura intuitiva, dibujo y herramientas de edición, que pueden ser aplicadas a texto, imágenes, gráficos y sonidos. Permite inclusive autorizar y distribuir efectos, y herramientas importadoras y exportadoras que permiten con versatilidad el uso y salida de archivos.

SWISH crea todos los increíbles efectos flash que necesitas en menor tiempo del que lleva hacerlo con otros programas.

SWISH, tiene más de 150 efectos incorporados que hacen animaciones con texto, imágenes, gráficos y sonido de forma fácil y rápida. Con SWISH es fácil hacer:

- animaciones de textos y logos
- botones animados
- películas de introducción
- barras de navegación y
- presentaciones interactivas

SWISH exporta en el mismo formato SWF utilizado por Macromedia Flash.

Los requerimientos mínimos para el uso del software son:

7.1.1 Hardware

- Al menos 10 MB de espacio en disco
- Procesador 300 MHz
- 64 MB RAM
- Monitor con capacidad de 800x600 píxeles y de 256 colores

7.1.2 Software

- Windows 95/98/ME/NT/2000/XP
- Macromedia Flash player 6.0
- Adobe Reader®

7.2 RECURSOS UTILIZADOS

7.2.1 Hardware

- Computadoras
Mobile Intel® Pentium® 4 3,06 GHz, 512 RAM
AMD Athlon(tm)® XP 2,4 GHz, 512 RAM
Monitor SAMSUNG de 17”
- Scanner Mira SC3002

7.2.2 Software

- Sistema operativo Microsoft® Windows XP®
- Corel Draw 11®
- SWISHmax®
- Microsoft® Photo Editor®
- Adobe Reader®

7.3 DISEÑO DEL MÓDULO INTERACTIVO EDUCACIONAL

La educación contemporánea contempla la utilización de ayudas computarizadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Las técnicas de enseñanza utilizando el computador con métodos interactivos hacen que el estudiante se sienta más interesado, y por lo tanto, aprenden, comprenden y retienen más conocimientos.

Algunos programas de enseñanza emplean sistemas multimedia interactivos como apoyo a las clases grupales, para reforzar el aprendizaje, estimular la participación de los estudiantes y acrecentar el interés en los diferentes

temas o tópicos, además, es una herramienta para el instructor que hace de la enseñanza un proceso de retroalimentación y de refuerzo de puntos importantes.

El módulo interactivo educacional está orientado al entrenamiento de estudiantes, técnicos e ingenieros, presentando en forma didáctica un recorrido por los principales ítems de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., además, presenta vínculos para la consulta del RETIE y del Código Eléctrico Colombiano.

7.3.1 Información a incluir en el módulo

Se determinó que la información manejada en el módulo interactivo educacional, sería una visión general de los ocho capítulos de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, Presentando los ítems más relevantes para proporcionar una idea de la presentación y ubicación de los aspectos más utilizados en las normas, esto no quiere decir que lo que no se incluyó no sea importante.

Además, se incluye como información adicional para consulta el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE”, los siete primeros capítulos del Código Eléctrico Colombiano y las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander.

7.3.2 Dispositivos de entrada y salida

La implementación del Módulo Interactivo Educacional se realizará a través de los siguientes dispositivos de comunicación usuario-módulo.

Dispositivos de entrada:

- **Ratón:** Por medio de este dispositivo el usuario podrá moverse a través de los diferentes temas, escoger opciones, acceder a gráficas, figuras, tablas y vínculos. Así, el ratón se constituye como la principal herramienta de comunicación e interacción con el módulo.
- **Teclado:** A través de éste dispositivo el usuario puede ingresar datos para la interacción con el módulo, pero solo se limita a la obtención de valores para los factores de diversidad.

Dispositivos de salida:

- **Monitor:** A través de este dispositivo, se realiza la visualización de los temas, gráficas, fotos, figuras y tablas que componen el módulo.
- **Parlantes:** Este dispositivo complementa la visualización, ayudando a la ubicación de los vínculos.

7.3.3 Diseño gráfico del módulo

Se presenta un diseño gráfico atractivo y coherente con la información manejada. El módulo maneja un estilo sólido y moderno que busca motivar al usuario con el manejo de ventanas y vínculos para el acceso a la información, en donde no es difícil encontrar y seguir dicha información.

Dentro del módulo se trabajan dos zonas de comunicación con el usuario, las zonas de control que constan de una serie de vínculos que permiten la navegación por los diferentes niveles que presenta el módulo. Estas zonas

generalmente son botones que permiten la entrada y salida de los diferentes menús, todo el proceso se realiza por medio del ratón.

La identificación de los vínculos se realiza cuando el ratón al pasar sobre uno de ellos hace que éste se resalte, cambie de color, crezca o haga un pequeño sonido.

Las zonas de trabajo son aquellas que presentan los contenidos de cada vínculo, pueden presentar texto, gráficas, dibujos, tablas, etc.

La siguiente imagen muestra en los cuadros rojos las zonas de control y en el cuadro amarillo la zona de trabajo.

Figura 3. Zonas de control y de trabajo del módulo interactivo educativo.



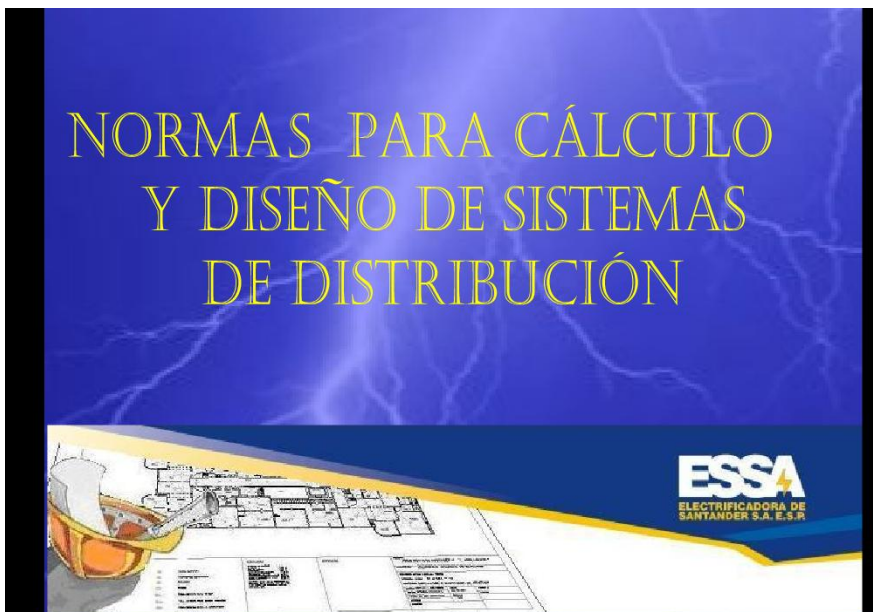
7.4 GUÍA PARA EL MANEJO DEL MÓDULO INTERACTIVO EDUCACIONAL

Esta guía de rápida referencia proporciona instrucciones para el uso y manejo del módulo interactivo educacional.

7.4.1 Presentación del módulo interactivo educacional

Al iniciar el software realiza una presentación del título del módulo, como se muestra en la figura 4, en la cual hay un vínculo para ingresar al menú principal, éste vínculo hace que el puntero del ratón cambie por una pequeña mano indicadora, con la cual podemos decidir ir al menú principal, picando el clic izquierdo del ratón.

Figura 4. Presentación del módulo interactivo educacional.



7.4.2 Menú principal del módulo interactivo educacional

En ésta parte se presenta de forma general toda la información recopilada en el módulo. En el menú principal encontramos seis vínculos; tres superiores que muestran la misión y visión de las entidades interesadas en el proyecto.

En la parte inferior se ubican tres vínculos uno para acceso a los siete primeros capítulos del Código Eléctrico Colombiano, otro para acceso al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas y otro para acceso al contenido de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

Como información adicional se muestran los ocho capítulos de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución.

Figura 5. Menú principal del módulo interactivo educacional.



7.4.2.1 Vínculos del menú principal

Figura 6. Presentación vínculo UIS.



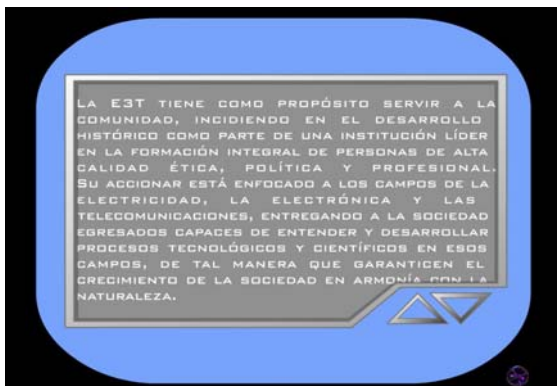
Corresponde a la misión y visión de la Universidad Industrial de Santander.

Figura 7. Presentación vínculo ESSA E.S.P.



Corresponde a la misión y visión de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

Figura 8. Presentación vínculo E3T.



Corresponde a la misión y visión de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones.

Figura 9. Presentación vínculo RETIE.



En la anterior ventana se presenta el vínculo para el acceso al RETIE tal y como fue emitido por el Ministerio de Minas y Energía, éste documento esta en formato PDF, por lo cual requiere del Adobe Reader para su despliegue.

Figura 10. Presentación vínculo NTC 2050.



En la anterior ventana se presenta el vínculo para el acceso a los siete primeros capítulos del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050. Este documento esta en formato PDF, por lo cual requiere del Adobe Reader para su despliegue.

Figura 11. Presentación del menú de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P..



La anterior figura muestra el menú de despliegue del contenido por capítulos de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., desde aquí puede tener acceso directamente a cada capítulo de las normas mediante uso de los botones con el respectivo número del capítulo o puede acceder al vínculo **CONTENIDO**, situado en la parte superior de la pantalla en donde podrá desplegar un menú con el contenido general por capítulos presentado en las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., como se muestra en la siguiente figura, desde allí también puede acceder al contenido de cada capítulo.

Figura 12. Presentación del vínculo “CONTENIDO”.



A continuación se presentan las ventanas de acceso a cada capítulo.

Figura 13. Presentación del capítulo 1.



Para ver cada definición, simplemente seleccionamos con el ratón la que queremos visualizar y luego de la revisión cerramos la ventana y seleccionamos otra si queremos, sino simplemente salimos al menú anterior.

Figura 14. Presentación del capítulo 2.



Figura 15. Presentación vínculo factores de diversidad.



Figura 16. Presentación vínculo factores de diversidad sector comercial.

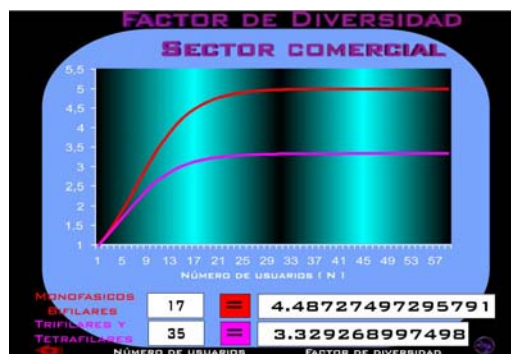


Figura 17. Presentación vínculo método ESSA.

MÉTODO ESSA

COMO REQUERIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE ACOMETIDAS Y TRANSFORMADORES, SE RECOMIENDA EL SIGUIENTE MÉTODO OPCIONAL CON LOS PARÁMETROS PARA DETERMINAR LA CARGA POR USUARIO, DE ACUERDO A LO PERMITIDO POR EL ARTÍCULO 220-37 DEL CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO, NTC 2050.

CARGA MÍNIMA INSTALADA (SI) POR USUARIO:

- 32 VA/M² PARA CARGAS DE ALUMBRADO GENERAL.
- CARGA MÍNIMA PARA LAVADORA Y PLANCHA: 1500 VA.
- CARGA MÍNIMA PARA UNO O MÁS CIRCUITOS DE PEQUEÑOS APARATOS: 1500 VA POR CIRCUITO.

CARGA DEMANDADA SECTOR RESIDENCIAL:

$$DMÁX = \frac{SR}{F_{DIV_RES}} + S_{ACR} + \frac{SC}{F_{DIV_COM}} + S_{ACC}$$
$$SR = [S_M + (S_I - S_M) * F_D] * N$$

Figura 18. Presentación del capítulo 3.

INSTALACIONES INTERNAS

EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS INSTALACIONES INTERNAS SE HARÁ SEGÚN LO ESTABLECIDO EN EL CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO, NTC 2050, CUMPLIENDO CON LAS ESPECIFICACIONES QUE HACE EL REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS "RETIE", DENTRO DE LOS REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL PROCESO DE UTILIZACIÓN, QUE INCLUYEN LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS QUE VAN DESDE LA ACOMETIDA DE SERVICIO HACIA EL INTERIOR DE LA EDIFICACIÓN.

Figura 19. Presentación del capítulo 4.

ACOMETIDAS Y CONTADORES

TIPO DE ACOMETIDAS

AÉREA SUBTERRÁNEA

IDENTIFICACIÓN DE ACOMETIDAS

SUBTERRÁNEA SUBTERRÁNEA DERIVACIÓN AÉREA

ACOMETIDA (NOMBRE DEL PROYECTO)
DIRECCIÓN DEL PROYECTO
CIRCUITO DEL QUE SE DERIVA
NIVEL DE VOLTAJE
TÍPO Y CALIBRE DE CONDUCTOR
NOMBRE DEL CONSTRUCTOR
FECHA DE CONSTRUCCIÓN



Figura 20. Presentación del capítulo 5.



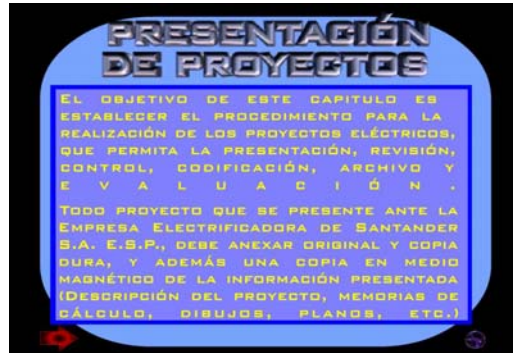
Figura 21. Presentación del capítulo 6.



Figura 22. Presentación del capítulo 7.



Figura 23. Presentación del capítulo 8.



Las anteriores figuras ilustran las ventanas principales de cada capítulo de las Normas de Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, por supuesto cada ventana posee vínculos para mostrar la información y las cuales son de fácil manejo.

8. RECOMENDACIONES, OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

8.1 RECOMENDACIONES

Se sugiere llevar a cabo un estudio completo de comprobación de los parámetros de diseño establecidos en las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., ya que el que se tomo como base no se realizó sobre la totalidad de los usuarios que tiene la Empresa, sino sobre grupo muestreado estadísticamente, éste estudio permitirá la verificación, aplicabilidad y posibles ajustes de ser necesarios a dichos parámetros de diseño.

Además se podrían realizar estudios similares en otras zonas del sistema de operación de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. (zonas, veredas y municipios fuera del Área Metropolitana de Bucaramanga), debido a las diferencias culturales, costumbres, hábitos y usos en el manejo y consumo de la energía eléctrica, lo cual arrojaría parámetros de diseño diferentes ajustados a las demandas en dichas poblaciones.

Se debe realizar una revisión y actualización continua de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., basada en los cambios y ajustes presentados en la normatividad vigente sobre la cual esta sustentada, especialmente sobre las normas presentadas por el ICONTEC, las disposiciones de la CREG, los reajustes del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas y los Planes de Ordenamiento Territorial respectivos.

Se sugiere que la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., realice una complementación de su Norma tomando como referencia algunos artículos contemplados por el RETIE, entre los cuales se destacan: Abreviaturas, acrónimos y siglas, análisis de riesgos eléctricos, análisis de compatibilidad electromagnética, programa de salud ocupacional, campos electromagnéticos, reglas básicas de trabajo, entre otros, o crear una cartilla de seguridad para el usuario, en la cual pueda incluir los anteriores tópicos.

8.2 OBSERVACIONES

Durante el desarrollo del estudio Revisión y Actualización de Parámetros Establecidos en las Normas de Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., se presentaron una serie de inconvenientes tales como fallas en equipos registradores, datos de consumo máximo diferentes a los registrados en un mismo estrato, presencia de usuarios atípicos, etc., tales obstáculos no impidieron cumplir con el objetivo general del estudio que era obtener parámetros de diseño acordes con las condiciones reales de explotación y operación del sistema de distribución de energía.

Debido al corto tiempo para realizar la propuesta de actualización de las normas la validación de los parámetros de diseño se realizó muy rápidamente, por lo cual consideramos que se debe tener una muestra más amplia y que abarque cada uno de los estratos y verificar los casos atípicos.

En el proceso de realización de la propuesta de actualización de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución en cuanto a requerimientos de seguridad, como es el caso de las distancias de seguridad presenta algunas distancias ya definidas en las anteriores normas de la

Empresa, que no contradicen los parámetros del RETIE, pero si son más exigentes.

Los archivos del módulo interactivo educacional se entregan en formato .SWI con el fin de que en un futuro si hay modificaciones ó temas nuevos para incluir, estas se puedan realizar y crear la nueva versión del módulo.

8.3 CONCLUSIONES

La propuesta de actualización de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., presenta un ajuste en toda su extensión, fundamentado en las especificaciones y requerimientos presentados en el Código Eléctrico Colombiano “NTC 2050”, en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE” y en la demás normatividad vigente, lo cual permite que el documento cumpla con los objetivos legítimos de ésta normatividad y entre en un marco de globalización.

Se disminuye notoriamente el problema de sobredimensionamiento en los diseños gracias a la inclusión de la nueva metodología para el cálculo y diseño de la acometida y transformador, que logra el acoplamiento de los requerimientos hechos por el Código Eléctrico Colombiano con los requerimientos de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., y en la que los nuevos factores de diversidad y de demanda se ajustan con suficiente aproximación al comportamiento real de la demanda, lo cual se refleja en una disminución de pérdidas de potencia y energía y también de las pérdidas económicas.

La nueva simbología obligada por el Reglamento, se constituye en un inconveniente, ya que no podrá ser cumplida sin incurrir en extra costos importantes por parte de proveedores extranjeros y nacionales, toda vez que no es la simbología que se venía utilizado en Colombia hasta la fecha, ni la que se viene utilizando a nivel mundial y con base en la cual muchos proveedores nacionales y extranjeros hacen sus planos, muchos de ellos realizados mediante software automático, basado en las normas internacionales IEC o ANSI.

Además se atenta contra la seguridad debido a la posible interpretación errónea de la simbología, por ejemplo, se confunde el símbolo del interruptor con el del seccionador, situación que igualmente se constituye en un peligro para la operación y el mantenimiento de los equipos.

La aplicación obligatoria del Reglamento Técnico de instalaciones Eléctricas en el territorio nacional, permitirá hacer de las instalaciones eléctricas, más seguras para sus usuarios. No obstante se recomienda revisar algunos aspectos del mismo, que pueden generar confusión, inducir al error, hacer diseños inseguros, sobredimensionados, exigencias imposibles de cumplir, generar desacuerdos entre las partes, demandas jurídicas innecesarias, obstáculos al libre comercio, ineficiencia, entre otros, situaciones que van en contra de las mismas consideraciones que motivaron la emisión del mismo Reglamento.

La vinculación de la Escuela de Ingeniería Eléctrica en el desarrollo de la propuesta de actualización de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., deja como resultados para esta, el manejo de información básica actualizada necesaria para el desarrollo de materias de la carrera Ingeniería Eléctrica, tales como, sistemas de Transmisión y distribución e Iluminación,

Calefacción e Instalaciones Eléctricas; queda la experiencia de trabajo como comité técnico en el desarrollo de la actualización de las Normas, gracias a la cual puede ser tenida en cuenta en futuros proyectos de desarrollo de normas y actualización de las mismas, así como también, la escuela puede ofrecer los servicios de asesorías para otras empresas operadoras de red o del medio en el manejo de este tipo de proyectos.

El proceso de desarrollo de la propuesta de las Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., se realizó en un periodo de tres meses, debido a la entrada en vigencia del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas el 28 de diciembre de 2004, los ajustes realizados al RETIE, luego de dicha fecha se incluirán en una nueva actualización del documento final de las Normas de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

La implementación del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, no debe dejar fuera de contexto aspectos como el desarrollo urbano asociado al crecimiento demográfico, lo que implica sistemas de distribución en las nuevas áreas urbanas, y para lo cual debe existir una concordancia entre lo dispuesto en el RETIE y lo dispuesto por los Planos de Ordenamiento Territorial (POT) de cada municipio, en cuyo caso debe realizarse un análisis previo para implementación adecuada de tópicos tan importantes como las distancias de seguridad, para que luego no se presenten inconcordancias o enfrentamientos entre estos dos, lo que involucraría costos por sanciones, demandas y adecuación de circuitos.

El contenido del software está presentado en formato Macromedia Flash, ya que este formato ofrece grandes ventajas frente a otros, debido a su tamaño, alta portabilidad, gran universalidad, reproductor gratuito y facilidad en el manejo de grandes volúmenes, como gráficas y animaciones.

BIBLIOGRAFÍA

AMAYA CONTRERAS, Álvaro Eduardo. **MANTILLA REINAUD**, Nicolás. Propuesta para la adecuación al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas de los circuitos de distribución de energía eléctrica de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. en el área urbana de Bucaramanga. Tesis de Grado. UIS. 2003.

ANSI STANDARDS. American National Standard Graphic Symbols for Electrical Wiring and Layout Diagrams Used in Architecture and Building Construction. ANSI Y32.9-1972 (Reaffirmed 1989). Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. 1972.

BLANCO ANGARITA, Mauricio. **GOMEZ OROZCO**, Carlos. Estudio del factor de diversidad y de la demanda máxima en sistemas de distribución para el sector comercial en edificaciones de Bucaramanga. Tesis de Grado. UIS. 1994.

CIDET, MANUAL DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, Medellín, Junio de 1995. 114 p.

COMISIÓN REGULADORA DE ENERGIA Y GAS. Principios generales y la metodología para el establecimiento de los cargos por uso de los Sistemas de Transmisión Regional y Distribución Local, resolución CREG 082, 2002.

_____. Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica. Resolución CREG-070 de 1998.

CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 142 de 1994. (“Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones”).

_____. Ley 143 de 1994. (“Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética”).

DÍAZ VERGEL, Edwin. **GARCÍA MOYA,** William. **QUINTERO MARTÍNEZ,** Ezequiel. Estudio preliminar de los factores de demanda máxima y de diversidad en el Área Metropolitana de Bucaramanga. Tesis de Grado. UIS. 1996.

EMPRESA ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A. E.S.P., Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, ESSA S.A. E.S.P., Bucaramanga, Septiembre de 1993, 127 p.

ENDESA. Normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad. Sevillana-Endesa. Noviembre de 2003.

GUEVARA ROJAS, José Angel. **LÓPEZ OSORIO,** Diego Alberto. Comprobación preliminar de los factores de demanda máxima y de diversidad en el Área Metropolitana de Bucaramanga para los nuevos modelos. Tesis de Grado. UIS. 1997.

IEEE Standard, American National Standard, Canadian Standard. IEEE STD 315-1975 (Reaffirmed 1993), ANSI Y32.2-1975 (Reaffirmed 1989), CSA Z99-1975, (Revision of IEEE Std 315-1971, ANSI Y32.1-1972, CSA Z99-1972).

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050. Primera actualización. Santa fe de Bogotá D.C.: ICONTEC, 1998. 1041 p.

JURADO JEREZ, Ciro. **LATORRE BAYONA,** Gerardo. **RUEDA PATIÑO,** Francisco Antonio. **VARGAS TORRES,** Hermann Raúl. Revisión y actualización de parámetros establecidos en las Normas de Diseño de Sistemas de Distribución de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. Estudio. UIS. 1996.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRICIDAD. NORMA DGE “Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural”. LIMA, Perú. Diciembre de 2003.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA DE ESPAÑA, Reglamento electrotécnico para baja tensión. Aprobado por el Real Decreto 842 de 2002.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE, Bogota D.C., 7 de Abril de 2004, 119 p.

ZAMBRANO MEDINA, Cristian Reneth. **MEDINA CONEO,** Arlintong Luís. Factores de demanda, estudio comparativo de los factores de demanda máxima y diversidad según norma ESSA y NTC 2050. Tesis de Grado. UIS. 2000.

www.aciem.gov.co

www.creg.gov.co

www.essa.com.co

www.icontec.com.co

www.sic.gov.co

**ANEXO A. PROPUESTA DE NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE
SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA ELECTRIFICADORA DE
SANTANDER S.A. E.S.P.**

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página -
		Código -

1. OBJETIVO

Establecer la metodología, exigencias, especificaciones y características mínimas, necesarias para el cálculo y diseño de los sistemas de distribución e instalaciones eléctricas internas que satisfagan los requisitos impuestos para la fiabilidad técnica, la eficiencia económica de las instalaciones, la seguridad y calidad del servicio.

Igualmente, es un instrumento técnico legal para la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., que permite garantizar que el diseño de instalaciones eléctricas, cumpla con los objetivos legítimos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas que son:

- La protección de la vida y salud humana.
- La protección de la vida animal o vegetal.
- La preservación del medio ambiente.
- La prevención de prácticas que puedan inducir a error al usuario.

2. ALCANCE

El cubrimiento que hace esta norma va desde instalaciones eléctricas internas, redes y subestaciones de distribución, estableciendo, además, la forma como se deben presentar los proyectos. Igualmente, se aplica a toda nueva instalación o ampliación a partir de su entrada en vigencia.

Cuando por razones de adelantos tecnológicos o características especiales de la demanda o de los componentes de un sistema, se requiera la utilización de parámetros, procedimientos o especificaciones de diseño diferentes de las indicadas en esta norma o de las que se sirven de fundamento, se presentará su justificación para revisión y aprobación de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

Cuando la experiencia adquirida en la aplicación de este documento o el desarrollo tecnológico así lo aconsejen, la presente norma podrá ser revisada o ampliada por el comité técnico correspondiente designado por la Empresa.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

En la interpretación de esta norma se hace referencia al siguiente reglamento y normas:

- RETIE. "Reglamento Técnico de Instalaciones." 2004-4-7.
- CREG. Resolución N° 043 de 2003.
- CREG. Reglamento de distribución de energía eléctrica "Resolución CREG 070 de 1998".
- CREG. Resolución N° 108 de 1997.
- ICONTEC. NTC 2050 "Código eléctrico colombiano". 1998-11-25.
- ICONTEC. NTC 900 "Reglas generales y especificaciones para el alumbrado público". 1998-7-22.
- ICONTEC. NTC 2958 "Cajas para instalación de medidores de energía eléctrica".
- ICONTEC. NTC 3444 "Armarios para instalación de medidores de energía eléctrica".

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página -
		Código -

- ICONTEC. NTC 1340 “Tensiones nominales en sistemas de energía eléctrica a 60 Hz en redes de servicio público”.2004-8-25.
- ICONTEC. NTC 5019 “Selección de transformadores de medida”.2001-12-19.
- ICONTEC. NTC 818 “Transformadores monofásicos Autorrefrigerados y sumergidos en líquido. Corriente sin carga, pérdidas y tensión de cortocircuito”.1995-11-29.
- ICONTEC. NTC 819 “Transformadores trifásicos Autorrefrigerados y sumergidos en líquido. Corriente sin carga, pérdidas y tensión de cortocircuito”.1995-11-29.
- ICONTEC. NTC 3275 “Especificaciones para aisladores fabricados de materiales poliméricos (Aisladores tipo suspensión)”.1991-11-20.
- ICONTEC. NTC 1329 “Prefabricados en concreto. Postes de concreto armado para líneas de energía y telecomunicaciones”.
- ICONTEC. NTC 2754 “Símbolos gráficos para diagramas. Planos y diagramas instalación para arquitectura y topografía”.2002-9-18.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página -
		Código -

4. CONDICIONES GENERALES

La organización de este documento se plantea de tal forma que facilite la consulta y actualización de la información consignada. Para tal efecto la norma se divide en ocho capítulos a saber:

El primero contiene la definición de los términos usados.

En el capítulo segundo se incluyen los parámetros de diseño a tener en cuenta por parte del ingeniero que diseña. La agrupación de los parámetros de diseño en un solo capítulo facilita su permanente actualización para diferentes épocas o áreas de influencia.

El cuerpo de la norma, como tal, se da en los capítulos tercero a séptimo, considerando los siguientes aspectos:

- Instalaciones internas.
- Acometidas y contadores.
- Líneas y redes.
- Subestaciones.
- Alumbrado público.

La forma de presentación de las memorias del proyecto se da en el capítulo octavo, y las figuras y esquemas se incluyen como un anexo al final de la norma.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página -
		Código -


**COMITÉ DE NORMAS
1988**

Grupo Directivo	: Ing. Hernán Uribe Niño Ing. Carlos Alfonso Peralta Orduz
Coordinación General	: Ing. Álvaro Durán Acosta Ing. Carlos Alberto Gómez Gómez
Coordinación Técnica	: Est. Beatriz Alcira Rovira Contreras Est. Claudia Meneses Jiménez Ing. Gilberto Díaz Mejía Ing. Rodrigo Céspedes Azuero
Grupo de Trabajo	: Ing. Alfredo Santos Morales Ing. Carlos Arturo Gómez Angarita Ing. Carlos Gabriel Acevedo Álvarez Ing. Carlos Maria Gómez Rico (q.e.p.d.) Ing. Ciro Jurado Jerez Ing. Edgard Rojas Arias Ing. Edmundo Gómez García Ing. Gilberto Carrillo Caicedo Ing. Gilberto Ortiz Gómez (q.e.p.d.) Ing. Hernando González Macias Ing. Henry Antonio Camelo Ardila Ing. Jaime Galindo Cárdenas Ing. Juan de Dios Angarita Carvajal Ing. Néstor Mesa Duarte Ing. Rafael Ortiz Sepúlveda Ing. William Rojas Camacho

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página -
		Código -

**COMITÉ DE NORMAS
1992 - 1993**

- Grupo Directivo** : Ing. Hernán Uribe Niño
Ing. Carlos Alfonso Peralta Orduz
Ing. Álvaro Durán Acosta
- Coordinación General** : Ing. Álvaro Ayala Rodríguez
Ing. Alfredo Santos Morales
- Grupo de Trabajo** : Ing. Alejandro Rueda Ramírez
Ing. Carlos Arturo Gómez Angarita
Ing. Carlos María Gómez Rico (q.e.p.d.)
Ing. Ciro Jurado Jerez
Ing. Edgard Rojas Arias
Ing. Edmundo Gómez García
Ing. Hernando González Macías
Ing. Jorge Millán Santos
Ing. Rafael Ortiz Sepúlveda
Ing. Rodrigo Céspedes Azuero
Ing. William Rojas Camacho

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página -
		Código -


**COMITÉ DE NORMAS
2004-2005**

- Grupo Directivo** : Dr. José Vicente Villamizar Durán
Dr. Carlos Alfonso Peralta Orduz
Dr. Hernando González Macías
- Coordinación General** : Ing. Álvaro Ayala Rodríguez (ESSA)
Dr. Gilberto Carrillo Caicedo (UIS)
Ing. Jaime Galindo Cárdenas (UIS)
- Grupo de Trabajo** : Ing. Ciro Jurado Jerez (UIS)
Ing. Jaime Orlando Serrano Rangel (ESSA)
Ing. Julio César Chacón (UIS)
Ing. Miguel Felipe Mejía Uribe (ESSA)
Ing. Olga Johana Uribe Parra (ESSA)
Tec. Wilson Toloza Vega (ESSA)
Est. Angel Antonio Anaya Almeida (UIS)
Est. Pedro Alexander Cruz Bueno (UIS)


	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página -
		Código -

TABLA DE CONTENIDO


		pág.
1.	DEFINICIONES	1
2.	PARÁMETROS DE DISEÑO	10
2.1	CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO	10
2.1.1	Demandas máximas por niveles de tensión	10
2.1.2	Niveles de tensión	10
2.1.3	Niveles de tensión de diseño	11
2.1.4	Porcentajes de regulación de tensión	12
2.1.4.1	Circuitos en media tensión	12
2.1.4.2	Circuitos en baja tensión	12
2.1.5	Pérdidas máximas de energía y potencia	12
2.1.6	Impedancias de puesta a tierra	13
2.1.7	Clase de apantallamiento	13
2.1.8	Factores de seguridad	14
2.1.9	Hipótesis de diseño para líneas	14
2.1.10	Distancias mínimas de seguridad	15
2.1.10.1	Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones	16
2.1.10.2	Distancias mínimas de seguridad para diferentes lugares y situaciones	16
2.1.10.3	Distancias mínimas de seguridad en cruces de líneas	19
2.1.10.4	Distancias mínimas entre conductores en la misma estructura	19
2.1.10.5	Distancia vertical mínima en metros entre conductores sobre la misma estructura	20
2.1.10.6	Distancia de seguridad en subestaciones	20
2.2	CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA	22
2.3	MÉTODO OPCIONAL RECOMENDADO PARA EL CÁLCULO Y DISEÑO DE ACOMETIDA Y TRANSFORMADOR	22
2.3.1	Factores de demanda	22
2.3.2	Factores de diversidad	23
2.3.3	Metodología	23
2.3.4	Curvas típicas de demanda diaria	24
3.	INSTALACIONES INTERNAS	25
3.1	DISEÑO DE INSTALACIONES INTERNAS	25
3.1.1	Niveles de iluminancia	25
3.1.2	Salidas necesarias	30
3.1.3	Circuitos ramales	30
3.1.4	Tableros o paneles de distribución	32
3.1.5	Carga instalada	33
3.1.6	Demanda máxima unitaria	33
3.1.7	Demanda máxima	33
3.1.8	Protección de edificaciones	33
3.1.9	Cajas de salida	36
3.1.10	Ductería	38
3.1.10.1	Número máximo de conductores en tubo conduit rígido de PVC	39

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página -
		Código -

3.1.10.2	Radio de curvatura de los tubos	39
3.1.11	Canaletas y bandejas	40
3.1.12	Conductores	40
3.1.12.1	Utilización de los conductores	41
3.1.12.2	Capacidades de corriente	42
3.1.12.3	Capacidades de corriente (A) permisibles para conductores aislados para 0 a 2000 V nominales. Para no más de 3 conductores en canalización, cable o directamente enterrados. Temperatura ambiente 30 °C	43
3.1.12.4	Factores de corrección por temperatura	44
3.1.12.5	Factores de corrección para más de 3 conductores	44
3.1.12.6	Capacidades de corriente (A) permisibles para conductores desnudos en media tensión. Cables monopolares al aire libre, temperatura ambiente 30 °C, temperatura del conductor 90 °C	45
3.1.12.7	Capacidades de corriente permisibles para conductores aislados en media tensión. Temperatura ambiente 30 °C	46
3.1.12.8	Conductores de puesta a tierra	46
3.1.12.8.1	Puesta a tierra del neutro de subestaciones y acometidas parciales en baja tensión	46
3.1.12.8.2	Conductor de continuidad de puesta a tierra en ductos y equipos en baja tensión	47
3.1.12.9	Constantes de regulación	47
3.1.12.9.1	Conductores al aire libre	47
3.1.12.9.2	Conductores de cobre aislado en ducto no metálico	49
3.1.12.9.3	Factores de corrección	49
3.1.13	Interruptores y portalámparas	50
4.	ACOMETIDAS Y CONTADORES	51
4.1	CLASIFICACIÓN DE ACOMETIDAS	51
4.1.1	Clases de acometida	51
4.1.2	Tipos de acometida	51
4.2	ACOMETIDAS	51
4.2.1	Identificación de acometidas	51
4.2.2	Acometidas en baja tensión	52
4.2.2.1	Acometida general aérea	53
4.2.2.2	Acometida general subterránea	53
4.2.2.3	Acometida parcial (alimentador)	54
4.2.3	Acometidas en media tensión	54
4.2.3.1	Acometida aérea	54
4.2.3.2	Acometida subterránea	54
4.3	PUESTA A TIERRA DE ACOMETIDAS	55
4.4	PROTECCIÓN Y MANIOBRA DE ACOMETIDAS	55
4.4.1	Acometidas aéreas en media tensión	55
4.4.2	Acometidas subterráneas en media tensión	56
4.4.3	Acometidas en baja tensión	56
4.5	ESTRUCTURAS PARA ACOMETIDAS	57
4.5.1	Cajas y ductos para acometidas subterráneas	57
4.5.1.1	Cajas de inspección	57
4.5.1.2	Ductería	58
4.6	ACOMETIDA AÉREA EN CABLE CON NEUTRO CONCÉNTRICO	59

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página -
		Código -

4.6.1	Características del cable monofásico bifilar y bifásico trifilar	59
4.6.2	Características del cable trifásico trifilar y tetrafililar	60
4.7	UTILIZACIÓN Y SELECCIÓN DE MEDIDORES DE ENERGÍA	61
4.7.1	Medidores de energía (contadores)	61
4.7.2	Características técnicas de los equipos de medición	61
4.7.2.1	Requisitos generales de los equipos de medición	61
4.7.2.2	Precisión de los equipos de medición	63
4.7.2.3	Aplicación de las características técnicas de los equipos de medición	64
4.7.2.4	Acceso a los equipos de medición	64
4.7.3	Registro, pruebas y sellado de los equipos de medición	64
4.7.3.1	Procedimiento de registro	64
4.7.3.2	Pruebas de los equipos de medición	64
4.7.3.3	Revisiones de los equipos de medición	65
4.7.4	Selección de medidores y transformadores de medida	65
4.7.4.1	Contadores de medición directa	65
4.7.4.2	Contadores de medición semidirecta	65
4.7.4.3	Contadores de medición indirecta	65
4.7.5	Cajas para instalación de medidores de energía	66
4.7.6	Tableros o armarios para instalación de medidores de energía	67
4.7.7	Regletas para contadores	68
4.7.8	Contador general para áreas comunes	68
5.	LÍNEAS Y REDES	69
5.1	DISEÑO ELÉCTRICO	69
5.1.1	Niveles de tensión	69
5.1.2	Tipo de distribución	69
5.1.2.1	Media tensión	69
5.1.2.2	Baja tensión	69
5.1.3	Tipo de instalación	69
5.1.4	Aislamiento	69
5.1.4.1	Aisladores	70
5.1.4.1.1	Para media tensión	70
5.1.4.1.2	Para baja tensión	71
5.1.4.1.3	Aisladores poliméricos de suspensión	71
5.1.4.1.4	Para templetes	72
5.1.5	Selección del conductor	72
5.1.5.1	Capacidad térmica	72
5.1.5.2	Regulación de tensión	72
5.1.5.3	Pérdidas de energía	73
5.1.6	Protección y maniobra de líneas y redes	73
5.1.6.1	Distribución urbana en media tensión	73
5.1.6.2	Distribución rural en media tensión	73
5.1.6.3	Redes de distribución rural en baja tensión	73
5.2	DISEÑO MECÁNICO	74
5.2.1	Preliminares	74
5.2.1.1	Selección de la ruta	74
5.2.1.2	Perfil topográfico	74
5.2.1.3	Servidumbres	75
5.2.1.4	Estudio de suelos	76
5.2.2	Conductores	76

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página -
		Código -

5.2.2.1	Plantillado	76
5.2.2.2	Cálculo de flechas y tensiones	76
5.2.3	Apoyos	77
5.2.3.1	Postería y estructuras metálicas	77
5.2.3.1.1	Utilización de apoyos	77
5.2.3.1.2	Postería de concreto	77
5.2.3.1.3	Postería metálica para alumbrado público	78
5.2.3.2	Hipótesis de carga	79
5.2.3.3	Factores de seguridad	79
5.2.3.4	Esfuerzos	79
5.2.3.5	Gráficas de utilización	80
5.2.3.6	Árbol de cargas	80
5.2.4	Templetes	80
5.2.5	Espigos	80
5.2.6	Herrajes	80
5.3	SELECCION DE CAJAS Y DUCTOS	81
5.3.1	Cajas de inspección	81
5.3.2	Ductería	81
5.4	REDES URBANAS	81
6.	SUBESTACIONES	82
6.1	GENERALIDADES	82
6.1.1	Tipo de subestación	82
6.1.1.1	Subestación aérea	82
6.1.1.2	Subestación de pedestal	82
6.1.1.3	Subestación capsulada	82
6.1.1.4	Subestación tipo jardín (Pad mounted)	82
6.1.2	Capacidad	83
6.1.3	Niveles de tensión	83
6.1.3.1	Primaria	83
6.1.3.2	Secundaria	83
6.1.4	Aislamiento	83
6.1.5	Transformadores de distribución	83
6.1.6	Equipo de protección y maniobra	84
6.2	SUBESTACIONES AÉREAS	85
6.2.1	Diseño	85
6.2.1.1	Subestación aérea en estructura sencilla	85
6.2.1.2	Subestación aérea en estructura doble	86
6.2.2	Equipo de maniobra	86
6.2.3	Equipo de Protección	86
6.2.4	Barrajes y puesta a tierra del neutro	86
6.3	SUBESTACIONES DE PEDESTAL	87
6.3.1	Diseño	87
6.3.1.1	Pórticos	87
6.3.1.2	Pedestal	87
6.3.2	Equipo de maniobra	87
6.3.3	Equipo de Protección	87
6.3.4	Barrajes	88

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página -
		Código -

6.3.5	Equipo de medición	89
6.3.6	Circuitos de salida	89
6.3.6.1	Media tensión	89
6.3.6.2	Baja tensión	89
6.3.7	Cerramiento	90
6.3.8	Iluminación	90
6.3.9	Avisos de seguridad e identificación	90
6.4	SUBESTACIONES CAPSULADAS	90
6.4.1	Diseño	90
6.4.1.1	Bóveda	90
6.4.1.2	Módulo para equipo de subestaciones	92
6.4.2	Equipo de Maniobra	93
6.4.3	Equipo de Protección	94
6.4.4	Barrajes	95
6.4.5	Equipo de medición	95
6.4.6	Iluminación	95
6.5	BANCOS DE CONDENSADORES	96
6.6	PLANTAS DE EMERGENCIA	96
7.	ALUMBRADO PÚBLICO	98
7.1	DISEÑO DE ILUMINACIÓN	98
7.1.1	Criterios de diseño	98
7.1.2	Tipo de vía de acuerdo a la clase de iluminación	98
7.1.3	Requisitos de luminancia	99
7.1.4	Fuentes luminosas	100
7.2	DISEÑO ELÉCTRICO	100
7.2.1	Tipo de alimentación	100
7.2.2	Selección del conductor	101
7.2.3	Protecciones y control	101
7.3	SOPORTES	101
7.4	SELECCIÓN DE CAJAS Y DUCTOS	101
7.5	CONSTRUCCIÓN	101
8.	PRESENTACIÓN DE PROYECTOS	104
8.1	PRELIMINARES	104
8.1.1	Tapas o pastas	104
8.1.2	Guardas	104
8.1.3	Portada	104
8.1.4	Tabla de contenido	104
8.1.5	Resumen general del proyecto	105
8.1.6	Listas especiales	105
8.2	TEXTO O CUERPO DEL TRABAJO	106
8.2.1	Generalidades	106

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página -
		Código -

8.2.2	Descripción del proyecto	107
8.2.3	Memorias de cálculo	107
8.2.4	Dibujos y planos	108
8.2.4.1	Convenciones y rótulos	108
8.2.4.2	Información	108
8.2.4.3	Escalas	108

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página -
		Código -

LISTA DE TABLAS

	pág.
2.1 Demandas máximas por niveles de tensión	10
2.2 Niveles de tensión de diseño	11
2.3 Porcentajes de regulación de tensión	12
2.4 Pérdidas máximas de energía y potencia	12
2.5 Impedancias de puesta a tierra	13
2.6 Salidas máximas de líneas	13
2.7 Factores de seguridad	14
2.8 Hipótesis de diseño para líneas	14
2.9 Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones	16
2.10 Distancias mínimas de seguridad para diferentes lugares y situaciones	17
2.11 Distancias verticales mínimas en vanos con cruce de líneas	19
2.12 Distancia horizontal entre conductores soportados en la misma estructura de apoyo	19
2.13 Distancia vertical mínima en metros entre conductores sobre la misma estructura	20
2.14 Distancias de seguridad para la figura 6	20
2.15 Factores de demanda	22
2.16 Factores de diversidad	23
3.1 Niveles de iluminancia	26
3.2 Niveles de iluminancia para escenarios deportivos	29
3.3 Resumen de requisitos de los circuitos ramales	31
3.4 Características de los terminales de captación	34
3.5 Requerimientos para los bajantes	34
3.6 Requisitos para electrodos de puesta a tierra	35
3.7 Cajas metálicas	37
3.8 Localización de aparatos	38
3.9 Porcentaje de sección transversal en tubos conduit y tuberías, para el llenado de conductores	38
3.10 Número máximo de conductores en tubo conduit rígido de PVC	39
3.11 Radio de curvatura de los tubos	40
3.12 Código de colores para los conductores	41
3.13 Utilización de conductores	41
3.14 Capacidades de corriente (A) permisibles para conductores sencillos aislados para 0-2000 V nominales al aire libre y temperatura ambiente de 30 °C	42
3.15 Capacidades de corriente (A) permisibles para conductores aislados para 0 a 2000 V nominales. Para no más de 3 conductores en canalización, cable o directamente enterrados. Temperatura ambiente 30 °C	43
3.16 Factores de corrección por temperatura	44
3.17 Factores de corrección para más de 3 conductores	44
3.18 Capacidades de corriente (A) permisibles para conductores desnudos en media tensión	45
3.19 Capacidades de corriente permisibles para conductores aislados en media tensión	46
3.20 Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de c.a.	46
3.21 Conductor de continuidad de puesta a tierra en ductos y equipos en baja tensión	47
3.22 Constantes de regulación para Conductores al aire libre. Aluminio aislado	48
3.23 Constantes de regulación para Conductores al aire libre. Aluminio con alma de acero (ACSR)	48
3.24 Características de disposiciones para las constantes de regulación	49
3.25 Constantes de regulación para Conductores de cobre aislado en ducto no metálico	49
3.26 Factores de corrección para otras conexiones	50
3.27 Posición del interruptor en la instalación	50

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página -
		Código -

4.1	Equipo de maniobra y protección en media tensión	56
4.2	Cajas de inspección	57
4.3	Cable con neutro concéntrico para acometida monofásica	60
4.4	Cable trenzado para acometida trifásica	60
4.5	Valores máximos de error para transformadores de tensión	62
4.6	Valores máximos de error para transformadores de corriente	63
4.7	Características y precisión de los equipos de medición	64
4.8	Número de perforaciones para el paso de acometidas	66
4.9	Dimensiones mínimas para las cajas	66
5.1	Aislamiento para conductores	69
5.2	Aisladores individuales para media tensión	70
5.3	Cadena de aisladores para media tensión	71
5.4	Aisladores tipo carrete para baja tensión	71
5.5	Aisladores poliméricos de suspensión	71
5.6	Aisladores para templetes tipo tensor	72
5.7	Conductor neutro para redes y subestaciones	72
5.8	Servidumbre para la línea	75
5.9	Utilización de apoyos en diferentes tipos de red	77
5.10	Características de postería de concreto	78
5.11	Espesor de la capa de pintura para postería metálica	78
6.1	Capacidad de transformadores según la tensión primaria	83
6.2	Barrajes de tierra - Transformadores	84
6.3	Bajantes de puesta a tierra	86
7.1	Clases de iluminación para diferentes tipos de vías	98
7.2	Criterios admitidos según el tipo de vía	99
7.3	Requisitos fotométricos mínimos por tipo de iluminación	100
7.4	Fuentes luminosas	100
7.5	Recomendaciones para la disposición de luminarias	103
8.1	Numeración de títulos en el contenido del proyecto	106
8.2	Planos generales	108
8.3	Planos de líneas	109
8.4	Planos de redes	109
8.5	Planos de subestaciones	109
8.6	Planos de instalaciones internas	109
A.1	Convenciones generales para planos topográficos	161
A.2	Convenciones generales para diagramas unifilares	162
A.3	Convenciones generales para diagramas unifilares (continuación)	163
A.4	Convenciones generales para circuitos de distribución	164
A.5	Convenciones generales para instalaciones internas	165

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página -
		Código -

LISTA DE FIGURAS

		pág.
Figura 1	Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones	16
Figura 2	Distancias “d” y “d1” en cruce y recorridos de vías	18
Figura 3	Distancia “e” en cruces con ferrocarriles sin electrificar	18
Figura 4	Distancia “f” en cruces con ferrocarriles electrificados	18
Figura 5	Distancia “g” en cruces con ríos, cauces de agua, canales navegables	18
Figura 6	Zona de seguridad	21
Figura 7	Distancias de seguridad contra contactos directos	21
Figura 8	Sistema de puesta a tierra	36
Figura A1	Mapa isoceráunico	111
Figura A2	Factor de diversidad (estratos 1,2,3, y 4)	112
Figura A3	Factor de diversidad estratos (estratos 5 y 6)	113
Figura A4	Factor de diversidad (sector comercial)	114
Figura A5	Curva de demanda diaria (sector residencial, estrato dos)	115
Figura A6	Curva de demanda diaria (sector residencial, estrato tres)	116
Figura A7	Curva de demanda diaria (sector residencial, estrato cuatro)	117
Figura A8	Curva de demanda diaria (sector residencial, estrato cinco)	118
Figura A9	Curva de demanda diaria (sector residencial, estrato seis)	119
Figura A10	Curva de demanda diaria (sector comercial)	120
Figura A11	Clasificación de acometidas, tableros y niveles de tensión	121
Figura A12	Estribo para baja tensión	122
Figura A13	Ducteria subterránea	123
Figura A14	Llegada de ductos a cajas	124
Figura A15	Caja de inspección sencilla para canalización de M.T.	125
Figura A16	Caja de inspección sencilla para canalización de M.T.	126
Figura A17	Caja de inspección sencilla para canalización de M.T. Vista isométrica	127
Figura A18	Caja de inspección doble para canalización de M.T.	128
Figura A19	Caja de inspección doble para canalización de M.T.	129
Figura A20	Caja de inspección doble para canalización de M.T. Vista isométrica	130
Figura A21	Tapa para cajas de inspección sencilla o doble	131
Figura A22	Caja de inspección para alumbrado público y acometidas en baja tensión	132
Figura A23	Caja de inspección para alumbrado público y acometidas en baja tensión	133
Figura A24	Tapa de caja de inspección para alumbrado público	134
Figura A25	Caja de inspección para alumbrado público. Vista isométrica	135
Figura A26	Caja de inspección tipo vehicular	136
Figura A27	Caja de inspección tipo vehicular	137
Figura A28	Detalle anclaje del marco y de soporte para escalera	138
Figura A29	Caja de inspección tipo vehicular tapa de concreto	139
Figura A30	Caja de inspección tipo vehicular. Vista isométrica	140
Figura A31	Acometidas aéreas baja tensión	141
Figura A32	Caja para contador tipo A	142
Figura A33	Caja para contador tipo B	143
Figura A34	Armario para contadores	144
Figura A35	Armario vista frontal	145
Figura A36	Tipos de subestación	146
Figura A37	Puesta a tierra en subestaciones aéreas	147
Figura A38	Base transformador de pedestal 1 – 5 MVA	148
Figura A39	Subestación capsulada que requiere bóveda	149
Figura A40	Módulo para subestación que no requiere bóveda	150

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página -
		Código -

Figura A41	Postes metálicos para alumbrado público	151
Figura A42	Dimensiones para poste metálico de alumbrado público	152
Figura A43	Pintura para poste de alumbrado público (existentes)	153
Figura A44	Distancias luminarias instaladas	154
Figura A45	Brazos para luminarias	155
Figura A46	Poste recto de concreto para alumbrado público	156
Figura A47	Disposiciones de las luminarias en las vías	157
Figura A48	Presentación de la pasta y portada	158
Figura A49	Rótulos para formatos 700 x 1000 y 500 x 700 mm	159
Figura A50	Rótulo para formatos de 280 mm	160

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 1 de 165
		Código: -

1. DEFINICIONES

En este capítulo se dan las definiciones de los términos comúnmente usados en el diseño y construcción de sistemas de distribución de energía eléctrica.

Acometida: Derivación de la red local del servicio público correspondiente, que llega hasta el elemento de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el elemento de corte general.

Alambre: Hilo o filamento de metal, trefilado o laminado, que se usa para conducir corriente eléctrica.

Alimentador: Conjunto de conductores de un circuito entre el equipo de acometida, la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica, y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal final o subestación.

Apoyo: Nombre genérico dado al dispositivo de soporte de conductores y aisladores de las líneas o redes aéreas. Pueden ser postes, torres u otro tipo de estructuras.

Aviso de seguridad: Advertencia de prevención o actuación fácilmente visible, utilizada con el propósito de informar, exigir, restringir o prohibir una actuación.

Baja tensión: Nivel de tensión menor o igual a 1000 V.

Blindaje o Apantallamiento: Cubrimiento eléctrico que hacen los cables de guarda a los equipos y/o conductores de fase.

Blindaje efectivo: Blindaje que impide el paso directo a los equipos y/o conductores de fase de descargas atmosféricas que impongan una tensión superior al BIL de los mismos.

Bóveda: Estructura sólida, resistente al fuego, ubicada sobre o bajo el nivel del suelo, con acceso limitado a personal calificado, para instalar, mantener, operar o inspeccionar equipos o cables. La bóveda puede tener aberturas para ventilación, ingreso de personal y entrada de cables.

Burden: Máxima carga que se puede conectar a los transformadores de corriente, los transformadores de tensión, y los divisores de tensión capacitivos, sin que se supere el error dado por la clase de precisión del equipo.

Cable: Conjunto de alambres sin aislamiento entre sí y entorchado por medio de capas concéntricas.

Cable armado: Cable con una envoltura conductora alrededor del aislamiento que le sirve como protección electromecánica. Es lo mismo que cable blindado.

Calidad: Conjunto de características que describen la aptitud de un ente para satisfacer las necesidades explícitas e implícitas. Es un conjunto de cualidades o atributos, como disponibilidad, precio, confiabilidad, durabilidad, seguridad, continuidad, consistencia, respaldo y percepción.

Calibración: Conjunto de operaciones que tienen por finalidad determinar los errores y, de ser necesario, otras características metrológicas de un instrumento para medir.

Capacidad instalada: Capacidad nominal del componente limitante de un sistema.

Capacidad nominal: Conjunto de características eléctricas y mecánicas asignadas a un equipo eléctrico por el diseñador, para definir su funcionamiento continuado bajo unas condiciones específicas.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 2 de 165
		Código: -

Carga: La potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito.

Carga de diseño: Carga que para efectos de diseño se considera atendida por una salida.

Carga instalada: Suma de las cargas de diseño de los equipos instalados en los predios de los suscriptores, susceptibles a ser conectados al sistema o a la parte del sistema que se considera.

Carga normalizada (término aplicado a cercas eléctricas): Carga que comprende una resistencia no inductiva de 500 ohmios \pm 2,5 ohmios y una resistencia variable, la cual es ajustada para maximizar la energía de impulso en la resistencia.

Cargabilidad: Límite térmico dado en capacidad de corriente, para líneas de transporte de energía, transformadores, etc.

Cerca eléctrica: Barrera construida para propósitos de manejo de animales, que forma un circuito de uno o varios conductores sostenidos con aisladores, a una altura apropiada, de tal forma que no reciban descargas peligrosas los animales ni las personas.

Certificación: Procedimiento mediante el cual un organismo expide por escrito o por un certificado de conformidad, que un producto, un proceso, un servicio o una persona cumple una(s) norma(s) de fabricación o de competencia.

Certificado de conformidad: Documento que se emite conforme a las reglas de un sistema de certificación, para asegurar que un producto, proceso, servicio o persona satisface una norma específica.

Circuito: Conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, interconectados entre sí, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobrecorrientes. Los cableados internos de equipos no se toman como circuitos.

Circuito alimentador: Línea eléctrica que lleva potencia eléctrica de una central generadora o subestación a un centro de consumo.

Circuito ramal en baja tensión: Conductores de un circuito entre el dispositivo final de protección contra sobrecorriente y la salida o salidas internas.

Clase de precisión: Características metrológicas del grupo de instrumentos y transformadores de medición que satisfacen requisitos metrológicos destinados a mantener los errores y variaciones permitidas, dentro de los límites especificados.

Clavija: Dispositivo que, por inserción en un tomacorriente, establece una conexión eléctrica entre los conductores de un cordón flexible y los conductores conectados permanentemente al tomacorriente.

Compatibilidad electromagnética: Capacidad de un equipo o sistema para funcionar satisfactoriamente en su ambiente electromagnético, sin dejarse afectar ni afectar a otros equipos por energía electromagnética radiada o conducida.

Condición insegura: Circunstancia potencialmente riesgosa que está presente en el ambiente de trabajo.

Conductor activo (conductor de fase): Aquellas partes destinadas, en su condición de operación normal, a la transmisión de electricidad y por tanto sometidas a una tensión en servicio normal.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 3 de 165
		Código: -

Conductor energizado: Todo conductor que no está conectado a tierra y que tiene una diferencia de potencial con respecto a ésta.

Conexión equipotencial: Conexión eléctrica entre dos o más puntos, de manera que cualquier corriente que pase, no genere una diferencia de potencial sensible entre ambos puntos.

Confiabilidad: Capacidad de un dispositivo, equipo o sistema para cumplir una función requerida, en unas condiciones y tiempo dados (equivale a fiabilidad).

Contacto directo: Contacto de personas o animales con conductores activos de una instalación eléctrica.

Contacto indirecto: Contacto de personas o animales con elementos puestos accidentalmente bajo tensión o el contacto con cualquier parte activa a través de un medio conductor.

Contador de energía: Aparato que registra el consumo de energía eléctrica.

Contador de conexión directa: Contador de energía que se conecta a la red eléctrica sin transformadores de medida.

Contador de conexión indirecta: Contador de energía que se conecta a la red a través de transformadores de corriente y de tensión.

Contador de conexión semidirecta: Contador de energía que se conecta a la red a través de transformadores de corriente.

Contaminación: Liberación artificial de sustancias o energía hacia el entorno y que puede causar efectos adversos en el ser humano, otros organismos vivos, los equipos o el medio ambiente.

Control de calidad: Proceso de regulación, a través del cual se mide y controla la calidad real de un producto o servicio.

Controlador de cerca eléctrica: Aparato diseñado para suministrar periódicamente impulsos de alta tensión a una cerca conectada a él.

Corriente de contacto: Corriente que circula a través del cuerpo humano, cuando está sometido a una tensión.

Corriente mínima de arranque de un contador: Valor de la mínima intensidad de corriente con la cual el disco da una vuelta completa a la tensión nominal.

Corriente límite de precisión o corriente metrotécnica: Valor de la intensidad de corriente equivalente a la carga hasta la cual el equipo de medida cumple con la clase de precisión establecida por el fabricante.

Corriente límite térmica: Valor máximo de la intensidad de corriente que puede soportar térmicamente un componente del sistema sin deteriorarse.

Demanda: Carga en los terminales de recepción, promediada durante un cierto intervalo (normalmente 15 minutos).

Demanda máxima: La mayor de todas las demandas ocurridas durante un período determinado.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 4 de 165
		Código: -

Demanda promedio: Valor medio de las demandas tomadas en un periodo determinado.

Descargador de sobretensiones: Dispositivo para protección de equipos eléctricos, el cual limita el nivel de la sobretensión, mediante la absorción de la mayor parte de la energía transitoria, minimizando la transmitida a los equipos y reflejando la otra parte hacia la red (se le conoce erróneamente como pararrayos).

Distancia a masa: Distancia mínima, bajo condiciones especificadas, entre una parte bajo tensión y toda estructura que tiene el mismo potencial de tierra.

Distancia al suelo: Distancia mínima, bajo condiciones especificadas, entre el conductor bajo tensión y el terreno.

Distancia de seguridad: Mínima distancia entre una línea energizada y una zona donde se garantiza que no habrá descarga por acercamiento.

DPS: Sigla del dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias o descargador de sobretensiones.

Electricidad estática: Una forma de energía eléctrica o el estudio de cargas eléctricas en reposo.

Electrodo de puesta a tierra: Conductor o conjunto de conductores enterrados que sirven para establecer una conexión con el suelo, inalterables a la humedad y a la acción química del terreno.

Empresa: Sociedad anónima “Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.” encargada del suministro del servicio de energía eléctrica.

Energía activa: Integral en el tiempo de la potencia activa.

Energía reactiva: Es la integral en el tiempo de la potencia reactiva.

Equipotencializar: Proceso, práctica o acción de conectar partes conductivas de las instalaciones, equipos o sistemas entre sí o a un sistema de puesta a tierra, mediante una baja impedancia, para que la diferencia de potencial sea mínima entre los puntos interconectados.

Estrato socioeconómico: Clasificación que se hace de los suscriptores de servicio residencial teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Ubicación geográfica
- Servicios públicos
- Vías de acceso y transporte
- Niveles de educación
- Áreas de ocupación y empleo
- Ingreso de la población
- Calidad de la vivienda
- Ocupación de la vivienda
- Posesión de bienes muebles, electrodomésticos, y artículos para su comodidad
- Consumo de servicios públicos

Evaluación de conformidad: Procedimiento utilizado, directa o indirectamente, para determinar que se cumplen los requisitos o prescripciones pertinentes de los Reglamentos Técnicos o Normas.

Extintor: Aparato autónomo que contiene un agente para apagar el fuego, eliminando el oxígeno.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 5 de 165
		Código: -

Factor de carga: Razón de la demanda promedio en un cierto periodo a la demanda máxima durante ese periodo.

Factor de demanda: Razón de la demanda máxima de un sistema a la carga instalada del mismo.

Factor de diversidad: Razón de la suma de las demandas máximas individuales de las varias subdivisiones de un sistema, a la demanda máxima de todo el sistema.

Factor de pérdidas o factor de carga de las pérdidas: Razón de las pérdidas promedio de potencia a las pérdidas máximas de potencia del sistema, en un periodo determinado.

Factor de potencia: Razón entre la potencia activa (kW) y la potencia de dimensionamiento (kVA).

Factor de utilización: Razón de la demanda máxima del sistema a la capacidad instalada del mismo.

Factor de seguridad: Razón entre el esfuerzo máximo permisible y el esfuerzo de trabajo de un componente.

Factor de seguridad mínimo de aislamiento: Razón entre el nivel básico de aislamiento al impulso (BIL) del equipo a proteger y el nivel de protección de los pararrayos.

Fase: Designación de un conductor, un grupo de conductores, un terminal, un devanado o cualquier otro elemento de un sistema polifásico que va a estar energizado durante el servicio normal.

Flecha: Distancia vertical máxima en un vano, entre el conductor y la línea recta que une los dos puntos de sujeción.

Fuego clase C: El originado en equipos eléctricos energizados.

Fusible: Aparato cuya función es abrir, por la fusión de uno o varios de sus componentes, el circuito en el cual está insertado.

Iluminancia: Flujo luminoso por unidad de superficie que incide sobre una superficie. Su unidad, el lux, equivale al flujo luminoso de un lumen que incide homogéneamente sobre una superficie de un metro cuadrado.

Impacto ambiental: Acción o actividad que produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio ambiente o en alguno de los componentes del mismo.

Inspección: Conjunto de actividades tales como medir, examinar, ensayar o comparar con requisitos establecidos, una o varias características de un producto o instalación eléctrica, para determinar su conformidad.

Instalación eléctrica: Conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Instalación eléctrica interna: Conjunto de acometidas parciales, tableros de distribución, circuitos ramales y salidas instaladas en el predio de un suscriptor.

Interruptor automático: Dispositivo diseñado para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada, sin destrucción de ninguna de sus partes.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 6 de 165
		Código: -

Interruptor automático ajustable: Calificativo que indica que el interruptor automático se puede ajustar para que se dispare a distintas corrientes, tiempos o ambos, dentro de un margen predeterminado.

Interruptor de uso general: Dispositivo diseñado para abrir, cerrar o conmutar la conexión de un circuito, mediante operación manual. Es capaz de interrumpir su corriente nominal a su tensión nominal. Su capacidad se establece en amperios y cumple funciones de control y no de protección.

Laboratorio de metrología: Laboratorio que reúne las condiciones necesarias para determinar la aptitud o funcionamiento de equipos de medición.

Luminaria: Componente mecánico principal de un sistema de alumbrado, que proyecta, filtra y distribuye los rayos luminosos, además de alojar y proteger los elementos requeridos para la iluminación.

Masa: Conjunto de partes metálicas de un equipo, que en condiciones normales, están aisladas de las partes activas y se toma como referencia para las señales y tensiones de un circuito electrónico. Las masas pueden estar o no conectadas a tierra.

Media tensión: Nivel de tensión comprendido mayor a 1 kV y menor a 57,5 kV.

Momento eléctrico: Producto de la longitud de un tramo de red por la potencia que circula por la misma.

Neutro: Conductor activo equipotencializado con respecto a varias fases normalmente puesto a tierra, bien sólidamente o a través de un impedancia limitadora.

Nivel básico de aislamiento al impulso (BIL): Tensión que soporta el aislamiento de un equipo con probabilidad de flameo del 10 %, ante la aplicación sucesiva de ondas tipo rayo (1,2/50 microsegundos).

Nominal: Término aplicado a una característica de operación, indica los límites de diseño de esa característica para los cuales presenta las mejores condiciones de operación. Los límites siempre están asociados a una norma técnica.

Norma técnica colombiana (NTC): Norma técnica aprobada o adoptada como tal por el organismo nacional de normalización.

Parámetro del conductor: Razón entre la tensión horizontal de un conductor a determinadas condiciones de diseño y su peso aparente por unidad de longitud.

Pararrayos: Elemento metálico resistente a la corrosión, cuya función es interceptar los rayos que podrían impactar directamente sobre la instalación a proteger (se denomina terminal de captación).

PCB: Sigla para el bifenilo policlorado, esto es, aquellos clorobifenilos que tienen la fórmula molecular $C_{12}H_{10-n}Cl_n$ donde n es mayor que 1 (se conoce comúnmente como Askarel).

Plano: Representación a escala de una superficie.

Primeros auxilios: los cuidados provisionales, inmediatos y adecuados, que se prestan a alguien accidentado o con enfermedad repentina, para conservarle la vida.

Potencia activa: Valor promedio de la potencia instantánea en un número entero de periodos. Es la componente de la potencia de dimensionamiento para la cual la tensión se encuentra en fase con la corriente.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 7 de 165
		Código: -

Potencia de dimensionamiento: Producto entre los valores eficaces de tensión y de corriente por fase.

Potencia reactiva: Componente en cuadratura, de la potencia de dimensionamiento. Se obtiene como la raíz cuadrada de la diferencia de los cuadrados de la potencia de dimensionamiento y la potencia activa.

Puerta cortafuego: Puerta que cumple los criterios de estabilidad, estanqueidad, no emisión de gases inflamables y aislamiento térmico durante un período de tiempo determinado.

Puesta a tierra: Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.

Red de distribución: Conjunto de conductores que llevan energía desde una subestación a toda el área de consumo.

Red equipotencial: Conjunto de conductores del sistema de puesta a tierra que no están en contacto con el suelo o terreno y que conectan sistemas eléctricos, equipos o instalaciones con la puesta a tierra.

Red principal: Alimentador que sale de una subestación y que alimenta una carga específica importante, o cubre un área determinada.

Reglamento técnico: Documento en el que se presentan las características de un producto, servicio o los procesos y métodos de producción, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables y cuya observancia es obligatoria.

Regulación: Razón en porcentaje (%) entre la diferencia de magnitudes de la tensión en el receptor en vacío y a plena carga, con respecto a la magnitud de la tensión en el receptor a plena carga.

RETIE ó Retie: Acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia.

Resistencia de puesta a tierra: Razón entre la diferencia de potencial del sistema de puesta a tierra a medir con respecto a una tierra remota, y la corriente que fluye entre estos puntos.

Salida: Punto en el sistema de alambrado de una instalación interna donde se toma energía eléctrica para alimentar un aparato o equipo (también se denomina punto de conexión común).

Seguridad: Estado de riesgo aceptable o actitud mental de las personas.

Señalización: Conjunto de medios, dispuestos para reflejar las advertencias de seguridad en una instalación.

Sistema de distribución: Conjunto de las instalaciones cuyo propósito es el transporte de electricidad a usuarios situados en un área, a niveles de media y/o baja tensión.

Sistema de puesta a tierra (SPT): Conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico, sin interruptores ni fusibles, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y el cableado puesto a tierra.

Subestación: Conjunto de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de potencia.

Subestación aérea: Subestación que se instala a la intemperie y en la cual la base del transformador está a una altura de seis metros o más sobre el nivel del piso.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 8 de 165
		Código: -

Subestación capsulada: Subestación en la que los equipos, conexiones y barraje se encuentran localizados dentro de celdas o gabinetes.

Subestación de distribución: Subestación que toma potencia de circuitos de media tensión y la entrega al nivel requerido por el usuario.

Subestación de pedestal: Subestación que se instala a la intemperie y en la cual el transformador se monta sobre una fundación en concreto.

Subestación tipo jardín: Subestación en la que los equipos, conexiones y barrajes se encuentran localizados dentro de celdas o gabinetes herméticos, para instalación a la intemperie.

Suscriptor: Persona natural o jurídica propietaria de un inmueble que suscribe un contrato de suministro de energía con la empresa.

Tablero de acometida o tablero parcial: Conjunto de equipos de medida y protección, barrajes y cableado, que recibe la(s) acometida(s) y del cual se derivan las acometidas parciales.

Tablero de distribución: Conjunto de equipos de protección, barrajes y cableado que recibe las acometidas parciales y del cual se derivan los circuitos ramales.

Tablero general de acometida: Conjunto de medida y protección, barrajes y cableado que recibe la acometida general en baja tensión y del cual se derivan las subacometidas.

Templete: Elemento que se utiliza para contrarrestar los esfuerzos horizontales en estructuras no autosoportantes.

Tensión: Diferencia de potencial eléctrico entre dos conductores, que hace que fluyan electrones por una resistencia. Tensión es una magnitud, cuya unidad es el voltio; un error frecuente es hablar de “voltaje”.

Tensión de contacto (de toque): Diferencia de potencial que se presenta durante una falla entre una estructura metálica puesta a tierra y un punto de la superficie del terreno a una distancia de un metro. Esta distancia horizontal es equivalente a la máxima que se puede alcanzar al extender un brazo.

Tensión de paso: Diferencia de potencial que se presenta durante una falla entre dos puntos de la superficie del terreno, separados por una distancia de un paso (aproximadamente un metro), en la dirección del gradiente de tensión máximo.

Tensión máxima para un equipo: Tensión máxima para la cual está especificado, sin rebasar el margen de seguridad, en lo que respecta a su aislamiento o a otras características propias del equipo. Debe especificarse para equipos que operen con tensión superior a 1000 V.

Tensión máxima de un sistema: Valor de tensión máxima en un punto de un sistema eléctrico, durante un tiempo, bajo condiciones de operación normal.

Tensión nominal: Valor convencional de la tensión con el cual se designa un sistema, instalación o equipo y para el que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para el caso de sistemas trifásicos, se considera como tal la tensión entre fases.

Tierra (Ground o earth): Para sistemas eléctricos, es una expresión que generaliza todo lo referente a conexiones con tierra. En temas eléctricos se asocia a suelo, terreno, tierra, masa, chasis, carcasa,

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 9 de 165
		Código: -

almacén, estructura ó tubería de agua. El término “masa” sólo debe utilizarse para aquellos casos en que no es el suelo, como en los aviones, los barcos y los carros.

Topología: Diagrama sin escala de una red, que indica la configuración gráfica del sistema.

Tramo: Parte de una red comprendida entre dos puntos de derivación de carga.

Tramo de tendido: Parte de una línea o red, comprendida entre dos apoyos de retención.

Usuario: Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se le denomina también consumidor.

Vano: Distancia horizontal entre dos apoyos adyacentes de una línea o red.

Vano crítico: Vano teórico en el cual los esfuerzos por mínima temperatura son iguales a los de máxima velocidad del viento. Es el vano máximo en que domina la hipótesis de mínima temperatura. Para vanos mayores domina la hipótesis de máxima velocidad del viento.

Vano máximo: Mayor vano que se puede construir en terreno llano, limitado por la altura del apoyo.

Vano máximo por penduleo: Mayor vano permitido para una determinada distancia horizontal entre conductores, dado por la longitud de la cruceta.

Vano peso: Distancia horizontal entre los puntos más bajos del conductor en dos vanos adyacentes.

Vano regulador: Vano teórico de regulación que simula las variaciones de esfuerzos por cambio de temperatura y velocidad del viento y como lo hace el conjunto de vanos entre dos estructuras de retención consecutivas.

Vano viento: Distancia horizontal sobre la cual se supone que actúa la fuerza del viento sobre los conductores en un apoyo. Se toma como la semisuma de los vanos adyacentes de una estructura.

Zona de servidumbre: Franja de terreno que se deja sin obstáculos a lo largo de una línea de transmisión aérea, para garantizar que bajo ninguna circunstancia se presenten accidentes en ella.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 10 de 165
		Código: -

2. PARÁMETROS DE DISEÑO

En este capítulo se dan los parámetros fundamentales para que los ingenieros encargados de calcular y diseñar, bajo un buen entendimiento y criterios propios, encaucen el proyecto hacia un resultado final confiable.

Los valores consignados a continuación son válidos para esta edición, pero sujetos a permanente revisión por parte de la Empresa de acuerdo con las exigencias de su sistema y los adelantos tecnológicos.

En el desarrollo de esta norma las referencias que se hacen de la demanda corresponden a la Demanda Máxima si no existe una especificación diferente.

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO

2.1.1 Demandas máximas por niveles de tensión

El nivel de tensión para la alimentación general de un proyecto se seleccionará con base en la demanda máxima del suscriptor o conjunto de suscriptores atendidos, así:

Tensión (kV)	Demanda máxima (kVA)
Baja	Hasta.....30
Media (13,2)	Hasta.....500
Media (34,5)	Hasta.....5000

Tabla 2.1 Demandas máximas por niveles de tensión

Nota: cualquier valor diferente a lo establecido en la tabla anterior deberá ser aprobado previamente por la Empresa.

En urbanizaciones abiertas urbanas o rurales, o en casos de electrificación rural, la capacidad de las subestaciones aéreas no debe superar los 150 kVA. Para capacidades mayores de 75 kVA se debe utilizar un medio de seccionamiento bajo carga.

2.1.2 Niveles de tensión

- **Baja tensión (BT):** Los de tensión nominal mayor o igual a 25 V y menor o igual a 1000 V.

- **Media tensión (MT):** Los de tensión nominal mayor a 1000 V y menor a 57,5 kV.

Toda instalación eléctrica debe asociarse a uno de los anteriores niveles. Si en la instalación existen circuitos o elementos en los que se utilicen distintas tensiones, el conjunto del sistema se clasificará, para efectos prácticos, en el grupo correspondiente al valor de la tensión nominal más elevada.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 11 de 165
		Código: -

2.1.3 Niveles de tensión de diseño

Los niveles de tensión son aplicables a sistemas de distribución y a la utilización de energía de corriente alterna, con frecuencia a 60 Hz y tensión nominal superior a 100 V.

Los valores de tensión indicados en la tabla 2.2, no son aplicables en los siguientes casos:

A tensiones que presenten o transmitan señales de medida o control, así como a tensiones normalizadas de componentes y partes usadas dentro de dispositivos eléctricos.

Suministro que sigue a una falla o condiciones provisionales de alimentación, previstas para mantener el suministro a los clientes durante trabajos de mantenimiento o de construcción en la red, o para limitar la extensión y duración de una interrupción de alimentación.

Condiciones excepcionales, no controlables por la Empresa, tales como condiciones climáticas excepcionales y otras catástrofes naturales; fuerza mayor; interrupciones debidas a causas externas.

La clasificación, denominación y valores de la tensión nominal se establecen en la tabla 2.2.

Clasificación (Nivel)	Nivel de tensión	Tensión nominal (V)		Tensión Máxima (% de la nominal)	Tensión Mínima (% de la nominal)
		Sistemas trifásicos de 3 o 4 conductores	Sistemas monofásicos de 2 o 3 conductores		
Baja tensión (nivel 1)	Menor o igual a: 1000 V	-	120	+ 5	- 10
		120 / 208	-		
		-	120 / 240		
		127 / 220	-		
		220	-		
Media tensión (niveles 2 y 3)	Mayor a: 1000 V y menor a: 57,5 kV	254 / 440	-		
		4,16 ¹⁾	-		
		6,3 ¹⁾	-		
		11,4 ¹⁾	-		
		13,2	-		
34,5	-				

Tabla 2.2 Niveles de tensión de diseño

Para éstas tensiones se debe instalar transformadores conmutables para tensión de 13,2 kV.

Nota: El equipo asociado a cada sistema debe ser apto para operar con las tensiones del sistema, pero su tensión nominal no debe ser necesariamente la misma.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 12 de 165
		Código: -

2.1.4 Porcentajes de regulación de tensión

La regulación calculada sobre la demanda máxima de diseño será como máximo lo que se expresa a continuación.

2.1.4.1 Circuitos en media tensión

Desde la subestación de distribución hasta la subestación más distante, se permite hasta un 3 %.

2.1.4.2 Circuitos en baja tensión

La siguiente tabla define los porcentajes parciales de regulación admitidos:

Descripción	%
Redes de distribución, B.T., zona urbana	5
Redes de distribución, B.T., zona rural	7
Acometida y alimentador (hasta tablero de distribución) para cargas concentradas o multiusuarios desde bornes del transformador	3
Acometida y alimentador (hasta tablero de distribución) desde redes de la Empresa	2
Circuito ramal	2
Alumbrado público	4

Tabla 2.3 Porcentajes de regulación de tensión

Cuando existan motores instalados: La caída de tensión en la red eléctrica de baja tensión, tomada desde los bornes del transformador hasta el usuario más lejano en el ramal donde se conecta el motor, no debe ser superior al 12,5 % en el momento de arranque, incluyendo las demandas máximas de los demás usuarios.

La caída de tensión del alimentador del motor no debe ser superior al 3 % trabajando a plena carga.

2.1.5 Pérdidas máximas de energía y potencia

Componente	Energía (%)	Potencia (%)
Línea de distribución (34,5 kV)	1,5	2,7
Alimentadores primarios (Hasta 13,2 kV)	0,5	0,8
Transformadores	2,2	*
Redes de baja tensión	2,7	5,5

Tabla 2.4 Pérdidas máximas de energía y potencia

* Las pérdidas totales de potencia para transformadores se tomarán de acuerdo a las normas NTC 818, NTC 819 y NTC 1954.

Nota: En todo caso las pérdidas totales de energía en el nivel 1 (transformador y red de baja tensión), no deben superar el 4,9 %.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 13 de 165
		Código: -

2.1.6 Impedancias de puesta a tierra

Descripción	Nivel (kV)	Z máxima(Ω)
Subestación distribución	34,5	10
Subestación distribución	13,2	10
Protección contra rayos	13,2 - 34,5	10
Redes de baja tensión	B.T.	20
Acometidas	B.T.	25 *

Tabla 2.5 Impedancias de puesta a tierra

* La medida de puesta a tierra de las acometidas no debe ser menor que la de las redes de baja tensión.

La medida de la impedancia de puesta a tierra se toma sin tener conectados los aparatos a proteger.

Cuando por valores altos de resistividad del terreno, de elevadas corrientes de falla a tierra o tiempos de despeje de la misma, o que por un balance técnico-económico no resulte práctico obtener los valores de la tabla anterior, se deben medir las tensiones de paso, de contacto y tomar medidas adicionales como:

- Garantizar que las tensiones transferidas sean igual o menores a las tensiones de contacto.
- Hacer inaccesibles zonas donde se prevea la superación de la tensión de contacto.
- Instalar pisos o pavimentos de gran aislamiento.
- Aislar todos los dispositivos que puedan ser sujetados por una persona.
- Establecer conexiones equipotenciales en las zonas críticas.
- Aislar el conductor del electrodo de puesta a tierra a su entrada en el terreno.
- Disponer de señalización en las zonas críticas.
- Dar instrucciones al personal sobre el tipo de riesgo.
- Dotar al personal de elementos de protección personal aislantes.


2.1.7 Clase de apantallamiento

Las salidas de la línea por descargas directas o flameo inverso no deben superar por cada 100 km por año:

Nivel de tensión (kV)	Número de salidas
34,5	11
13,2	15

Tabla 2.6 Salidas máximas de líneas

Los NIVELES CERÁUNICOS se muestran en el mapa de la Figura A.1.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 14 de 165
		Código: -

2.1.8 Factores de seguridad

En el diseño mecánico se deben utilizar los factores de seguridad presentados en la tabla 2.7.

Descripción	Factor *
Postería de concreto	2,5
Estructura metálica	1,5
Cargas verticales	1,1
Cargas horizontales	1,7
Cargas de ángulo	1,5
Cables para templetes	2
Anclajes para templetes	2,5
Herrajes	3 **
A la flexión para espigos	1,5

Tabla 2.7 Factores de seguridad

* Los anteriores factores se aplican para condición normal. En caso de condición anormal, el factor de sobrecarga para los diferentes tipos de carga es de 1,25, excepto para cargas verticales.

** Cuando la carga mínima de rotura se compruebe mediante ensayos, el factor de seguridad será 2,5.

2.1.9 Hipótesis de diseño para líneas

Cuando se está en el proceso de diseño de líneas de transmisión se utiliza las hipótesis dadas en la tabla 2.8.

	Velocidad del viento	Temperatura del conductor	Tensión mecánica
Condición normal o diaria	0	Temperatura ambiente	Máximo 20 % de tensión de rotura, conductor ASCR
			Máximo 25 % de tensión de rotura, conductor de cobre
Condición extrema de trabajo mecánico	80 km/hora	Temperatura ambiente mínima de zona donde se instala el conductor	Máximo 50% de tensión de rotura
Condición extrema de flecha	0	Temperatura máxima del conductor	

Tabla 2.8 Hipótesis de diseño para líneas

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 15 de 165
		Código: -

2.1.10 Distancias mínimas de seguridad

Las distancias de seguridad establecidas en las siguientes tablas, aplican a conductores desnudos.

En el caso de tensiones mayores a 57,5 kV entre fases, las distancias de seguridad especificadas en las tablas se incrementarán en un 1 % por cada 100 metros que sobrepasen los 1000 metros sobre el nivel del mar.

Las distancias verticales se toman siempre desde el punto energizado más cercano al lugar de posible contacto.

Las distancias horizontales se toman desde la fase más cercana al sitio de posible contacto.

Si se tiene una instalación con una tensión diferente a las contempladas en la presente norma, debe cumplirse el requisito exigido para la tensión inmediatamente superior.

Cuando los edificios, chimeneas, antenas o tanques u otras instalaciones elevadas no requieran algún tipo de mantenimiento, como pintura, limpieza, cambio de partes o trabajo de personas cerca a los conductores, o si se emplea cable aislado, la distancia horizontal (b) puede ser reducida en 0,6 metros.

Un techo, balcón o área es considerado fácilmente accesible para los peatones si éste puede ser alcanzado de manera casual a través de una puerta, rampa, ventana, escalera o una escalera a mano permanentemente utilizada por una persona, a pie, alguien que no despliega ningún esfuerzo físico extraordinario ni emplea ningún instrumento o dispositivo especial para tener acceso a éstos. No se considera un medio de acceso a una escalera permanentemente utilizada si es que su peldaño más bajo mide 2,45 m o más desde el nivel del piso u otra superficie accesible permanentemente instalada.

Si se tiene un tendido aéreo con cable aislado y con pantalla, no se aplican estas distancias.

Se puede hacer el cruce de una red de menor tensión por encima de una de mayor tensión de manera experimental, siempre y cuando se documente el caso y se efectúe bajo supervisión autorizada y calificada.

En techos metálicos cercanos y en caso de redes de conducción que van paralelas o que cruzan las líneas de media, alta y extra alta tensión, se debe verificar que las tensiones inducidas no presenten peligro o no afecten su funcionamiento.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 16 de 165
		Código: -

2.1.10.1 Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

Las construcciones deberán respetar las distancias mínimas de seguridad presentadas en la tabla 2.9.

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas. (Figura 1)	34,5	5,5
	13,2	4,5
	< 1	4
Distancia horizontal "b" a muros, proyecciones, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 1)	115	4
	66	3,5
	34,5	3
	13,2	2,4
	< 1	1,7
Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 1)	34,5	4,1
	13,2	4,1
	< 1	3,5
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 1)	115	9
	66	8
	34,5	7
	13,2	6
	< 1	5

Tabla 2.9 Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

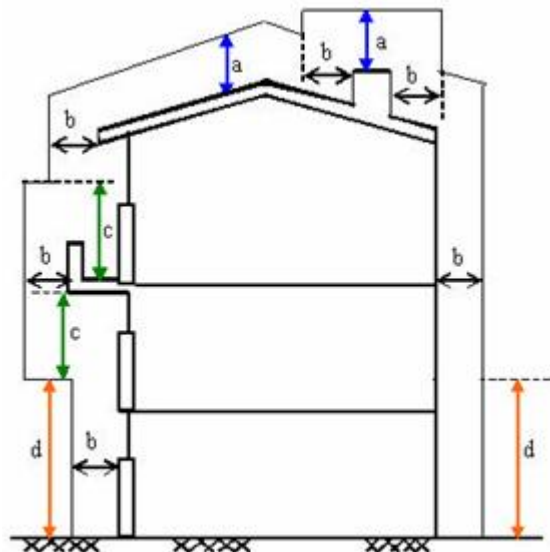


Figura 1 Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

2.1.10.2 Distancias mínimas de seguridad para diferentes lugares y situaciones

En casos generales se exigirán las distancias mínimas de seguridad presentadas en la tabla 2.10.

Distancias mínimas de seguridad		
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia mínima al suelo “d” en cruces con carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (figura 2)	115	10
	66	8
	34,5	7
	13,2	6
	< 1	5
Cruce de líneas aéreas de baja tensión en grandes avenidas.	< 1	6
Distancia mínima al suelo “d1” desde líneas que recorren avenidas, carreteras y calles. (figura 2)	115	10
	66	8
	34,5	7
	13,2	6
	< 1	5
Distancia mínima al suelo “d” en bosques, áreas cultivadas, pastos, huertos, etc.	66	7
	34,5	6
	13,2	6
	< 1	5
Distancia mínima al suelo “e” en cruces con ferrocarriles sin electrificar o funiculares. (figura 3)	115	12
	66	12
	34,5	12
	13,2	12
	< 1	12
Distancia vertical “f” en cruces con ferrocarriles electrificados, tranvías y trole-buses. (figura 4)	115	2,3
	66	2
	34,5	1,8
	13,2	1,8
Distancia vertical “g” en cruces con ríos, canales navegables o flotantes para adecuados para embarcaciones con altura superior a 2 m y menor a 7 m. (figura 5)	< 1	1,2
	115	20
	66	20
	34,5	20
	13,2	20
Distancia vertical “g” en cruces con ríos, canales navegables o flotantes, no adecuados para embarcaciones con altura mayor a 2 m. (figura 5)	< 1	20
	115	20
	66	20
	34,5	20
	13,2	20
Distancia vertical al piso en cruce por campos deportivos abiertos.	< 1	20
	115	12
	66	12
	34,5	12
	13,2	12
Distancia horizontal en cruce por campos deportivos abiertos.	< 1	12
	115	7
	66	7
	34,5	7
	13,2	7
	< 1	7

Tabla 2.10 Distancias mínimas de seguridad para diferentes lugares y situaciones

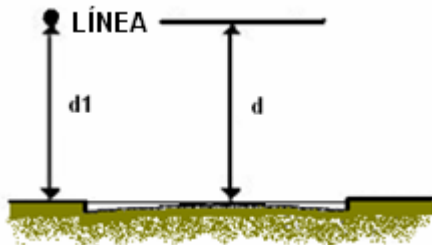


Figura 2 Distancias “d” y “d1” en cruce y recorridos de vías

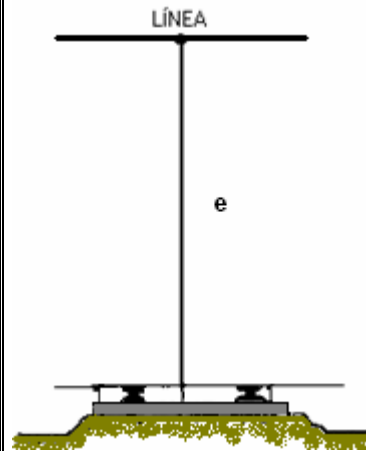


Figura 3 Distancia “e” en cruces con ferrocarriles sin electrificar

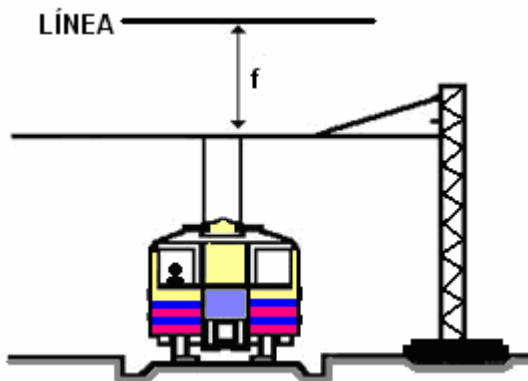


Figura 4 Distancia “f” en cruces con ferrocarriles electrificados

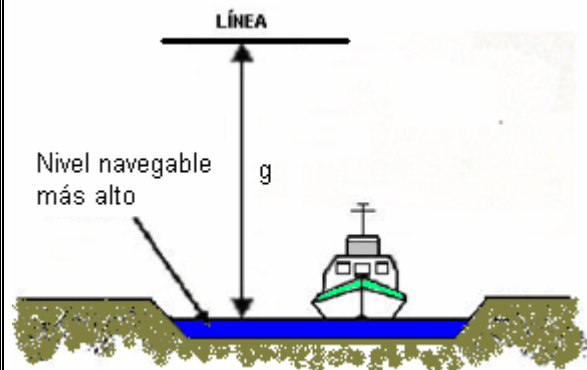



Figura 5 Distancia “g” en cruces con ríos, cauces de agua, canales navegables

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 19 de 165
		Código: -

2.1.10.3 Distancias mínimas de seguridad en cruces de líneas

Cuando se cruzan dos líneas, se tendrá en cuenta las distancias mínimas de seguridad de la tabla 2.11.

		Distancias en metros						
		115/110	66	57,5	34,5	13,2	<1	Comunicaciones
Tensión Nominal (kV) entre fases de la línea superior	115/110	2,3	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9	2,2
	66	2,1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
	57,5	1,9	1,3	1,3	1,3	1,4		
	34,5	1,8	1,2	1,2	1,3			
	13,2	1,8	1,2	1,2				
	<1	1,2	0,6					
	Comunicaciones	0,6						
		Comunicaciones	<1	13,2	34,5	57,5	66	115/110
		Tensión nominal (kV) entre fases de la línea inferior						

Tabla 2.11 Distancias verticales mínimas en vanos con cruce de líneas

Nota: La línea de menor nivel de tensión siempre debe estar a menor altura


2.1.10.4 Distancias mínimas entre conductores en la misma estructura

Los conductores sobre apoyos fijos, deben tener distancias horizontales y verticales entre cada uno, no menores que el valor requerido en las tablas 2.11 y 2.12. Todos los valores son válidos hasta 1000 m sobre el nivel del mar; para elevaciones mayores, se debe aplicar el factor de corrección por altura.

Cuando se utilicen aisladores de suspensión y su movimiento no esté limitado, la distancia horizontal de seguridad entre los conductores deberá incrementarse de tal forma que la cadena de aisladores pueda moverse transversalmente hasta su máximo ángulo de balanceo de diseño sin reducir los valores indicados en la tabla 2.11. El desplazamiento de los conductores deberá incluir la deflexión de estructuras flexibles y accesorios, cuando dicha deflexión pueda reducir la distancia horizontal de seguridad entre los conductores.

CLASE DE CIRCUITO Y TENSIÓN ENTRE LOS CONDUCTORES CONSIDERADOS	DISTANCIAS HORIZONTALES DE SEGURIDAD (cm)
Alimentadores de vías férreas 0 a 750 V No. 4/0 AWG o calibre mayor. 0 a 750 V calibre menor de No. 4/0 AWG Entre 750 V y 8,7 kV.	15 30 30
Conductores de suministro del mismo circuito. 0 a 8,7 kV 13,2 kV 34,5 kV Más de 50 kV	30 40 60 Ningún valor especificado
Conductores de suministro de diferente circuito ⁽¹⁾ 0 a 8,7 kV 13,2 kV 34,5 kV Entre 50 kV y 814 kV	30 40 60 90

Tabla 2.12 Distancia horizontal entre conductores soportados en la misma estructura de apoyo

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 20 de 165
		Código: -

⁽¹⁾ Para las tensiones que excedan los 50 kV, la distancia de seguridad deberá ser incrementada en un 1% por cada 100 m en exceso de 1000 metros sobre el nivel del mar. Todas las distancias de seguridad para tensiones mayores de 50 kV se basarán en la máxima tensión de operación.

2.1.10.5 Distancia vertical mínima en metros entre conductores sobre la misma estructura

Para conductores situados en la misma estructura, se deben cumplir las distancias presentadas en la tabla 2.13.

		CONDUCTORES A MAYOR ALTURA				
		CONDUCTORES DE SUMINISTRO A LA INTEMPERIE				
		HASTA 1kV	13,2 kV	34,5 kV	66 kV	
CONDUCTORES Y CABLES A MENOR ALTURA	Conductores y cables de comunicación					
	a. Localizados en el apoyo de empresa de comunicaciones.	1	1,1	1,3	1,6	
	b. Localizados en el apoyo de empresa de energía.	1	1,1	1,3	1,6	
	Conductores de suministro eléctrico a la intemperie	Hasta 1 kV	0,41	1,1	1,3	1,6
		13,2 kV	No permitido	1,3	1,5	1,8
		34,5 kV	No permitido	1,3	1,5	1,8
		66 kV	No permitido	1,3	1,5	1,8

Tabla 2.13 Distancia vertical mínima en metros entre conductores sobre la misma estructura

Nota: La línea de menor nivel de tensión siempre debe estar a menor altura, y cuando se trate de circuitos de la misma empresa la distancia mínima puede reducirse en 0,6 m.

2.1.10.6 Distancia de seguridad en subestaciones

En subestaciones se deben satisfacer las distancias mínimas mostradas en la tabla 2.14 asociada a la figura 6.

Tensión nominal entre fases (kV)	Dimensión "R" (m)
0,151-7,2	3
13,8/13,2/11,4	3,1
34,5	3,2
66/57,5	3,5
115/110	4

Tabla 2.14 Distancias de seguridad para la figura 6

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 21 de 165
		Código: -

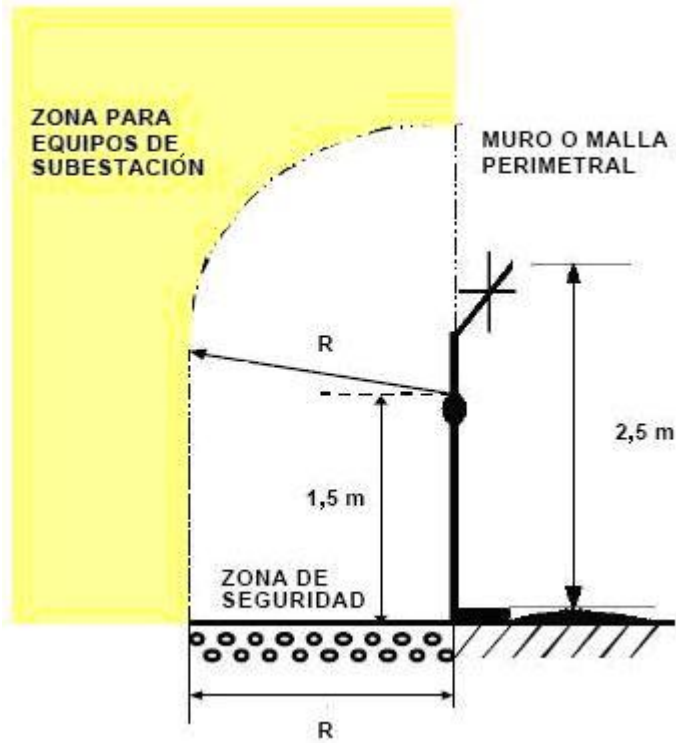


Figura 6 Zona de seguridad

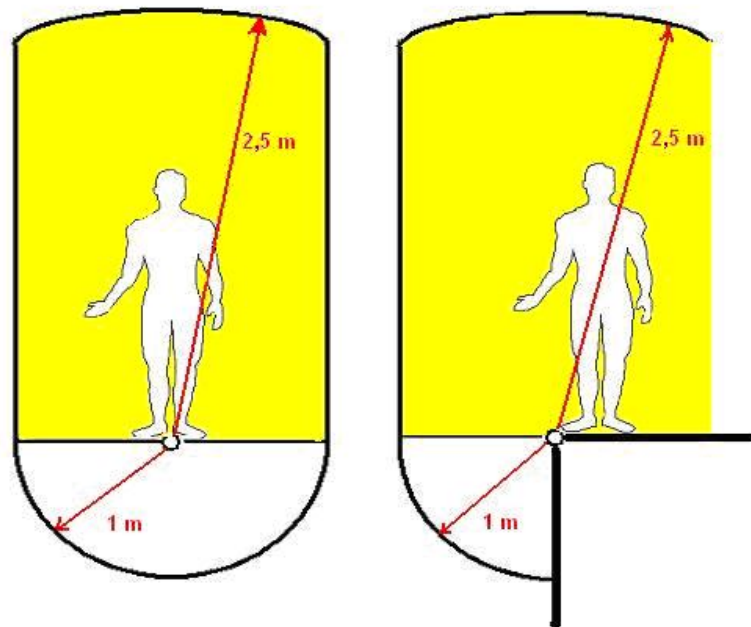


Figura 7 Distancias de seguridad contra contactos directos

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 22 de 165
		Código: -

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA

La determinación de la demanda máxima en el diseño de instalaciones eléctricas internas para viviendas unifamiliares o multifamiliares, se realizará de acuerdo a los parámetros establecidos por el Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.

2.3 MÉTODO OPCIONAL RECOMENDADO PARA EL CÁLCULO Y DISEÑO DE ACOMETIDA Y TRANSFORMADOR


Para la determinación de la demanda máxima en el cálculo y diseño de acometidas y transformadores de acuerdo al numeral 220-37 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050, se recomienda la aplicación de los factores y criterios expuestos a continuación, los cuales están basados en estudios realizados del comportamiento real de la demanda en los diferentes estratos y sectores socioeconómicos:

2.3.1 Factores de demanda

Los factores de demanda para los diferentes sectores, se presentan en la tabla 2.15.

Descripción	Carga (VA)	Factor de demanda (%)
Residencial		
Estratos 1 y 2	Carga aparato mayor potencia	100
	Resto	50
Estratos 3 y 4	Carga aparato mayor potencia	100
	Resto	40
Estratos 5 y 6	Carga aparato mayor potencia	100
	Resto	30
Carga áreas comunes	Motores	100
	Resto	60
Comercial		
Tomas comunes	Primeros 5000	100
	Sobre 5000	50
Alumbrado	Primeros 50000	100
	Sobre 50000	50
Cargas especiales y áreas comunes	Total	100
Industrial	Según proyecto particular	

Tabla 2.15 Factores de demanda

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 23 de 165
		Código: -

2.3.2 Factores de diversidad

Las curvas del factor de diversidad para el sector residencial y comercial se muestran en las figuras A.2, A.3 y A.4, y están dadas por las ecuaciones, presentadas en la tabla 2.16.

Donde: N : Número de usuarios.

SECTOR	FACTOR DE DIVERSIDAD
ESTRATOS 1, 2, 3 y 4	$F_{div_res} = \frac{1}{0,2 + 0,8 * e^{\left(\frac{1-N}{6}\right)}}$
ESTRATOS 5 y 6	$F_{div_res} = \frac{1}{0,3 + 0,7 * e^{\left(\frac{1-N}{6}\right)}}$
COMERCIAL USUARIOS MONOFÁSICOS BIFILARES	$F_{div_com} = \frac{1}{0,2 + 0,8 * e^{\left(\frac{1-N}{4,5}\right)}}$
COMERCIAL USUARIOS TRIFILARES Y TETRAFILARES	$F_{div_com} = \frac{1}{0,3 + 0,7 * e^{\left(\frac{1-N}{4,5}\right)}}$

Tabla 2.16 Factores de diversidad

2.3.3 Metodología

Como requerimiento para el cálculo de acometidas y transformadores, se recomienda el siguiente método opcional con los parámetros para determinar la carga por usuario, de acuerdo a lo permitido por el artículo 220-37 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.

Carga mínima instalada (S_i) por usuario:

32 VA/m² para cargas de alumbrado general.

Carga mínima para lavadora y plancha: 1500 VA.

Carga mínima para uno o más circuitos de pequeños aparatos: 1500 VA por circuito.

Demanda máxima total:
$$D_{max} = \frac{S_R}{F_{div_res}} + S_{ACR} + \frac{S_C}{F_{div_com}} + S_{ACC} \quad [VA]$$

Donde:

S_R : Carga demandada sector residencial.

$$S_R = [S_M + (S_I - S_M) * F_d] * N \quad [VA]$$

S_M : Carga aparato mayor potencia.

S_I : Carga mínima instalada por usuario.

S_{ACR} : Carga de áreas comunes sector residencial.

N : Número de usuarios.

F_d : Factor de demanda (Tabla 2.15).

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 24 de 165
		Código: -

F_{div_res} : Factor de diversidad (Tabla 2.16).
 S_C : Carga demandada de sector comercial.
 S_{ACC} : Carga de áreas comunes sector comercial.
 F_{div_com} : Factor de diversidad sector comercial (Tabla 2.16).

En zonas rurales, para usuarios individuales en estratos 1 y 2, la demanda máxima para el cálculo de la acometida o alimentador, puede ser estimada como se indica a continuación:

$$D_{max_rural} = S_M + [((32VA / m^2) * AREA(m^2)) * 0,5] \quad [VA]$$

2.3.4 Curvas típicas de demanda diaria

Las curvas de demanda diaria para diferentes tipos de servicio y estrato socioeconómico se encuentran en las figuras A.5 a A.10.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 25 de 165
		Código: -

3. INSTALACIONES INTERNAS

El diseño y construcción de las instalaciones internas satisfará lo establecido en el Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050, y en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE”, en los requisitos específicos para los sistemas eléctricos que van desde la acometida de servicio hacia el interior de la edificación.

3.1 DISEÑO DE INSTALACIONES INTERNAS

El diseño de las instalaciones internas se elaborará sobre planos de planta, en los cuales se represente de manera unifilar la localización de salidas indicando el tipo de carga o aparato que será atendido en cada una de ellas. En todos los casos se hará un diagrama unifilar de circuitos. Para edificaciones con tableros de acometida o distribución localizados en varios niveles, se presentarán adicionalmente esquemas de corte vertical.

3.1.1 Niveles de iluminancia

Un diseño de iluminación debe comprender las siguientes condiciones esenciales:

Suministrar una cantidad de luz suficiente.

Eliminar todas las causas de deslumbramiento.

Prever el tipo y cantidad de luminarias apropiadas para cada caso particular teniendo en cuenta su eficiencia.

Utilizar fuentes luminosas que aseguren una satisfactoria distribución de los colores.

Para su instalación:

Debe existir suministro ininterrumpido de iluminación en sitios y áreas donde la falta de ésta pueda originar riesgos para la vida de las personas, como en áreas críticas y en los medios de egreso para evacuación.

No se permite la utilización de lámparas de descarga con encendido retardado en circuitos de iluminación de emergencia


Los alumbrados de emergencia equipados con grupos de baterías, deben permanecer en funcionamiento un mínimo de 90 minutos después que se interrumpa el servicio eléctrico normal.

Los residuos de las lámparas deben ser manejados cumpliendo la regulación sobre manejo de desechos, debido a las sustancias tóxicas que puedan poseer.


En lugares accesibles a personas donde se operen maquinas rotativas, la iluminación debe evitar la ocurrencia del efecto estroboscópico.

Los diseños para instalaciones residenciales no requieren cálculos particulares de iluminación. Se requiere el cálculo de los niveles de iluminancia de las áreas comunes de zonas residenciales (escenarios deportivos, parqueaderos cubiertos y similares) y para las instalaciones no residenciales.


Para efectos de la presente Norma se establecen los siguientes niveles de iluminancia, adoptados de la Norma ISO 8995.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 26 de 165
		Código: -

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	NIVEL DE ILUMINANCIA [lux]		
	Mínimo	Medio	Máximo
Áreas Generales en las Construcciones			
Áreas de circulación, corredores	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	100	150	200
Vestidores, baños	100	150	200
Almacenes, bodegas	100	150	200
Talleres de Ensamble			
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada	200	300	500
Trabajo intermedio, ensamble de motores, ensamble de carrocerías de automóviles	300	500	750
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina	500	750	1000
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	1000	1500	2000
Procesos Químicos			
Procesos automáticos	50	100	150
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	100	150	200
Áreas generales en el interior de las fabricas	200	300	500
Cuartos de control, laboratorios	300	500	750
Industria farmacéutica	300	500	750
Inspección	500	750	1000
Balanceo de colores	750	1000	1500
Fabricación de llantas de caucho	300	500	750
Fábrica de Confecciones			
Costura	500	750	1000
Inspección	750	1000	1500
Prensado	300	500	750
Industria Eléctrica			
Fabricación de cables	200	300	500
Ensamble de aparatos telefónicos	300	500	750
Ensamble de devanados	500	750	1000
Ensamble de aparatos receptores de radio y TV	750	1000	1500
Ensamble de elementos de ultraprecisión componentes electrónicos	1000	1500	2000
Industria Alimenticia			
Áreas generales de trabajo	200	300	500
Procesos automáticos	150	200	300
Decoración manual, inspección	300	500	750
Fundición			
Pozos de fundición	150	200	300
Moldeado basto, elaboración basta de machos	200	300	500
Moldeo fino, elaboración de machos, inspección	300	500	750

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 27 de 165
		Código: -

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	NIVEL DE ILUMINANCIA [lux]		
	Mínimo	Medio	Máximo
Trabajo en vidrio y cerámica			
Zona de hornos	100	150	200
Recintos de mezcla, moldeo, conformado y estufas	200	300	500
Terminado, esmaltado, envidriado	300	500	750
Pintura y decoración	500	750	1000
Afilado, lentes y cristalería, trabajo fino	750	1000	1500
Trabajo en Hierro y Acero			
Plantas de producción que no requieren intervención manual	50	100	150
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	100	150	250
Puestos de trabajo permanentes de plantas de producción	200	300	500
Plataformas de control e Inspección	300	500	750
Industria del Cuero			
Áreas generales de trabajo	200	300	500
Prensado, corte, costura y producción de calzado	500	750	1000
Clasificación, adaptación y control de calidad	750	1000	1500
Taller de Mecánica y de Ajuste			
Trabajo ocasional	150	200	300
Trabajo basto en banca y maquinado, soldadura	200	300	500
Maquinado y trabajo de media precisión en banco, maquinas generalmente automáticas	300	500	750
Maquinado y trabajo fino en banco, maquinas automáticas finas, inspección y ensayos	500	750	1000
Trabajo muy fino, calibración e inspección de partes pequeñas muy complejas	1000	1500	2000
Talleres de Pintura y Casetas de Rociado			
Inmersión y rociado basto	200	300	500
Pintura ordinaria, rociado y terminado	300	500	750
Pintura fina, rociado y terminado	500	750	1000
Retoque y balanceo de colores	750	1000	1500
Fábrica de papel			
Elaboración de papel y cartón	200	300	500
Procesos automáticos	150	200	300
Inspección y clasificación	300	500	750
Trabajo de Impresión y Encuadernación de Libros			
Recintos con maquinas de impresión	300	500	750
Cuartos de composición y lectura de prueba	500	750	1000
Pruebas de precisión, retoque y grabado	750	1000	1500
Reproducción del color e impresión	1000	1500	2000
Gravado con acero y cobre	1500	2000	3000
Encuadernación	300	500	750

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 28 de 165
		Código: -

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	NIVEL DE ILUMINANCIA [lux]		
	Mínimo	Medio	Máximo
Decoración y estampado			
Industria Textil			
Rompimiento de la paca, cardado, hilado	200	300	500
Giro, embobinamiento, enrollamiento peinado, tintura	300	500	750
Balanceo, rotación (conteos finos) entretejido, tejido	500	750	1000
Costura, desmote, inspección	750	1000	1500
Talleres de Madera y Fábricas de Muebles			
Aserraderos	150	200	300
Trabajo en banco y montaje	200	300	500
Maquinado de madera	300	500	750
Terminado e inspección final	500	750	1000
Oficinas			
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación	300	500	750
Oficinas abiertas	500	750	1000
Oficinas de dibujo	500	750	1000
Salas de conferencia	300	500	750
Hospitales			
<i>Salas</i>			
Iluminación general	50	100	150
Examen	200	300	500
Lectura	150	200	300
Circulación nocturna	3	5	10
<i>Salas de examen</i>			
Iluminación general	300	500	750
Inspección local	750	1000	1500
<i>Terapia Intensiva</i>			
Cabecera de la cama	30	50	100
Observación	200	300	500
Estación de enfermería	200	300	500
<i>Salas de operación</i>			
Iluminación general	500	750	1000
Iluminación local	10000	30000	100000
<i>Salas de Autopsia</i>			
Iluminación general	500	750	1000
Iluminación local	5000	10000	15000
<i>Consultorios</i>			
Iluminación general	300	500	750
Iluminación local	500	750	1000
<i>Farmacia y Laboratorios</i>			

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 29 de 165
		Código: -

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	NIVEL DE ILUMINANCIA [lux]		
	Mínimo	Medio	Máximo
Iluminación general	300	400	750
Iluminación local	500	750	1000
Almacenes			
<i>Iluminación general:</i>			
En grandes centros comerciales	500	750	
Ubicados en cualquier parte	300	500	
Supermercados	500	750	
Colegios			
<i>Salones de clase</i>			
Iluminación general	300	500	750
Tableros para emplear con tizas	300	500	750
Elaboración de planos	500	750	1000
<i>Salas de conferencias</i>			
Iluminación general	300	500	750
Tableros	500	750	1000
Bancos de demostración	500	750	1000
Laboratorios	300	500	750
salas de arte	300	500	750
Talleres	300	500	750
Salas de asamblea	150	200	300

Tabla 3.1 Niveles de iluminancia

Los niveles de iluminancia para escenarios deportivos se presentan en la tabla 3.2.

TIPO DE DEPORTE	ILUMINANCIA HORIZONTAL [lux]		Uniformidad E_{min}/E_{med}	
	Distracción y entretenimiento	Competición	Distracción y entretenimiento	Competición
Fútbol	75	200 - 600 *	1 : 3	1 : 1,5
Baloncesto	75	400 - 600	1 : 3	1 : 1,5
Voleibol	75	400 - 600	1 : 3	1 : 1,5
Gimnasia	75	150	1 : 2	1 : 1,5
Béisbol	200	400	1 : 2	1 : 1,5
Natación	200	400	1 : 2	1 : 1,5
Saltos de trampolín	200	500	1 : 2	1 : 1,5
Patinaje (interior)	150	300	1 : 3	1 : 1,5
Patinaje (exterior)	75	150	1 : 3	1 : 1,5
Tenis	200	400 - 600 *	1 : 2	1 : 1,5
Bolera	200	200	1 : 2	1 : 2
Tiro	150	150	1 : 3	1 : 3

Tabla 3.2 Niveles de iluminancia para escenarios deportivos

* Depende de la distancia máxima entre espectadores y el centro del terreno.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 30 de 165
		Código: -

En diseños particulares para deportes que no se encuentren en la lista, dicho proyecto debe ser revisado y aprobado por la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

3.1.2 Salidas necesarias

El número de salidas necesarias para instalaciones eléctricas internas se establece en la parte C de la sección 210 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.

Las salidas para artefactos específicos deben instalarse a menos de 1,80 m del lugar destinado para el artefacto.

Se deben instalar salidas de tomacorrientes de modo que ningún punto medido horizontalmente esté a más de 1,80 m de un tomacorriente en ese espacio, incluyendo cualquier pared de 0,6 m o más de ancho. En la cocina el circuito o circuitos ramales de 20 A para pequeños artefactos, deben alimentar todas las salidas de tomacorrientes y refrigeradores. Se deben instalar salidas de tomacorriente en los mostradores de cocinas y comedores, en cada espacio de pared de 0,3 m o más, ningún punto debe quedar a más de 0,6 m de una salida, y deben estar ubicadas a no más de 0,5 m por encima del mostrador (mesón de cocina).

Se debe instalar como mínimo un tomacorriente para lavadora y plancha.

Se debe instalar por lo menos un tomacorriente en la pared adyacente a cada lavamanos, estén o no en un cuarto de baño.

Todos los tomacorrientes deben ser con polo a tierra y polarizados.

Un tomacorriente sencillo instalado en un circuito ramal individual, debe tener una capacidad de corriente no menor a la de dicho circuito.

Se deben instalar salidas para alumbrado con un interruptor de pared en cada cuarto habitable, así como en cuartos de baño, recibidores, escaleras, garajes y en el exterior de las entradas. El interruptor debe quedar junto al picaporte de la puerta de acceso.

Para el caso de usuarios no residenciales, las salidas serán determinadas en cada proyecto de manera particular.

3.1.3 Circuitos ramales

Las generalidades para la determinación de los circuitos ramales en las instalaciones eléctricas internas se establecen en las secciones 210, 220 y 225 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.

Las instalaciones internas serán atendidas por circuitos ramales derivados de tableros de distribución.

Los circuitos ramales para motores y en general los conductores de alimentadores, protecciones, protecciones contra sobrecargas, centros de control y controladores, puestas a tierra, medios de desconexión y demás generalidades, se tratan en la sección 430 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.

Los circuitos ramales se deben clasificar según la capacidad de corriente máxima o según el valor de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente. La clasificación de los circuitos ramales que no sean individuales debe ser de 15, 20, 30, 40 y 50 A.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 31 de 165
		Código: -

El conductor de neutro de un circuito ramal se debe identificar mediante un color continuo blanco o gris natural.

Los tomacorrientes deben satisfacer la tensión y corriente para las cuales fueron diseñados y destinados. Además, deben tener claramente identificados los polos de las fases mediante letras, así como los terminales de neutro y tierra.

En los tomacorrientes monofásicos el terminal plano más corto debe ser el de la fase. Además las conexiones a los conductores del alambrado del circuito correspondiente deben estar claramente diferenciadas para cada conductor.

Todos los tomacorrientes monofásicos de 15 A y 20 A, a 125 V instalados en lugares adyacentes a los lavamanos, en garajes, en exteriores, en sótanos, cocinas y lavaplatos, deben ofrecer protección diferencial mediante interruptor de circuito por falla a tierra y de actuación rápida.

Los circuitos ramales deben cumplir con las especificaciones dadas en la tabla 3.3.

Corriente nominal del circuito	Capacidad del circuito				
	15 A	20 A	30 A	40 A	50 A
Conductores (Calibre mínimo)*:					
Alambres del circuito	2,08 (14)	3,3 (12)	5,25 (10)	8,36 (8)	13,29 (6)
Salidas derivadas	2,08 (14)	2,08 (14)	2,08 (14)	3,3 (12)	3,3 (12)
Protección contra sobrecorriente	15 A	20 A	30 A	40 A	50 A
Dispositivo de salida:					
Portabombillas permitidos y capacidad nominal del tomacorriente	Cualquier tipo	Cualquier tipo	Servicio pesado	Servicio pesado	Servicio pesado
Carga máxima permisible	15 A máx.	15 o 20 A	30 A	40 o 50 A	50 A
Carga permisible	80 % de corriente nominal del circuito ramal para equipo conectado por cordón y clavija, y 50 % de corriente nominal del circuito ramal para el equipo de utilización fijo.		80 % de corriente nominal del circuito ramal para equipo conectado por cordón y clavija.	Equipos de cocina fijos. Unidades de alumbrado fijas (servicio pesado), unidades de calefacción y otros equipos en lugares que no sean viviendas.	

Tabla 3.3 Resumen de requisitos de los circuitos ramales

* Conductores en cobre con sección transversal en mm² y dentro del paréntesis el calibre AWG equivalente.

Los cálculos de carga mínima de alumbrado por metro cuadrado de superficie del suelo, para unidades de vivienda debe ser de 32 VA/m², 1500 VA por cada circuito ramal bifilar para pequeños artefactos y 1500 VA por cada circuito ramal bifilar para lavadora y plancha. En las salidas de tomacorrientes, cada tomacorriente sencillo o múltiple de un puente se debe considerar a no menos de 180 VA.

Se deben instalar circuitos ramales para alumbrado y artefactos, incluidos artefactos a motor, cargas no específicas, pequeños artefactos y lavadoras. El número mínimo de circuitos ramales se debe establecer a partir de la carga total calculada y la capacidad nominal de los circuitos utilizados.

Debe existir uno o más circuitos ramales de 20 A para pequeños artefactos y para todas las salidas de tomacorrientes para pequeños artefactos, y se le asignará una carga de 1500 VA por cada ramal, para realizar los cálculos del alimentador. Además, debe existir al menos un circuito ramal de 20 A para

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 32 de 165
		Código: -

conectar solamente las salidas de tomacorrientes para lavadora y plancha, asignándose una carga de 1500 VA, para realizar los cálculos del alimentador.

El conductor del neutro tendrá el mismo calibre del conductor de fase, excepto cuando se trate de circuitos tetrafilares balanceados, en cuyo caso se podrá seleccionar un calibre equivalente al 70% del de los conductores de fase.

Cuando dos circuitos ramales sean de diferente fase y vayan por un ducto común se podrá utilizar un solo conductor de neutro. En este caso el calibre de conductor del neutro será el mismo del conductor de fase de mayor calibre.

3.1.4 Tableros o paneles de distribución

Además de lo estipulado en esta norma, el Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050 en su sección 384 presenta las generalidades sobre cuadros y paneles de distribución.

Los tableros de distribución tendrán la capacidad para alojar la totalidad de circuitos ramales derivados de ellos, de tal manera que cada circuito ramal tenga una protección contra sobrecorriente independiente.

La distribución de las fases en las instalaciones trifásicas debe ser A, B y C, desde el frente hacia atrás, de arriba abajo o de izquierda a derecha vista desde la parte delantera del tablero de distribución.

Todos los circuitos de un panel de distribución y sus modificaciones se deben identificar de manera legible en cuanto a su funcionalidad o uso, en un directorio situado en la puerta del panel o en su interior.

En un tablero de automáticos no se deben instalar más de 42 dispositivos de sobrecorriente (además de los del alimentador) para circuitos ramales de alumbrado y artefactos. Además se debe dejar un 30 % de los puestos del tablero para reserva.

Cada circuito de derivación debe disponer de un terminal de salida para la conexión de los conductores de neutro y tierra requeridos. Debe indicarse la tensión de trabajo del tablero y la capacidad de corriente de los barrajes de las fases, el neutro y la tierra.

Los paneles de los cuadros de distribución deben ser de material no combustible y resistente a la humedad.

Los tableros de distribución se instalarán a una altura aproximada de 1,40 m tomando como referencia el piso final y la base del tablero, de tal manera que la tapa quede a ras con el acabado final de la mampostería y vertical con el piso.

Todos los ductos que lleguen o salgan de tableros de distribución deben fijarse a estos mediante boquillas y contratueras metálicas.

Se elaborará un cuadro de carga por cada tablero de distribución, en el que se consignará para cada circuito la información indicada a continuación:

- Cantidad de salidas para alumbrado normal.
- Cantidad de salidas para tomacorriente normal.
- Cantidad de salidas especiales.
- Cantidad de salidas para motor.
- Carga instalada por fase, en vatios.
- Carga instalada total, en vatios.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 33 de 165
		Código: -

- Factor de potencia promedio.
- Carga instalada total, en voltamperios.
- Corriente de la fase más cargada.
- Tipo y calibre del conductor seleccionado.
- Protección seleccionada.

Cuando se calcule la carga sobre la base de VA por metro cuadrado, la instalación hasta el panel de distribución de los circuitos ramales debe estar prevista para alimentar cargas no menores a las calculadas. Esta carga se debe distribuir uniformemente entre los distintos ramales con varias salidas que arranquen del mismo tablero.

3.1.5 Carga instalada

El cálculo de la carga instalada se hará mediante la suma aritmética de las cargas atendidas por una alimentación común. Esta se hará mediante la metodología aplicada por el Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050, en sus secciones 220 y 225.

3.1.6 Demanda máxima unitaria

El cálculo de la demanda máxima para instalaciones eléctricas internas se hará mediante la aplicación de la metodología de carga instalada y los factores de demanda propuestos en el Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.

3.1.7 Demanda máxima

Según el artículo 220-37 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050, donde el cálculo opcional en viviendas multifamiliares o grupos de viviendas según la reglamentación de las empresas locales de energía se permite calcular la capacidad de un transformador, una acometida o un alimentador de acuerdo a la metodología opcional recomendada en el numeral 2.3.

3.1.8 Protección de edificaciones

A partir de la entrada en vigencia de las presentes normas para cálculo y diseño, en instalaciones donde se tenga concentración de personas, tales como, viviendas, oficinas, hoteles, hospitales, centros educativos, centros comerciales, supermercados, parques de diversión, industrias, prisiones o aeropuertos, deben cumplirse los requisitos aquí establecidos, para la protección contra rayos, adoptados de la NTC 4552, siempre y cuando la evaluación y nivel de riesgo así lo determinen.

La protección se debe basar en la aplicación de un Sistema Integral de Protección, conducente a mitigar los riesgos asociados con la exposición directa e indirecta a los rayos. En general, una protección contra rayos totalmente efectiva no es técnica ni económicamente viable.

Evaluación del grado de riesgo. Todo diseño de protección contra rayos debe realizarse con base en la evaluación del grado de riesgo para el sitio en particular donde se ubique la instalación.

El diseño debe realizarse aplicando el método electrogeométrico. La persona calificada, encargada de un proyecto debe incluir unas buenas prácticas de ingeniería de protección contra rayos, con el fin disminuir sus efectos, que pueden ser de tipo electromagnético, mecánico o térmico. En todos los casos se deben realizar los análisis de tensión de paso y contacto y se debe garantizar que una persona con resistencia alrededor de 1000 Ω no vaya a soportar más de 30 J.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 34 de 165
		Código: -

Los componentes del sistema de protección contra rayos deben cumplir con los siguientes requisitos:

- **Terminales de captación o pararrayos.** Cualquier elemento metálico de la edificación que se encuentre expuesto al impacto del rayo, como antenas de televisión, chimeneas, torres de comunicación, y cualquier antena o tubería que sobresalga debe ser tratado como un terminal de captación.

No se deben utilizar terminales de captación o pararrayos con elementos radiactivos.

En la siguiente tabla se presentan las características que deben cumplir los terminales de captación construidos especialmente para este fin.

TIPO Y MATERIAL DEL TERMINAL		Diámetro mínimo (mm)	Espesor mínimo (mm)	Calibre mínimo (AWG)	Ancho (mm)
VARILLA	Cobre	9,6	no aplica	no aplica	no aplica
	Bronce	8	no aplica	no aplica	no aplica
	Acero	8	no aplica	no aplica	no aplica
CABLE	Cobre	7,2	no aplica	2	no aplica
	Acero	8	no aplica	no aplica	no aplica
TUBO	Cobre	15,9	4	no aplica	no aplica
	Bronce	15,9	4	no aplica	no aplica
LÁMINAS	Cobre	no aplica	4	no aplica	12,7
	Acero	no aplica	4	no aplica	12,7
	Hierro	no aplica	5	no aplica	12,7

Tabla 3.4 Características de los terminales de captación

-**Bajantes.** Las bajantes del sistema de protección contra rayos deben cumplir los requerimientos de la tabla 3.5.

Altura de la estructura	Número mínimo de bajantes	Calibre mínimo del conductor de acuerdo con el material de este	
		Cobre	Aluminio
Menor que 25 m	2	2 AWG	1/0 AWG
Mayor que 25 m	4	1/0 AWG	2/0 AWG

Tabla 3.5 Requerimientos para los bajantes

Cada una de las bajantes debe terminar en un electrodo de puesta a tierra, estar separadas un mínimo de 10 m y estar localizados en las partes externas de la edificación.

Para efectos de la presente norma Se seleccionará el electrodo de puesta a tierra de acuerdo con la tabla 3.6, cumpliendo con los requisitos adoptados de la norma internacional IEC 60364-5-54 y del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 35 de 165
		Código: -

Tipo de Electrodo	Materiales	Dimensiones Mínimas			
		Diámetro mm	Área mm ²	Espesor mm	Recubrimiento µm
Varilla	Cobre	12,7			
	Acero inoxidable	10			
	Acero galvanizado en caliente	16			70
	Acero con recubrimiento electrodepositado de cobre	14			250
	Acero con recubrimiento total de cobre	15			2000
Tubo	Cobre	20		2	
	Acero inoxidable	25		2	
	Acero galvanizado en caliente	25		2	55
Fleje	Cobre		50	2	
	Acero inoxidable		90	3	
	Cobre cincado		50	2	40
Cable	Cobre	1,8 para cada hilo	25		
	Cobre estañado	1,8 para cada hilo	25		
Placa	Cobre		20000	1,5	
	Acero inoxidable		20000	6	

Tabla 3.6 Requisitos para electrodos de puesta a tierra

- La puesta a tierra debe estar constituida por uno o varios de los siguientes tipos de electrodos: Varillas, tubos, placas, flejes o cables.
- Los fabricantes de electrodos de puesta a tierra, deben garantizar que la resistencia a la corrosión de cada electrodo, sea mínimo de 15 años contados a partir de la fecha de instalación, e informar al usuario si existe algún procedimiento específico que debe ser tenido en cuenta para su instalación.
- El electrodo tipo varilla o tubo debe tener mínimo 2,4 m de longitud, y estar identificado con el nombre del fabricante, la marca registrada y sus dimensiones. Esto debe hacerse dentro los 30 cm de su parte superior.
- El espesor efectivo de los recubrimientos exigidos en la anterior tabla, en ningún punto debe ser inferior a los valores indicados.
- Los conductos, encerramientos, estructuras y otras partes metálicas de equipos eléctricos no portadores de corriente, se deben mantener alejados como mínimo a 1,8 m de los conductores de los bajantes de los pararrayos, cuando no sea posible se deben conectar equipotencialmente a dichas bajantes.
- Para la puesta a tierra de los sistemas eléctricos y equipos no se debe usar la puesta a tierra de pararrayos. Esta disposición no impide la conexión equipotencial requerida de los electrodos de puesta a tierra de distintos sistemas.

Requisitos de instalación de electrodos:

- Atender las recomendaciones del fabricante.
- Cada electrodo debe quedar enterrado en su totalidad.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 36 de 165
		Código: -

- El punto de unión entre el conductor y el electrodo debe ser fácilmente accesible y hacerse con soldadura exotérmica o un conector certificado para este uso.
- La parte superior del electrodo enterrado debe quedar a mínimo 15 cm de la superficie.

Toda instalación eléctrica debe disponer de un sistema de puesta a tierra, en tal forma que cualquier punto del interior o exterior, normalmente accesible a personas que puedan transitar o permanecer allí, no estén sometidos a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad cuando se presente una falla.

Cuando por requerimientos de una edificación o inmueble existan varias puestas a tierra, éstas se harán como se muestra en la figura 8.

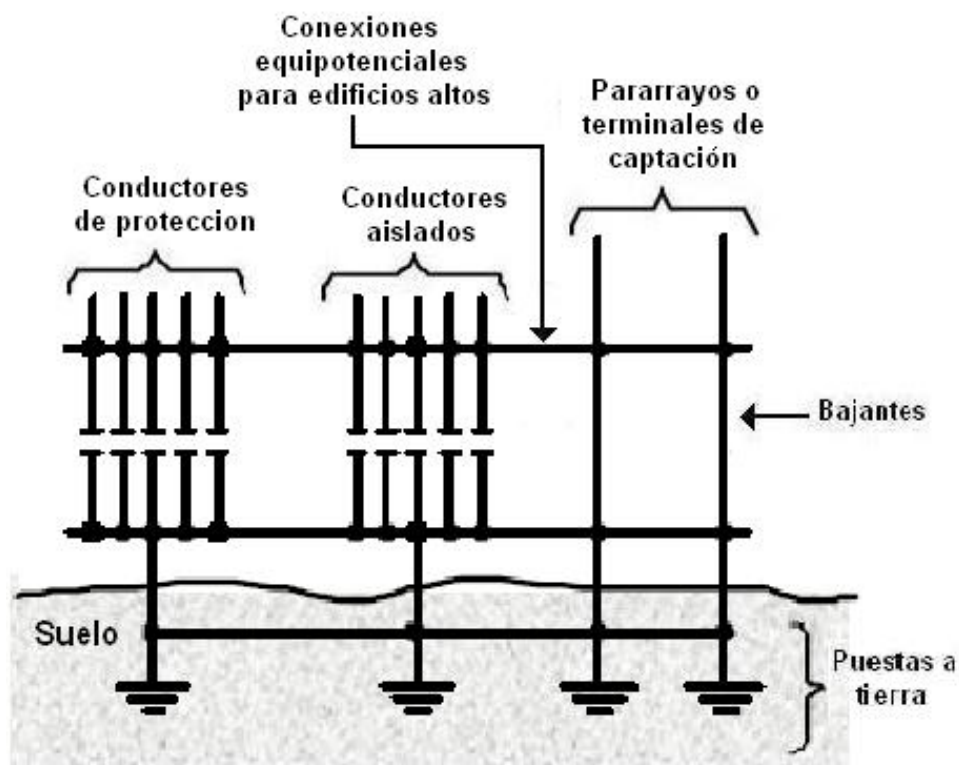



Figura 8 Sistema de puesta a tierra

Los conductores de protección son llamados también, conductores de puesta a tierra (desnudo), y los conductores aislados son conocidos como, conductores puestos a tierra (neutro). Las conexiones equipotenciales para edificios altos de la figura 8 se harán si la distancia entre tierras es menor de 1,8 m.

3.1.9 Cajas de salida

La sección 370 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050, trata de la instalación y uso de todas las cajas utilizadas para salidas, uniones o cajas de paso.

Las cajas de salida normalizadas para instalaciones internas tendrán las características de capacidad en centímetros cúbicos, dimensiones y número máximo de conductores, según la tabla 370-16a, del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050, deben tener tamaño suficiente para que quede espacio libre para todos los conductores instalados y además deben estar puestas a tierra.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 37 de 165
		Código: -

Dimensiones de la caja, tamaño comercial en mm, pulgadas o tipo.	Capacidad Mínima en cm ³	Número máximo de conductores						
		0,82 mm ²	1,31 mm ²	2,08 mm ²	3,3 mm ²	5,25 mm ²	8,36 mm ²	13,29 mm ²
		18 AWG	16 AWG	14 AWG	12 AWG	10 AWG	8 AWG	6 AWG
101,6 x 31,8 mm 4 x 1 ¼" Redonda u octogonal	205	8	7	6	5	5	4	2
101,6 x 38,1 mm 4 x 1 ½" Redonda u octogonal	254	10	8	7	6	6	5	3
101,6 x 53,9 mm 4 x 2 1/8" Redonda u octogonal	353	14	12	10	9	8	7	4
101,6 x 31,9 mm 4 x 1 ¼" Cuadrada	295	12	10	9	8	7	6	3
101,6 x 38,1 mm 4 x 1 ½" Cuadrada	344	14	12	10	9	8	7	4
101,6 x 53,9 mm 4 x 2 1/8" Cuadrada	497	20	17	15	13	12	10	6
119,1 x 31,8 mm 4 11/16" x 1 ¼" Cuadrada	418	17	14	12	11	10	8	5
119,1 x 38,1 mm 4 11/16" x 1 ½" Cuadrada	484	19	16	14	13	11	9	5
119,1 x 53,9 mm 4 11/16" x 2 1/8" Cuadrada	689	28	24	21	18	16	14	8
76,2 x 50,8 x 38,1 mm 3 x 2 x 1 ¼" De dispositivos	123	5	4	3	3	3	2	1
76,2 x 50,8 x 50,8 mm 3 x 2 x 2" De dispositivos	164	6	5	5	4	4	3	2
76,2 x 50,8 x 57,2 mm 3 x 2 x 2 ¼" De dispositivos	172	7	6	5	4	4	3	2
76,2 x 50,8 x 63,5 mm 3 x 2 x 2 ½" De dispositivos	205	8	7	6	5	5	4	2
76,2 x 50,8 x 69,9 mm 3 x 2 x 2 ¾" De dispositivos	230	9	8	7	6	5	4	2
76,2 x 50,8 x 88,9 mm 3 x 2 x 3 ½" De dispositivos	295	12	10	9	8	7	6	3
101,6 x 53,9 x 38,1 mm 4 x 2 1/8 x 1 ½" De dispositivos	169	6	5	5	4	4	3	2
101,6 x 53,9 x 47,6 mm 4 x 2 1/8 x 1 7/8" De dispositivos	213	8	7	6	5	5	4	2
101,6 x 53,9 x 53,9 mm 4 x 2 1/8 x 2 1/8" De dispositivos	238	9	8	7	6	5	4	2
95,3 x 50,8 x 63,5 mm 3 ¾ x 2 x 2 ½" De dispositivos	230	9	8	7	6	5	4	2
95,3 x 50,8 x 88,9 mm 3 ¾ x 2 x 3 ½" Caja/huero de mampostería ladrillo	344	14	12	10	9	8	7	4
FS – de prof. Mínima 44,5 mm (1 ¾"), con tapa/huero sencilla	221	9	7	6	6	5	4	2
FD – de prof. Mínima 60,3 mm (2 3/8"), con tapa/huero sencilla	295	12	10	9	8	7	6	3
FS – de prof. Mínima 44,5 mm (1 ¾"), con varias tapa/huecos	295	12	10	9	8	7	6	3
FD – de prof. Mínima 60,3 mm (2 3/8"), con varias tapa/huecos	394	16	13	12	10	9	8	4

Tabla 3.7 Cajas metálicas

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 38 de 165
		Código: -

Salvo que se trate de salidas para utilización especial, los aparatos deberán instalarse de la manera indicada a continuación, tomando como referencia el nivel final del piso y la base del aparato:

Salida	Altura mínima (m)		
	Baños	Cocina y ropas	Otras áreas
Tomacorriente normal	1,2	1,1	0,25
Interruptor	1,2	1,1	0,75
Interruptor y toma	1,2	1,1	-
Luz de aplique	1,9	2	2
Timbre	-	-	1,1

Tabla 3.8 Localización de aparatos

Se podrán utilizar cajas diferentes a las normalizadas cuando se trate de aparatos cuyas características exijan compartimientos especiales.

En los tomacorrientes y en las clavijas de artefactos con polaridad, se debe identificar el terminal destinado para su conexión al conductor neutro (blanco). Si el terminal no es visible, el orificio de entrada para la conexión se debe pintar de blanco o marcar con la palabra blanco.

3.1.10 Ductería

Las secciones 341 a 351 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050 presentan las generalidades, instalación y especificaciones de construcción de los diferentes tipos de tubos y tubería utilizados en las instalaciones eléctricas, para las cuales se debe hacer referencia.

Para la utilización de tubo subterráneo no metálico el tamaño mínimo es 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ ") y el máximo 101,6 mm (4").

Para la utilización de tubo rígido no metálico el tamaño mínimo es de 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ ") y el máximo 152,4 mm (6").

Para determinar el número máximo de conductores por ducto se debe aplicar la siguiente tabla, o referirse a las tablas de ocupación de los tubos conduit y tuberías para conductores del apéndice C del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.


Número de conductores	1	2	Más de 2
Todos los tipos de conductores	53 %	31 %	40 %

Tabla 3.9 Porcentaje de sección transversal en tubos conduit y tuberías, para el llenado de conductores

Un tramo de la tubería entre salida y salida, salida y accesorios ó accesorios y accesorios no contendrá más curvas que el equivalente a cuatro (4) ángulos rectos (360°) para distancias menores a 15 metros y un ángulo recto (90°) para distancias hasta de 45 metros (para distancias intermedias se calcula proporcionalmente). Las curvas que se ejecuten en la obra serán hechas de tal forma que el radio mínimo de la curva correspondiente sea mínimo seis (6) veces el diámetro nominal del tubo que se esté figurando.

Toda la tubería que llegue a los tableros y a las cajas, debe hacerlo en forma perpendicular a la caja.

Para empalmar tramos de tubería metálica se utilizarán uniones roscadas y se terminará en las cajas de salida con boquillas y contratueras metálicas que garanticen la libre entrada o salida de conductores.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 39 de 165
		Código: -

La tubería PVC se fijará a las cajas por medio de adaptadores terminales con contratuerca y boquilla de tal forma que garantice una buena fijación mecánica.

Cuando se utilice tubería PVC, la unión de los tramos se hará utilizando limpiador y soldadura plástica y se terminará en las cajas de salida con terminales que garanticen la libre entrada o salida de conductores.

3.1.10.1 Número máximo de conductores en tubo conduit rígido de PVC

El límite en el número de conductores por tubo conduit se muestra en la tabla 3.10.

Aislamiento	Calibre AWG ó kcmil	Tamaño comercial en milímetros (pulgadas)											
		12,7 (1/2)	19,05 (3/4)	25,4 (1)	31,8 (1¼)	38,1 (1½)	50,8 (2)	63,5 (2½)	76,2 (3)	88,9 (3½)	101,6 (4)	121 (5)	152,4 (6)
TW	14	8	14	24	42	57	94	135	209	280	361	568	822
	12	6	11	18	32	44	72	103	160	215	277	436	631
	10	4	8	13	24	32	54	77	119	160	206	325	470
	8	2	4	7	13	18	30	43	66	89	115	181	261
THW	14	5	9	16	28	38	63	90	139	186	240	378	546
	12	4	8	12	22	30	50	72	112	150	193	304	439
	10	3	6	10	17	24	39	56	87	117	150	237	343
	8	1	3	6	10	14	23	33	52	70	90	142	205
TW THW	6	1	2	4	8	11	18	26	40	53	69	109	157
	4	1	1	3	6	8	13	19	30	40	51	81	117
	3	1	1	3	5	7	11	16	25	34	44	69	100
	2	1	1	2	4	6	10	14	22	29	37	59	85
	1	-	1	1	3	4	7	10	15	20	26	41	60
	0	-	1	1	2	3	6	8	13	17	22	35	51
	00	-	1	1	1	3	5	7	11	15	19	30	43
	000	-	1	1	1	2	4	6	9	12	16	25	36
	0000	-	-	1	1	1	3	5	8	10	13	21	30
	250	-	-	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	300	-	-	1	1	1	2	3	5	7	9	15	21
	350	-	-	-	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	400	-	-	-	1	1	1	3	4	6	7	12	17
	500	-	-	-	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	600	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	8	11
	700	-	-	-	-	1	1	1	2	3	4	7	10
	750	-	-	-	-	1	1	1	2	3	4	6	10
	800	-	-	-	-	1	1	1	2	3	4	6	9
	900	-	-	-	-	-	1	1	1	3	3	6	8
	1000	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	7
1250	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2	4	6	
1500	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	3	5	
1750	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3	4	
2000	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	3	4	

Tabla 3.10 Número máximo de conductores en tubo conduit rígido de PVC

3.1.10.2 Radio de curvatura de los tubos

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 40 de 165
		Código: -

Las curvas de los tubos de metal rígido se deben hacer de modo que el tubo no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura del borde interior de cualquier curva hecha en obra no debe ser inferior al indicado en la tabla 3.11.

Tamaño comercial del tubo		Conductores sin chaqueta		Conductores con chaqueta	
mm	pulgadas	cm	pulgadas	cm	pulgadas
16	1/2	10	4	15,2	6
21	3/4	12,7	5	20,3	8
27	1	15,2	6	27,9	11
35	1 1/4	20,3	8	35,6	14
41	1 1/2	25,4	10	40,6	16
53	2	30,5	12	53,3	21
63	2 1/2	38,1	15	63,5	25
78	3	45,7	18	78,7	31
91	3 1/2	53,3	21	91,4	36
103	4	61	24	101,6	40
129	5	76,2	30	127	50
155	6	91,4	36	154,9	61

Tabla 3.11 Radio de curvatura de los tubos

3.1.11 Canaletas y bandejas

Las especificaciones sobre canaletas metálicas y no metálicas para cables se presentan en La sección 362 y las bandejas portables en la sección 318 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.

Las canaletas de cables no deben contener más de 30 conductores portadores de corriente en ningún sitio, y la suma de las secciones transversales de los conductores contenidos no debe superar el 20 % de la sección transversal de la canaleta.

Las canaletas metálicas se deben apoyar a intervalos horizontales que no superen los 1,5 m, la distancia entre soportes no debe superar los 3 m. Los soportes verticales se deben hacer a intervalos que no superen los 4,5 m.


Las canaletas no metálicas se deben apoyar a intervalos horizontales que no superen los 0,9 m, la distancia entre soportes no debe superar los 3 m y 1,2 m para tramos verticales.

Se permite utilizar bandejas portables no metálicas en zonas corrosivas y donde requieran aislamiento de tensión, y no está permitido el uso de las bandejas portables en los huecos de los ascensores o donde puedan estar sujetas a daños físicos.

3.1.12 Conductores

Los requisitos generales de los conductores y sus denominaciones de tipo, aislamiento, rótulos, capacidad de corriente nominal, usos etc., se tratan en la sección 310 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.

Los conductores en paralelo de cada fase, neutro o conductor de circuito de puesta a tierra, deben ser de la misma distancia, del mismo material conductor, del mismo calibre, tener el mismo tipo de aislamiento y terminarse de la misma manera.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 41 de 165
		Código: -

La identificación de los conductores se hará mediante el color exterior que presente como se indica en la tabla 3.12.

SISTEMA	1 Φ	1 Φ	3 Φ Y	3 Φ Δ	3 Φ Δ -	3 Φ Y	3 Φ Δ
TENSIONES NOMINALES	120 V	240/120 V	208/120 V	240 V	240/208/120 V	480/277 V	480 V
CONDUCTORES ACTIVOS	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos
FASES	Negro	Negro Rojo	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Rojo	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo
NEUTRO	Blanco	Blanco	Blanco	No aplica	Blanco	Gris	No aplica
TIERRA DE PROTECCIÓN	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde
TIERRA AISLADA	Verde Amarillo	Verde Amarillo	Verde Amarillo	No aplica	Verde Amarillo	No aplica	No aplica

Tabla 3.12 Código de colores para los conductores

Todas las líneas de puesta a tierra que se hayan dejado en las tuberías se conectarán al barraje de puesta a tierra del tablero con un tornillo por conductor.

En la conexión de conductores a los aparatos se utilizarán conectores apropiados para su calibre, de tal manera que no se requiera suplementar el conductor o disminuir el diámetro para lograr su ajuste.

3.1.12.1 Utilización de los conductores

En la tabla 3.13 se encuentran los conductores a utilizar de acuerdo al tipo de red.


Red	Utilización	Instalación	Material	Calibre mínimo (AWG)
MT	Urbana**	Aérea	ACSR	2/0
MT	Rural	Aérea	ACSR	2
MT	Urbana o Rural	Subterránea	Cu XLPE	2 (13,2 kV) - 1/0 (34,5 kV)
BT	Urbana (F)*	Aérea	Al THW	4
BT	Urbana (N)*	Aérea	ASC o ACSR	4
BT	Rural	Aérea	ACSR	4
BT	Urbana (F y N)	Subterránea	Cu THW	6
BT	Acometida	Aérea	Al, Cu TW o THW	6 (Al) - 8 (Cu)
BT	Acometida	Subterránea	Al, Cu TW o THW	6 (Al) - 8 (Cu)
BT	Internas	Ducto	Cu TW	14
AP	Urbana o rural	Aérea	Al TW	8
AP	Urbana	Subterránea	Al, Cu TW o THW	8 (Al) - 10 (Cu)

Tabla 3.13 Utilización de conductores

* (F) indica fase

* (N) indica neutro

** Para poblaciones menores a 50000 habitantes el calibre mínimo podrá ser inferior, previa aprobación por la Empresa.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA		Fecha de Aprobación:
			Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN		Página 42 de 165
			Código: -

3.1.12.2 Capacidades de corriente


Las capacidades de corriente (A) permisibles para conductores sencillos aislados para 0-2000 V nominales al aire libre y temperatura ambiente de 30 °C, se encuentran en la tabla 3.14.

Conductor		Temperatura nominal del conductor						Conductor desnudo	
		60 °C TW		75 °C THW		90 °C XLP			
Sección transv. [mm ²]	Calibre AWG o kcmil	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
0,82	18	-	-	-	-	18	-	-	-
1,31	16	-	-	-	-	24	-	-	-
2,08	14	25*	-	30*	-	35*	-	30	-
3,3	12	30*	25*	35*	30*	40*	35*	40	30
5,25	10	40	35*	50*	40*	55*	40*	55	45
8,36	8	60	45	70	55	80	60	70	55
13,29	6	80	80	95	75	105	80	100	80
21,14	4	105	80	125	100	140	110	130	100
26,66	3	120	95	145	115	165	130	150	115
33,62	2	140	110	170	135	190	150	175	135
42,2	1	165	130	195	155	220	175	205	160
53,5	0	195	150	230	180	280	205	235	185
67,44	00	225	175	265	210	300	235	275	250
85,02	000	260	200	310	240	350	275	320	250
107,21	0000	300	235	360	280	405	315	370	290
126,67	250	340	265	405	315	455	355	410	320
152,01	300	375	290	445	350	505	395	460	360
177,34	350	420	330	505	395	570	445	510	400
202,68	400	455	356	545	425	615	480	555	435
253,35	500	515	405	620	485	700	545	630	490
304,02	600	575	455	690	540	780	615	710	560
354,69	750	630	500	755	595	855	675	780	615
380,02	700	655	515	785	620	885	725	810	640
405,36	800	880	535	815	845	920	700	845	670
456,03	900	730	580	870	700	985	785	905	725
506,7	1000	780	625	935	750	1055	845	965	770
633,38	1250	890	710	1065	855	1200	960		
760,05	1500	980	795	1175	950	1325	1075		
886,73	1750	1070	875	1280	1050	1445	1185		
1013,4	2000	1155	960	1385	1150	1560	1335		

Tabla 3.14 Capacidades de corriente (A) permisibles para conductores sencillos Aislados para 0-2000 V nominales al aire libre y temperatura ambiente de 30 °C

(*) La protección máxima contra sobrecorriente no debe exceder de 15 A para el conductor # 14, 20 A para el conductor #12 y 30 A para el conductor #10 en cobre. Para conductores en aluminio el límite es de 15 A para el conductor #12 y 25 A para el conductor #10.

Para temperaturas ambientales diferentes a 30 °C se deben multiplicar los valores de corriente por los factores de corrección, de acuerdo con la tabla 3.16, de factores de corrección por temperatura.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA		Fecha de Aprobación:	
			Revisión No: 3	
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN		Página 43 de 165	
			Código: -	

3.1.12.3 Capacidades de corriente (A) permisibles para conductores aislados para 0 a 2000 V nominales. Para no más de 3 conductores en canalización, cable o directamente enterrados. Temperatura ambiente 30 °C.

Las capacidades de corriente para no más de 3 conductores en canalización, cable o directamente enterrados a 30 °C, se muestran en la tabla 3.15.

Conductor		Temperatura nominal del conductor					
		60 °C TW		75 °C THW		90 °C XLP	
Sección transv. [mm ²]	Calibre AWG ó kcmil	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
0,82	18	-	-	-	-	14	-
1,31	16	-	-	-	-	18	-
2,08	14	20*	-	20*	-	25	-
3,3	12	25*	20*	25*	20*	30*	25*
5,25	10	30	25	35*	30*	40*	35*
8,36	8	40	30	50	40	55	45
13,29	6	55	40	65	50	75	60
21,14	4	70	55	85	65	95	75
26,66	3	85	65	100	75	110	85
33,62	2	95	75	115	90	130	100
42,2	1	110	85	130	100	150	115
53,5	0	125	100	150	120	170	135
67,44	00	145	115	175	135	195	150
85,02	000	165	130	200	155	225	175
107,21	0000	195	150	230	180	260	205
126,67	250	215	170	255	205	290	230
152,01	300	240	190	285	230	320	255
177,34	350	260	210	310	250	350	280
202,68	400	280	225	335	270	380	305
253,35	500	320	260	380	310	430	350
304,02	600	355	285	420	340	475	385
354,69	700	385	310	460	375	520	420
380,02	750	400	320	475	385	535	435
405,36	800	410	330	490	395	555	450
456,03	900	435	355	520	425	585	480
506,7	1000	455	375	545	445	615	500
633,38	1250	495	405	590	485	665	545
760,05	1500	520	435	625	520	705	585
886,73	1750	545	455	650	545	735	615
1013,4	2000	560	470	665	560	750	630

Tabla 3.15 Capacidades de corriente (A) permisibles para conductores aislados para 0 a 2000 V nominales. Para no más de 3 conductores en canalización, cable o directamente enterrados. Temperatura ambiente 30 °C

(*) El régimen nominal de corriente y la protección contra sobrecorriente, para estos conductores, no debe exceder de 15 A para el calibre #14, 20 A para el calibre #12 y 30 A para el calibre #10 de cobre. En conductores de aluminio o de aluminio con recubrimiento de cobre, el límite es de 15 A para el calibre #12 y 25 A para el calibre #10.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 44 de 165
		Código: -

Para temperaturas ambientales diferentes a 30 °C se deben multiplicar los valores de corriente por los factores de corrección, de acuerdo a la tabla 3.16, de factores de corrección por temperatura.

3.1.12.4 Factores de corrección por temperatura

De acuerdo con la temperatura de trabajo se deben corregir los valores de corriente con los factores presentados en la tabla 3.16.

Temperatura Ambiente °C	Temperatura del conductor		
	60 °C TW	75 °C THW	90 °C XLP
21-25	1,08	1,05	1,04
26-30	1	1	1
31-35	0,91	0,94	0,96
36-40	0,82	0,88	0,91
41-45	0,71	0,82	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82
51-55	0,41	0,67	0,76
56-60	-	0,58	0,71
61-70	-	0,33	0,58
71-80	-	-	0,41


Tabla 3.16 Factores de corrección por temperatura

3.1.12.5 Factores de corrección para más de 3 conductores

Cuando el número de conductores portadores de corriente en un cable o canalización pase de tres, la capacidad de corriente se debe reducir como se indica en la tabla 3.17.

Número de conductores	Porcentaje de los valores de tabla
4 a 6	80
7 a 9	70
10 a 20	50
21 a 30	45
31 a 40	40
> 41	35

Tabla 3.17 Factores de corrección para más de 3 conductores


	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 45 de 165
		Código: -

3.1.12.6 Capacidades de corriente (A) permisibles para conductores desnudos en media tensión. Cables monopolares al aire libre, temperatura ambiente 30 °C, temperatura del conductor 90 °C.

Cuando se tienen conductores desnudos en media tensión se tendrá en cuenta la capacidad de corriente indicada en la tabla 3.18.

Calibre AWG ó kcmil	Conductor Desnudo	
	Cobre	Aluminio
8	90	-
7	110	-
6	130	100
5	150	120
4	180	140
3	200	160
2	230	180
1	270	200
0	310	230
00	360	270
000	420	300
0000	480	340
250	540	-
266,8	-	450
300	610	500
336,4	-	530
350	-	-
397,5	670	600
400	730	-
450	780	-
477	-	670
500	-	690
556,5	-	730
600	940	-
605	-	750
636	-	770
666,6	-	800
700	1040	-
715,5	-	830
750	1090	-
795	-	900
800	1130	-
874,5	-	950
900	1120	970
954	-	1010
1000	1300	-
1033,5	-	1060
1113	-	1110
1192,5	-	1150
1272	-	1200
1351	-	1250
1431	-	1300
1510,5	-	1340
1590	-	1380

Tabla 3.18 Capacidades de corriente (A) permisibles para conductores desnudos en media tensión

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 46 de 165
		Código: -

3.1.12.7 Capacidades de corriente permisibles para conductores aislados en media tensión. Temperatura ambiente 30 °C

Las capacidades de corriente para conductores aislados en media tensión a 30 °C se indican en la tabla 3.19.

Conductor		Cobre aislado 15 kV, Número de conductores por ducto		
Sección transv. [mm ²]	Calibre AWG ó kcmil	Tres	Seis	Nueve
33,62	2	179	156	146
42,2	1	204	177	165
53,5	1/0	232	201	188
67,44	2/0	265	228	212
85,02	3/0	302	259	241
107,21	4/0	344	294	273
126,67	250	378	322	298
152,01	300	418	355	328
177,34	350	457	387	357
202,68	400	490	414	382
253,35	500	557	468	431
304,02	600	613	513	471
380,02	750	695	579	531
506,7	1000	807	668	611

Tabla 3.19 Capacidades de corriente permisibles para conductores aislados en media tensión

Para temperaturas ambientales diferentes a 30 °C se aplican los factores de corrección por temperatura de la tabla 3.16.


3.1.12.8 Conductores de puesta a tierra

3.1.12.8.1 Puesta a tierra del neutro de subestaciones y acometidas parciales en baja tensión

El conductor del electrodo de puesta a tierra se indica en la tabla 3.20.

Calibre del mayor conductor de entrada de acometida o su equivalente para conductores en paralelo		Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra	
COBRE	ALUMINIO	COBRE	ALUMINIO
2 o menor	1/0 ó menor	8	6
1 ó 1/0	2/0 ó 3/0	6	4
2/0 ó 3/0	4/0 a 250 kcmil	4	2
4/0 a 350 kcmil	300 kcmil a 500 kcmil	2	1/0
400 kcmils a 600 kcmil	550 kcmil a 900 kcmil	1/0	3/0
650 kcmils a 1100 kcmil	1000 kcmil a 1750 kcmil	2/0	4/0
Mayor de 1200 kcmil	Mayor de 1800 kcmil	3/0	250 kcmil

Tabla 3.20 Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de c.a.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 47 de 165
		Código: -

3.1.12.8.2 Conductor de continuidad de puesta a tierra en ductos y equipos en baja tensión

Los circuitos ramales instalados en ductería no metálica llevarán un conductor de continuidad de puesta a tierra seleccionada según lo establecido en la tabla 3.21.

Capacidad nominal o ajuste del dispositivo automático de sobrecorriente antes del equipo, tubería, etc. No mayor de (Amperios)	Calibre del conductor de puesta a tierra	
	Alambre de cobre	Alambre de aluminio
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
600	1	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250 kcmil
1600	4/0	350 kcmil
2000	250 kcmil	400 kcmil
2500	350 kcmil	600 kcmil
3000	400 kcmil	600 kcmil
4000	500 kcmil	800 kcmil
5000	700 kcmil	1200 kcmil
6000	800 kcmil	1200 kcmil


Tabla 3.21 Conductor de continuidad de puesta a tierra en ductos y equipos en baja tensión

Cuando los calibres de los conductores se dimensionan para la compensación de caída de tensión, los calibres de los conductores de puesta a tierra, en caso de ser requeridos, deben ser dimensionados de la misma manera.

3.1.12.9 Constantes de regulación

3.1.12.9.1 Conductores al aire libre

Las constantes de regulación que se emplearán para conductores de aluminio aislado se dan en la tabla 3.22 y los de aluminio con alma de acero (ACSR) en la tabla 3.23.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 48 de 165
		Código: -

Aluminio aislado

tensión	(KG) baja tensión (*)				
	Cos φ	0,8	0,9	0,95	1
8 AWG		332,61	364,97	379,40	386,40
6 AWG		217,07	235,18	242,66	243,04
4 AWG		146,78	156,53	159,90	156,50
2 AWG		101,50	106,00	106,82	101,20
1 AWG		84,89	87,53	87,46	81,10
1/0 AWG		71,82	73,02	72,27	65,40
2/0 AWG		61,36	61,47	60,21	53
3/0 AWG		52,77	52,01	50,35	42,90
4/0 AWG		46,22	44,86	42,94	35,40


Tabla 3.22 Constantes de regulación para Conductores al aire libre. Aluminio aislado

Aluminio con alma de acero (ACSR)

Tensión	(KG) Baja tensión (*)					
	Cos φ	0,8	0,85	0,9	0,95	1
8 AWG		326,97	342,757	357,79	371,46	377,2
6 AWG		220,02	229,315	237,89	245,14	244,8
4 AWG		148,91	153,849	158,08	161,01	156,5
2 AWG		104,87	107,02	108,45	108,58	101,2
1 AWG		88,79	89,935	90,38	89,49	81,1
1/0 AWG		75,94	76,333	76,02	74,42	65,4
2/0 AWG		65,41	65,26	64,42	62,32	53
3/0 AWG		56,60	56,029	54,79	52,35	42,9
4/0 AWG		49,22	48,443	47,04	44,50	35,4
Tensión	(KG) Media tensión (13,2 kV)					
	Cos φ	0,8	0,85	0,9	0,95	1
4 AWG		156,11	160,1634	163,31	164,76	156,50
2 AWG		112,07	113,335	113,68	112,33	101,20
1 AWG		95,199	96,25	95,59	93,23	81,10
1/0 AWG		83,14	82,6474	81,25	78,17	65,40
2/0 AWG		72,61	71,5749	69,45	66,07	53
3/0 AWG		63,80	62,3443	60,02	56,09	42,90
4/0 AWG		56,42	54,7578	52,27	48,25	35,40
Tensión	(KG) Media tensión (34,5 kV)					
	Cos φ	0,8	0,85	0,9	0,95	1
4 AWG		156,62	160,612	163,68	185,03	156,5
2 AWG		112,58	113,783	114,05	112,60	101,2
1 AWG		96,50	96,698	95,96	93,50	81,1
1/0 AWG		63,65	83,0958	81,62	78,43	65,4
2/0 AWG		73,12	72,0233	70,02	66,34	53
3/0 AWG		64,31	62,793	60,40	56,36	42,9
4/0 AWG		56,93	55,21	52,64	48,52	35,4

Tabla 3.23 Constantes de regulación para Conductores al aire libre. Aluminio con alma de acero (ACSR)

(*)Para obtener la constante de regulación (K) se divide el valor correspondiente de la constante generalizada (KG) por el voltaje de línea al cuadrado. $K=KG/(VII)^2$.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 49 de 165
		Código: -

Nota: Las constantes obtenidas corresponden a las características mostradas en la tabla 3.24.

Nivel	Disposición	Distancia equivalente
Baja tensión	Vertical	0,25 m
Media tensión (13,2 kV)	Delta	1,33 m
Media tensión (34,5 kV)	Delta	1,44 m

Tabla 3.24 Características de disposiciones para las constantes de regulación

3.1.12.9.2 Conductores de cobre aislado en ducto no metálico

Las constantes de regulación que se emplearán para conductores de cobre aislado en ducto no metálico se dan en la tabla 3.25.

Tensión	(KG) Baja tensión (*)				
	Cos φ	0,8	0,85	0,9	0,95
14 AWG	752,235	797,3404	842,141	886,377	927,36
12 AWG	476,467	504,4656	532,18	559,367	583,52
10 AWG	302,877	320,1481	337,154	353,67	367,36
8 AWG	196,463	207,1611	217,607	227,585	234,87
6 AWG	126,254	132,6717	138,855	144,602	147,84
4 AWG	81,9997	85,7495	89,2797	92,4032	93,184
2 AWG	53,8566	55,93171	57,8007	59,2879	58,576
1 AWG	44,2823	45,7401	46,9888	47,8501	46,48
1/0 AWG	36,3697	37,37117	38,1696	38,592	36,848
2/0 AWG	30,0602	30,70733	31,1578	31,244	29,232
3/0 AWG	25,049	25,41483	25,5891	25,4085	23,184
4/0 AWG	21,012	21,15945	21,1208	20,7374	18,368
250 kcmils	18,349	18,40482	18,2864	17,8453	15,5456
350 kcmils	14,5742	14,43523	14,1286	13,5115	11,1059
500 kcmils	11,9212	11,61412	11,139	10,3527	7,7739
750 kcmils	9,65586	9,242255	8,66627	7,78946	5,18
1000 kcmils	8,50015	8,037757	7,41674	6,50182	3,8942

Tabla 3.25 Constantes de regulación para Conductores de cobre aislado en ducto no metálico

(*)Para obtener la constante de regulación (K) se divide el valor correspondiente de la constante generalizada (KG) por el voltaje de línea al cuadrado. $K=KG/(VII)^2$.

El nivel de tensión de línea es igual a la tensión en bornes del transformador menos la mitad de la regulación admitida para cargas distribuidas y menos la regulación total para cargas concentradas.

3.1.12.9.3 Factores de corrección

Los valores de la constante de regulación (K) obtenidos en los numerales 3.1.12.9.1 y 3.1.12.9.2 están dados para sistemas tetrafilares balanceados en baja tensión y balanceados en media tensión. Para otras conexiones se debe multiplicar el valor obtenido por los factores indicados en la tabla 3.26.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 50 de 165
		Código: -

Tipo de Subestación	Tipo de red		
	Monofásica (FN)	Bifilar (FF)	Trifilar (FFN)
Monofásica	8	2	2
Trifásica	6	2	2,25

Tabla 3.26 Factores de corrección para otras conexiones

3.1.13 Interruptores y portalámparas

Las disposiciones que se aplican a todos los interruptores y a los dispositivos de interrupción e interruptores automáticos que se utilicen como interruptores se presentan en la sección 380 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.

Los interruptores no se deben ubicar a una altura mayor de 2 m sobre el piso o plataforma de trabajo.

Los interruptores de uso general nunca se conectan al neutro, sino en serie con los conductores de fase.

Los interruptores conmutables se conectarán mediante el sistema de control de fase.

Un interruptor automático debe tener unas especificaciones de corriente y tensión no menor a los valores nominales de los circuitos que controla.

El interruptor general de una instalación debe tener tanto protección térmica con un elemento bimetálico o dispositivo electrónico equivalente para la verificación del nivel de corriente, como protección magnética.

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben ser fácilmente accesibles.

En la conexión del portalámpara, el neutro se coloca a la rosca.

Los portabombillas que estén conectados a un circuito ramal de 20 A nominales, deben ser del tipo de servicio pesado, y deben tener una resistencia mecánica para soportar una torsión de por lo menos 2,4 newtons metro, debido a la inserción de la bombilla.

Para el accionamiento del encendido se tendrá en cuenta la siguiente tabla:

Aparato	Encendido	Apagado
Interruptor sencillo	Arriba	Abajo
Interruptor doble o triple	Izquierda	Derecha
Interruptor y toma	Izquierda	Derecha

Tabla 3.27 Posición del interruptor en la instalación

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 51 de 165
		Código: -

4. ACOMETIDAS Y CONTADORES

En este capítulo se determinan las exigencias mínimas para selección de acometidas y contadores de energía, de acuerdo con los parámetros de diseño dados en el capítulo 2.

Los conductores y equipos de acometida para el control, protección y sus requisitos de instalación, para el cálculo de cargas de las acometidas, tienen como referencia las secciones 220 y 230 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.

4.1 CLASIFICACIÓN DE ACOMETIDAS

4.1.1 Clases de acometida

De acuerdo con la función que desempeñan, las acometidas dentro del sistema de distribución se pueden clasificar en:

- Acometida en media tensión.
- Acometida general en baja tensión.
- Acometida parcial o alimentador.

La figura A.11 muestra de manera esquemática la localización de las acometidas en el sistema.

4.1.2 Tipos de acometida

De acuerdo con la forma de construcción, las acometidas se pueden clasificar en:

- Aéreas.
- Subterráneas.

4.2 ACOMETIDAS

4.2.1 Identificación de acometidas

Los conductores de la acometida se identificarán en todos sus puntos de conexión utilizando el código de colores de la tabla 3.12.

Los conductores de las acometidas subterráneas se identificarán en todas las cajas de inspección utilizando una placa de 0,12 x 0,08 m construida en lámina acrílica con fondo negro y letras blancas en donde se indique lo siguiente:

- Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.
- Punto de arranque
- Nombre del proyecto
- Dirección del proyecto
- Nivel de tensión
- Tipo y calibre del conductor
- Capacidad instalada
- Fecha
- Nombre del contratista

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 52 de 165
		Código: -

Esta placa se fijará a los conductores de la acometida utilizando amarres plásticos.

Las acometidas subterráneas en baja y media tensión derivadas de una red aérea se identificarán en el poste utilizando una placa de 0,25 x 0,15 m construida en lámina acrílica, con fondo negro y letras blancas, en donde se indique lo siguiente:

- Acometida (Nombre del proyecto)
- Dirección del proyecto
- Circuito del que se deriva
- Nivel de tensión
- Tipo y calibre de conductor
- Nombre del constructor
- Fecha de construcción

Esta placa se fijará con cinta de acero inoxidable de 12,7 mm (½") a una altura máxima de 5 m y mínima de 4 m sobre el nivel final del terreno.

4.2.2 Acometidas en baja tensión

Los conductores no deben tener una sección transversal menor a 8,36 mm² (8 AWG) si son de cobre o a 13,29 mm² (6 AWG) si son de aluminio o cobre revestido de aluminio, excepto para lo establecido en el artículo 230-23.b y 230-31.b, del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.

Los conductores de entrada de acometida no deben presentar empalmes excepto por lo permitido en el artículo 230-46, del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.

Los cables de entrada de acometida deben estar protegidos por alguna de las siguientes maneras: Por tubo conduit de metal rígido, por tubo conduit metálico intermedio, por tubo conduit rígido no metálico adecuado para el lugar, por tubería eléctrica metálica o por otro medio aprobado.

Los cables de entrada de acometida deben ir sujetos por grapa u otro medio aprobado situado a menos de 30 cm de cada capacete, cuello de cisne o conexión a una canalización o armario (tablero).

Los conductores individuales a la vista, expuestos a la intemperie se deben montar sobre aisladores o soportes aislantes unidos a perchas, abrazaderas o algún otro medio aprobado.

Las canalizaciones de acometida deben ir equipadas con un capacete de acometida hermético a la lluvia y debe estar situado por encima del punto de sujeción de la conexión con los conductores aéreos de acometida.

La corriente nominal del conductor debe corresponder a la capacidad nominal del transformador (cuando éste sea exclusivo para la acometida) o a la demanda máxima de acuerdo con el numeral 220-37 del código eléctrico colombiano, NTC 2050.

Para sistemas trifásicos con cargas no lineales el neutro debe tener por lo menos el 173 % de área respecto de las fases.

La acometida general será trifásica, trifilar, o bifilar, dependiendo de la cantidad y tipo de contadores (trifásico, trifilar o monofásico) a instalar, buscando siempre distribuir la carga en todas las fases de la red existente.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 53 de 165
		Código: -

El alimentador en baja tensión en ductería no metálica, llevará un conductor de continuidad de puesta a tierra seleccionado, según lo establecido en el numeral 3.1.12.8.2.

4.2.2.1 Acometida general aérea

Los estribos de derivación para acometidas deben conectarse a la red mediante conectores de compresión (“ponchado”). Las acometidas no se deben conectar al estribo directamente “entizado”, ni mediante conector de ranuras paralelas. Estas se deben conectar mediante conectores tipo cuña.

Los estribos se diseñarán con capacidad de corriente nominal equivalente a un 150 % de la demanda máxima de todas las acometidas a conectar, con un calibre mínimo No 4 AWG en aluminio.

Las dimensiones del estribo y su instalación pueden observarse en la figura A.12.

Las acometidas aéreas en baja tensión se derivarán del estribo sujetas por una percha portaislador (ver figura A.31). A la llegada se sujetará por una grapa en el tubo conduit metálico galvanizado que estará empotrado una tercera parte de su longitud total, como mínimo.

Este tubo metálico que sirve también de ducto para los conductores de la acometida, se protegerá contra la humedad con un capacete metálico en su extremo superior, y deberá ir hasta el tablero de acometida.

Los conductores aéreos de acometidas de no más de 600 V nominales, deben guardar las siguientes distancias mínimas medidas desde el suelo, según el artículo 230-24 b), del Código Eléctrico Colombiano:

- 3 m en la acometida y en el punto más bajo del bucle de goteo en la entrada eléctrica al edificio y en zonas y aceras accesibles a personas.
- 3,6 m sobre edificios residenciales, accesos vehiculares y zonas comerciales no sujetas a tráfico de camiones y donde la tensión esté limitada a 300 V. Si la tensión es superior a 300 V la distancia será de 4,6 m.
- 5,5 m sobre calles, callejones, avenidas o carreteras públicas, tráfico con camiones, zonas de cultivo, césped, bosques y huertos.

Ningún vano de acometida general podrá tener una longitud superior a los 30 metros.

4.2.2.2 Acometida general subterránea

La construcción de ductos y cajas para acometidas subterráneas en baja tensión se hará siguiendo lo establecido en el numeral 4.5.1.

Cuando la acometida subterránea se derive de una red aérea, se construirá con estribos de acuerdo con lo especificado en el numeral 4.2.2.1. En este caso el ducto bajante se protegerá en su extremo superior con un capacete metálico, se fijará a la postería de la red con un mínimo de tres amarres en cinta de acero inoxidable de 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ ”) y llevará un recubrimiento en concreto de 175,77 kg/cm² (2500 p.s.i), que proteja la base del ducto desde el codo hasta una altura mínima de 0,5 m por encima del nivel final del terreno y en toda la extensión desde el codo hasta la primera caja de inspección con un espesor mínimo de 0,1 m, cuando el codo sea plástico, el ducto bajante se debe aterrizar solidamente a tierra. Como mínimo la acometida general subterránea tendrá una caja de inspección, localizada en la base del poste del punto de derivación y por fuera del predio correspondiente.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 54 de 165
		Código: -

La acometida se derivará mediante conectores de compresión (“ponchado”) apropiada para el calibre y material de los conductores, recubiertos con resina o cinta autofundente. No se permite la conexión directamente “entizada”, ni mediante conectores de tornillo.

La acometida será subterránea para instalaciones con demanda máxima superior a 35 kVA.

4.2.2.3 Acometida parcial (alimentador)

Para una sola acometida parcial, el calibre del conductor será el mismo que el de la acometida general.

Cuando exista más de una acometida parcial, el calibre del conductor lo determinará la correspondiente carga, y que cumpla lo establecido en el numeral 2.1.4.2.

Cada una de las acometidas parciales debe ser canalizada por ductería independiente.

Los conductores del alimentador deben estar protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente conectados en el punto en que los conductores reciben su alimentación, excepto lo que permitan los apartados b) hasta m) del numeral 240-21 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.

La carga del neutro del alimentador debe ser la carga neta máxima calculada entre el neutro y cualquier otro conductor no puesto a tierra, excepto en sistemas de dos fases trifilares derivados de sistemas penta-filares en los que la carga así obtenida se multiplicara por 140 %. Para los sistemas de c.c. o monofásicos de c.a. trifilares, trifásicos tetrafilares, se permite un 70 % de la carga en desequilibrio superior a 200 A. No se debe reducir la capacidad de corriente del neutro para cargas no lineales alimentadas con un sistema trifásico tetrafilar en estrella.

4.2.3 Acometidas en media tensión

El calibre mínimo de los conductores para la acometida se seleccionará siguiendo lo establecido en el numeral 3.1.12.1.

Para acometidas subterráneas en media tensión y cuando la acometida se constituye en parte de una red de distribución, el calibre del conductor será el mismo del de la red.

4.2.3.1 Acometida aérea

La instalación de estructuras para acometidas aéreas en media tensión se hará siguiendo lo establecido en el capítulo 5.

Las protecciones de la acometida se colocaran en una cruceta independiente. Cuando la distancia mínima de aislamiento lo permita, se podrá utilizar la misma crucetería de la acometida para colocar las protecciones, utilizando dados móviles construidos en ángulo metálico de las mismas características de la crucetería que conforme la estructura de la acometida.

La conexión a la red se hará con conectores apropiados para el calibre y material de los conductores.

4.2.3.2 Acometida subterránea

La construcción de ductos y cajas para acometidas subterráneas en media tensión se hará siguiendo lo establecido para redes subterráneas en el numeral 4.5.1.

Para conectar el cable aislado se utilizará el terminal de bayoneta para la conexión al medio de seccionamiento y/o cortacircuito.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 55 de 165
		Código: -

Cuando una acometida subterránea se derive de una red aérea, se colocarán las protecciones de manera similar a lo establecido en el numeral 4.4, pero utilizando crucetería independiente a la de la red. En este caso el ducto bajante, se protegerá en su extremo superior con un capacete metálico, se fijará a la postera de red con un mínimo de cuatro amarres en cintas de acero inoxidable de 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ ") y llevará un recubrimiento en concreto de 175,77 kg/cm² (2500 p.s.i), que proteja la base del ducto desde el codo hasta una altura mínima de 0,5 m por encima del nivel final del terreno y en toda la extensión desde el codo hasta la primera caja de inspección con un espesor mínimo de 0,15 m.

Todas las terminaciones de los cables en las acometidas subterráneas se harán con terminales premoldeados apropiadas para el calibre, material y nivel de tensión de los conductores. Las pantallas de los cables se pondrán a tierra en los extremos que tengan protección contra sobretensiones, conectando los bornes de tierra de las terminales premoldeadas con el cable de empalme de los dispositivos de protección contra sobretensión por el camino más corto posible.

En la instalación de los cables se dejarán bucles de 1 m por debajo del nivel del capacete en el ducto aéreo. En las cajas de inspección se dejarán bucles que permitan a los cables descansar libremente sobre los soportes incrustados en la pared de la caja, bajando por las paredes de la caja, lo que en la práctica equivale a una longitud de aproximadamente 1 m adicional a lo requerido para pasar por la caja.

4.3 PUESTA A TIERRA DE ACOMETIDAS

Se conectarán a tierra los siguientes elementos:

Neutro de la acometida, tablero (armario) de medidor, tablero (panel) de distribución y toma de tierra del contador.

Las acometidas para contadores se pondrán sólidamente a tierra a través de un conductor como se especifica en la tabla 3.20. En el caso de contadores individuales la puesta a tierra de servicio se derivará del conductor de neutro a la entrada del contador mediante conector de presión apropiado para el calibre y material de los conductores y el electrodo de puesta a tierra se seleccionará de acuerdo con la tabla 3.6.

4.4 PROTECCIÓN Y MANIOBRA DE ACOMETIDAS

4.4.1 Acometidas aéreas en media tensión

La protección de las acometidas áreas en media tensión tendrá como mínimo los elementos indicados a continuación que se seleccionarán de acuerdo con lo establecido en la tabla 4.1.

Acometidas con longitud inferior a 50 metros

No se requieren protecciones adicionales a las de la subestación.

Acometidas con longitud entre 50 y 150 metros

Para sobrecarga y cortocircuito se utilizarán cortacircuitos tipo abierto con fusible.

Acometidas con longitud superior a 150 metros

Para sobrecarga y cortocircuito se protege las acometidas con cortacircuitos tipo abierto con fusible.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 56 de 165
		Código: -

Para sobretensión (redes rurales) la protección se hará con descargadores tipo distribución.

4.4.2 Acometidas subterráneas en media tensión

La protección de acometidas subterráneas en media tensión derivadas de redes aéreas, tendrá como mínimo los equipos indicados a continuación que se seleccionan de acuerdo con lo establecido en la tabla 4.1.

Para sobrecarga y cortocircuito: Cortacircuitos tipo abierto con fusible.

Para sobretensión: Dispositivo de protección contra sobretensión tipo distribución.

Sí por algún motivo especial la acometida debe realizarse a la vista, dicha acometida irá en tubería conduit galvanizada tipo pesado.

Parámetros	Unidad	Cortacircuitos		Seccionadores bajo carga e interruptores (uso exterior)		Seccionadores bajo carga (uso interior)		Dispositivo de protección contra sobretensión	
		13,2	34,5	13,2	34,5	13,2	34,5	13,2	34,5
Tensión de servicio	kV	13,2	34,5	13,2	34,5	13,2	34,5	13,2	34,5
Tensión nominal	kV	15	36	15	36	15	36	12	30
Corriente nominal	A	100	100	400	400	400	400	-	-
Nivel básico de aislamiento BIL	kV	110	200	110	200	95	150	110	195
Tensión sostenida (1') 60 Hz.	kV	36	70	36	70	34	70	36	70
Corriente de corto circuito simétrica	kA	5	5	5	5	5	5	-	-
Corriente de corto circuito asimétrica	kA	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	-	-
Capacidad nominal de descarga	-	-	-	-	-	-	-	10	10
Máx. tensión de cebado	kV	-	-	-	-	-	-	68	121
Factor de puesta a tierra	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,8
Factor de seg. Min. de aislamiento	-	-	-	-	-	-	-	1,4	1,4

Tabla 4.1 Equipo de maniobra y protección en media tensión

4.4.3 Acometidas en baja tensión

El medio de desconexión de los conductores de acometida sin poner a tierra debe consistir en: Un interruptor automático de circuito accionable manualmente, o un interruptor manual o automático de circuito accionable eléctricamente, siempre que se pueda abrir manualmente en caso de falla en el suministro de corriente. El medio de desconexión se localiza aguas arriba del medidor en un compartimiento para su uso y con sellos de seguridad por parte de la Empresa.

Todos los conductores de acometida no puestos a tierra deben tener protección contra sobrecarga. Dicha protección debe ir en serie con cada conductor de acometida no puesto a tierra y con una capacidad de corriente nominal o ajuste no superior a la del conductor (excepciones numeral 230-90, NTC 2050).

Este dispositivo debe formar parte integral del medio de desconexión de la acometida o estar situado inmediatamente al lado del mismo.

Su capacidad de corriente nominal o ajustada se seleccionará de tal manera que sea igual o la inmediatamente superior a la capacidad nominal del transformador (cuando éste sea exclusivo para la acometida) o a la corriente correspondiente a la demanda máxima de la carga atendida.

Toda acometida subterránea derivada de una red aérea tendrá un interruptor automático que estará localizado en el punto de derivación, seleccionando su capacidad nominal de acuerdo con la demanda

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 57 de 165
		Código: -

máxima.

Cuando se trate de subcometidas o acometidas parciales derivadas de un tablero general o tablero de acometida, para varios contadores alimentados por una misma acometida general, los interruptores automáticos se localizarán a la entrada del contador “aguas arriba”.

La acometida para varios contadores, será por lo general trifásica buscando siempre distribuir la carga en las diferentes fases de la red existente. Cuando una misma fase alimente más de un contador deberá llevar un totalizador y un barraje general con capacidad nominal igual o superior a la demanda máxima.

4.5 ESTRUCTURAS PARA ACOMETIDAS

La selección de estructuras para acometidas aéreas se hará siguiendo lo establecido para las redes de distribución en el numeral 5.2.

4.5.1 Cajas y ductos para acometidas subterráneas

La selección de cajas y ductos para acometidas se hará siguiendo lo establecido a continuación.

4.5.1.1 Cajas de inspección

Las cajas de inspección deben quedar localizadas en andenes o zonas verdes y no podrán tener ningún elemento sobre ellos que impida la libre apertura de la tapa. Cuando se requiera su localización en calzadas sometidas a tráfico vehicular se revisará el diseño de la mampostería y la tapa, y se solicitará aprobación a la Empresa para su instalación con una justificación adecuada.

Las cajas para redes de media tensión serán exclusivas para un solo nivel de tensión, mientras que las cajas para redes de baja tensión podrán alojar a su vez redes de alumbrado público. En ningún caso las cajas para redes eléctricas podrán ser cruzadas por ductos o conductores de otros sistemas (por ejemplo: comunicaciones, televisión, acueducto, gas, alcantarillado, etc.).

Las cámaras de inspección se deben instalar en tramos rectos, a una distancia de separación entre cámaras de 25 m, salvo cuando existan causas debidamente justificadas que exijan una distancia mayor, por ejemplo cruce de grandes avenidas, en cuyo caso debe quedar asentado en las memorias o especificaciones técnicas del proyecto. En el caso de cruce de una vía se debe instalar una caja de inspección a cada lado de la misma. En caso de derivación de redes subterráneas, de redes aéreas, se debe instalar una caja de inspección cerca de la base del poste. En la tabla 4.2 se presentan las dimensiones de las cajas.

Red	Utilización	Medidas interiores [m]	Marco	Tapa
MT	Caja doble (*)	1,2 x 1,5 x 1	Metálico	Concreto
MT	Caja sencilla	0,7 x 1,2 x 1,17	Metálico	Concreto
MT	Tipo vehicular	1,5 x 1,5 x 1,8	Metálico	Concreto
BT	Vías públicas	0,6 x 0,6 x 0,82	Metálico	Concreto
BT	Vías privadas	0,6 x 0,6 x 0,82	Metálico	Concreto
AP	Vías públicas	0,4 x 0,4 x 0,5	Metálico	Concreto
AP	Vías privadas	0,3 x 0,3 x 0,4	Metálico	Concreto
AP	Parques	0,3 x 0,3 x 0,4	Metálico	Concreto

Tabla 4.2 Cajas de inspección

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 58 de 165
		Código: -

* En esquinas donde la Empresa lo considere necesario para futura ampliación o desarrollo o para la instalación de barrajes premoldeados, se podrá exigir la implementación de una caja doble en la construcción de acometidas subterráneas.

Los detalles de las cajas de inspección se muestran en las figuras A.15 a A.30.

El fondo de las cajas de inspección debe estar formado en su totalidad por un lecho filtrante en gravilla con un espesor de 5 cm para cajas de baja tensión, y de 10 cm para cajas de media tensión.

Cuando se requiera un diseño especial de caja de inspección, se deben cumplir las especificaciones de la sección 370 del Código eléctrico Colombiano, NTC 2050, este diseño debe ser revisado para aprobación por parte de la Empresa.

4.5.1.2 Ductería

Las características de la ductería según su utilización y el número máximo permisible de conductores por ducto se seleccionarán de acuerdo con lo establecido en el numeral 3.1.10, mientras que en la figura A.13 se pueden observar diferentes configuraciones de instalación.

En el caso de redes subterráneas se permitirán tramos con distancia máxima de 25 m. Cada tramo podrá tener hasta una curva de 90° salvo en el caso de esquinas en predios urbanos, donde necesariamente se deberá instalar una caja de inspección.

Los ductos más profundos deben descansar uniformemente sobre lechos nivelados y compactados. Se debe colocar una capa de arena de peña con un espesor mínimo de 4 cm en el fondo de la zanja. Las uniones de los ductos dentro del tendido de la ductería deben quedar traslapadas, nunca deben quedar una sobre otra. Los espacios entre ductos deben ser llenados exclusivamente con arena de peña compactada, libre de piedras.

El tendido de los ductos se ha de hacer lo más recto posible, en caso de cambio de dirección se debe construir una caja para tal efecto. Al llegar a las cajas los ductos deberán estar provistos de campanas (Ductos en PVC) ó de boquillas terminales (Ductos de acero galvanizado), ver figura A.14.

Los ductos de reserva deben taponarse a fin de mantenerlos libres de basura, tierra, etc. Como señal preventiva de presencia de ductos eléctricos instalados, se debe colocar una banda plástica adecuada para la identificación de los ductos, a lo largo de la zanja a una profundidad de 30 cm de la superficie de relleno, como se indicada en la figuras A.13.

La ductería alojará redes de un mismo nivel de tensión; en ningún caso se podrán llevar por un mismo ducto redes de baja y de media tensión. Así mismo, no se permitirá la utilización de la ductería de las redes eléctricas para alojar componentes de otros sistemas (por ejemplo: comunicaciones, televisión, acueducto, gas, alcantarillado etc.).

En los circuitos de 34,5 y 13,2 kV, el número de ductos de un banco debe ser superior al número de circuitos, en razón que deben dejarse ductos de reserva para mantenimiento de los cables y para refrigeración de los cables debe dejarse un ducto de reserva por cada dos ductos con circuitos. En el caso de circuitos de baja tensión, debe dejarse como mínimo un ducto de reserva por banco.

En las transiciones de red aérea a subterránea y viceversa se instalaran ductos metálicos galvanizados con sus respectivos accesorios.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 59 de 165
		Código: -

Cuando la acometida en media tensión sea subterránea se dejarán en el perímetro del predio colindante con vías públicas, dos ductos de reserva de tres pulgadas de diámetro y cajas de inspección en cada uno de los linderos del predio y en el punto de entrada a la subestación, salvo el caso en que ya exista una caja de inspección en el lindero del predio o que la distancia entre el lindero y la caja de entrada sea inferior a 15 metros. Los dos ductos de reserva deben llegar hasta la subestación. En el caso de no llevar cajas, los tubos deben llegar hasta el lindero.

Se podrán utilizar canaletas para las acometidas subterráneas en los predios del suscriptor, en cuyo caso se presentará el diseño para su aprobación por parte de la Empresa.

4.6 ACOMETIDA AÉREA EN CABLE CON NEUTRO CONCÉNTRICO

Para las nuevas instalaciones y para aquellas existentes, donde se han encontrado irregularidades o se requieran modificaciones del conductor de la acometida, ésta se hará en cable con neutro concéntrico para las instalaciones monofásicas bifilares o trifilares, y en cable trenzado para las trifásicas.

Los calibres y características de los cables de cobre con neutro concéntrico para acometidas monofásicas bifilares o trifilares se especifican en la tabla 4.3. Los calibres y características de los cables de cobre trenzado para acometidas trifásicas serán los especificados en la tabla 4.4.

Los cables con neutro concéntrico indicados en dichas especificaciones técnicas, estarán conformados por un conductor de neutro, cableado helicoidalmente sobre uno o dos conductores de fase aislados en polietileno y una chaqueta exterior en PVC o XLPE.

Los cables trenzados para acometidas trifásica estarán conformados por tres conductores de fase y un conductor de neutro aislados en polietileno.

Los conductores de fase y de neutro serán en cobre blando, y la chaqueta exterior de los cables terminados, en PVC o XLPE.


El calibre de los alambres que conforman el cable de acometida con neutro concéntrico o con cable trenzado, deberán ser tales que, las características sean como mínimo las correspondientes a los calibres indicados en las tablas 4.3 y 4.4.

Para acometidas que requieran de calibres superiores a los aquí especificados, se permitirá el uso de conductores sencillos o diferentes al del neutro concéntrico.

La caja para el medidor, al igual que el cable de acometida, puede ir sobrepuesta en la fachada o pared de la vivienda. Dicha caja deberá poseer un suplemento, de tal forma que entre la cara posterior de dicha caja y la pared, se asegure un espacio libre de 1 cm, para efectos de supervisión por parte de la Empresa.

4.6.1 Características del cable monofásico bifilar y trifilar

Las características de los cables monofásicos bifilares y trifilares se especifican a continuación.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 60 de 165
		Código: -

Configuración	Calibre AWG	Peso total aprox. (kg/km)	Resistencia eléctrica a 20 °C (ohm/km)	Capacidad de Corriente (A)
1 x 10 + 10	10	126	3,28	40
1 x 8 + 8	8	216	2,10	55
1 x 6 + 6	6	316	1,32	75
1 x 4 + 4	4	475	0,831	95
1 x 2 + 2	2	721	0,523	130
2 x 10 + 10	10	195	3,28	40
2 x 8 + 8	8	338	2,10	55
2 x 6 + 6	6	492	1,32	75
2 x 4 + 4	4	733	0,831	95
2 x 2 + 2	2	1107	0,523	130
2 x 8 + 10	8	309	2,10	55
2 x 6 + 8	6	445	1,32	75
2 x 4 + 6	4	657	0,831	95
2 x 2 + 4	2	989	0,523	130

Tabla 4.3 Cable con neutro concéntrico para acometida monofásica

4.6.2 Características del cable trifásico trifilar y tetrafilar

Las características de los cables trifásicos trifilares y tetrafilares se especifican a continuación.

Configuración	Calibre AWG	Peso total aprox. (kg/km)	Resistencia eléctrica a 20 °C (ohm/km)	Capacidad de Corriente (A)
3 x 8	8	344	2,12	55
3 x 6	6	501	1,34	75
3 x 4	4	744	0,840	95
3 x 2	2	1124	0,528	130
3 x 1	1	1411	0,419	150
3 x 1/0	1/0	1740	0,332	170
3 x 2/0	2/0	2153	0,263	195
3 x 3/0	3/0	2669	0,209	225
3 x 4/0	4/0	3317	0,166	260
3 x 8 + 8	8	424	2,12	55
3 x 6 + 6	6	626	1,34	75
3 x 4 + 6	4	870	0,840	95
3 x 2 + 4	2	1323	0,528	130
3 x 1/0 + 2	1/0	2055	0,332	170
3 x 2/0 + 1	2/0	2548	0,263	195
3 x 3/0 + 1/0	3/0	3167	0,209	225
3 x 4/0 + 2/0	4/0	3943	0,166	260

Tabla 4.4 Cable trenzado para acometida trifásica

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 61 de 165
		Código: -

4.7 UTILIZACIÓN Y SELECCIÓN DE MEDIDORES DE ENERGÍA

4.7.1 Medidores de energía (contadores)

El equipo de medida para un punto de conexión debe colocarse de tal forma que el punto de medición esté lo más cerca posible del punto de conexión, considerando aspectos económicos y de seguridad de la instalación.

Cuando un usuario se conecte al sistema de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., mediante un transformador dedicado, tiene la opción de conectar su equipo de medición en el nivel de alta tensión del transformador y ser considerado usuario del nivel correspondiente. En este caso el usuario debe cumplir con las normas aplicables y es, además, responsable del mantenimiento del transformador y de las instalaciones y equipos de desconexión en el lado de baja tensión.

4.7.2 Características técnicas de los equipos de medición

4.7.2.1 Requisitos generales de los equipos de medición

En la prestación del servicio público domiciliario de energía eléctrica, se controlará el factor de potencia de tal forma que para los suscriptores o usuarios no residenciales, y de los residenciales conectados a un nivel de tensión superior a uno (1), el factor de potencia deberá ser igual o superior a 0,9. La Empresa exigirá a aquellas instalaciones cuyo factor de potencia viole este límite, que instalen equipos apropiados para controlar y medir la energía eléctrica. La exigencia podrá hacerse en el momento de aprobar la conexión al servicio o como consecuencia de una revisión de la instalación del usuario.

Los medidores podrán ser monofásicos, bifásicos o trifásicos de acuerdo con la conexión a la red.

Los medidores de energía activa y reactiva, lo mismo que los transformadores de corriente y tensión, se ajustarán a las siguientes normas técnicas colombianas vigentes, o aquellas que las modifiquen o sustituyan, o las normas internacionales correspondientes:

- **Medidores de energía activa:** Los medidores de energía activa, tipo inducción y clase 0,5, 1 y 2, deben cumplir con la norma NTC 2288. Los medidores de energía activa de estado sólido y clase 0,2S y 0,5S deben cumplir con la norma NTC 2147. Los medidores de energía activa de estado sólido y clase 1 y 2 deben cumplir con la norma NTC 4052.

Se utilizarán medidores de energía activa de medida directa, cuando se tengan demandas máximas inferiores ó iguales a 45 kVA y el factor de potencia inductiva de las instalaciones sea igual ó superior a 0,9.

- **Medidores de energía reactiva:** Los medidores de energía reactiva, tipo inducción y clase 3, deben cumplir con la norma NTC 2148. Los medidores de energía reactiva de estado sólido deben cumplir con la norma IEC correspondiente.

Se utilizarán medidores de energía activa y reactiva cuando se tengan demandas máximas superiores a 45 kVA ó el factor de potencia inductiva de las instalaciones sea inferior a 0,9. La Empresa exigirá a aquellas instalaciones cuyo factor de potencia inductivo viole este límite, que instalen equipos apropiados para controlar y medir la energía eléctrica.

- **Indicadores de demanda máxima:** Los indicadores de demanda máxima, clase 1, previstos para operar como accesorios de medidores de energía activa ó reactiva, se registrarán por la norma NTC 2233.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 62 de 165
		Código: -

- **Transformadores de medida:** Los transformadores de corriente y tensión para usar con instrumentos de medición, deberán ser especificados para el ambiente donde se van a instalar, indicando temperatura ambiente máxima y mínima, altitud, tipo de instalación (interior o exterior) y ambiente (limpio o contaminado). Los transformadores de medida deberán usar valores normalizados de corriente y tensión, y deberán cumplir con las normas NTC 2205 y NTC 2207 respectivamente y someterse a los ensayos de rutina y especiales conforme a las mismas normas, y para su selección debe tenerse en cuenta lo estipulado en la norma NTC 5019.

- **Transformador de tensión (PT)**

La tensión nominal primaria del transformador de tensión debe corresponder a la tensión nominal del sistema eléctrico al cual va a ser conectado. Cuando la tensión nominal del sistema sea inferior a la tensión primaria nominal del transformador de tensión seleccionado, se permitirá su instalación siempre y cuando se garantice la exactitud en la medida.

La tensión secundaria nominal debe corresponder a los rangos de operación del medidor conectado a éste. Las tensiones secundarias normalizadas son 100 V, 110 V, 115 V y 120 V. La relación de transformación debe ser un número entero o en su defecto tener máximo un dígito decimal. La carga nominal del transformador de tensión debe seleccionarse de tal forma que la carga real del circuito secundario esté comprendida entre el 25 % y el 100 % de su valor, se permitirá que la carga conectada al transformador de tensión sea inferior al 25 % de la carga nominal siempre y cuando se cuente con un informe de laboratorio que garantice la exactitud de dichos valores. La clase de exactitud del transformador de tensión debe seleccionarse de acuerdo con el nivel de tensión del punto de conexión en el sistema eléctrico y a la carga a la cual se desea efectuar la medición de potencia y/o energía consumida.

Las clases de exactitud normalizadas son: 0,2 y 0,5 para transformadores fabricados bajo la NTC 2207 (IEC 60186), y 0,3 y 0,6 para transformadores fabricados bajo la norma ANSI/IEEE C57.13.


Los valores máximos de error se dan en la tabla 4.5.

Clase	Error de relación (\pm %) para los valores de tensión expresados en % de la tensión nominal	Error de fase (\pm minutos) para los valores de tensión expresados en % de la tensión nominal	Error compuesto (\pm %) para los valores de tensión expresados en % de la tensión nominal
	80 a 120	80 a 120	90 a 110
0,2	0,2	10	-
0,3	-	-	0,3
0,5	0,5	20	-
0,6	-	-	0,6

Tabla 4.5 Valores máximos de error para transformadores de tensión

- **Transformador de corriente (CT)**

La corriente nominal primaria del transformador de corriente se debe seleccionar de tal forma que el valor de la corriente a plena carga en el sistema eléctrico al cual está conectado el transformador de corriente, esté comprendido entre el 80 % y el 120 % de su valor. La corriente secundaria nominal del CT debe estar comprendida entre el valor de la corriente nominal y la máxima del medidor conectado a éste. Los valores normalizados de corriente secundaria nominal son 1 A y 5 A.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 63 de 165
		Código: -

La carga nominal del transformador de corriente debe seleccionarse de tal manera que la carga real del circuito secundario esté comprendido entre el 25 % y el 100 % de su valor, se permitirá que la carga conectada al transformador de corriente sea inferior al 25 % de la carga nominal siempre y cuando se cuente con un informe de laboratorio que garantice la exactitud de dichos valores. La clase de exactitud del transformador de corriente debe seleccionarse de acuerdo con el nivel de tensión del punto de conexión en el sistema eléctrico y a la magnitud de la carga a la cual se desea efectuar la medición de potencia y/o energía consumida.

Las clases de exactitud normalizadas son: 0,2, 0,2S, 0,5 y 0,5S para transformadores fabricados bajo la NTC 2205 (IEC 60044-1), y 0,3 y 0,6 para transformadores fabricados bajo la norma ANSI/IEEE C57.13.

Los valores máximos de error se dan en la tabla 4.6.

Clase	Error de relación (± %) para los valores de intensidad expresados en % de la corriente nominal					Error de fase (± minutos) para los valores de intensidad expresados en % de la corriente nominal					Error compuesto (±%) para los valores de intensidad expresados en % de la corriente nominal	
	1	5	20	100	120	1	5	20	100	120	10	100
0,2	-	0,75	0,35	0,2	0,2	-	30	15	10	10	-	-
0,2S	0,75	0,35	0,2	0,2	0,2	30	15	10	10	10	-	-
0,5	-	1,5	0,75	0,5	0,5	-	90	45	30	30	-	-
0,5S	1,5	0,75	0,5	0,5	0,5	90	45	30	30	30	-	-
0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,3
0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	0,6

Tabla 4.6 Valores máximos de error para transformadores de corriente

La corriente térmica nominal de corta duración (I_{th}) deberá seleccionarse de tal forma que no sea inferior al producto de $I_{cc} \times t^{1/2}$ es decir:

$$I_{th} \geq I_{cc} \times t^{1/2}$$

Donde I_{cc} es la corriente máxima de cortocircuito en el punto del sistema donde se va a conectar el transformador de corriente y t es el tiempo de duración del cortocircuito en segundos.

La corriente dinámica nominal (I_{dyn}) debe ser como mínimo 2,5 veces la corriente térmica nominal de corta duración (I_{th}), es decir:

$$I_{dyn} \geq 2,5 \cdot I_{th}$$

Los niveles de aislamiento deben seleccionarse teniendo en cuenta que éstos no sean inferiores a la tensión nominal primaria que establecen las tablas sobre niveles de aislamiento nominales según cada una de las normas de fabricación de los transformadores de medida correspondientes.

4.7.2.2 Precisión de los equipos de medición

Los medidores de energía activa, reactiva y transformadores de medida deben cumplir, como mínimo, con la precisión que se presenta en la tabla 4.7.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 64 de 165
		Código: -

Energía anual (MWh) por punto de medida	Clase mínima aceptada para los componentes
$E \geq 2000$	0,5 CT/PT 1 Medidor Wh 3 Medidor VARh
$300 \leq E < 2000$	1 CT/PT 1 Medidor Wh 3 Medidor VARh
$E < 300$	2 Medidor Wh

Tabla 4.7 Características y precisión de los equipos de medición

Donde:

E : Energía Activa
CT : Transformador de Corriente
PT : Transformador de Tensión

Los errores permitidos para los medidores de energía activa, reactiva, y para los transformadores de corriente y de tensión, deben cumplir con la norma NTC 5019.

4.7.2.3 Aplicación de las características técnicas de los equipos de medición

Sin perjuicio de lo dispuesto en la resolución CREG 199 de 1997, las características técnicas aquí adoptadas serán exigibles para todo equipo de medida que se instale a partir de la entrada en vigencia de la presente norma, así como para toda reposición ó reemplazo que se efectúe de los equipos de medición existentes.

4.7.2.4 Acceso a los equipos de medición

Para efectos de la lectura de los medidores, el usuario, el ó los comercializadores que lo atienden y la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., tienen acceso a los equipos de medición.

La Empresa tiene derecho a acceder a la información, ya sea por lectura directa o por consulta directa a la base de datos de registros del comercializador, para poder facturar los cargos por uso de su STR y/o SDL.

4.7.3 Registro, pruebas y sellado de los equipos de medición

4.7.3.1 Procedimiento de registro

El usuario es libre de adquirir el equipo de medición en el mercado, siempre y cuando el equipo cumpla con las características técnicas establecidas en el presente capítulo.

El equipo de medición debe ser registrado ante el comercializador correspondiente, indicando: fabricante, características técnicas, números de serie, modelo y tipo de los diversos componentes.

4.7.3.2 Pruebas de los equipos de medición

Antes de su instalación en el punto de medición, el equipo de medición deberá ser revisado, calibrado y programado por el comercializador o un tercero debidamente acreditado ante la autoridad nacional

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 65 de 165
		Código: -

competente. La Empresa tiene derecho a estar presente en esta calibración o exigir el protocolo de pruebas correspondiente.

4.7.3.3 Revisiones de los equipos de medición

La Empresa puede hacer pruebas rutinarias al equipo de medición, por iniciativa propia o por petición del usuario, para verificar su estado y funcionamiento.

En el evento en que el equipo de medición no esté dando las medidas correctas, el comercializador notificará al usuario afectado y establecerá un plazo para la calibración, reparación o reposición del equipo defectuoso. El plazo establecido no podrá ser inferior a siete (7) días hábiles, ni superior a treinta (30) días hábiles. Si el usuario no calibra, repara, o reemplaza el equipo en el plazo estipulado, el comercializador procederá a realizar la acción correspondiente a costa del usuario.

Cuando la revisión del equipo de medición haya sido solicitada por el usuario y se encuentre que el equipo está funcionando correctamente, el solicitante deberá cancelar a la Empresa los costos eficientes correspondientes.

Cada contador con sus respectivas protecciones deberá llevar un número que permita identificar claramente el respectivo usuario. Dicho número deberá hacerse con pintura indeleble sobre el contador o con una placa de acrílico de fondo negro y el número en blanco.

Todo contador para ser instalado, debe llevar el sello de revisión por parte de la Empresa.

4.7.4 Selección de medidores y transformadores de medida

4.7.4.1 Contadores de medición directa

Los contadores de medición directa se seleccionarán de acuerdo con la corriente correspondiente a la demanda máxima, de tal manera que no se exceda la corriente límite de precisión del contador.

En este caso, los contadores se localizarán a la entrada (“aguas abajo”) de la protección correspondiente.

4.7.4.2 Contadores de medición semidirecta

Los contadores de medición semidirecta serán de cinco amperios de capacidad nominal a la tensión nominal de la red, utilizando tres transformadores de corriente según lo establecido en la tabla 4.7, seleccionando su relación de transformación igual ó superior a la demanda máxima en el primario y cinco amperios en el secundario.

En este caso los transformadores de corriente se localizarán a la entrada (“aguas arriba”) del totalizador general en baja tensión. Las señales de tensión y corriente se conectarán a los contadores a través de una bornera de conexiones aprobada por la Empresa, localizada en el mismo compartimiento de los contadores.

4.7.4.3 Contadores de medición indirecta

Los contadores de medida indirecta serán de 1 ó 5 Amperios de capacidad nominal en el secundario, a la tensión nominal de la red, conectados a través de transformadores de medida según lo establecido en la tabla 4.7, para lo cual se utilizarán tres transformadores de corriente y tres de tensión si la red es trifásica tetrafilas, y dos transformadores de corriente y dos de tensión si la red es trifásica trifilar.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 66 de 165
		Código: -

En el caso de que los transformadores de medida sea tipo exterior estos se localizarán a la salida (“aguas abajo”) del medio de seccionamiento general en media tensión; si es tipo interior se localizará aguas abajo del medio de seccionamiento bajo carga, en un compartimiento exclusivo con dos puntos para tornillos portasellos. Las señales de tensión y corriente se conectarán a los contadores a través de una bornera de conexiones aprobada por la Empresa, localizada en el mismo compartimiento de los contadores.

4.7.5 Cajas para instalación de medidores de energía

Los requisitos que deben cumplir las cajas destinadas para la instalación de medidores energía eléctrica se presentan en la NTC 2958, cajas para instalación de medidores de energía eléctrica.

Las cajas para medidores se deben instalar en el exterior de los inmuebles. Se debe disponer de un espacio libre mínimo al frente de las cajas de 0,9 m, para manipulación rápida y segura de los equipos. El eje horizontal de la ventana de lectura debe estar a una altura aproximada de 1,60 m sobre el nivel final del terreno.

Las cajas deben tener todas las cuentas identificadas así como la terminal de puesta a tierra y los dispositivos de corte y protección, de acuerdo con lo establecido en el Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050, numerales 110-22 y 230-72.

En un inmueble no debe haber más de una caja para medidores, la cual no debe utilizarse como caja de paso. Para cada inmueble sólo se permite la instalación de un ducto para su acometida parcial o alimentador. No se permite la conexión de dos o más acometidas parciales o alimentadores desde un mismo medidor.

Todas las cajas para medidores deben tener en sus paredes, excepto en la pared posterior, el pretroquelado de las perforaciones para el paso de las acometidas generales y parciales, como se muestra en la tabla 4.8.

Nº de cuentas	Nº de perforaciones	
	Ø 50,8 mm	Ø 25,4 mm
1	1	1
2	1	2
3	1	4

Tabla 4.8 Número de perforaciones para el paso de acometidas

Cuando una fase alimente más de un contador se deberá utilizar un armario para medidores, de acuerdo con lo definido en el numeral 4.4.3.

Las dimensiones mínimas para las cajas se presentan en la tabla 4.9.

CANTIDAD DE CUENTAS	ALTURA h [cm]	ANCHO w [cm]	PROFUNDIDAD p [cm]	
1	40	50	20	Tipo A
	52	28	19	Tipo B
2	40	60	20	Tipo A
3	70	100	20	Tipo A

Tabla 4.9 Dimensiones mínimas para las cajas

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 67 de 165
		Código: -

Las cajas para contadores deben construirse mínimo de lámina de acero calibre 18 (cold rolled), de fibra de vidrio u otros materiales sintéticos. No se acepta madera. Las ventanas de inspección deben ser de vidrio de seguridad con espesor mínimo de 4 mm, y unas dimensiones mínimas de 250 mm de ancho por 120 mm de altura.

Toda caja debe tener soldada en su base interior un tornillo de 9,5 mm por 19,1 mm, con su respectiva tuerca y un agujero con un diámetro de 19,1 mm a no más de 60 mm del tornillo, dotada con una boquilla para facilitar el paso del conductor que se conectará al electrodo de puesta a tierra.

Toda caja para medidores debe tener un compartimiento para el medio de seccionamiento y protección con tapa en acrílico transparente y sus respectivos tornillos para sellado por parte de la Empresa. El compartimiento para el medidor de energía también debe llevar tapa en acrílico transparente.

Las dimensiones y características de las cajas se indican en las figuras A.32 y A.33.

Cuando se requiera la instalación de cajas para medidores diferentes a las aquí especificadas, se debe presentar diseño y justificación para aprobación por parte de la Empresa.

4.7.6 Tableros o armarios para instalación de medidores de energía

Los requisitos que deben cumplir los armarios destinados para la instalación de medidores de energía eléctrica se presentan en la NTC 3444.

Los armarios no pueden estar localizados debajo de escaleras ni empotrados en la pared. Se debe disponer de un espacio libre que permita la apertura de las puertas (120° mínimo), y deben estar a una altura sobre el nivel del piso mínima de 5 cm. Los armarios deben tener identificadas todas las cuentas así como la terminal de puesta a tierra y los dispositivos de corte y protección, de acuerdo en lo establecido en el Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050, numerales 110-22 y 230-72.

El armario debe contener entre 4 y 24 contadores, incluyendo las reservas.

Los armarios deben fabricarse en lámina de acero calibre 16 (cold rolled) mínimo, en fibra de vidrio o en otros materiales sintéticos. Las ventanas de inspección deben fabricarse en vidrio o acrílico con espesor mínimo de 4 mm. La altura máxima permitida para los armarios para la instalación de medidores deberá ser de 2,2 m y una profundidad mínima de 0,4 m.

El interior del armario debe estar dividido en tres compartimentos, separados por una lámina de 16 USG mínimo, y determinados para su uso de la siguiente manera:

En el compartimiento de corte y protección, se deben instalar los interruptores automáticos, los cuales pueden estar situados en la parte superior o inferior del armario. Este compartimiento debe estar provisto de doble frente en acrílico transparente de un espesor mínimo 5 mm y con tornillos adecuados para sellos por parte de la Empresa. Estos interruptores automáticos se utilizarán como medio de protección, y la desconexión del servicio al usuario por parte de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P es mediante un sistema de bloqueo previamente aprobado por la Empresa. Cada interruptor automático debe estar identificado con el número de cuenta a la que pertenece.

El compartimiento para los contadores de energía eléctrica, deberá estar ubicado en la parte central del armario, allí deben colocarse máximo tres bandejas, cada una con una altura de 30 cm y una longitud en función de la cantidad de medidores que se quieran instalar.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 68 de 165
		Código: -

El compartimiento para el totalizador y barraje, debe estar situado en la parte superior o inferior del armario, el barraje debe colocarse de tal manera que tenga fácil acceso para su inspección y mantenimiento. Las barras deben estar pintadas para la adecuada identificación de las fases y la separación mínima entre barras debe ser la indicada según el numeral 384-36 y la tabla 384-36 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050. El barraje general debe instalarse en forma escalonada, colocando el neutro en la parte superior y más cercana al fondo del armario, la distribución de las barras correspondientes a las fases A, B y C, se debe hacer desde el frente hacia atrás, de arriba a abajo o de izquierda a derecha tomando como referencia el frente del armario. El barraje debe montarse sobre aisladores de soporte, a la vista y protegido en toda su longitud contra contactos accidentales, por medio de una cubierta transparente aislante, tipo acrílico mínimo de 5 mm de espesor, removible frontalmente. Además, debe poseer dos puntos con pines portasellos localizados diametralmente opuestos. No se aceptan barrajes sin dicha protección.

Se debe utilizar una puerta para armarios de hasta 12 cuentas y dos puertas para 13 cuentas en adelante. La puerta debe tener una ventana de inspección por cada hilera de medidores que contenga el compartimiento, la cual será de 28 cm de altura y una longitud apropiada al número de medidores que se instalen.

Dentro del compartimiento de interruptores se debe instalar una platina de cobre para conexión a tierra del mismo, con capacidad no menor a 200 A.

Cuando el armario tenga piso, éste debe tener una perforación con un diámetro de 19,1 mm, dotada con una boquilla, para facilitar el paso del conductor que se vaya a conectar al electrodo de puesta a tierra.

Tanto el neutro como la estructura del armario deben estar conectados a tierra.

Cuando se trate de tableros instalados en el mismo local de la subestación, se debe tener en cuenta lo establecido en el numeral 6.4.

Las dimensiones y distribución de los elementos en el armario se indican en las figuras A.34 y A.35.

Cuando el tablero forme parte de una subestación capsulada se tendrá en cuenta lo establecido en el numeral 6.4.1.2.

Los tableros llevarán placas construidas en lámina acrílica u otro material resistente y en letra legible para la identificación en los pines de corte, contadores y automáticos de cada suscriptor.

4.7.7 Regletas para contadores

El cableado se hará utilizando como mínimo conductor de Cobre TW calibre N° 12 para la señal de corriente y N° 14 para la señal de tensión, siguiendo el código de colores indicado en la tabla 3.11.

Todo medidor que requiera la instalación de transformadores de medida, la conexión se realizará mediante la utilización de regleta de conexiones.

4.7.8 Contador general para áreas comunes

En aquellas edificaciones donde se requiera medir el consumo de las áreas comunes, se deberá instalar un medidor general (activa, o activa y reactiva) que registre el consumo total de la instalación. La energía de las áreas comunes se facturará como la diferencia entre el registro de éste medidor, y el registro de los demás contadores existentes.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 69 de 165
		Código: -

5. LÍNEAS Y REDES

5.1 DISEÑO ELÉCTRICO

En este capítulo se presentan las exigencias básicas para el diseño de redes de distribución en media y baja tensión. Dependiendo del área a servir, las líneas y redes pueden ser urbanas o rurales, y de acuerdo con su instalación, áreas o subterráneas.

5.1.1 Niveles de tensión

El nivel de tensión de la línea o red lo definirá la demanda máxima de la carga por atender de acuerdo con lo establecido en el numeral 2.1.1.

5.1.2 Tipo de distribución

5.1.2.1 Media tensión

La distribución urbana en media tensión será trifásica. La distribución rural en media tensión podrá ser trifásica o monofásica según el tipo de carga.

5.1.2.2 Baja tensión

Las redes de distribución urbana en baja tensión serán trifásicas tetrafilares.

Las redes de distribución rurales en baja tensión podrán ser radiales bifilares, trifilares o tetrafilares.

5.1.3 Tipo de instalación

Las líneas y redes serán por lo general aéreas, excepto en los siguientes casos:

- Estratos 4, 5 y 6.
- En separadores centrales y cruces de grandes avenidas (Media tensión).
- En aquellos sitios donde su ubicación no permita lograr las distancias mínimas de seguridad estipuladas en el numeral 2.1.10.
- En paseos comerciales.
- En sectores clasificados por la Empresa como de distribución subterránea.

Nota: Lo anterior siempre y cuando no contravenga lo dispuesto en el Plan de Ordenamiento Territorial de cada Municipio.

5.1.4 Aislamiento

El aislamiento a la tensión máxima del sistema de distribución se seleccionará de acuerdo con el nivel de tensión de servicio de acuerdo con la tabla 5.1.

Nivel	Aislamiento (kV)
Baja tensión	0,6
Media tensión 13,2 kV	15
Media tensión 34,5 kV	36

Tabla 5.1 Aislamiento para conductores

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 70 de 165
		Código: -

Los aisladores utilizados en las líneas podrán ser de porcelana, vidrio y materiales aislantes equivalentes que resistan las acciones de la intemperie (variaciones de temperatura, el viento y la corrosión). Los aisladores deben ofrecer una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos y tener una carga de rotura mínima del 80 % del conductor utilizado.

El criterio para determinar la pérdida de su función, será la rotura o pérdida de sus cualidades aislantes, al ser sometidos simultáneamente a tensión eléctrica y esfuerzo mecánico del tipo al que vaya a encontrarse sometido. Cuando se trate de líneas o redes aéreas, la selección de aisladores partirá del cumplimiento de las respectivas normas técnicas.

5.1.4.1 Aisladores

Los materiales y equipos a utilizar en el diseño de Sistemas de distribución cumplirán con las normas de fabricación aprobadas por el ICONTEC para cada caso particular.

A continuación se dan las especificaciones mínimas que se deben cumplir, así como las tablas de utilización que contribuyen a facilitar la selección y coordinación de los diferentes componentes de un sistema.


5.1.4.1.1 Para media tensión

- **Aisladores individuales** (Basado en norma ANSI C29.2 -1992, C29.5 -1984 y C29.6 -1996)

Las características de los aisladores individuales en media tensión se presentan en la tabla 5.2.

Característica	Unidad	Disco 152,4 mm (6")	Disco 254 mm (10")	Pin 15 kV	Pin 35 kV
		Retención Suspensión	Retención Suspensión	Alinea- miento	Alinea- miento
Referencia ANSI		52-1	52-3	55-4	56-3
Distancia de fuga	mm	178	292	229	533
Distancia de arco	mm	114	197	127	241
Resistencia electromecánica	kN	44	67	-	-
Resistencia al impacto	N-m	5	6	-	-
Resistencia al cantiliver	kN	-	-	13,4	13,4
Prueba de carga de rutina	kN	22	33,5	-	-
Prueba de carga sostenida	kN	27	44	-	-
Flameo de baja frecuencia en seco	kV	60	80	70	125
Flameo de baja fcia. en húmedo	kV	30	50	40	80
Flameo crítico al impulso positivo	kV	100	125	110	200
Flameo crítico al impulso negativo	kV	100	130	140	265
Tensión de perforación de baja fcia.	kV	80	110	95	165

Tabla 5.2 Aisladores individuales para media tensión

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 71 de 165
		Código: -

- **Cadena de aisladores** (Basado en procedimientos de ensayo ANSI C29.1)

Las tensiones de flameo en las cadenas de aisladores en media tensión se dan en la tabla 5.3.

Diámetro	Característica	Und	2	3	4	5	6	7	8	9	10
152,4 mm (6")	Flameo de baja frecuencia en seco	kV	120	175	225	275	-	-	-	-	-
	Flameo de baja fcia. en húmedo	kV	55	80	105	130	-	-	-	-	-
	Flameo crítico al impulso positivo	kV	200	300	385	480	-	-	-	-	-
	Flameo crítico al impulso negativo	kV	190	275	355	435	-	-	-	-	-
254 mm (10")	Flameo de baja frecuencia en seco	kV	155	215	270	325	380	435	485	540	590
	Flameo de baja fcia. en húmedo	kV	90	130	170	215	255	295	335	375	415
	Flameo crítico al impulso positivo	kV	255	355	440	525	610	695	780	860	945
	Flameo crítico al impulso negativo	kV	255	345	415	495	585	670	760	845	930

Tabla 5.3 Cadena de aisladores para media tensión

5.1.4.1.2 Para baja tensión

- **Tipo carrete** (Basado en norma ANSI C29.3 -1986)

Las características de los aisladores tipo carrete para baja tensión se dan en la tabla 5.4.

Característica	Und	76,2 mm (3")	85,73 mm (3 3/8")
Referencia ANSI		53-2	53-3
Resistencia transversal	kN	13,4	17,8
Flameo de baja frecuencia en seco	kV	25	25
Flameo baja frecuencia húmedo vertical	kV	12	12
Flameo baja frecuencia húmedo horizontal	kV	15	15

Tabla 5.4 Aisladores tipo carrete para baja tensión

- **Aisladores poliméricos de suspensión** (Basado en norma ANSI C29.1 -1982)

Las características de los aisladores poliméricos de suspensión se indican en la tabla 5.5.

Característica	Und	Clase CI-1	Clase CI-2	Clase CI-3	Clase CI-4
Longitud sección nominal	mm	330	430	525	525
Mínima distancia de fuga	mm	360	580	760	760
Resistencia Mecánica nominal	kN	45	45	45	67
Ensayo de resistencia a la tensión	kN	23	23	23	23
Resistencia a la torsión	N*m	47	47	47	47
Flameo a baja frecuencia	kV	90	130	145	145
Descarga en húmedo a baja frecuencia	kV	65	110	130	130
Flameo con impulso crítico	kV	140	215	250	250
RIV máximo a 1000 kHz	µV	10	10	10	10

Tabla 5.5 Aisladores poliméricos de suspensión

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 72 de 165
		Código: -

5.1.4.1.4 Para templetos

- **Tipo tensor** (Basado en norma ANSI C29.4 - 1989)

Las características de los aisladores tipo tensor para templetos se indican en la tabla 5.6.

Característica	Und	89,9 mm (3 1/2")	108 mm (4 1/4")	139,7 mm (5 1/2")
Utilización		B.T.	M.T. 15 kV	M.T. 35 kV
Referencia ANSI		54-1	54-2	54-3
Distancia de fuga	mm	41	48	57
Resistencia a la tensión	kN	44	53	89
Flameo de baja frecuencia en seco	kV	25	30	35
Flameo de baja frecuencia en húmedo	kV	12	15	18

Tabla 5.6 Aisladores para templetos tipo tensor

5.1.5 Selección del conductor

Todos los cálculos para selección del conductor tienen como base la demanda máxima.

Los conductores deben cumplir con las especificaciones mínimas establecidas en la tabla 3.1.12.1 para cada tipo de red, utilización e instalación.

El conductor seleccionado debe cumplir además en sus características con las restricciones de capacidad de corriente, regulación de tensión y pérdidas máximas de energía.

5.1.5.1 Capacidad térmica

Las tablas contenidas en los numerales 3.1.12.2 a 3.1.12.7, presentan las corrientes nominales de los conductores más utilizados.

El calibre del conductor del neutro se seleccionará dependiendo del tipo de la red y la subestación que lo alimenta, de acuerdo a la tabla 5.7.

Subestación	Red	Calibre conductor neutro
Trifásica	Tetrafilar	En un calibre ≥ 70 % de la capacidad amperimétrica de las fases.
Trifásica	Trifilar	En un calibre igual al de las fases.
Monofásica	Trifilar	En un calibre ≥ 70 % de la capacidad amperimétrica de las fases.
Cualquiera	Monofásica	En un calibre igual al de las fases.

Tabla 5.7 Conductor neutro para redes y subestaciones

5.1.5.2 Regulación de tensión

Para el cálculo de regulación de tensión se usará el método de momento eléctrico calculado tramo a tramo.

La regulación máxima aceptada para cada caso se encuentra en el numeral 2.1.4.

Las constantes de regulación para redes de distribución típicas se encuentran en el numeral 3.1.12.9.

En caso de alimentadores en media tensión se debe incluir en las memorias el modelo de líneas medias.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 73 de 165
		Código: -

5.1.5.3 Pérdidas de energía

Las pérdidas máximas de energía aceptadas se establecen en el numeral 2.1.5.

El cálculo debe realizarse incluyendo la red principal y los ramales secundarios teniendo en cuenta las curvas de demanda diaria, según el tipo de servicio o estrato correspondiente, que se encuentran en las figuras A.5 a A.10.

5.1.6 Protección y maniobra de líneas y redes

En general para protección y maniobra de redes en media tensión se tendrán en cuenta los criterios de selección establecidos en la tabla 4.1.

5.1.6.1 Distribución urbana en media tensión

Las redes aéreas de media tensión se protegerán en los puntos de derivación con cortacircuitos tipo abierto. Estos utilizarán hilos fusibles, seleccionados en forma selectiva con un valor igual o el más próximo normalizado a la corriente de la demanda máxima inicial que va a servir.

Cuando la red es la prolongación de una red principal de la Empresa, no se requiere la instalación de cortacircuitos en el punto de arranque siempre y cuando se mantenga el mismo tipo de conductor y calibre.

Las redes subterráneas tomadas de redes aéreas se protegerán en los puntos de derivación con cortacircuitos que utilizarán hilos fusibles seleccionados con el mismo criterio que en las redes aéreas. Para protección contra sobretensiones se utilizarán dispositivos de protección contra sobretensión localizados en el punto de derivación lo más cerca posible a los conos de esfuerzo del cable aislado.

5.1.6.2 Distribución rural en media tensión

En redes aéreas, todo circuito derivado de un alimentador principal en media tensión se protegerá con cortacircuitos tipo abierto que utilizarán hilos fusibles lentos, seleccionados, con un valor igual o el más próximo normalizado a la corriente de la demanda máxima inicial que se va a servir.

Todo alimentador primario aéreo rural en media tensión diseñado para zonas con nivel cerámico igual o superior a 70, (ver figura A.1) debe llevar cable de guarda aterrizado en todas las estructuras, de tal manera que el número de salidas por año cumpla con lo establecido en el numeral 2.1.7.

La impedancia de puesta a tierra en cada punto de aterrizaje, sin estar conectado, debe cumplir con lo indicado en el numeral 2.1.6.

Cuando una línea o red no apantallada se derive de un alimentador primario blindado con cable de guarda se utilizarán dispositivos de protección contra sobretensión tipo distribución localizados en el punto de derivación.

5.1.6.3 Redes de distribución rural en baja tensión

El neutro de las redes en baja tensión debe estar aterrizado en todas las estructuras terminales, mediante un bajante en conductor de cobre N° 4 AWG como mínimo y protegido con un tubo metálico galvanizado de 12,7 mm ($\frac{1}{2}$). La impedancia de puesta a tierra en cada punto de aterrizaje sin estar conectado, debe cumplir con lo indicado en el numeral 2.1.6.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 74 de 165
		Código: -

5.2 DISEÑO MECÁNICO

Para el diseño mecánico de líneas se tendrán en cuenta las hipótesis establecidas en el numeral 2.1.9.

5.2.1 Preliminares

5.2.1.1 Selección de la ruta

La ruta de la línea de transmisión debe ser recta y de fácil acceso, pudiendo sufrir desviaciones sólo para evitar:

- Cruces de terrenos.
- Pantanos.
- Lagos.
- Zonas de inestabilidad geológica.
- Aeropuertos.
- Bosques cuya tala no autoriza el ministerio del medio ambiente.
- Construcciones.
- Campos deportivos.

Cualquier cambio que modifique la ruta directa, debe justificarse técnica y económicamente.

La localización definitiva requiere una evaluación de las siguientes condiciones:

- Bajo costo de servidumbres.
- Bajo costo de construcción.
- Bajo costo de mantenimiento.

5.2.1.2 Perfil topográfico

El diseño de todas las líneas y redes rurales de media tensión se hará con base en el levantamiento topográfico de la ruta, el cual debe incluir una vista de planta de la poligonal y su correspondiente nivelación.

El levantamiento se podrá hacer mediante taquímetro o distanciómetro, con una precisión, en planimetría, de 1:10000, y en nivelación, de 1 segundo para ángulos por estación de armado.

Cuando el levantamiento se haga por taquimetría, se someterá a las siguientes restricciones:

- Máxima visual : 500 metros.
- Máximo ángulo vertical : 30 grados.

Deben identificarse todos los detalles que afecten de alguna manera la construcción y funcionamiento de la línea, localizados sobre el ancho de la misma, tales como:

- Cultivos que atraviesa.
- Censo de propietarios.
- Cruces con:
 - Otras líneas eléctricas.
 - Líneas de comunicaciones.
 - Vías peatonales.
 - Vías vehiculares.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 75 de 165
		Código: -

Ferrocarriles.
 Arroyos, quebradas, ríos.
 Lagos.
 Depresiones.
 Construcciones.
 Cercados, etc.

La orientación de estos detalles se definirá mediante el azimut magnético.

En aquellas zonas donde la poligonal corre lateralmente a la pendiente del terreno y ésta sea mayor del 10 %, se debe tomar nivelación de los puntos localizados perpendicularmente a la poligonal, en los sitios donde se tomen las visuales y a una distancia de 8 metros del eje de la línea.

La línea se dejará materializada sobre el terreno de la siguiente manera:

- Mojoneros de concreto:

Puntos de iniciación y terminación de la línea.
 Localización de estructuras.
 En alineamientos mayores de 1000 metros.

- Estacas de madera:

Como testigos de ángulo y de alineamiento en las desviaciones.

Se efectuarán el abscisado y la nivelación de la poligonal con base en el punto de iniciación.

5.2.1.3 Servidumbres

El diseño deberá determinar e identificar todos los daños que se requieran para la construcción, tales como:

- Tala de árboles.
- Demolición de construcciones.
- Cortes de terreno (excavaciones).

Igualmente, tendrá en cuenta que los anchos de servidumbre, tomando como eje el de la línea, constituyen servidumbre a favor de la Empresa, de acuerdo a la tabla 5.8.

Línea (kV)	Ancho de servidumbre (m)
34,5	10
13,2	5

Tabla 5.8 Servidumbre para la línea

Bajo ninguna circunstancia se debe permitir la construcción de edificaciones o estructuras en la zona de servidumbre, puesto que se genera un alto riesgo para la edificación y para quienes la ocupan.

La Empresa puede negar el servicio público domiciliario de energía eléctrica a una construcción que esté invadiendo una zona de servidumbre, por considerarse como zona de alto riesgo.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 76 de 165
		Código: -

Dentro de la zona de servidumbre queda prohibida la siembra de árboles o arbustos que con el transcurrir del tiempo alcancen a las líneas y se constituyan en un peligro para ellas. Bajo ninguna circunstancia se permite la construcción de edificaciones o estructuras en la zona de servidumbre, puesto que se genera un alto riesgo para la edificación y para quienes la ocupan.

5.2.1.4 Estudio de suelos

Un estudio tendiente a determinar la capacidad portante del terreno, la configuración morfogeológica del mismo y el nivel freático, se exigirá en los siguientes casos:

- Líneas en doble circuito en calibre igual o mayor que 4/0 AWG
- Líneas en circuito sencillo con calibre igual o mayor que 266 kcmil.

5.2.2 Conductores

5.2.2.1 Plantillado

La plantilla se elegirá para un vano regulador, efectuando el cálculo de la tensión para la condición extrema de flecha vertical. Con esta tensión se calcula el parámetro del conductor y con este la catenaria. El vano regulador obtenido se revisará sucesivamente hasta obtener una variación máxima del 5 % entre el vano regulador supuesto y el vano regulador resultante en el plantillado.

La curva deberá trazarse y recortarse sobre un medio consistente y transparente, junto con las siguientes curvas adicionales:

- Curva de tierra: distancia de seguridad a tierra.
- Curva de localización de apoyos: altura del conductor en la estructura. Se requiere trazar tantas curvas cuantas alturas de estructuras haya.
- Escala (ver numeral 8.2.4.3)
- Dimensión: se construirá para un vano no inferior al vano máximo previsto.
- Cantidad: se podrán elegir y construir varias plantillas, de acuerdo con las diferentes condiciones topográficas y/o climatológicas que se presenten en la línea.

Cuando se localicen las estructuras y se efectúe el cálculo de los vanos reguladores resultantes, se comprobará en cada caso el parámetro elegido, no pudiendo ser inferior a éste.

Para el plantillado de la línea se tendrán en cuenta las distancias mínimas indicadas en el numeral 2.1.10.

5.2.2.2 Cálculo de flechas y tensiones

El cálculo deberá tener el siguiente grado de detalle de acuerdo con el tipo de línea así:

Líneas de tensión menor o igual a 13,2 kV

- Fuerza de tendido para intervalos de 5 grados Celsius por debajo y por encima de la temperatura ambiente, para cada tramo de tendido.
- Tensión máxima de trabajo.
- Plantilla.
- Separación horizontal de conductores en cada estructura para condición máxima de flecha.
- Verificación de vano crítico.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 77 de 165
		Código: -

Líneas de distribución de 34,5 kV

- Tablas de tensiones de tendido para intervalos de 5 grados Celsius, para cada tramo de tendido, variando entre 10 y 40 grados.
- Tensiones máximas de trabajo para cada tramo de tendido.
- Tabla de flechas para cada vano individual, para intervalos de 5 grados Celsius, variando entre 10 y 40 grados.
- Vano peso en metros y kilogramos, obtenidos del plantillado para cada estructura.
- Vano viento en metros y kilogramos para cada estructura.
- Separación horizontal de conductores en cada estructura para condición de máxima flecha.
- Verificación de vano crítico.

5.2.3 Apoyos

Los materiales empleados en la fabricación de las estructuras deben presentar una resistencia elevada a la corrosión, y en el caso de no presentarla por sí mismos, deben recibir los tratamientos protectores para tal fin.

La postería para líneas y redes eléctricas debe seleccionarse por la carga de trabajo y por la de rotura, para lo cual se tomará como base lo establecido a continuación, de tal manera que se dé cumplimiento a las condiciones expuestas:

5.2.3.1 Postería y estructuras metálicas

5.2.3.1.1 Utilización de apoyos

La selección de apoyos en los diferentes tipos de red se hará con base a lo indicado en la tabla 5.9.

Red	Utilización	Material	Longitud (m)	Carga de rotura mínima (kg)
MT (34,5 kV)	Urbana	Concreto	14	750
MT (34,5 kV)	Rural	Concreto/metálico	14	750
MT (13,2 kV)	Urbana	Concreto	12	510
MT (13,2 kV)	Rural	Concreto/metálico	12	510
BT	Urbana	Concreto	8	510
BT	Rural	Concreto/metálico	8	510
AP (1)	Urbana/rural	Concreto/metálico	(2)	(2)


Tabla 5.9 Utilización de apoyos en diferentes tipos de red

- (1) Esta especificación corresponde a redes para utilización exclusiva de alumbrado público en avenidas.
(2) Serán determinados en el diseño particular.

Nota 1: No se aceptarán diseños de postería de concreto en I. Cuando se requiera postería metálica se justificará su utilización en el diseño indicando las características particulares. Las torrecillas deberán ser en su totalidad galvanizadas en caliente.

5.2.3.1.2 Postería de concreto

La postería de concreto será troncocónica y podrá tener cualquier combinación de características de las descritas en la tabla 5.10.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 78 de 165
		Código: -

Longitud total (m)	Carga de diseño o de rotura (kg)	Carga de trabajo (kg)	Diámetros (cm)	
			Cima	Base
8	510	204	14	26
	750	300	14	26
	1050	420	17	29
12	510	204	14	32
	750	300	14	32
	1050	420	19	37
14	750	300	17	38
	1050	420	19	40
	1350	540	19	40
16,5	750	300	17	41,75
	1050	420	19	43,75
	1350	540	25	49,75

Tabla 5.10 Características de postería de concreto

Por construcción

- Vibrado
- Centrifugado
- Pretensado

Por carga de rotura mínima

Medida a 20 cm del extremo superior:

- Normal : 510 kg
- Reforzado : 750 kg
- Extrarreforzado : 1050 kg

5.2.3.1.3 Postería metálica para alumbrado público

La postería metálica será construida en tubería negra con tratamiento anticorrosivo y acabado final en pintura industrial para instalación a intemperie con los espesores mínimos indicados en la tabla 5.11.

Diámetro [mm]	Espesor [mm]
50,8 (2")	2,7
76,2 (3")	3,8
101,6 (4")	4,1

Tabla 5.11 Espesor de la capa de pintura para postería metálica

Las figuras A.41, A.42, A.43 y A.44 muestran las características para la postería metálica de alumbrado público.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 79 de 165
		Código: -

5.2.3.2 Hipótesis de carga

Para diseñar un apoyo se efectuarán cálculos de comprobación para las siguientes condiciones:

- **Condición normal:** El esfuerzo de todos los conductores actuando sobre la estructura en su condición de máxima velocidad del viento.
- **Condición de conductor roto:** Se supone que el conductor más alto se ha roto en uno de los vanos adyacentes a la estructura. Los demás continúan actuando de la misma forma que en la condición anterior.
- **Condición crítica de montaje:** Para estructuras autosoportantes terminales o de anclaje, de doble circuito disposición vertical, debe comprobarse su capacidad mecánica para el caso de un solo circuito actuando sobre la estructura por un solo lado.

5.2.3.3 Factores de seguridad

Se utilizarán los valores establecidos en el numeral 2.1.8.

5.2.3.4 Esfuerzos

- Verticales:

Corresponden a:

- Peso propio de los apoyos
- Conductores
- Cables de guarda
- Crucetas
- Aisladores
- Herrajes
- Empuje vertical de templetos
- Equipos y otros

En todos los puntos de cálculo que intervengan esfuerzos verticales, se supondrá una carga adicional de 100 kg por carga viva.

- **Por viento:** los origina la presión del viento sobre los elementos en dirección horizontal y normal a ellos. En caso de estructuras en ángulo se tomarán en dirección de la bisectriz.

- **Por tensiones desequilibradas:** los origina la diferencia de tensión horizontal en una estructura de los conductores de los vanos adyacentes, por lo tanto su acción es en el sentido longitudinal de la línea.

- **Por cambio de dirección:** los originan los cambios de dirección del conductor en los apoyos en ángulo. Su sentido de aplicación se considera en el sentido de la bisectriz.

- **Por levantamiento:** se presentan en apoyos localizados en puntos topográficos bajos con respecto a los dos apoyos que lo comprenden. Estos esfuerzos no se admitirán en apoyos de alineamiento. En apoyos de ángulo y retención se evitarán en lo posible, pero de presentarse no serán superiores al 10 % del peso total de la estructura.

Para el cálculo de esfuerzos en apoyos para redes urbanas de baja tensión se asumirá una hipótesis de carga que corresponda a un parámetro de conductor en condición extrema de flecha que cumpla con una relación flecha a vano igual a 0,008.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 80 de 165
		Código: -

5.2.3.5 Gráficas de utilización

Será la representación gráfica de la magnitud de ángulo de desviación en función de la dimensión del vano viento que pueda soportar un apoyo con templetos o sin éstos.

Se requiere calcular la curva de utilización para todos y cada uno de los tipos de apoyo que se diseñen para la construcción de una línea.

5.2.3.6 Árbol de cargas

Será la representación gráfica de los esfuerzos verticales y horizontales, tanto normales como longitudinales sobre los diferentes puntos de aplicación en apoyo.

5.2.4 Templetos

Se clasifican en:

- Directo a tierra.
- Cuerda de guitarra.
- Poste a poste.
- Pie de amigo.
- En V.

En una línea debe utilizarse un solo tipo de cable para templete en cuanto a calibre y carga de rotura. Cuando un solo templete no sea suficiente, se diseñarán templetos con dos o más cables.

Los templetos para líneas y redes en media tensión deberán llevar aislador tensor.

En el caso de líneas o redes urbanas sólo se aceptarán templetos poste a poste. En caso de sobrepasar los esfuerzos mecánicos, se usarán postes reforzados ó extrarreforzados según el caso.

Se utilizarán los factores de seguridad que aparecen en el numeral 2.1.8.

Las estructuras terminales y de ángulo de las redes urbanas de distribución aérea de energía eléctrica no usarán templetos y a cambio, se empotrarán en base de concreto y con capacidad de rotura de acuerdo con el esfuerzo a que esté sometido el poste. En casos excepcionales debidamente justificados se permitirá el uso del templete tipo poste a poste.

5.2.5 Espigos

Los espigos se diseñarán para soportar los esfuerzos transversales ocasionados por el viento y los provocados por el desequilibrio de vanos.

Su curva de utilización se representará conjuntamente con la de la estructura y se tendrán en cuenta los factores de seguridad dados en el numeral 2.1.8.

5.2.6 Herrajes

Todos los herrajes que se diseñen deberán soportar los esfuerzos en las condiciones más severas de trabajo.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 81 de 165
		Código: -

Se consideran bajo esta denominación todos los elementos utilizados para la fijación de los aisladores a la estructura y al conductor, los de fijación de cable de tierra a la estructura, los elementos de protección eléctrica de los aisladores y los accesorios del conductor (separadores, amortiguadores, etc.).

Los materiales contruidos en hierro serán galvanizados en caliente.

Los herrajes empleados en los circuitos de media tensión serán de diseño adecuado a su función mecánica y eléctrica y deben resistir la acción corrosiva durante su vida útil. Los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de guarda o por los aisladores, deben tener un coeficiente de seguridad de acuerdo con lo establecido en el numeral 2.1.8.

Las grapas de retención del conductor deben soportar una tensión mecánica en el cable del 90 % de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca deslizamiento.

5.3 SELECCION DE CAJAS Y DUCTOS

5.3.1 Cajas de inspección

Las cajas de inspección se seleccionarán de acuerdo con su utilización, de tal manera que se de cumplimiento a lo establecido en el numeral 4.5.1.1.

5.3.2 Ductería

Las características de la ductería según su utilización se seleccionarán de acuerdo con lo establecido en el numeral 3.1.10. El número máximo permisible de conductores por ducto se indica en el numeral 3.1.10.1, mientras que en la figura A.13 se pueden observar diferentes configuraciones de instalación.

5.4 REDES URBANAS

Los apoyos de las redes de distribución aéreas de energía eléctrica estarán de acuerdo con el numeral 5.2.3. La longitud del empotramiento de los apoyos será sesenta (60) cm más la décima parte de la longitud del poste, con un mínimo de 1,5 m.

Las redes urbanas aéreas en media tensión, se tenderán en postería de 12 m a una distancia no mayor de 60 m entre apoyos contiguos.

Las redes urbanas aéreas en baja tensión, se tenderán en postería de 8 m a intervalos no mayores de 30 m.

En las redes urbanas subterráneas en media tensión hay que proteger los conductores principalmente contra la torsión, el pandeo, la tracción excesiva, la presión y las curvaturas muy pronunciadas. El uso de compuestos lubricantes durante la instalación de los cables en los ductos facilita notablemente la operación pues reduce el coeficiente de fricción entre el cable y el ducto.

En redes urbanas subterráneas en baja tensión deben tenerse los mismos cuidados planteados para los cables de media tensión.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 82 de 165
		Código: -

6. SUBESTACIONES

6.1 GENERALIDADES

En este capítulo se establecen los criterios generales de diseño de subestaciones de media tensión, se dan las normas mínimas de selección de equipo y los procedimientos de instalación, teniendo en cuenta lo establecido en la sección 450 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.

6.1.1 Tipo de subestación

De acuerdo con su forma de instalación las subestaciones se clasifican, como se muestra en la figura A36, de la siguiente manera:

- Aéreas
- De pedestal
- Capsuladas
- Tipo Jardín (Pad mounted)

El tipo de subestación se seleccionará teniendo en cuenta las restricciones que se dan a continuación.

6.1.1.1 Subestación aérea

Se puede instalar transformadores de distribución en forma aérea si tienen una capacidad inferior o igual a 225 kVA, salvo que la instalación tenga los requisitos exigidos para subestación capsulada.

6.1.1.2 Subestación de pedestal

La instalación de transformadores de distribución se hará sobre pedestal si tienen una capacidad superior a 225 kVA, salvo que la subestación tenga los requisitos exigidos para subestación capsulada.

6.1.1.3 Subestación capsulada

Se utilizará subestación capsulada si la instalación de transformadores de distribución se hace en predios que tengan una o varias de las características indicadas a continuación:

- Instalación bajo techo.
- Estratos 4, 5 y 6.
- Donde las redes de distribución sean subterráneas de acuerdo al numeral 5.1.3

6.1.1.4 Subestación tipo jardín (Pad mounted)

Las subestaciones tipo jardín se utilizaran para instalación de transformadores de distribución en cualquiera de las siguientes zonas:

- Conjuntos residenciales cerrados en cualquier estrato, sobre áreas de servicios comunes.
- Instalación bajo techo.

Las disposiciones específicas para los transformadores tipo seco instalados en interiores o exteriores, los transformadores aislados con líquidos con alto punto de inflamación, los aislados con líquidos no inflamables y transformadores con aislamiento de aceite instalados en interiores o exteriores, se presentan en la parte B de la sección 450 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 83 de 165
		Código: -

6.1.2 Capacidad

La capacidad de la subestación se determinará con base a la demanda máxima de tal manera que se cumpla con la restricción de pérdidas de energía, teniendo en cuenta lo establecido en los numerales 2.1.5 y 2.3.

6.1.3 Niveles de tensión

Los niveles de tensión de la subestación se determinan como se enumera a continuación.

6.1.3.1 Primaria

El nivel de tensión será media tensión, según lo establecido en el numeral 2.1.1.

6.1.3.2 Secundaria

El nivel de tensión será baja tensión, según lo establecido en los numerales 2.1.1 y 2.1.3.

Cuando se trate de niveles de tensión no contemplados en los numerales anteriores se presentará su justificación para revisión y aprobación por parte de la Empresa.

6.1.4 Aislamiento

Los niveles de aislamiento de la subestación deben estar en concordancia con los de las líneas asociadas a ella, según se establece en el numeral 5.1.4.

6.1.5 Transformadores de distribución

El diseño y construcción de transformadores de distribución (MT/BT), deben satisfacer la última revisión de las normas ICONTEC 818 y 819.

Los transformadores mayores de 1 MVA deberán proveerse con los siguientes elementos:

- Válvulas de sobrepresión
- Termómetros con contactos para aceite y devanados
- Respirador de sílica gel e indicador de nivel de aceite con contactos.

Cuando se trate de transformadores de más de 5 MVA deberán adicionalmente llevar relé Buchholz. Con el objeto de limitar los niveles de cortocircuito y reducir las corrientes en el lado de baja tensión, se recomienda la potencia de los transformadores según sus tensiones, como lo indica la tabla 6.1.

Capacidad del transformador (kVA)	Tensión primaria (kV)
Hasta 500	13,2
Hasta 5000	34,5
Mayores de 5000	115

Tabla 6.1 Capacidad de transformadores según la tensión primaria

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 84 de 165
		Código: -

6.1.6 Equipo de protección y maniobra

Los diferentes equipos de protección y maniobra mencionados en este capítulo cumplirán con lo establecido en la tabla 4.1.

El tanque, el gabinete, el neutro y el núcleo, deben estar sólidamente conectados a tierra, mediante un barraje equipotencial de acero inoxidable o de cobre, equipado con tornillos de acero inoxidable, según la potencia del transformador y dada por la tabla 6.2, según criterio adoptado de la NTC 3607.

Potencia del transformador (kVA)	Sección mínima del tornillo (mm ²)	Área mínima del barraje (mm ²)
< 2000	125	No aplica
2000-5000	125	1667
5000-10000	313	3906

Tabla 6.2 Barrajes de tierra - Transformadores

Los transformadores que tengan cambiador o conmutador de derivación, deben tener dos avisos, uno de “Peligro no operar” y otro de “para operación sin tensión” o “para operación con el transformador desenergizado”, salvo que el equipo lo permita con carga.

En las subestaciones tipo pedestal, cuando en condiciones normales de operación se prevea que la temperatura exterior del cubículo supere los 45°C, debe instalarse una barrera de protección para evitar riesgos asociados a dicha temperatura y colocarse avisos que indiquen la existencia de una “superficie caliente”. Si el transformador posee una protección que garantice el corte o desenergización cuando exista una sobretemperatura, quedará eximido de dicha barrera.

Para los transformadores instalados dentro de edificaciones, se declara de obligatorio cumplimiento la sección 450 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.

El local para las subestaciones dentro de edificaciones, se debe ubicar en un sitio de fácil acceso desde el exterior con el fin de facilitar tanto al personal calificado las labores de mantenimiento, revisión e inspección, como a los vehículos que transportan los equipos.

Los locales ubicados en semisótanos y sótanos, con el techo debajo de antejardines y paredes que limiten con muros de contención, deben ser debidamente impermeabilizados para evitar humedad y oxidación.

En las zonas adyacentes a la subestación no deben almacenarse combustibles.

En las subestaciones está prohibido que crucen canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extinción de incendios.

Las subestaciones a nivel de piso, deben tener una placa en la entrada con el símbolo de “Peligro Alta Tensión” y con puerta de acceso hacia la calle, preferiblemente.

Los transformadores refrigerados en aceite no deben ser instalados en niveles o pisos que estén por encima de sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a ocupación permanente de personas.

Cuando un transformador requiera instalación en bóveda, ésta debe construirse con materiales que ofrezcan una resistencia al fuego de mínimo tres horas.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 85 de 165
		Código: -

El fabricante debe entregar al usuario las indicaciones y recomendaciones mínimas de montaje y mantenimiento del transformador.

Todo transformador debe estar provisto de una placa de características, fabricada de material resistente a la corrosión, fijada en lugar visible y que contenga las indicaciones de la siguiente lista, siempre que ellas sean aplicables y según criterio adoptado de la NTC-618:

- Nombre o razón social del fabricante.
- Número de serie dado por el fabricante.
- Año de fabricación.
- Clase de transformador.
- Número de fases.
- Diagrama fasorial.
- Frecuencia nominal.
- Tensiones nominales, número de derivaciones.
- Corrientes nominales.
- Corriente de cortocircuito simétrica.
- Duración del cortocircuito simétrico máximo permisible.
- Corriente de magnetización.
- Impedancia de cortocircuito
- Métodos de refrigeración.
- Potencia nominal para cada método de refrigeración.
- Grupo de conexión.
- Diagrama de conexiones.
- Clase de aislamiento.
- Líquido aislante.
- Volumen del líquido aislante.
- Peso total en kilogramos
- Nivel básico de aislamiento de cada devanado, BIL.

Las inscripciones sobre la placa de características deben ser indelebles y legibles.

Si una persona distinta del fabricante repara o modifica parcial o totalmente el devanado de un transformador o cualquier otro de sus componentes, debe suministrar una placa adicional para indicar el nombre del reparador, el año de reparación y las modificaciones efectuadas.

6.2 SUBESTACIONES AÉREAS

6.2.1 Diseño

El diseño de las subestaciones aéreas deberá tener en cuenta las características de resistencia propias de los apoyos, crucetas, herrajes y demás elementos y evaluar su comportamiento con relación a las cargas a que estarán sometidos en la instalación.

Para lo anterior se toma como referencia lo establecido en las normas respectivas del antiguo Instituto Colombiano de Energía Eléctrica (ICEL).

6.2.1.1 Subestación aérea en estructura sencilla

Se podrán seleccionar subestaciones aéreas en estructura sencilla hasta una capacidad de 75 kVA y un peso máximo del transformador de 500 kg.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 86 de 165
		Código: -

6.2.1.2 Subestación aérea en estructura doble

Se podrán seleccionar subestaciones aéreas en estructura doble hasta una capacidad de 225 kVA y un peso máximo del transformador de 1200 kg.

6.2.2 Equipo de maniobra

Se utilizarán en media tensión cortacircuitos para instalación a la intemperie.

Para subestaciones superiores a 75 kVA se utilizarán cortacircuitos que tengan incorporada cámara apaga chispa.

Las cajas cortacircuitos se deben instalar en tal forma que estando abiertas sólo haya tensión en el lado superior, es decir que el portafusible quede desenergizado.

6.2.3 Equipo de Protección

En los cortacircuitos de media tensión se utilizarán hilos fusibles seleccionados en forma general con un valor igual o el más próximo normalizado a la corriente nominal del transformador. En el caso de cargas especiales que soliciten altas corrientes en tiempo corto (arranques de motores, etc.) deberán utilizarse hilos fusibles tipo dual que tengan estos aspectos y justificar en el diseño la selección del fusible correspondiente.

Para protección contra sobretensiones en media tensión se utilizarán dispositivos de protección contra sobretensión tipo distribución los cuales se seleccionarán según los criterios establecidos en la tabla 4.1.

El electrodo de puesta a tierra se seleccionará de acuerdo con lo establecido en la tabla 3.6.

El calibre del bajante de puesta a tierra se seleccionará de acuerdo con la tabla 6.3.

Utilización	Material	Calibre mínimo
Subestaciones	Cobre desnudo	2 AWG
Líneas y redes	Acero galvanizado	31,8 mm (1/4")

Tabla 6.3 Bajantes de puesta a tierra

La impedancia de la puesta a tierra (desconectada del resto del sistema) deberá cumplir con los valores dados en el numeral 2.1.6.

Los bajantes de puesta a tierra se deben instalar dentro de tubos metálicos conduit galvanizados de mínimo 12,7 mm (1/2") de diámetro los cuales se deben asegurar al poste por medio de cinta bandit.

6.2.4 Barrajes y puesta a tierra del neutro

En subestaciones aéreas en estructura doble se harán los barrajes en conductor de cobre, cuyo calibre se seleccionará de acuerdo con la corriente nominal secundaria del transformador. El bajante de conexión del transformador al barraje se debe hacer en conductor de cobre aislado.

El neutro del lado de baja tensión se pondrá a tierra a través de un conductor aislado (encauchetado) independiente del de puesta a tierra de los dispositivos de protección contra sobretensión, como se muestra en la figura A37. Estos conductores de puesta a tierra no podrán tener o formar ángulos menores a 135 grados en toda su trayectoria.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 87 de 165
		Código: -

Cuando el valor de la resistencia de puesta a tierra sea superior al dado en el numeral 2.1.6 se deben colocar contrapesos a una distancia mínima del doble de la longitud de la varilla de puesta a tierra utilizada, hasta obtener el valor de resistencia de puesta a tierra deseado.

6.3 SUBESTACIONES DE PEDESTAL

6.3.1 Diseño

6.3.1.1 Pórticos

Se podrán utilizar postes de concreto o estructuras metálicas con una altura mínima de 10 m, con crucería de acero en perfiles “L” (76,2 mm (3”) x 76,2 mm (3”) x 6,35 mm (¼”) mínimo) o “U” (101,6 mm (4”) x 50,8 mm (2”) x 6,35 mm (¼”) mínimo), dispuestos por niveles en la siguiente forma:

NIVEL I ó Superior	Llegada y salida de líneas
NIVEL II	Barrajes
NIVEL III	Barrajes
NIVEL IV ó Inferior	Protecciones

Para lo anterior se deberán tener en cuenta las distancias mínimas establecidas en el numeral 2.1.10.

6.3.1.2 Pedestal

El pedestal será diseñado en concreto armado de acuerdo con las dimensiones y peso del transformador a instalar.

Las dimensiones mínimas se encuentran en la figura A.37.

En la base del pedestal se debe proveer un foso con capacidad de confinar el 75 % del aceite del transformador. Este debe tener un medio de drenaje que permita su fácil evacuación. El pedestal debe tener libre acceso para efectos de mantenimiento, cargue y descargue.

6.3.2 Equipo de maniobra

Según las tensiones y capacidad del transformador se utilizará como mínimo el equipo indicado a continuación con las características particulares determinadas en la tabla 4.1.

Los interruptores de potencia deberán ser aislados en aceite, en SF6 ó en vacío.

6.3.3 Equipo de Protección

En los cortacircuitos de media tensión se utilizarán hilos fusibles seleccionados en forma general con un valor igual o el más próximo normalizado a la corriente nominal del transformador. En el caso de cargas especiales que soliciten altas corrientes en tiempo corto (arranque de motores, etc.), deberá tenerse en cuenta estos aspectos y justificar en el diseño la selección del fusible correspondiente.

Para protección contra sobretensiones en media tensión se utilizarán dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS) tipo distribución los cuales se seleccionarán según los criterios establecidos en la tabla 4.1.

Como protección contra descargas atmosféricas se diseñará un sistema de apantallamiento que garantice un blindaje efectivo.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 88 de 165
		Código: -

En caso de utilizar interruptores de potencia, estos actuarán en coordinación con relés secundarios seleccionados y calibrados para operar con selectividad de acuerdo con el sistema diseñado. En este caso deberá incluirse en el diseño la justificación de la selección del burden y la precisión de los transformadores de corriente y tensión asociados a la protección, y se deberá justificar el diseño del cableado secundario y la relación de transformación escogida. En baja tensión se podrán utilizar fusibles o interruptores automáticos, cuya selección se hará acorde con lo estipulado en el numeral 4.4.3.

Se diseñará una malla de tierra tipo cuadrícula, que cumpla con las tensiones de paso y de toque tanto permisible como reales.

A esta malla se conectarán los dispositivos de protección contra sobretensión, carcasa, neutro del transformador, cables de guarda, estructuras metálicas, crucetería, partes metálicas no conductoras del equipo utilizado en la subestación y malla de cerramiento.

La malla de puesta a tierra deberá cubrir como mínimo el área ocupada por las estructuras de pórticos y por el equipo. Esta área deberá diseñarse con una capa de material permeable de alta resistividad (grava).

La malla de puesta a tierra debe tener una resistencia de acuerdo con lo establecido en el numeral 2.1.6. Para el cálculo de dicha malla se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

Tiempo de despeje de la falla: 0,5 s.

Corriente de falla: será suministrada por la Empresa para cada sitio específico.

Resistividad del terreno: se debe medir para cada caso específico.

Las uniones entre los diferentes segmentos de la malla se harán mediante soldadura de cobre o conectores de compresión, que garanticen la conexión eléctrica a pesar de la humedad y la corrosión.

A esta malla de tierra deben conectarse todas las partes metálicas de la subestación que no se encuentren energizadas durante la operación normal, y que puedan almacenar cargas electrostáticas tales como: carcasas, cajas metálicas, tableros de distribución, malla de cerramiento, puertas, etc.

En baja tensión se utilizarán como equipo de protección y maniobra interruptores automáticos, cuya selección se hará de acuerdo con lo establecido en el numeral 4.4.3.; como protección general, un totalizador en el secundario del transformador y uno en cada circuito de salida parcial.

6.3.4 Barrajes

Se diseñarán barrajes suspendidos para media tensión en conductor de cobre o aluminio, tubo o platina, soportados por aisladores tipo poste o con cadena de aisladores de disco según el caso, de tal manera que se de cumplimiento a lo establecido en el numeral 2.1.10.

En la construcción de los barrajes con conductor deben preverse de tensores en uno de los extremos. Los calibres y secciones a utilizar se determinan con base en las corrientes de carga necesarias y de cortocircuito de la subestación.

La capacidad de corriente necesaria determinará los calibres y secciones a utilizar. En baja tensión se diseñarán barrajes de cobre dimensionados para las corrientes nominales permanentes y para resistir las corrientes de cortocircuito propias de la instalación.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 89 de 165
		Código: -

Los barrajes para baja tensión estarán alojados en tableros de distribución en donde se ubicarán las protecciones respectivas, caso en el cual se deberá justificar el diseño mediante la consideración de los esfuerzos térmicos y dinámicos.

6.3.5 Equipo de medición

En caso de requerirse, los transformadores de corriente y tensión primarios se instalarán sobre crucetas en los pórticos de la subestación y sus características de aislamiento y corriente de cortocircuito serán iguales a las de los equipos de maniobra utilizados en la subestación.

La relación de transformación se escogerá con base en la corriente nominal y de acuerdo con el nivel de tensión de la subestación. En el diseño deberá justificarse su selección así como el cableado secundario a utilizar y el burden de los transformadores de medida. La mínima precisión a utilizar será la indicada en la tabla 4.7.

El conductor para el cableado desde el secundario de los transformadores de corriente será cable de cobre tipo ST calibre mínimo N° 12 AWG. El conductor para el cableado desde el secundario de los transformadores de tensión será cable de cobre tipo ST calibre mínimo N° 14 AWG.

El ducto podrá ser único y metálico cuando los equipos de medida se encuentren en módulos separados del módulo de transformadores de medida. Cuando se utilice sólo transformadores de corriente estos deberán colocarse en un compartimiento sellado de fácil verificación de conexión y con una placa de características.

En caso de utilizar transformadores de corriente para cumplir ambas funciones (protección y medida), deberán tener núcleos separados.

Los contadores se podrán instalar en caja metálica diseñada para resistir la intemperie, la caja se adosará a las estructuras propias de la subestación o se colocará sobre una base o pedestal en mampostería frizada, provista con ventana para lectura, que debe quedar a una altura de 1,6 m. En esta misma caja metálica, con doble frente y barrajes se podrán montar todos los elementos de protección y corte de servicios auxiliares de la subestación, empotrados dentro de la base o pedestal se ubicarán los ductos de entrada y salida de esta caja.

6.3.6 Circuitos de salida

6.3.6.1 Media tensión

Para el diseño de los circuitos de salida en media tensión se tendrá en cuenta lo establecido en el capítulo 5.

Los circuitos de salida en media tensión partirán del correspondiente barraje, a través de líneas aéreas que partirán de los correspondientes pórticos, si es aérea; y si es subterránea, a través de cable seco que irá por canalizaciones.

6.3.6.2 Baja tensión

Los circuitos de salida en baja tensión deberán partir de un tablero de distribución diseñado para tal fin. Allí se alojarán los barrajes, y los interruptores automáticos tanto generales como de distribución de los diferentes circuitos, de acuerdo con lo establecido en el capítulo 4.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 90 de 165
		Código: -

6.3.7 Cerramiento

El área de la subestación se cerrará con un muro y/o malla eslabonada pintada en color amarillo, que impida el fácil acceso de personas no autorizadas y animales al área de los equipos. Por tanto, el muro y/o malla tendrá una altura mínima, que cumpla con las distancias de seguridad de la tabla 2.14 y la figura 6. Este cerramiento se diseñará con una puerta de acceso de dimensiones adecuadas para permitir la movilización del equipo de mayor dimensión y peso.

6.3.8 Iluminación

Deberá diseñarse la iluminación para el área de la subestación en condiciones de trabajo con un nivel medio de 100 luxes y para condiciones exclusivas de seguridad con un nivel medio de 50 luxes, utilizando luminarias de mercurio o sodio color corregido, las cuales, teniendo en cuenta las distancias de seguridad podrán ubicarse sobre las estructuras de la subestación, o apoyos independientes localizados dentro del área de la subestación.

6.3.9 Avisos de seguridad e identificación

Sobre la malla de cerramiento se colocará una señal de seguridad tipo informativa con la frase “Alta tensión peligro de muerte” y el símbolo de “riesgo eléctrico”, en colores amarillo y negro (fondo amarillo) de 25 cm por 50 cm. En la puerta de acceso y pórtico, se colocarán señales de seguridad tipo peligro (triangular) con el símbolo de “riesgo eléctrico” en colores amarillo y negro (fondo amarillo) de lado 50 cm. Además se colocará un aviso de identificación que contenga el nombre de la subestación, capacidad, y relación de transformación.

6.4 SUBESTACIONES CAPSULADAS

6.4.1 Diseño

Los locales para instalación de subestaciones capsuladas tendrán una altura mínima de 2,5 m y un área mínima de 12 m² que permita la libre apertura de las puertas de los módulos, y el libre acceso de los equipos a instalar.

Los módulos deberán diseñarse para incluir en su interior, debidamente ordenado el equipo de la subestación, aislándolo del medio y brindando seguridad para el personal.

6.4.1.1 Bóveda

Se deben instalar en bóveda los transformadores tipo seco de más de 112,5 kVA o de más de 35 kV, transformadores aislados con líquidos de alto punto de inflamación instalados en interiores, transformadores aislados en líquidos no inflamables de más de 35 kV y los transformadores con aislamiento en aceite instalados en interiores, se exceptúan los casos especificados en la parte B de la sección 450 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.

El local para los transformadores señalados anteriormente, debe ser una bóveda con las especificaciones descritas a continuación. En caso de tener equipos de protección en aceite los muros serán cortafuegos. Las paredes del local donde se instalan las celdas de distribución o los equipos de maniobra se construirán en tabique con ladrillo tolete prensado a la vista o pañetado y pintado por ambas caras (ver figura A.38).

Las paredes, techos y piso de la bóveda deben estar hechos de materiales con resistencia estructural adecuada a las condiciones de uso y con una resistencia mínima al fuego de tres horas. Los pisos deben

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 91 de 165
		Código: -

ser de hormigón y de un espesor mínimo de 10 cm, pero si la bóveda está construida teniendo por debajo un espacio vacío u otros pisos del edificio, el piso debe tener una resistencia estructural para soportar la carga impuesta sobre él y debe tener una resistencia mínima al fuego de tres horas. Las bóvedas para transformadores deben estar ventiladas con aire exterior sin necesidad de utilizar ductos o canales.

Conjuntamente con la base o cimentación del transformador podrá construirse un foso que sirva para recoger el aceite que pueda escapar del transformador, el cual será dimensionado en forma tal que los bordes sobresalgan del contorno del transformador por lo menos un 20 % de la altura del transformador y que su capacidad sea del 20 % del volumen del aceite que contenga el transformador.

Todos los vanos de puertas que lleven desde el interior de la edificación hasta la bóveda de transformadores, deben estar dotados con una puerta de cierre hermético y con resistencia mínima al fuego de tres horas. Las puertas deben tener un umbral o brocal de altura suficiente para recoger dentro de la bóveda el aceite del transformador más grande que pudiera haber, en ningún caso la altura del umbral debe ser menor a 10 cm. Las puertas deben estar equipadas con cerraduras y mantenerse cerradas, permitiéndose el acceso sólo a personas calificadas. Las puertas deben abrirse hacia fuera y estar dotadas de barras antipánico, placas de presión u otros dispositivos que la mantengan normalmente cerrada pero que se abran por simple presión.

Las aberturas para ventilación en las bóvedas, deben estar ubicadas lo más lejos posible de las puertas, ventanas, salidas de incendios y materiales combustibles. Se permite que una bóveda ventilada por circulación natural de aire, tenga aproximadamente la mitad del área total de las aberturas de ventilación necesarias en una o más aberturas cerca del piso y la restante en una o más aberturas en el techo o parte superior de las paredes, cerca del techo, o que toda la superficie de ventilación necesaria esté en una o más aberturas en el techo o cerca de él. El área neta total de todas las aberturas de ventilación, restando el área ocupada por persianas, rejillas o pantallas, no debe ser menor a 1936 mm² por kVA de los transformadores en servicio. Si los transformadores tienen menos de 50 kVA, el área neta debe ser menor a 0,093 m².

Las aberturas de ventilación deben estar cubiertas por rejillas, persianas o pantallas duraderas, para evitar que se presenten situaciones inseguras. Todas las aberturas de ventilación que den al interior deben estar dotadas de compuertas de cierre automático que funcionen en respuesta a cualquier incendio que se produzca en el interior de la bóveda, con una resistencia al fuego no menor a 1,5 horas. Los ductos de ventilación deben ser de material resistente al fuego.

Cuando sea posible, las bóvedas que contengan transformadores de más de 100 kVA deben estar dotadas de un drenaje o de otro medio que permita eliminar cualquier acumulación de aceite o agua que se produzca en la bóveda, a no ser que por las condiciones locales resulte imposible. Cuando exista drenaje, el piso debe estar inclinado hacia el drenaje.

En las bóvedas para transformadores no deben entrar ni atravesarlas sistemas de conductos o tuberías ajenas a la instalación eléctrica. Las bóvedas para transformadores no se deben utilizar para almacenaje de materiales.

El acceso a la subestación debe ser suficiente para permitir la entrada o salida del equipo o módulo de mayor tamaño. Debajo de los módulos se construirán cárcamos para los cables de salida y entrada, los cuales serán de concreto con paredes construidas en ladrillo.

En todo proyecto de subestación para un edificio, debe apropiarse el espacio disponible para dicha subestación.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 92 de 165
		Código: -

6.4.1.2 Módulo para equipo de subestaciones

Los módulos de las subestaciones serán autosoportados, contruidos en acero laminado en frío (cold rolled) calibre mínimo 12 MSG para la perfilera estructural y calibre mínimo 16 MSG para el recubrimiento. Deberán poseer puertas removibles para dar acceso al equipo instalado en el interior de las mismas, provistas de cerraduras con llave normalizada por la Empresa. En la parte superior deberá diseñarse un sistema de fusible mecánico que permita la evacuación de gases y brinde una vía de escape a la onda explosiva en caso de falla interna.

En caso de utilizar ventanillas sobre las puertas, éstas serán de vidrio de seguridad o de acrílico transparente, situadas frente a los instrumentos a observar.

Las dimensiones mínimas de los módulos del seccionador y del transformador se encuentran en la figura A.39.

Las subestaciones de distribución secundaria deben asegurar que una persona no pueda acceder a las partes vivas del sistema, evitando que sobrepasen las distancias de seguridad propias de los niveles de tensión de cada aplicación en particular. La persona no puede acceder al contacto de la zona energizada ni tocándola de manera directa ni introduciendo objetos que lo puedan colocar en contacto con la línea.

Para prevenir accidentes por arcos internos, se deben cumplir los siguientes criterios:

1. Las celdas deben permitir controlar los efectos de un arco (sobrepresión, esfuerzos mecánicos y térmicos), evacuando los gases hacia arriba, hacia los costados, hacia atrás o 2 metros por encima del frente.
2. Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas.
3. Las piezas susceptibles de desprenderse (ej.: chapas, aislantes, etc.), deben estar firmemente aseguradas.
4. Cuando se presente un arco, no debe perforar partes externas accesibles, ni debe presentarse quemadura de los indicadores por gases calientes.
5. Conexiones efectivas en el sistema de puesta a tierra.

Los encerramientos utilizados por los equipos que conforman las subestaciones deben alojar en su interior los equipos de corte y seccionamiento; Por esta razón deben ser metálicos y los límites del encerramiento no deben incluir las paredes del cuarto dedicado al alojamiento de la subestación. Las ventanas de inspección deben garantizar el mismo grado de protección del encerramiento y el mismo nivel de aislamiento.

Las cubiertas y puertas no deben permitir el acceso a personal no calificado, al lugar donde se alojan los barrajes energizados. Cuando éstas sean removibles se debe garantizar que no se puedan retirar mientras el sistema opere en condiciones normales mediante la implementación de cerraduras o enclavamientos. En caso que sean fijas, se debe garantizar que no se puedan retirar sin la ayuda de herramientas manejadas por personal calificado que conoce el funcionamiento de las subestaciones.

Cuando la subestación se encuentre en un lugar donde se restringe el acceso podrán dejarse los accionamientos de los interruptores de baja tensión, para operarse desde el exterior sin necesidad de abrir la puerta del módulo, en caso contrario el accionamiento será interior.

En el diseño del módulo del transformador podrá recurrirse a soluciones sencillas que aislen adecuadamente las partes bajo tensión. Para el diseño de este módulo así como para la selección del sitio de localización de la subestación y su montaje, deberán tenerse en cuenta aspectos relacionados con la necesidad de ventilación, cercanía a áreas peligrosas y otros aspectos.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 93 de 165
		Código: -

Toda la tornillería, tuercas, arandelas planas y de presión elaboradas en materiales ferrosos que se empleen en los módulos, serán galvanizadas en caliente. La secuencia de colocación de tales elementos será: tornillo, arandela plana, elemento a fijar, arandela plana, arandela de presión y tuercas.

La puerta de acceso al módulo estará enclavada con el mecanismo de apertura y cierre del seccionador alojado en él, en tal forma que la puerta no pueda ser abierta si el seccionador está cerrado, y que no pueda cerrarse el seccionador si la puerta está abierta.

El enclavamiento será de tipo mecánico, suficientemente fuerte para que pueda resistir sin daño una operación indebida con esfuerzos normales.

No obstante, el hecho de poder abrir la puerta cuando el seccionador se encuentre abierto, no significa que el encargado del mantenimiento pueda maniobrar libremente pues los polos de entrada al seccionador pueden estar energizados.

En la puerta del módulo se atornillarán o remacharán sobre la lámina, señales de seguridad tipo peligro (triangular) con el símbolo de "riesgo eléctrico" en colores amarillo y negro (fondo amarillo) de lado 50 cm.

Las subestaciones pueden estar configuradas por tres módulos principales.

- **Módulo de media tensión**

En él se localizará el equipo de maniobra, protección y medida de media tensión.

- **Módulo de transformación**

En él se localizará el transformador de potencia. En su diseño del módulo del transformador podrá recurrirse a soluciones sencillas que aislen adecuadamente las partes bajo tensión. Para el diseño de este módulo así como para la selección del sitio de localización de la subestación y su montaje, deberán tenerse en cuenta aspectos relacionados con la necesidad de ventilación, cercanía a áreas peligrosas y otros aspectos. Los transformadores en bóveda no requieren de este módulo.

- **Módulo de baja tensión**

En él se localizarán los barrajes y los equipos de maniobra, protección, medida y corrección del factor de potencia de baja tensión.

Cuando la subestación se encuentre en un lugar donde se restringe el acceso podrán dejarse los accionamientos de los interruptores de baja tensión, para operarse desde el exterior sin necesidad de abrir la puerta del módulo, en caso contrario el accionamiento será interior.

6.4.2 Equipo de Maniobra

Lo constituye como mínimo un seccionador para operación manual tripolar bajo carga, equipado con fusibles tipo HH y un disparador tripolar por fusión de uno de ellos, que cumpla con las características estipuladas en la tabla 4.1.

La operación del seccionador se efectuará por medio de palanca o manivela accionada desde el exterior del módulo. Con el fin de realizar las labores de mantenimiento en las subestaciones con plena seguridad para el personal encargado, es imprescindible que el sistema permita poner a tierra las partes vivas con el fin de ejecutar una maniobra plenamente confiable.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 94 de 165
		Código: -

Al realizar labores de mantenimiento y con el fin de que el operario de la subestación tenga plena seguridad de la maniobra que se está ejecutando, la posición de los elementos que realicen la puesta a tierra de la celda debe estar claramente identificados a través de un elemento que indique visualmente la maniobra de puesta a tierra de equipo.

Los enclavamientos entre los diferentes elementos de corte y seccionamiento en una subestación son indispensables por razones de seguridad de las personas y conveniencia operativa de la instalación para no permitir que se realicen accionamientos indebidos por errores humanos.

Para el caso de equipos del tipo extraíble, los enclavamientos deben asegurar que las siguientes operaciones no sean posibles de realizar:

- * Extracción del interruptor de protección a menos que esté en posición abierto.
- * Operación del interruptor, a menos que éste se encuentre en servicio, desconectado, extraído o puesto a tierra.
- * Cerrar el interruptor, a menos que esté conectado al circuito auxiliar o diseñado para abrir automáticamente sin el uso de un circuito auxiliar.

Para el caso de equipos fijos, estos deben poseer los enclavamientos necesarios para evitar maniobras erróneas.

Debe haber una indicación ligada directamente a la posición de los contactos de los elementos de interrupción y seccionamiento. Pueden ser mímicos que muestren el estado real de la operación que se está ejecutando con el fin de entender la operación y garantizar el estado del sistema por alguna persona ajena a la subestación.

6.4.3 Equipo de Protección

Asociados al seccionador correspondiente al transformador, se utilizarán fusibles tipo HH de fusión en arena y con percutor para activar el mecanismo de apertura del seccionador. Su selección tendrá en cuenta los criterios de coordinación y los establecidos por los fabricantes de los transformadores y de los fusibles.

El encerramiento de cada unidad funcional deberá ser conectado al conductor de tierra de protección. Todas las partes metálicas puestas a tierra y que no pertenezcan a los circuitos principales o auxiliares, también deberán ser conectadas al conductor de puesta a tierra directamente ó a través de la estructura metálica.

La continuidad e integridad del sistema de puesta a tierra deberán ser aseguradas teniendo en cuenta el esfuerzo térmico y mecánico causado por la corriente que éste va a transportar en caso de falla monofásica.

Bajo el área ocupada por la subestación se debe construir una malla de tierra que se compondrá como mínimo de cuatro (4) varillas copperweld colocadas formando un paralelogramo y unidas entre sí por un conductor de cobre desnudo de calibre mínimo número 2 AWG el cual se unirá a las varillas mediante soldadura. El diseño se ajustará a las facilidades del sitio de montaje y garantizará una impedancia de puesta a tierra de acuerdo con lo establecido en el numeral 2.1.6. La malla de puesta a tierra se debe construir antes de fundir la placa del piso destinado a la subestación.

En uno de los módulos metálicos se debe disponer de una platina de cobre electrolítico de sección transversal tal que nunca se excedan los 200 A/mm² de densidad de corriente, la cual servirá como barra de tierra. Todas las partes metálicas no conductoras de corriente de la subestación se conectarán a tierra de acuerdo con lo establecido en el numeral 3.1.12.8.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 95 de 165
		Código: -

A la barra de tierra se conectarán, con cables de cobre desnudo y mediante conectores de cobre, todas las partes metálicas que no se encuentren bajo tensión en condiciones normales de operación, que puedan llegar a almacenar cargas electrostáticas o que puedan quedar energizadas en caso de falla.

Se conectarán a la barra de tierra, además, el neutro del transformador, las pantallas metálicas de los cables, las pantallas semiconductoras de los terminales preformados, los soportes de terminales preformados y de cables secos, los neutros de las estrellas de los equipos de medida, etc.

Las puertas de las celdas o compartimientos se conectarán a la barra de tierra con un conductor de cobre flexible calibre número 2 AWG mínimo.

La barra de tierra irá pernada a los ángulos de la base del módulo y se conectará a la malla de tierra por lo menos en dos puntos con cable de cobre desnudo de área seccional equivalente a la barra y con conectores de compresión con recubrimiento de cobre.

6.4.4 Barrajes

Los barrajes de baja tensión se diseñarán en cobre electrolítico de alta pureza seleccionado en calibres adecuados para las corrientes nominales de servicio. Se soportarán sobre aisladores o portabarras de resina, porcelana o baquelita de alta resistencia con capacidad para soportar los esfuerzos de cortocircuito exigidos por el sistema. Se utilizará conductor de cobre aislado tipo THW para las conexiones entre barraje e interruptores de salida de media tensión o platina de cobre según se diseñe.

6.4.5 Equipo de medición

Los contadores de energía y transformadores de medida se seleccionarán de acuerdo con lo establecido en el numeral 4.7.3. Los transformadores de medida se instalarán en sitio de fácil acceso para verificación de la conexión y placa de características.

Estos transformadores estarán localizados en el módulo correspondiente a la tensión nominal de los mismos y dispondrán de tornillos para ser sellados por la Empresa. Los transformadores de tensión deben llevar protección secundaria mediante fusibles de 1 o 2 A.

Cuando la medición sea indirecta se instalará un módulo para alojar los transformadores de medida y dispondrá de tornillos para ser sellados por la Empresa.

Los contadores, los fusibles de protección secundaria de los transformadores de tensión, y la correspondiente bornera se localizarán en un compartimiento separado, con tornillos para la instalación de sellos de la Empresa. Este compartimiento tendrá ventanilla para la lectura de los medidores, y señalización lumínica externa para el control de apertura de los fusibles de los PT's. La señalización lumínica aquí referida, podrá operar mediante la utilización de un interruptor automático miniatura (mini breaker) con contactos auxiliares, de tal forma que cuando se abra el fusible de protección de los PT's, ésta se encienda.

6.4.6 Iluminación

El local deberá disponer de un sistema de iluminación artificial con un nivel medio superior a 100 luxes, cuyo control se encuentre ubicado cerca de la puerta de acceso.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 96 de 165
		Código: -

6.5 BANCOS DE CONDENSADORES

Se podrá diseñar la instalación de bancos de condensadores para mejorar el factor de potencia de la instalación. En tal caso, estos deben formar parte de la instalación de baja tensión de la subestación como un submódulo del módulo de baja tensión general de la subestación.

El diseño del banco incluirá la colocación del equipo automático de protección y maniobra. La señal de corriente para el relé de comando del automatismo se tomará de un transformador de corriente independiente al usado para los contadores de energía.

Cuando la potencia reactiva corresponda a distorsión o a desbalance, en lugar de banco de condensadores se colocará un banco de filtros o se balancearán las fases de la instalación.

6.6 PLANTAS DE EMERGENCIA

Estos sistemas están destinados a suministrar automáticamente dentro de los 10 segundos siguientes al corte de energía eléctrica, la energía para el alumbrado de áreas y equipos previamente definidos, y en caso de falla del sistema destinado a alimentar circuitos esenciales, para los equipos y áreas asociados a la seguridad y la vida humana. Se instalarán plantas de emergencia en:

- Canchas deportivas con gradería cerrada para espectadores
- Centros comerciales
- Clínicas y hospitales
- Edificios con ascensor
- Teatros y salas de espectáculos públicos
- Terminales de transporte
- Edificios de servicio al público, con alta concentración de personas, es decir, con más de 100 personas por piso o nivel.
- Instalaciones similares a las anteriores

La selección de la planta y el barraje de emergencia tendrá en cuenta factores como ventilación y mantenimiento, y su potencia deberá satisfacer necesidades tales como:

- Áreas de circulación comunal
- Ascensores
- Procesos industriales donde la interrupción podría producir serios riesgos a la salud y a la seguridad del personal.
- Sistemas de alarma
- Sistemas de bombeo de agua potable
- Sistemas de comunicación de seguridad pública
- sistemas de ventilación
- Señales de salida
- Sistemas de detección, alarma y extinción de incendios

Cuando se requiera la instalación de alguna planta de emergencia, se diseñará en el módulo de baja tensión de la subestación un barraje preferiblemente independiente que alimente las cargas que requieran la suplencia de la planta. Este barraje se alimentará desde el transformador o la planta de emergencia, utilizando un conmutador de transferencia automático, localizado en el módulo de baja tensión de la subestación, que garantice el enclavamiento electromecánico de los dos sistemas.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 97 de 165
		Código: -

Se utilizará un sistema de amortiguamiento de vibraciones para evitar descalibración de equipo de medida cuando éste se encuentre cerca a la planta de emergencia.

El Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050, presenta en el capítulo 7, secciones 700 a 705, los requisitos y generalidades de los sistemas de emergencia y de reserva, los cuales se deben considerar para la implementación de éste tipo de sistemas.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 98 de 165
		Código: -

7. ALUMBRADO PÚBLICO

En este capítulo se establecen los criterios para el diseño de sistemas de alumbrado público, cumpliendo con las especificaciones de la NTC 900.

7.1 DISEÑO DE ILUMINACIÓN

7.1.1 Criterios de diseño

Los factores que influyen en la determinación de un diseño de iluminación de alumbrado público son:

- La complejidad y velocidad de la vía: Determinan la clase de iluminación.
- El control de tráfico y separación de rutas.
- Los tipos de vías.
- Los tipos de usuarios de la vía.
- La geometría de la vía: Rectilínea, curva, número de carriles de circulación, etc.
- Los puntos particulares que existan sobre la vía (cruces, puentes, túneles y alrededores).

7.1.2 Tipo de vía de acuerdo a la clase de iluminación

El tipo de iluminación se clasifica en 5 clases, M1 a M5, que dependen y se seleccionan de acuerdo con la función de la vía, densidad, complejidad y separación, y la existencia de medios de control del tráfico.

Cuando se hace una selección, se deben considerar todos los tipos de usuarios de la vía, incluyendo a los vehículos motorizados, ciclistas, motociclistas y peatones. En la tabla 7.1, se indican las clases de iluminación para diferentes tipos de vía.

Descripción de la vía	Clase de iluminación
Vías de alta velocidad con calzadas separadas exenta de cruces a nivel y con accesos completamente controlados: autopistas expresas. Densidad del tráfico y complejidad de la vía (1) Alto Medio Bajo	M1 M2 M3
Vías de alta velocidad, con doble sentido de circulación. Control de tráfico (2) y separación (3) de diferentes usuarios de la vía (4) Escaso Suficiente	M1 M2
Vías más importantes de tráfico urbano, Vías circunvalares y distribuidoras. Control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía Escaso Bueno	M2 M3
Conectores de vías de poca importancia, vías distribuidoras locales, Vías de acceso a zonas residenciales. Vías que conducen a las propiedades y a las otras vías conectoras. Control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía. Escaso Bueno	M4 M5

Tabla 7.1 Clases de iluminación para diferentes tipos de vías

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 99 de 165
		Código: -

- 1) La complejidad de la vía, se refiere a su infraestructura, movimiento de tráfico y alrededores visuales. Se deben considerar los siguientes factores: Número de carriles, inclinación, letreros y señales, entrada y salida de rampas, intersecciones y otros sitios que se consideren como áreas conflictivas.
- 2) El control de tráfico, se refiere a la presencia de letreros y señales, así como la existencia de restricciones regulatorias. Los métodos de control son: Semaforización, reglas de prioridad, regulaciones de prioridad y señales, avisos y demarcación de la vía.
- 3) La separación puede ser por medio de carriles específicos o por normas que regulan la restricción para uno o varios de los tipos de tráfico. El menor grado se recomienda cuando existe esta separación.
- 4) Los diferentes tipos de usuarios de la vía son: Automóviles, camiones, vehículos lentos, buses, ciclistas, motociclistas y peatones.

De acuerdo con lo anterior se adoptan 5 tipos de iluminación, y los criterios admitidos para la determinación del tipo de vía se presentan en la tabla 7.2.

Tipo de vía	Velocidad de circulación V (km/h)		Tránsito de vehículos T (Veh/h)	
Vía M1	Muy importante	V>90	Muy importante	T>1000
Vía M2	Importante	60<V<90	Importante	500<T<1000
Vía M3	Media	30<V<60	Media	250<T<500
Vía M4	Reducida	V<30	Reducida	100<T<250
Vía M5	Muy reducida	Al paso	Muy reducida	T<100

Tabla 7.2 Criterios admitidos según el tipo de vía

7.1.3 Requisitos de luminancia

Los criterios de control son: el nivel de luminancia y uniformidad de la calzada, la iluminación en los alrededores de la vía, la limitación del deslumbramiento y la guía visual.

La luminancia promedio (L_{prom}) mínima de la calzada debe ser mantenida a lo largo de la vida de la instalación y depende de la distribución de luz de la luminaria, el flujo luminoso de la bombilla y de las propiedades de reflexión de la calzada.

La uniformidad general de luminancia de la calzada (U_o), es la relación entre la luminancia mínima y la luminancia promedio de la vía. Este criterio es importante puesto que controla la visibilidad mínima en la vía, pero puede afectar el confort.

El incremento de umbral (TI), es una medida de la pérdida de visibilidad causada por el deslumbramiento envejecedor debido a las luminarias. El TI se calcula en la condición más desfavorable, es decir, con las luminarias limpias y con el flujo inicial de la bombilla.

La uniformidad longitudinal sobre la calzada (U_L), es la relación entre la luminancia mínima y la luminancia máxima, medidas o calculadas sobre uno o varios ejes paralelos al eje principal de la vía.

La función de la relación de alrededores (SR), es la de asegurar que la luz dirigida al entorno sea lo suficiente para que los objetos que están en esos lugares sean visibles. Esta iluminación beneficia también a los peatones, cuando existe una vía peatonal.

Los requisitos fotométricos mínimos por tipo de iluminación, se presentan en la tabla 7.3.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 100 de 165
		Código: -

Clase de iluminación	Zona de aplicación				
	Todas las vías	Todas las vías	Todas las vías	Vías sin o con pocas intersecciones	Vías con calzadas peatonales no iluminadas
	Lprom (Cd/m ²)	U _o Mín.	TI (%) Máx. inicial	U _L Mín.	SR Mín.
M1	2	0,4	10	0,5 a 0,7 (1)	0,5
M2	1,5	0,4	10	0,5 a 0,7 (1)	0,5
M3	1	0,4	10	0,5	0,5
M4	0,75	0,4	15	NR (2)	NR
M5	0,5	0,4	15	NR	NR

Tabla 7.3 Requisitos fotométricos mínimos por tipo de iluminación

0,7 es para vías de alta velocidad con calzadas separadas, exentos de cruces a nivel y con accesos completamente controlados.

NR, no requiere.

7.1.4 Fuentes luminosas

La tabla 7.4 presenta las características de las fuentes luminosas comúnmente utilizadas para alumbrado público.

Tipos de fuentes características	Luz mixta	Metal halide	Vapor de sodio alta presión
Color de luz	Blanco amarillento	Blanco	Blanco dorado
Potencia (W)	100 - 500	70 - 1500	50 - 1000
Flujo luminoso (Lm)	1150 - 8900	5000 - 110000	4000 - 140000
Eficacia luminosa (Lm/W)	11,5 - 17,5	71 - 73	80 - 140
Fuentes luminosas individuales	18 - 25	71 - 109	78 - 140
Vida útil (h)	4000	5000 - 13600	24000
Influencia de fluctuaciones de tensión			
a. Sobre el flujo luminoso	Importante	Sensible	Sensible
b. Sobre la vida	Importante	Débil	Sensible

Tabla 7.4 Fuentes luminosas

7.2 DISEÑO ELÉCTRICO

7.2.1 Tipo de alimentación

La red de alumbrado se hará red subterránea donde se requiera tipo de iluminación M1 ó M2, o donde exista red de baja tensión subterránea, y la tensión eléctrica será 208 o 220 V monofásica o trifásica

Cuando la red sea aérea se podrá utilizar una de las fases de la red como conductor de retorno llevándose una línea independiente de control de alumbrado.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 101 de 165
		Código: -

7.2.2 Selección del conductor

Se seleccionará siguiendo los criterios de diseño de redes de baja tensión y de acuerdo con lo establecido en el numeral 2.1.4.

La carga permisible en circuitos ramales de alumbrado, no debe superar los 50 amperios, si se requiere de un diseño especial, éste debe llevar las protecciones adecuadas, para revisión y aprobación por parte de la Empresa.

7.2.3 Protecciones y control

La red de alumbrado público se protegerá con interruptores automáticos de capacidad nominal igual o superior a la corriente de arranque de las luminarias. La bobina de los contactores se deberá proteger con un fusible de 2 A.

Para control del sistema de alumbrado público se utilizarán fotoceldas individuales o contactores clase ACI con capacidad nominal igual o superior a la carga instalada, accionados por fotocelda. Los elementos de fotocontrol se alojarán en una caja a prueba de intemperie.

7.3 SOPORTES

Se utilizarán soportes metálicos o de fibra de vidrio en las iluminaciones clase M1 y M2. Las características de la postería metálica se encuentran en el numeral 5.2.3.1.3.

Se utilizarán soportes metálicos, fibra de vidrio o de concreto en las iluminaciones clase M3, M4 y M5 pudiéndose utilizar la postería de la red de baja tensión aérea. Cuando las luminarias se instalen sobre la postería de las redes de baja tensión, se utilizarán brazos metálicos para luminarias en tubería de hierro galvanizado de 19,05 mm ($\frac{3}{4}$ ") a 25,4 mm (1") de diámetro según el tipo de luminaria con las dimensiones indicadas en la figura A.45.

Para los lugares de difícil acceso para el mantenimiento, el brazo de la luminaria no debe exceder de 1,5 m de largo.

Los postes metálicos para instalación en vías públicas se muestran en las figuras A.41, A.42 y A.43.

7.4 SELECCIÓN DE CAJAS Y DUCTOS

Para la selección de cajas y ductos se tendrá en cuenta lo indicado en el numeral 4.5.1.

7.5 CONSTRUCCIÓN

Los calibres mínimos exigidos para las redes de alumbrado son N° 8 AWG de aluminio aislado para las redes aéreas, y N° 8 AWG en aluminio o N° 10 AWG en cobre, de aislamiento de 600 V, 75 °C para las redes subterráneas.

El límite de regulación de tensión permitido, medido entre los bornes secundarios del transformador de distribución y los puntos de conexión de las luminarias, es de 4% máximo.

Las luminarias instaladas aún siendo de tipo ornamental deben ser de 208 o 220 voltios.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 102 de 165
		Código: -

Todas las estructuras, materiales y distancias mínimas utilizadas para la construcción de redes de alumbrado público, deberán cumplir con lo establecido en la presente norma y en la NTC 900.

En sitios diferentes a conjuntos cerrados la instalación de luminarias ornamentales (faroles), el poste metálico debe ser en tubo galvanizado de 50,8 mm (2") de diámetro, con una altura mínima sobre el nivel del piso de 3 m, con base o sin base de concreto.

Cuando las redes son subterráneas, las cámaras de inspección para alumbrado público deben ser construidas según la tabla 4.2. El ducto que comunica el poste con la cámara debe ser de tubo conduit metálico galvanizado y su diámetro como mínimo de 12,7 mm (½").

Los empalmes subterráneos para B.T. deben tener conector apropiado, ser recubiertos con resina o cinta autofundente, y tener un nivel de aislamiento de 1 kV. (en razón a que además del aislamiento eléctrico se necesita la hermeticidad del empalme para evitar las fugas de corriente a tierra por la presencia de humedad en las cámaras de inspección).

En las instalaciones subterráneas de alumbrado público, cuando el poste es sólo para montar la luminaria, éste debe ser de tipo de alumbrado público (ver figura A.46) o se debe hacer una acometida en tubo galvanizado de 12,7 mm (½") de diámetro mínimo asegurado al poste con abrazaderas galvanizadas o cinta bandit.

Cuando las instalaciones de alumbrado público son subterráneas y los postes llevan líneas aéreas de media tensión, se debe hacer una acometida en tubo galvanizado mínimo 12,7 mm (½") de diámetro asegurado al poste con abrazaderas galvanizadas o cinta bandit para alimentar la luminaria.

La postería de alumbrado público se debe ubicar a 60 cm del sardinel. Se debe instalar un conductor de puesta a tierra en toda la instalación de alumbrado público, y toda estructura metálica se debe conectar a este conductor de puesta a tierra al igual que el neutro de la instalación.

El poste de alumbrado público debe ir pintado como se indica en las figuras A.41 y A.43.

En la localización de las luminarias, la altura "H" de las luminarias se define como la altura del centro geométrico de la luminaria por encima del nivel de la calzada, y "W" será el ancho de la calzada (ver figura A.44). La interdistancia "S" entre luminarias, es la distancia comprendida entre dos luminarias sucesivas medida según el eje de la vía. Este intervalo está relacionado con la altura "H" adoptada para las luminarias. Cuanta más pequeña sea la relación S/H mayor será la uniformidad de la iluminación.

La disposición de las luminarias sobre las vías puede ser unilateral, bilateral en oposición, Bilateral alternada, central sencilla o central doble (ver figura A.47).

Las recomendaciones para la disposición de luminarias se presentan en la tabla 7.5.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 103 de 165
		Código: -

Clase de iluminación	Altura H (m)	Relación (S/H)	Disposición de las luminarias	
			Criterio	Disposición
M1	10 - 12	2,5 - 3	Dos carriles de circulación	Unilateral
			Tres carriles de circulación	Bilateral alternada
			Cuatro carriles de circulación	Bilateral opuesta
M2	8,5 – 10	3 - 4	Dos carriles de circulación	Unilateral
			Tres carriles de circulación	Bilateral alternada
			Cuatro carriles de circulación	Bilateral opuesta
M3	8,5 – 10	3 - 4	$W \leq H$	Unilateral
			$H < W \leq 1,5 * H$	Bilateral alternada
			$W > 1,5 * H$	Bilateral opuesta
M4	7 - 10	3 - 5	Unilateral	
M5	3 - 6	4 - 5	A criterio del diseñador	

Tabla 7.5 Recomendaciones para la disposición de luminarias

En iluminación clase M1 y M2, conviene una disposición unilateral en calzadas con un ancho de vía del orden de los 7 m, una disposición bilateral alternada cuando la calzada tenga tres carriles con un ancho de vía del orden de los 10,5 m, para calzadas más anchas se debe utilizar la disposición bilateral en oposición.

En la clase M4, se requiere una disposición unilateral, ya que las vías secundarias tienen generalmente dos carriles.

En la clase M5, la disposición debe escogerse teniendo en cuenta las condiciones locales: arborización, jardines, etc.

En curvas, las luminarias se colocan únicamente del lado exterior y cuanto más pequeño sea el radio de la curvatura, más se disminuye el radio entre ellas. Si el tránsito es importante y el ancho de vía es tal que la iluminación en el lado interior de la curva es insuficiente, se deben prever luminarias suplementarias en este lado de la curva.

Para el mantenimiento mecánico, se deben hacer revisiones periódicas (cada año), de los cimientos y perpendicularidad del poste, caja de conexiones, del brazo y todas las partes mecánicas de la luminaria. El mantenimiento eléctrico y óptico se debe hacer cada 12 – 18 meses, con revisión de la puesta a tierra del poste, revisión del buen aislamiento de todos los elementos metálicos de la instalación, los conductores se deben revisar cada dos años al igual que la bombilla, tableros de conmutación del alumbrado, relojes, reles, etc.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 104 de 165
		Código: -

8. PRESENTACIÓN DE PROYECTOS

El objetivo de este capítulo es establecer el procedimiento para la realización de los proyectos eléctricos, que permita la presentación, revisión, control, codificación, archivo y evaluación.

La presentación de un proyecto eléctrico ante la Empresa debe obedecer a lo dispuesto en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE, capítulo 2.

Todo proyecto que se presente ante la Empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., debe anexar original y copia dura, y además una copia en medio magnético de la información presentada (Descripción del proyecto, memorias de cálculo, dibujos, planos, etc.).

8.1 PRELIMINARES

Los preliminares deberán presentarse en el siguiente orden:

8.1.1 Tapas o pastas

Son las láminas de cartón, plástico, cuero u otros materiales similares que protegen las memorias, planos y anexos del proyecto.

Deben llevar, en su orden, los siguientes datos, como se indica en la figura A.48:

- Logotipo del Ingeniero responsable del proyecto.
- Nombre del proyecto.
- Nombre del propietario de la obra.
- Leyenda que diga: Diseño de instalaciones eléctricas.
- Nombre de la ciudad y fecha de presentación.

8.1.2 Guardas

Se denominan Guardas a las hojas que se insertan al encuadernar para ayudar a fijar las pastas a la primera y a la última hoja del proyecto. En ellas no se colocará información alguna.

8.1.3 Portada

Se denomina Portada a la hoja en la cual se colocan el nombre o logotipo del Ingeniero responsable del proyecto, el nombre del proyecto, el nombre del propietario, la leyenda: Cálculo Instalaciones Eléctricas, firma y sello del proyectista, la ciudad y la fecha de presentación.

Llevará los mismos elementos de la Pasta, adicionando la firma autógrafa con el número de la matrícula profesional y sello del proyectista, como se indica en la figura A.48.

8.1.4 Tabla de contenido

Deberán aparecer los títulos correspondientes a cada una de las divisiones y subdivisiones del cuerpo del proyecto y la relación del material complementario del trabajo en el mismo orden en que aparecen y los números de las páginas donde se encuentran.

Llevará como encabezamiento las palabras TABLA DE CONTENIDO con mayúsculas sostenidas, debidamente centradas en la hoja a cuatro centímetros del borde superior.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 105 de 165
		Código: -

Los títulos correspondientes a las divisiones mayores o del primer nivel del texto (capítulos), se escribirán en mayúsculas sostenidas, precedidos por el numeral correspondiente y separados de éste por dos espacios horizontales. La indicación de la página en la cual estén ubicados se colocará en una columna hacia el margen derecho. Esta se encabezará con la abreviatura “pág.” escrita con minúsculas, a doble interlínea de la palabra “contenido”, El texto se inicia a doble interlínea de la abreviatura pág.

Los títulos correspondientes a las primeras divisiones de los capítulos (segundo nivel) se escribirán con mayúsculas sostenidas. Del tercer nivel, en adelante, se escribirán con minúscula. En ambos casos irán precedidas por el numeral correspondiente y separado de éste por dos espacios horizontales. Se indicará la página en la cual estén ubicados.

Los títulos correspondientes al material complementario se escribirán con mayúsculas sostenidas y se indicará la página en donde estén ubicados. No estarán precedidos por numerales.

Para los márgenes se tendrá en cuenta lo indicado en el numeral 8.2.1.

8.1.5 Resumen general del proyecto

En esta tabla se hará una síntesis del proyecto y tendrá la siguiente información:

Tipo de servicio: Corresponde al tipo de servicio que atenderá el proyecto y, en caso de cubrir el servicio residencial, el estrato socioeconómico. Cuando exista más de un tipo de usuario se clasificarán por separado.

Número de usuarios: Corresponde a la cantidad de usuarios por atender, clasificada por tipo de usuario.

Demanda máxima por usuario: Corresponde a la demanda máxima por tipo de usuario.

Capacidad instalada: Corresponde a la capacidad en kVA de la totalidad del proyecto.

Cantidad de transformadores: Corresponde a la cantidad de unidades por capacidad y relación de transformación.

Líneas y redes: Corresponde a la longitud en kilómetros de líneas y redes, clasificada por su forma de instalación (aérea o subterránea) y por su instalación así:

- Media tensión 34,5 kV
- Media tensión 13,2 kV
- Baja tensión
- Alumbrado
- Acometida

Alumbrado público: Corresponde a la cantidad de luminarias de alumbrado público clasificada por fuentes y potencia de las bombillas.

Cantidad de contadores: Corresponde a la cantidad de contadores por capacidad y tipo de conexión.

8.1.6 Listas especiales

Se titularán de acuerdo con su contenido: Tablas, cuadros, dibujos, abreviaturas, símbolos, anexos.

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 106 de 165
		Código: -

La lista de dibujos consistirá en la relación del material visual que contenga el trabajo. Se colocarán el número y el título correspondiente a cada ilustración en orden de aparición y se dará el número de la hoja donde se localicen.

La lista de abreviaturas y siglas se hará alfabéticamente con su correspondiente desarrollo.

La lista de símbolos se hará incluyendo el correspondiente significado.

En caso de que haya más de un anexo se relacionarán de acuerdo con el orden de aparición, con indicación del número, el título y la hoja donde se localicen.

8.2 TEXTO O CUERPO DEL TRABAJO

8.2.1 Generalidades

En el contenido del proyecto se contemplarán los siguientes aspectos técnicos:

- Descripción del proyecto.
- Memorias de cálculo.
- Dibujos y planos.

Estos se dividirán en capítulos para orientar y facilitar su revisión. Cada capítulo en sí cubrirá un título significativo del trabajo y podrá a su vez, subdividirse.

Para la numeración de los títulos de los capítulos y demás divisiones se tendrá en cuenta lo siguiente:

Para la numeración se emplean los números arábigos.

Las divisiones principales (primer nivel) del cuerpo del proyecto se numerarán en forma continua empezando por 1.

Cada división principal, a su turno, puede dividirse en cualquier número de subdivisiones (segundo nivel), las cuales también se numerarán en forma continua.

Este método de división y numeración puede continuarse hasta cualquier número de subdivisiones (tercero y más niveles). Sin embargo, es aconsejable limitar el número de subdivisiones para que así los números de referencia queden fáciles de identificar, leer y citar.

Se debe colocar un punto entre los números que designan las subdivisiones de diferentes niveles. La colocación de un punto después del número que designa el último nivel, es opcional.

1er. nivel	2do. nivel	3er. nivel
1	2.1	2.11.1
2	2.2	2.11.2
3	2.3	2.11.3
.	.	.
.	.	.
.	.	.
9	2.9	2.11.9

Tabla 8.1 Numeración de títulos en el contenido del proyecto

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 107 de 165
		Código: -

La categoría de los títulos la indicará el empleo de mayúsculas sostenidas; se escribirán debidamente centradas a cuatro centímetros del borde superior, precedidos por el numeral correspondiente y no llevarán punto final. No se escribirá la palabra CAPITULO.

Los títulos correspondientes a las primeras divisiones de los capítulos (segundo nivel) se escribirán en mayúsculas sostenidas al margen izquierdo. Del tercer nivel en adelante, se escribirán al borde del margen izquierdo y en minúsculas.

Se eliminará el espaciado de las letras y el subrayado en los títulos cualquiera que sea su importancia.

El trabajo deberá presentarse en papel tamaño carta y escribirse a máquina por una sola cara, sin borrones, tachaduras o enmendaduras.

Cada inicio de capítulo deberá comenzar una hoja. Igual tratamiento se dará al material complementario.

El texto se copiará dejando los siguientes márgenes:

- Margen izquierdo : 4 cm.
- Margen derecho : 2 cm.
- Margen superior : 4 cm.
- Margen inferior : 3 cm.

Cada hoja debe llevar el logotipo del Ingeniero, la ciudad, la fecha de elaboración, la paginación y el nombre del proyecto en la parte superior.

8.2.2 Descripción del proyecto

Deberán incluirse en él según el diseño, los siguientes aspectos:

- Objeto
- Características de la carga.
- Circuito alimentador.
- Redes en media tensión.
- Subestaciones.
- Redes en baja tensión.
- Redes de alumbrado público.
- Instalaciones internas.

8.2.3 Memorias de cálculo

Según el proyecto de diseño de instalaciones eléctricas, las memorias de cálculo comprenderán diferentes típicos, los cuales se consignarán en el documento en el siguiente orden:

- Parámetros de diseño
- Diseño de instalaciones internas
- Diseño de redes en baja tensión
- Diseño de alumbrado público
- Diseño de redes en media tensión
- Diseño de subestaciones

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 108 de 165
		Código: -

8.2.4 Dibujos y planos

8.2.4.1 Convenciones y rótulos

Las convenciones a utilizar se encuentran en las tablas A.1 a A.4 y los rótulos en las figuras A.49 y A.50.

8.2.4.2 Información

Según el tipo de proyecto, se debe incluir como mínimo la siguiente información:

- Localización geográfica del proyecto.
- Perfil topográfico.
- Planimetría de la red.
 - Localización y disposición de los apoyos en la vía, detalles tales como:
 - Altura
 - Tipo de soporte
 - Distancia del brazo de la luminaria al soporte
 - Angulo de inclinación
 - Perfil de la vía (ancho de la acera y de la calzada)
 - Interdistancias
 - Cajas de inspección
 - Curvas fotométricas
- Diagramas unifilares en los planos eléctricos de construcción.
- Planta de la instalación interna.
- Corte de la localización de tableros en edificios.
- Vistas de tableros y de módulos de las subestaciones.
- Diseño de fundaciones.
- Detalles especiales.

8.2.4.3 Escalas

Los planos, esquemas, diagramas, gráficos y demás dibujos que se incluyan en el proyecto se presentarán en las escalas y formatos indicados a continuación:

Planos generales

La escala y formato para los diferentes tipos de planos generales se dan en la tabla 8.2.

Tipo de plano	Escala	Formato (mm)
De localización del proyecto	Según el caso	215 x 280 700 x 1000
Diagrama unifilar	Sin	280 x (*)

Tabla 8.2 Planos generales

(*) Longitud necesaria

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 109 de 165
		Código: -

Planos de líneas

La escala y formato para los diferentes tipos de planos de líneas se dan en la tabla 8.3.

Tipo de plano	Escala	Formato (mm)
Del trazado	Según el caso	700 x 1000 280 x (*)
Del perfil	Ver. : 1: 500 Hor. : 1:2000	700 x (*)
De detalle(incluye diagramas)	Según el caso	700 x 1000 280 x (*)

Tabla 8.3 Planos de líneas

(*) *Longitud necesaria*

Planos de redes

La escala y formato para los diferentes tipos de planos de redes se dan en la tabla 8.4.

Tipo de plano	Escala	Formato (mm)
De detalle	Según el caso	700x1000 280 x (*)

Tabla 8.4 Planos de redes

(*) *Longitud necesaria*

Planos de subestaciones

La escala y formato para los diferentes tipos de planos de subestaciones se dan en la tabla 8.5.

Tipo de plano	Escala	Formato (mm)
Diagrama unifilar	Sin	700 x 1000 280 x (*)
Planta y perfil general	1:50	700 x 1000
De obra civil	1:50	700 x 1000
Detalles de subestaciones y tableros	1:50	700 x 1000

Tabla 8.5 Planos de subestaciones

(*) *Longitud necesaria*

Instalaciones internas

La escala y formato para los diferentes tipos de planos de instalaciones internas se dan en la tabla 8.6.

Tipo de plano	Escala	Formato (mm)
Plano de circuitos de distribución interna	1:50	700 x 1000 280 x (*)

Tabla 8.6 Planos de instalaciones internas

(*) *Longitud necesaria*

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 110 de 165
		Código: -

ANEXO

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 111 de 165
		Código: -

MAPA ISOCERÁUNICO

- CONVENCIONES**
- | | |
|----------------------|-------------|
| 1 Cesar | 3 Santander |
| 2 Norte de Santander | 4 Boyacá |
- Límite Departamental
 - Límite Internacional
 - Capital Nacional
 - Capital Departamental
 - Línea isoceránica
 - Región con nivel Isoceránico ≥ 70

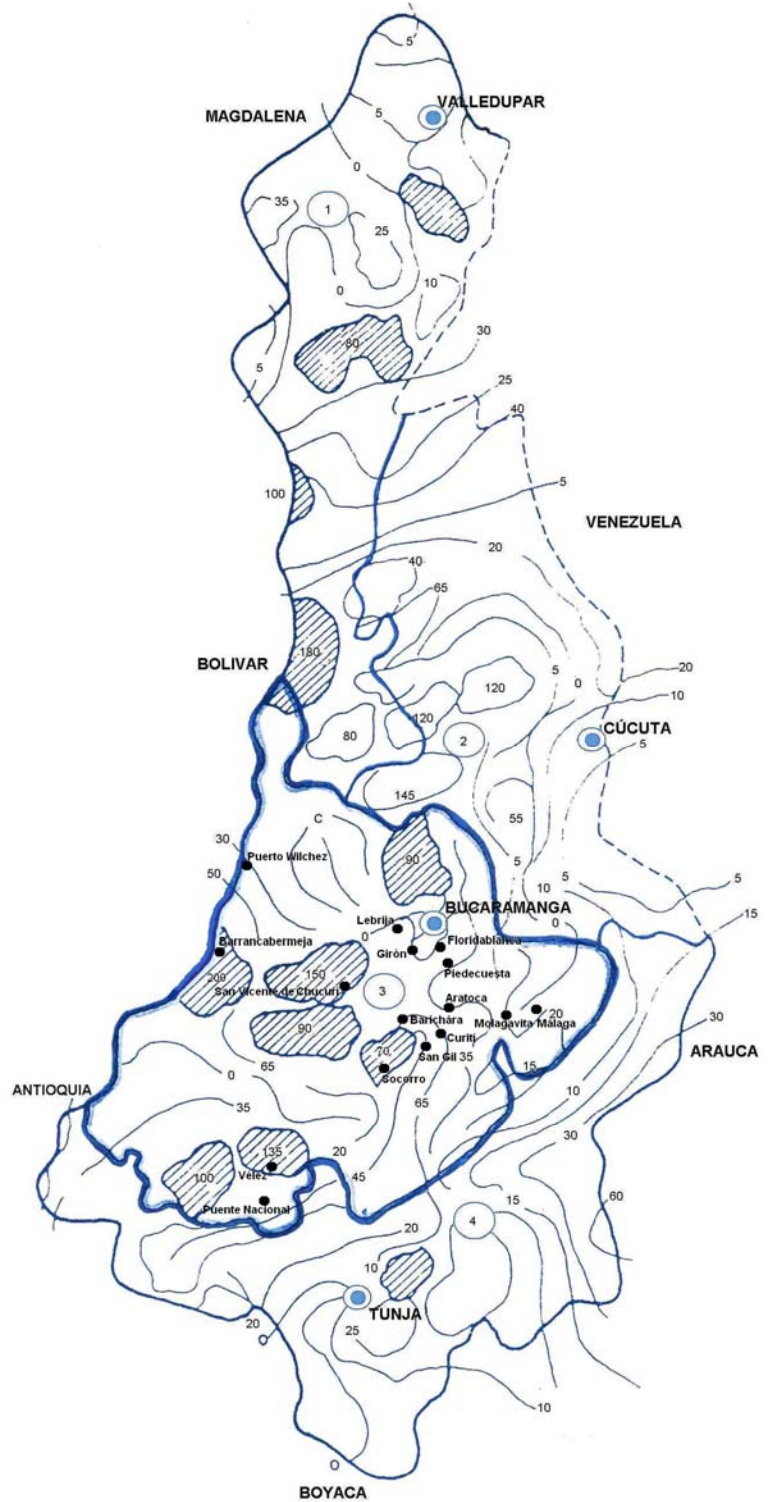
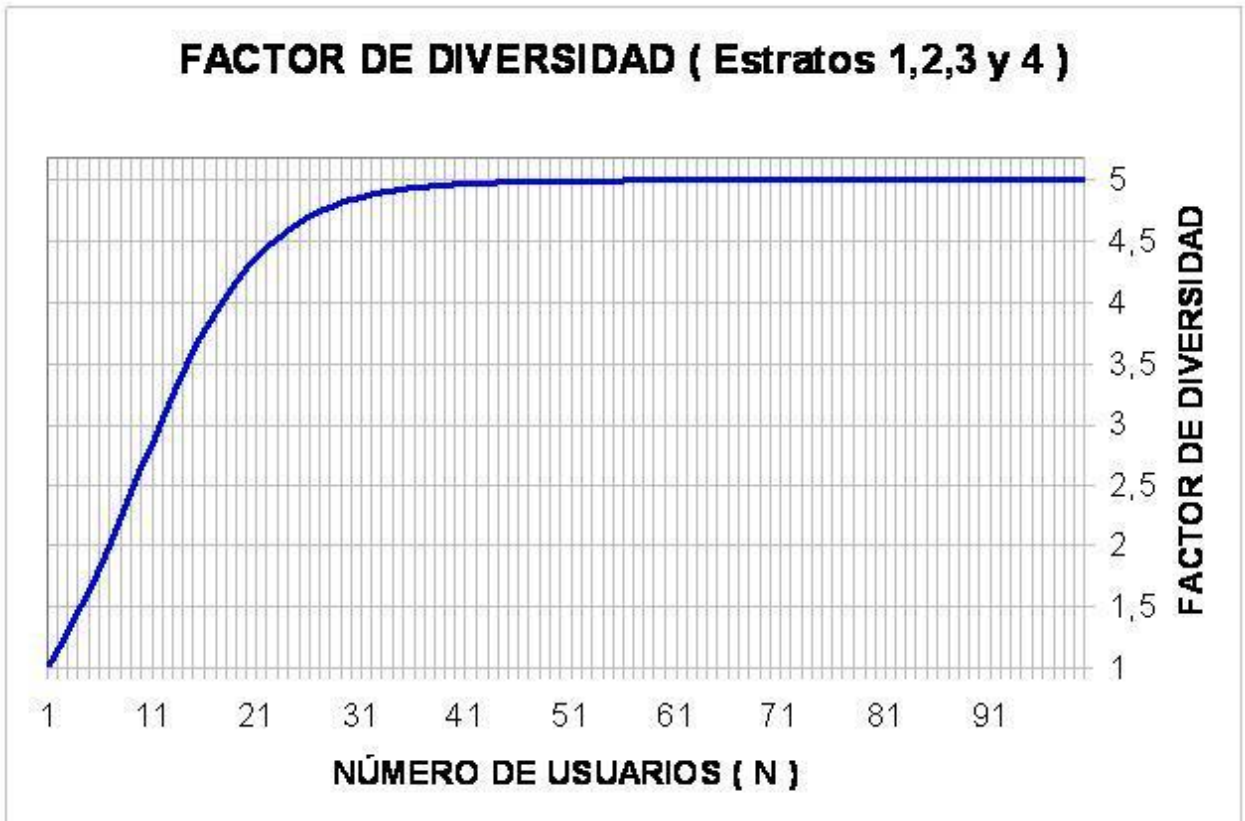


Figura A.1

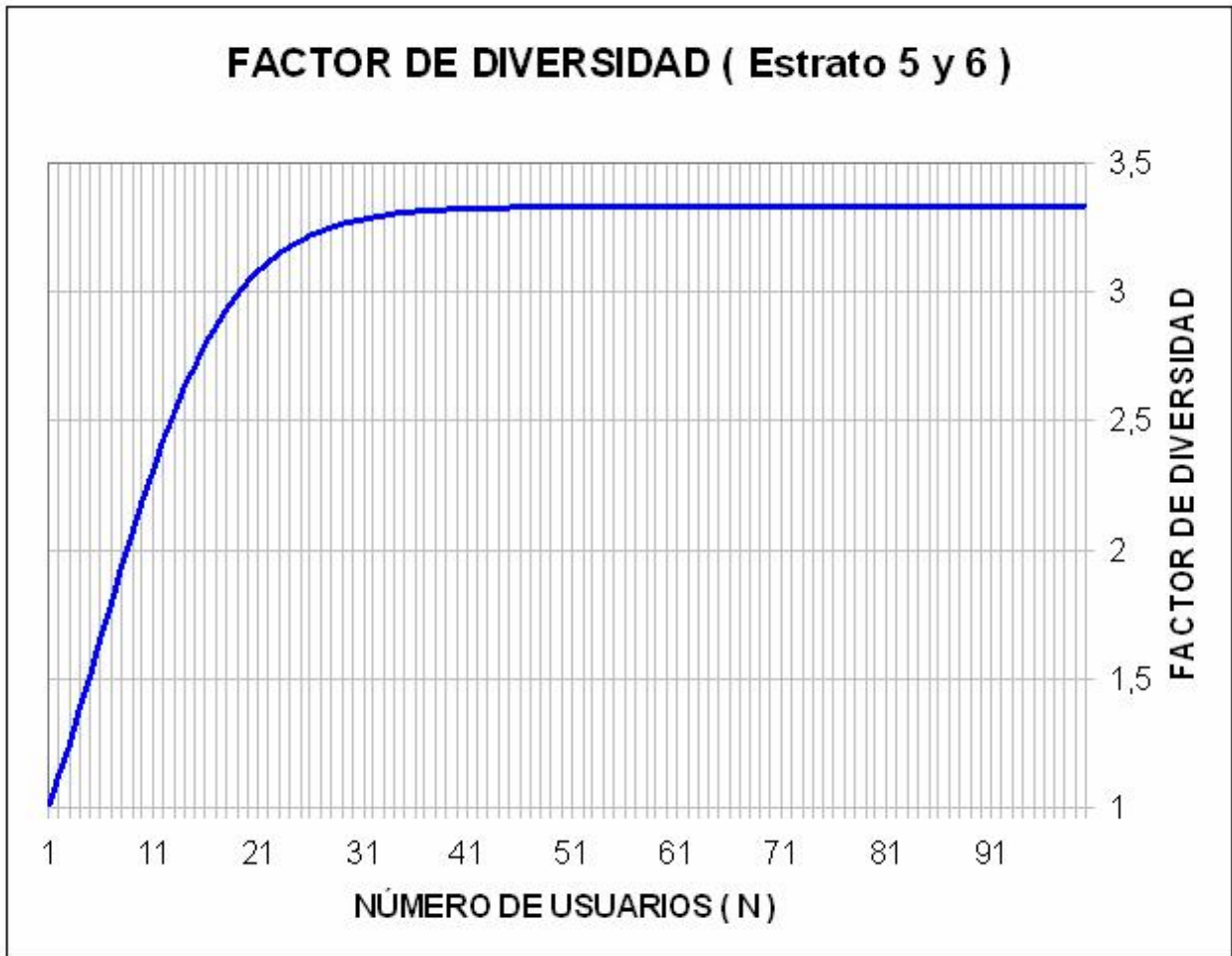
	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 112 de 165
		Código: -



$$F_{div} = \frac{1}{0,2 + 0,8 * e^{\left(\frac{1-N}{6}\right)}}$$


Figura A.2

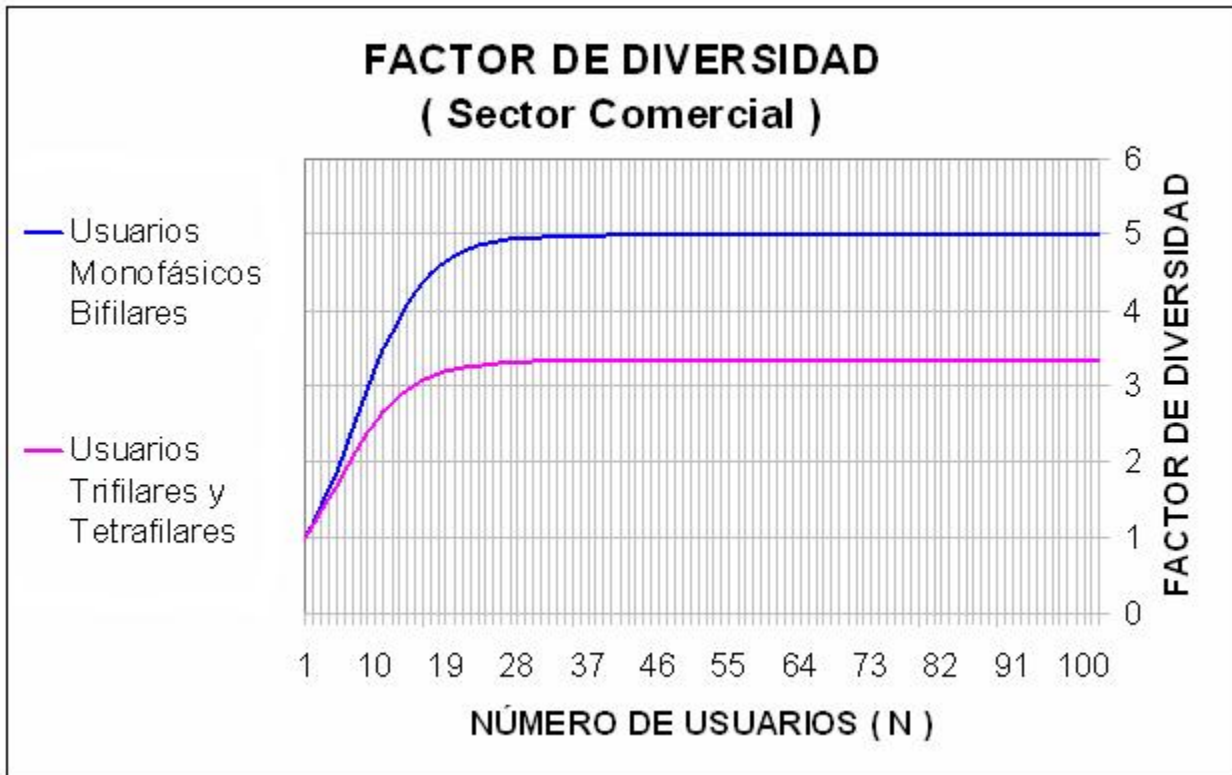
	PROCESO GESTION EXPACION DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 0
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 113 de 330
		Código:



$$F_{div} = \frac{1}{0,3 + 0,7 * e^{\left(\frac{1-N}{6}\right)}}$$

Figura A.3

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 114 de 165
		Código: -



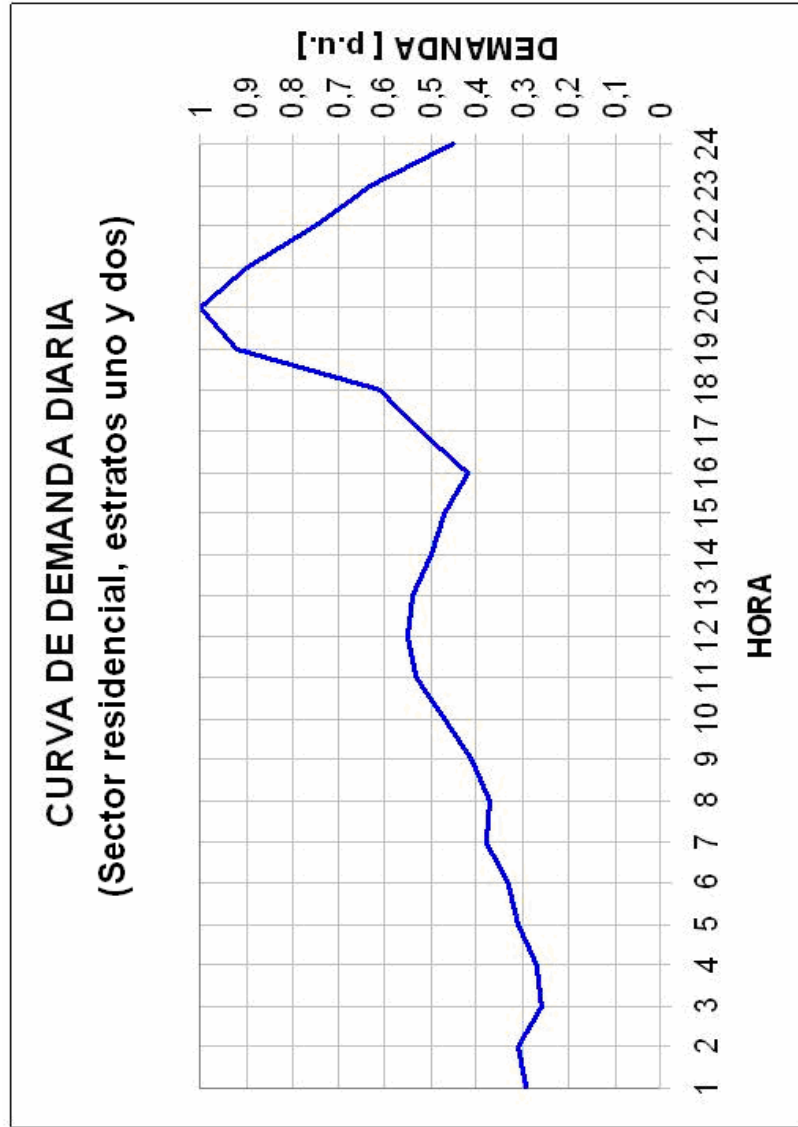
Comercial usuarios monofásicos bifilares

$$F_{div_com} = \frac{1}{0,2 + 0,8 * e^{\left(\frac{1-N}{4,5}\right)}}$$

Comercial usuarios trifilares y tetrafilares

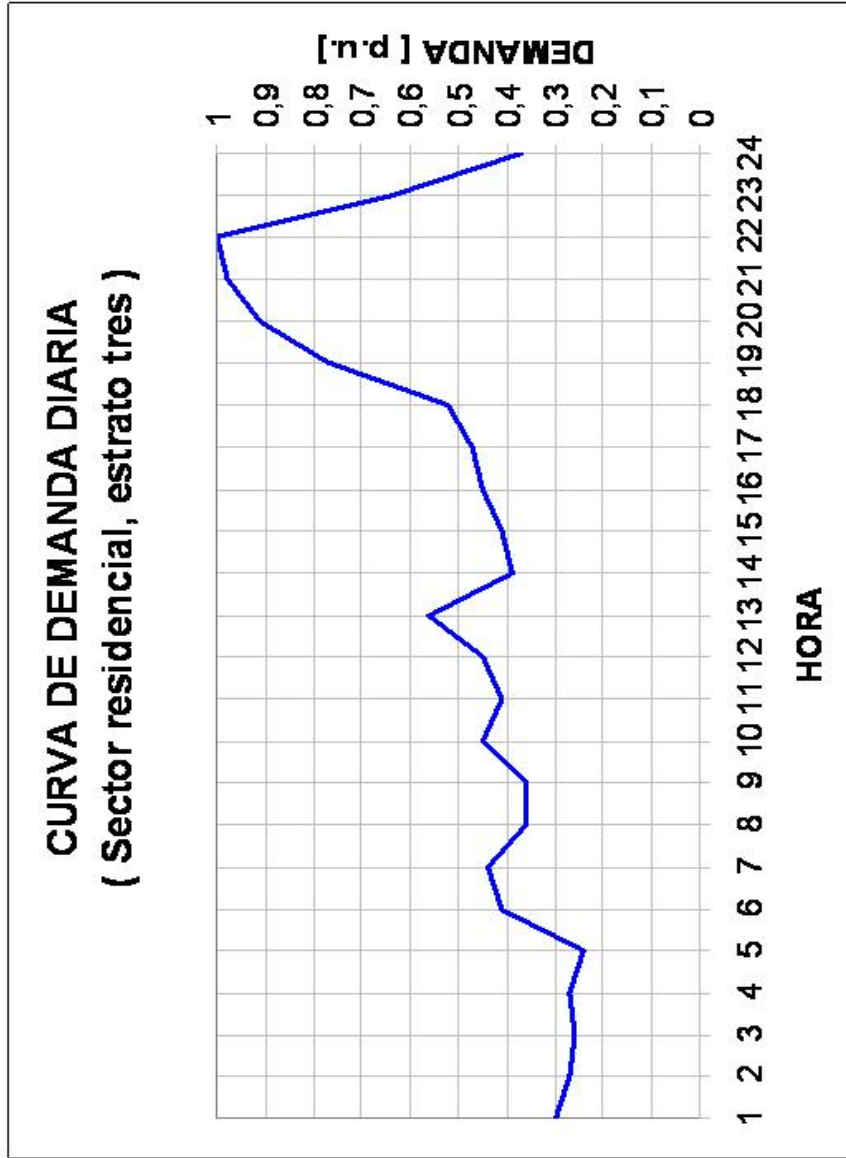
$$F_{div_com} = \frac{1}{0,3 + 0,7 * e^{\left(\frac{1-N}{4,5}\right)}}$$

Figura A.4



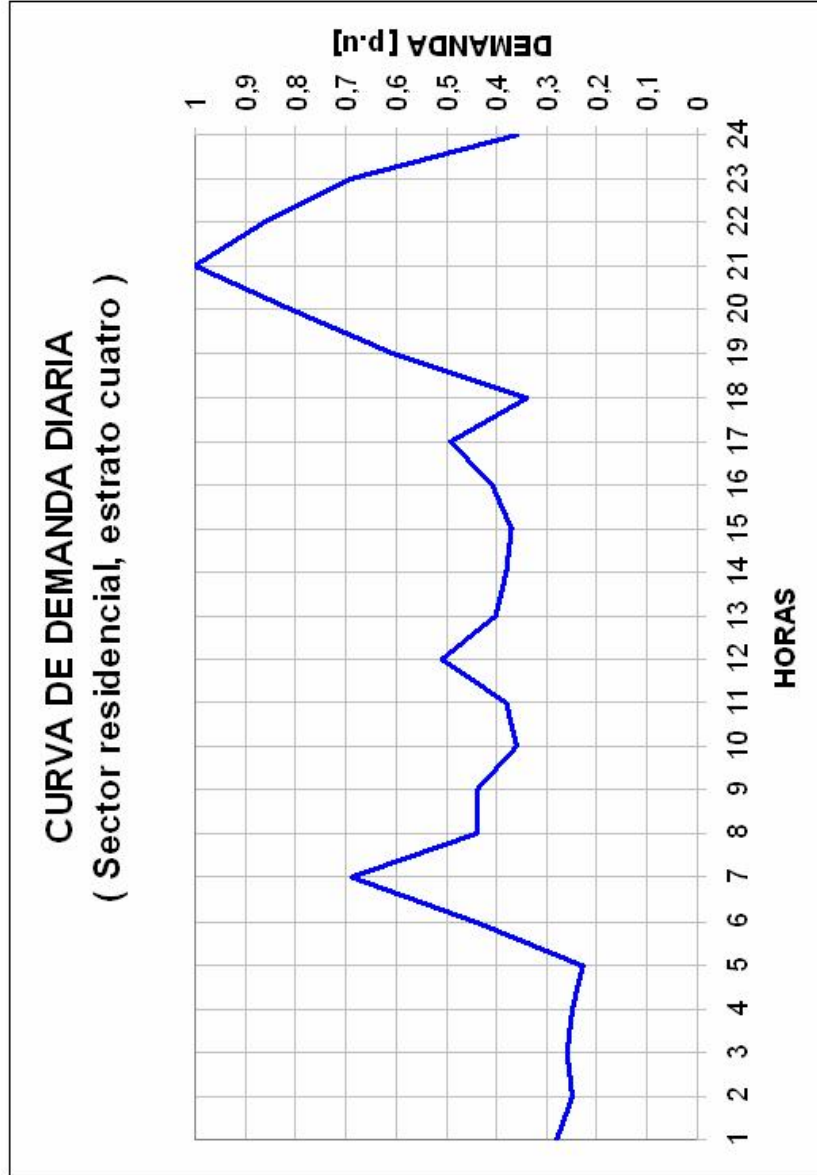
HORA	DEMANDA PROMEDIO HORA
1	0.29
2	0.31
3	0.26
4	0.27
5	0.31
6	0.33
7	0.38
8	0.37
9	0.41
10	0.47
11	0.53
12	0.55
13	0.54
14	0.5
15	0.47
16	0.42
17	0.52
18	0.61
19	0.92
20	1
21	0.9
22	0.75
23	0.63
24	0.45

Figura A.5



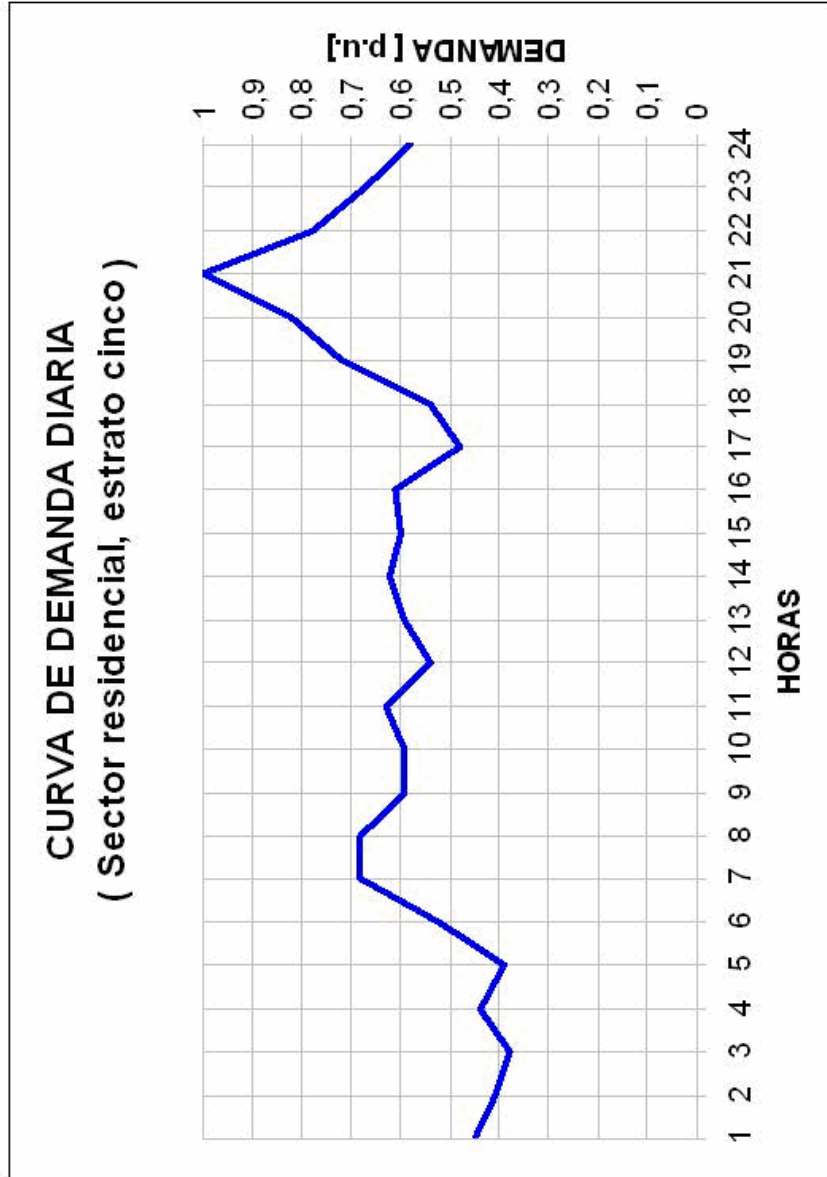
HORA	DEMANDA PROMEDIO HORA
1	0.3
2	0.27
3	0.26
4	0.27
5	0.24
6	0.41
7	0.44
8	0.36
9	0.36
10	0.45
11	0.41
12	0.45
13	0.56
14	0.39
15	0.41
16	0.45
17	0.47
18	0.52
19	0.77
20	0.91
21	0.98
22	1
23	0.64
24	0.37

Figura A.6



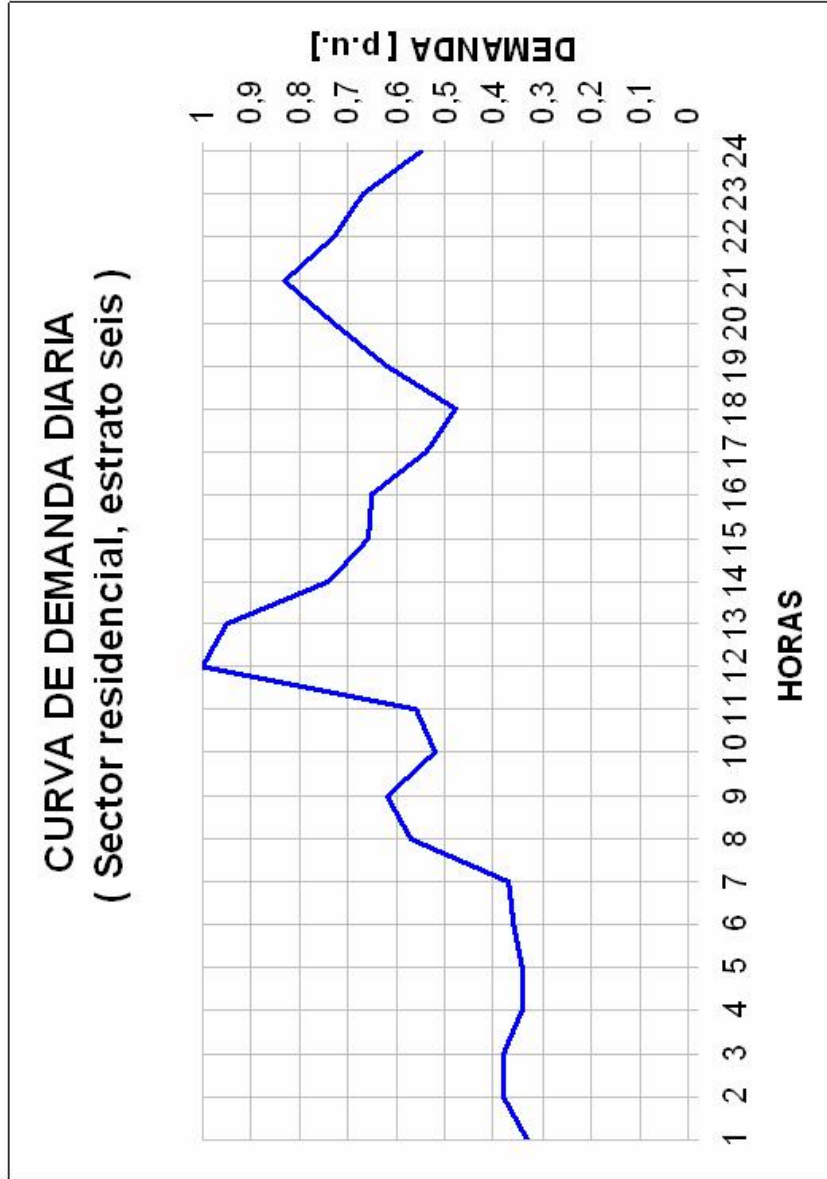
HORA	DEMANDA PROMEDIO HORA
1	0.28
2	0.25
3	0.26
4	0.25
5	0.23
6	0.44
7	0.69
8	0.44
9	0.44
10	0.36
11	0.38
12	0.51
13	0.4
14	0.38
15	0.37
16	0.41
17	0.49
18	0.34
19	0.61
20	0.81
21	1
22	0.86
23	0.69
24	0.36

Figura A.7



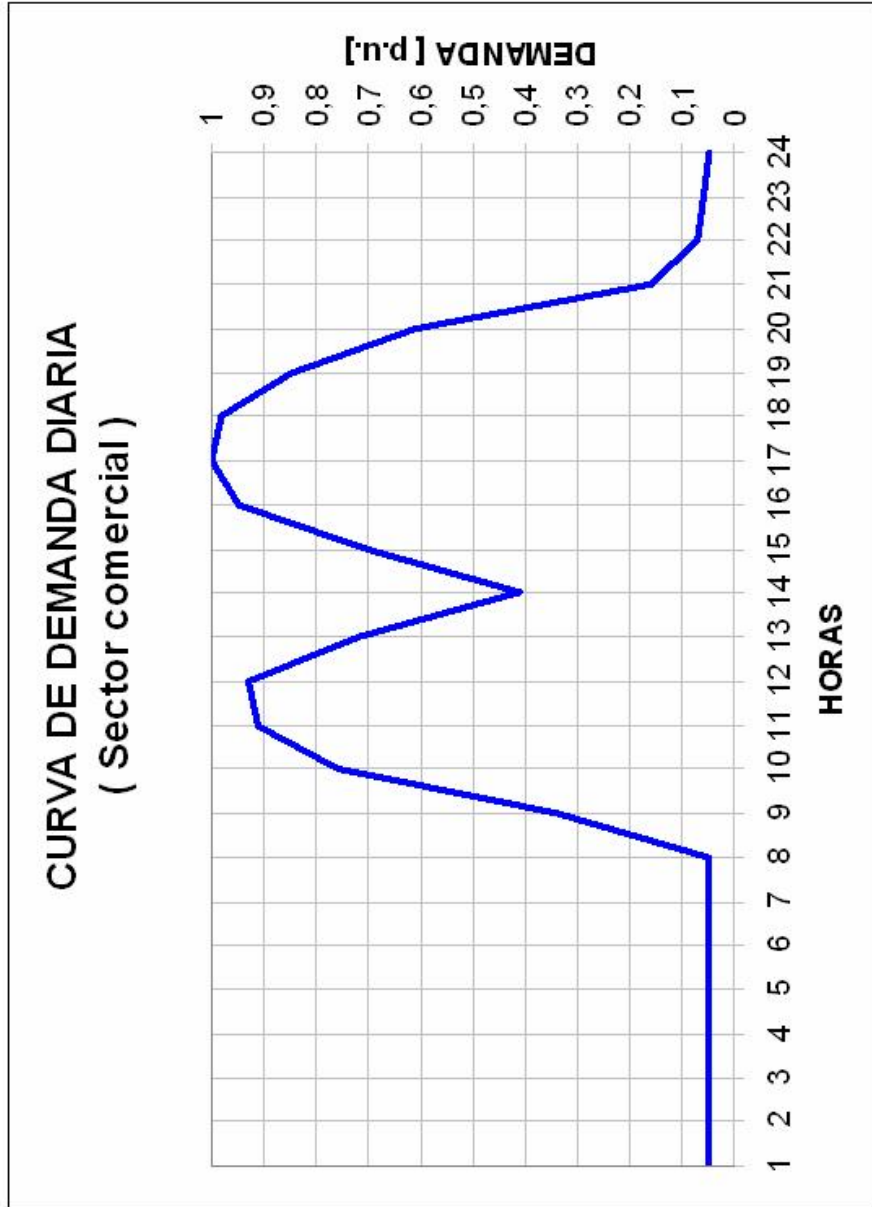
HORA	DEMANDA PROMEDIO HORA
1	0.45
2	0.41
3	0.38
4	0.44
5	0.39
6	0.52
7	0.68
8	0.68
9	0.59
10	0.59
11	0.63
12	0.54
13	0.59
14	0.62
15	0.6
16	0.61
17	0.48
18	0.54
19	0.72
20	0.82
21	1
22	0.78
23	0.67
24	0.58

Figura A.8




HORA	DEMANDA PROMEDIO HORA
1	0.33
2	0.38
3	0.38
4	0.34
5	0.34
6	0.36
7	0.37
8	0.57
9	0.62
10	0.52
11	0.56
12	1
13	0.95
14	0.74
15	0.66
16	0.65
17	0.54
18	0.48
19	0.62
20	0.73
21	0.83
22	0.73
23	0.67
24	0.55

Figura A.9



HORA	DEMANDA PROMEDIO HORA
1	0.05
2	0.05
3	0.05
4	0.05
5	0.05
6	0.05
7	0.05
8	0.05
9	0.34
10	0.76
11	0.91
12	0.93
13	0.72
14	0.41
15	0.7
16	0.95
17	1
18	0.98
19	0.85
20	0.61
21	0.16
22	0.07
23	0.06
24	0.05

Figura A.10

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 121 de 165
		Código: -

CLASIFICACIÓN DE ACOMETIDAS, TABLEROS Y NIVELES DE TENSIÓN

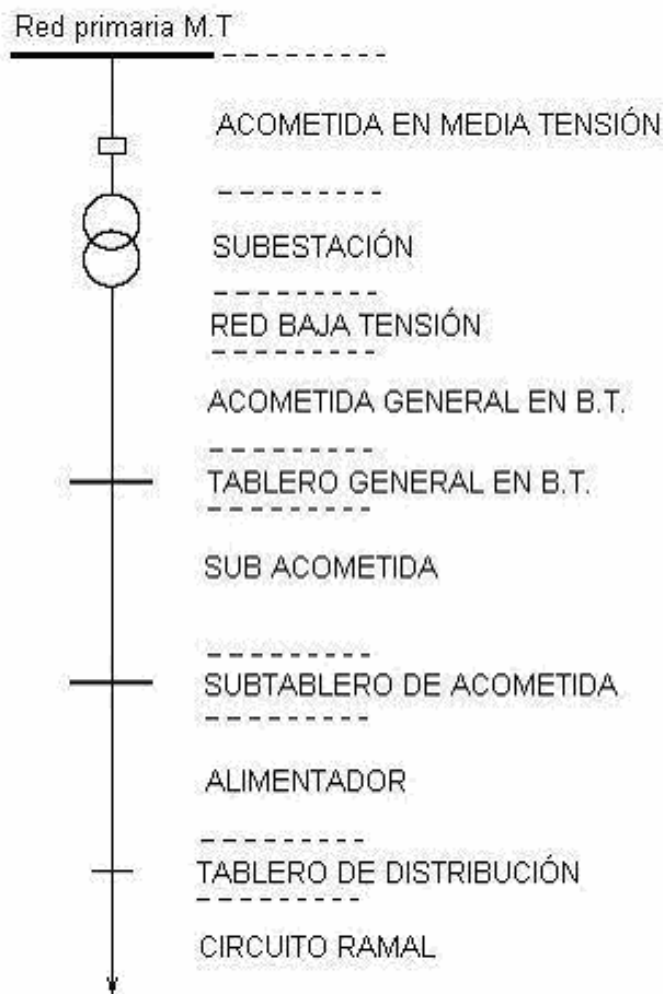


Figura A.11

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 122 de 165
		Código: -

ESTRIBO PARA BAJA TENSIÓN

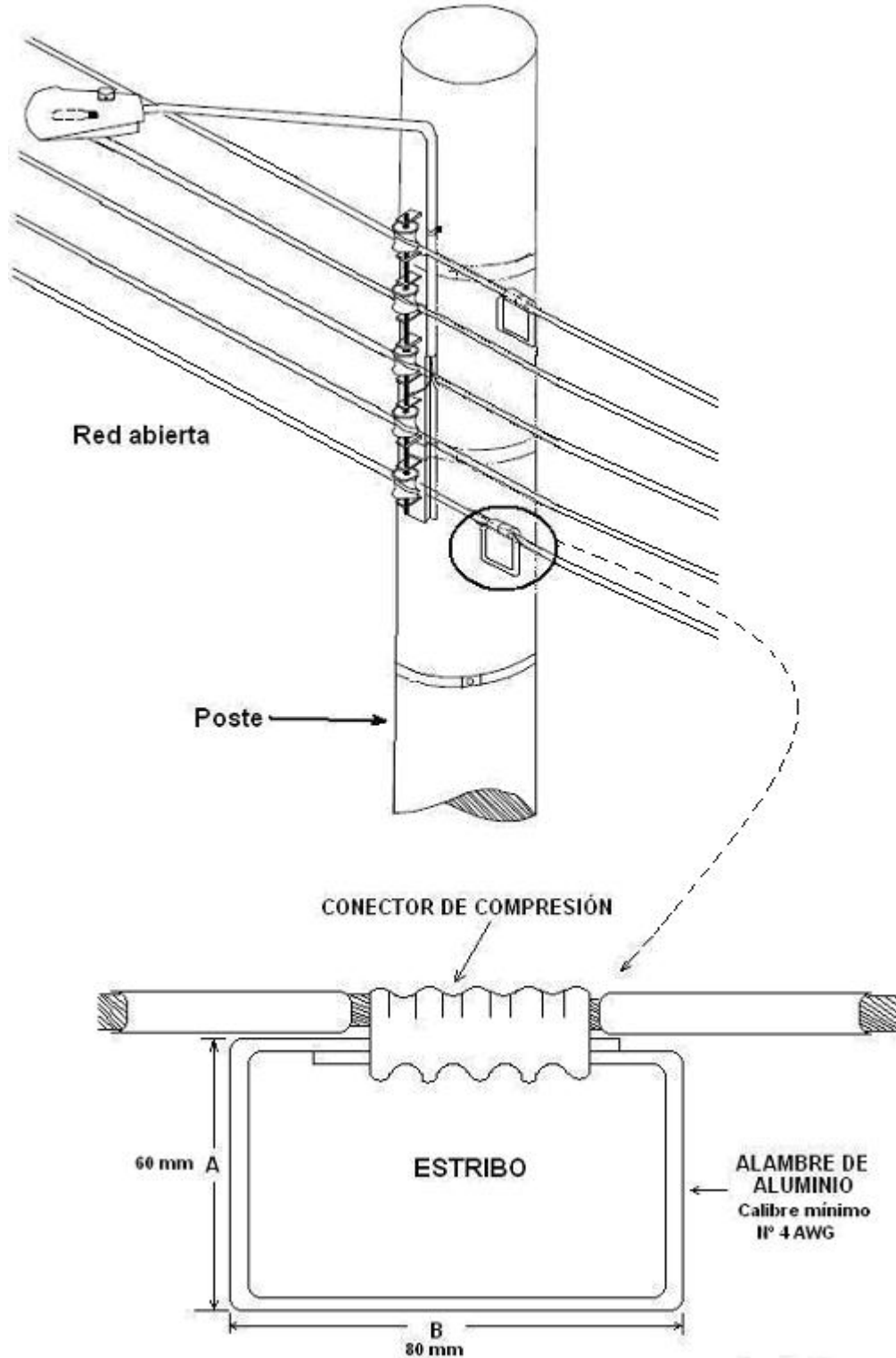
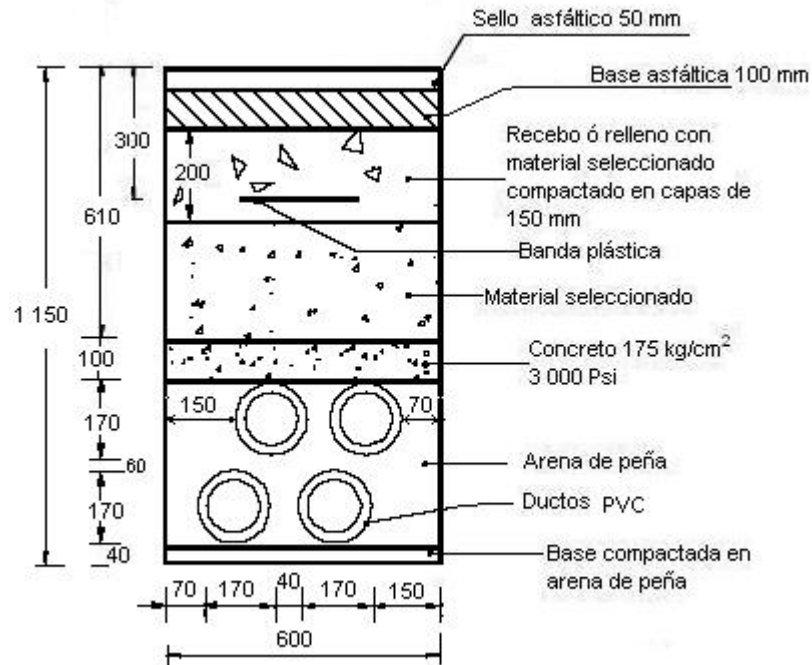


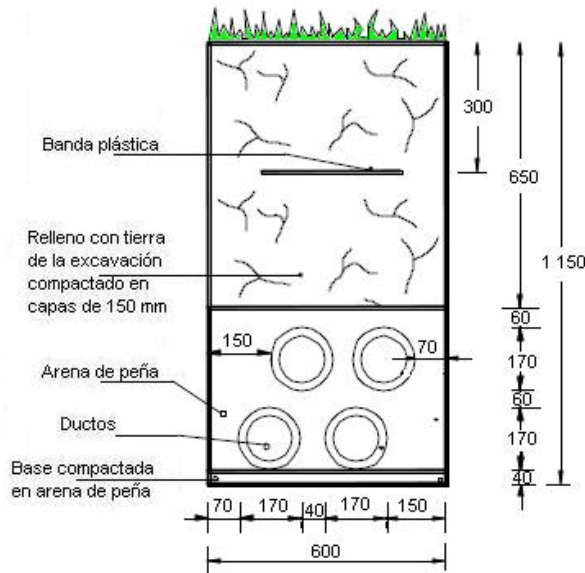
Figura A.12

DUCTERÍA SUBTERRANEA

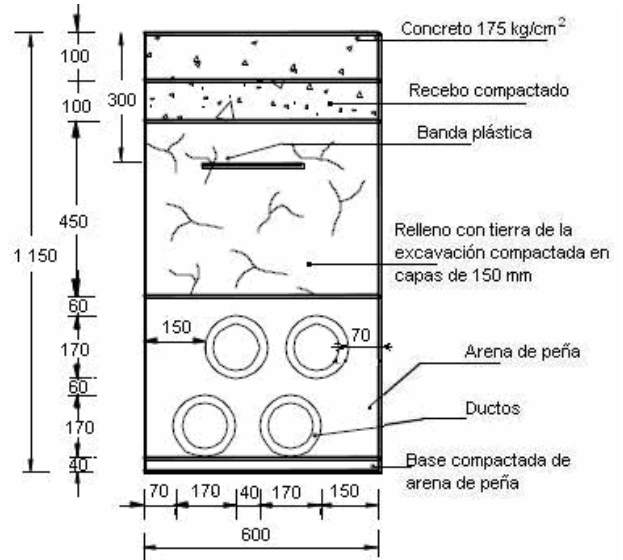
CRUCE CALZADA



ZONAS VERDES



ANDÉN DE CONCRETO

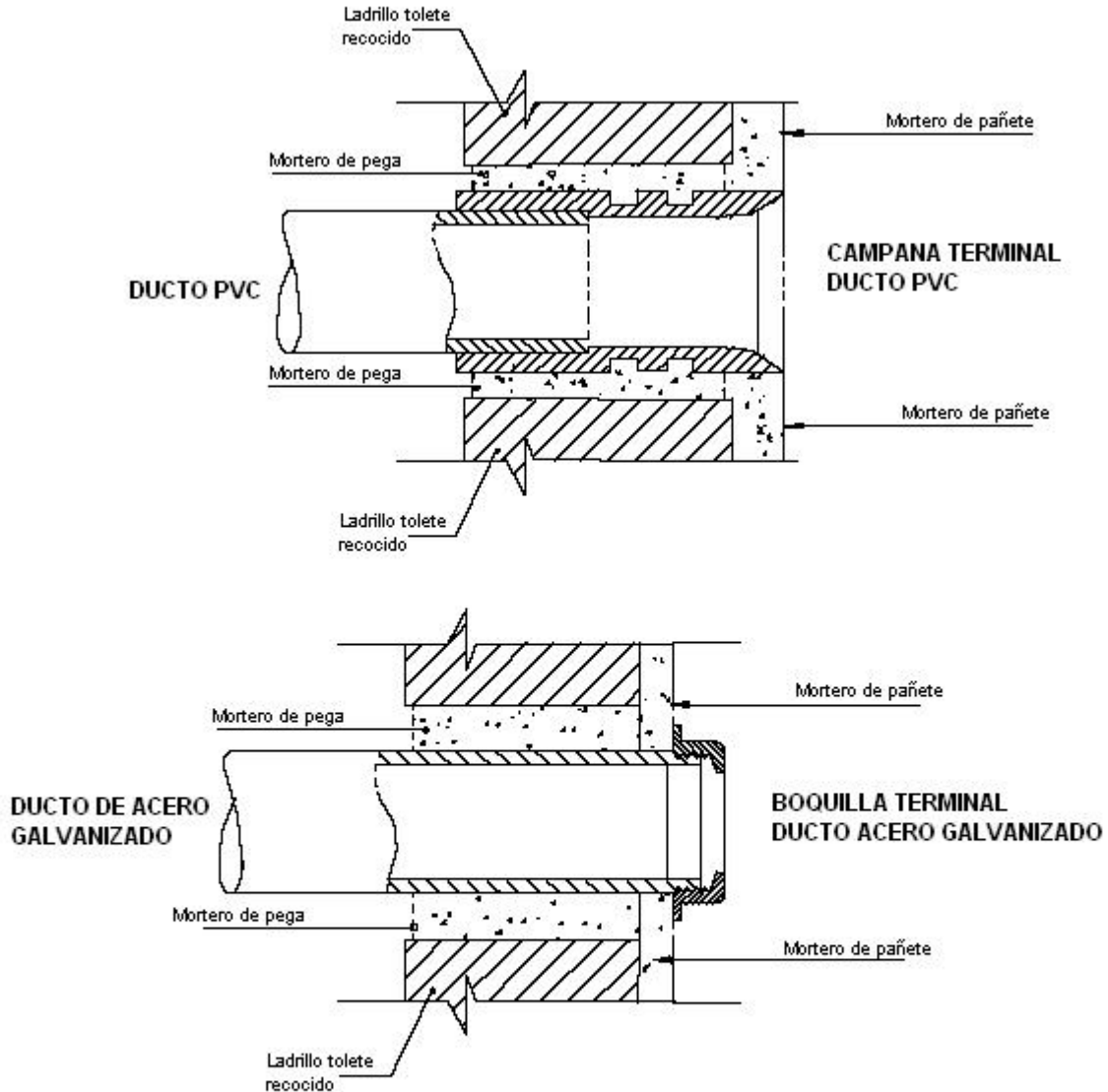


Dimensiones en mm

Figura A.13

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 124 de 165
		Código: -

LLEGADA DE DUCTOS A CAJAS



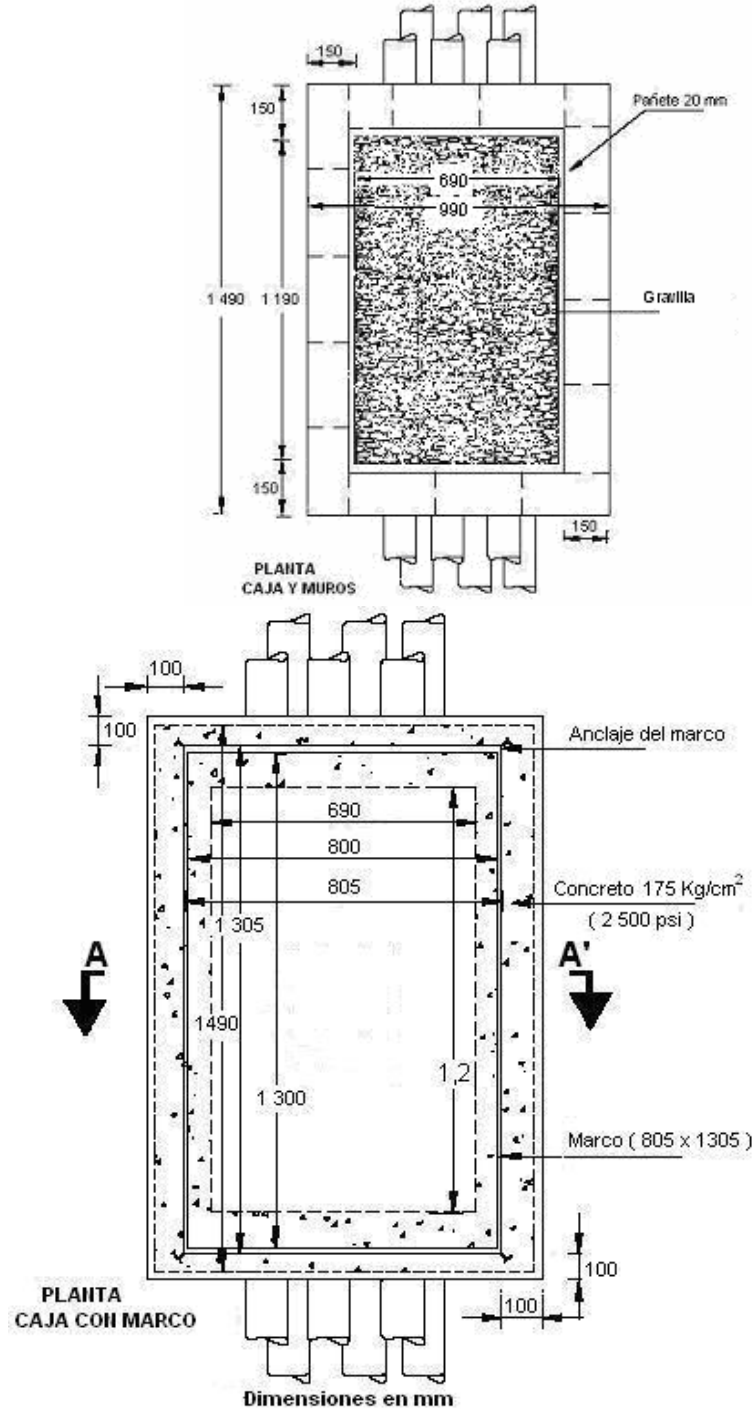
NOTAS:

- El mortero para pega y pañete se hará con relación 1:5 de cemento y arena.
- Cualquiera que sea el tipo de ducto deberá llevar su campana o boquilla terminal.

Figura A.14


	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 125 de 165
		Código: -

CAJA DE INSPECCIÓN SENCILLA PARA CANALIZACIÓN DE M.T.

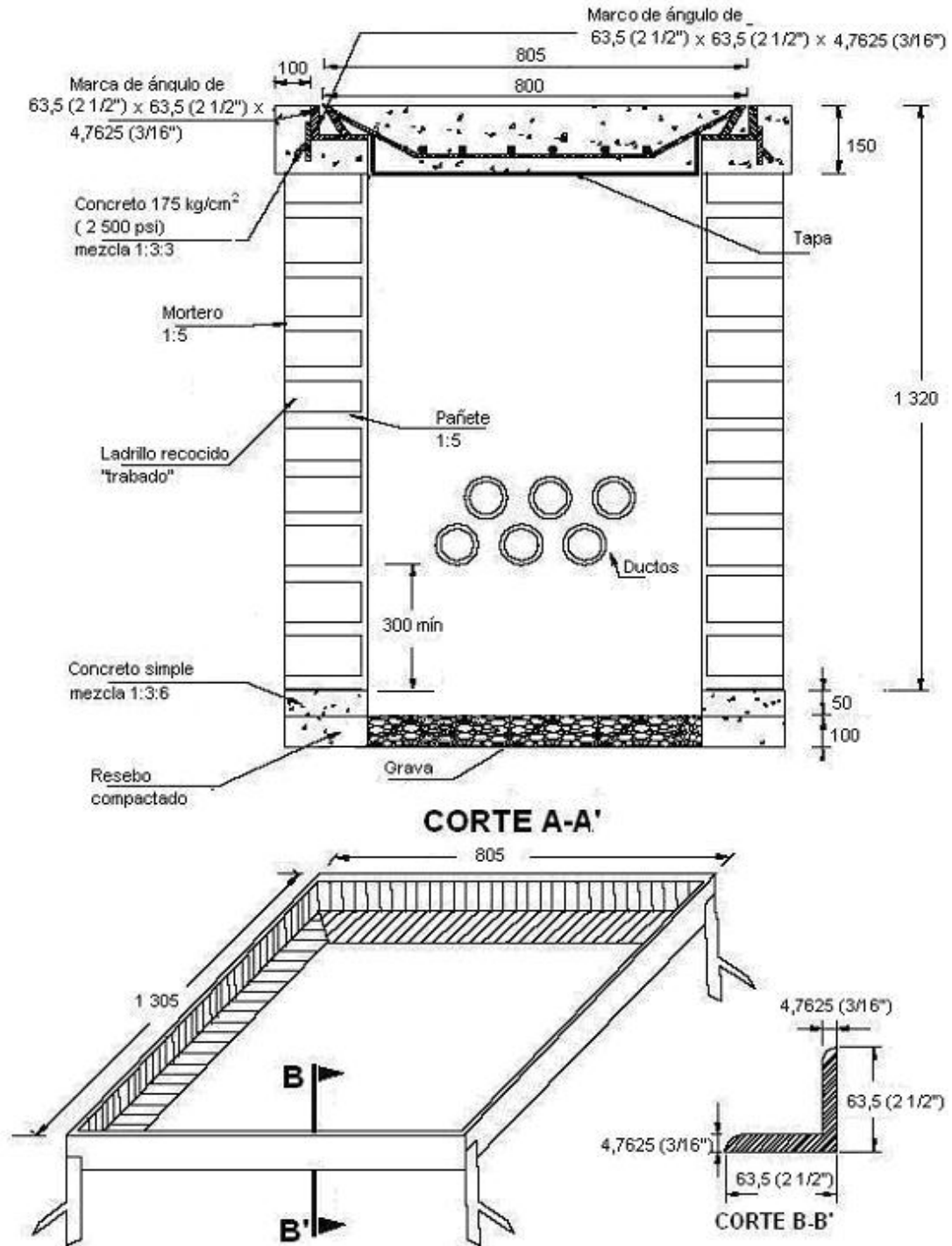


Nota: No se aceptará la construcción de este tipo de caja para zonas vehiculares y entradas a garajes

Figura A.15

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 126 de 165
		Código: -

CAJA DE INSPECCIÓN SENCILLA PARA CANALIZACIÓN DE M.T.



Dimensiones en mm

Figura A.16

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 127 de 165
		Código: -

CAJA DE INSPECCIÓN SENCILLA PARA CANALIZACIÓN EN M.T. VISTA ISOMÉTRICA

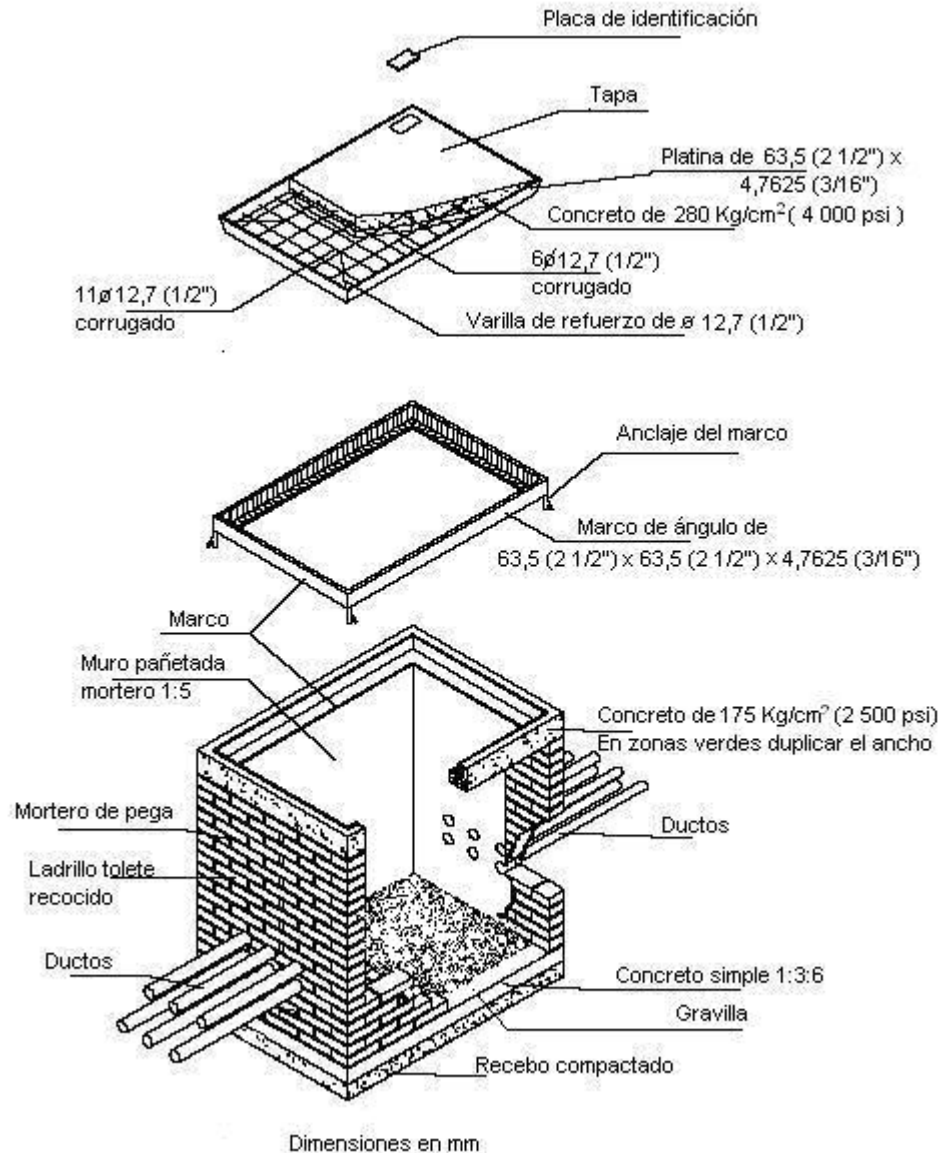
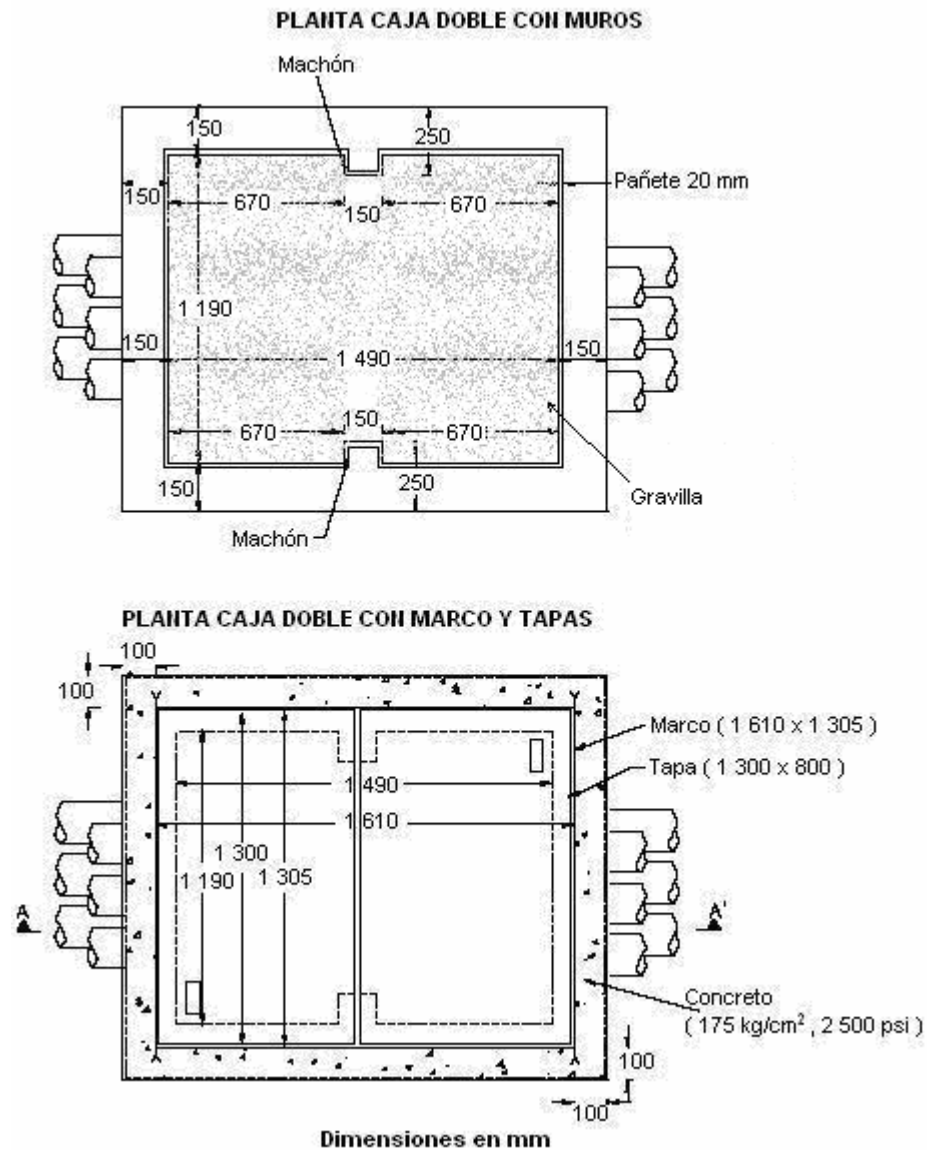


Figura A.17


	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 128 de 165
		Código: -

CAJA DE INSPECCIÓN DOBLE PARA CANALIZACIÓN DE M.T.



Nota: No se aceptará la construcción de este tipo de caja para zonas vehiculares y entradas a garajes

Figura A.18

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 129 de 165
		Código: -

CAJA DE INSPECCIÓN DOBLE PARA CANALIZACIÓN DE M.T.

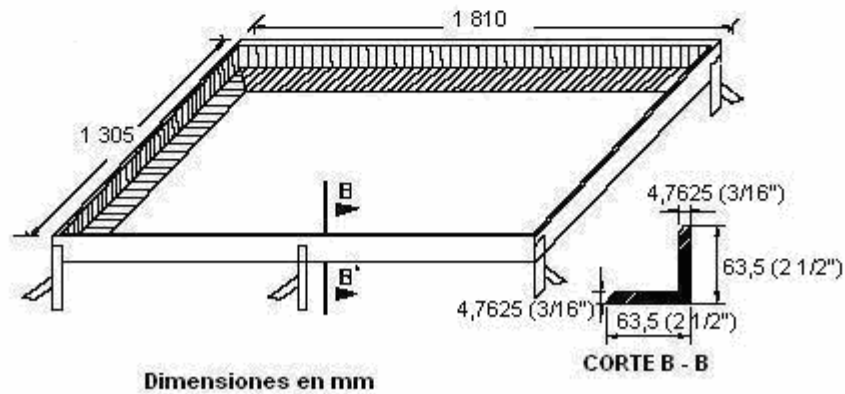
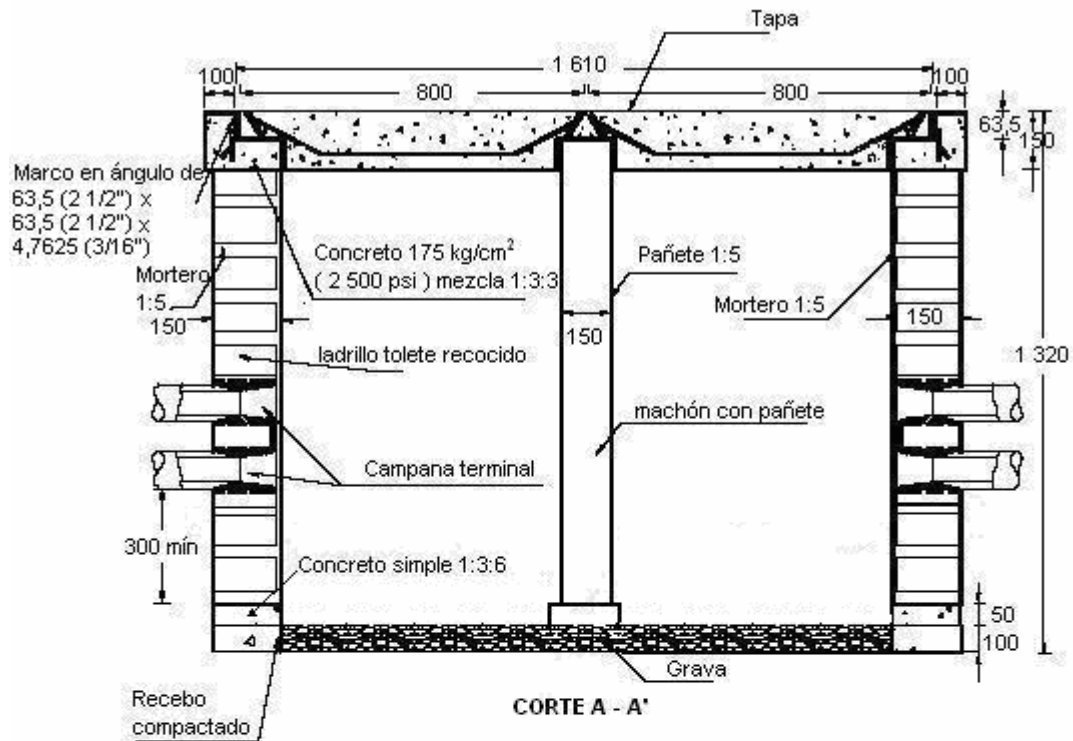


Figura A.19

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 130 de 165
		Código: -

CAJA DE INSPECCIÓN DOBLE PARA CANALIZACIÓN DE M.T. VISTA ISOMÉTRICA

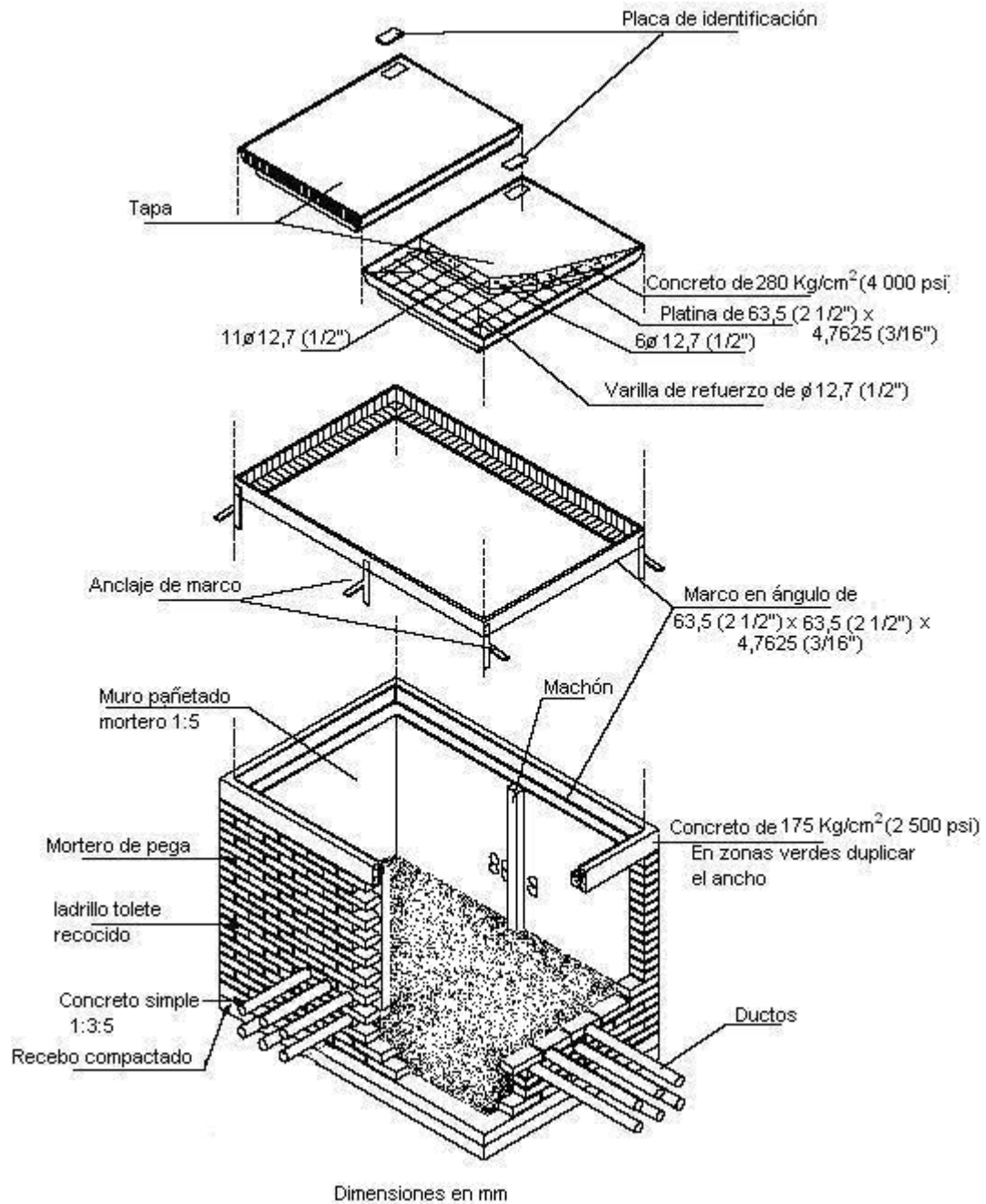

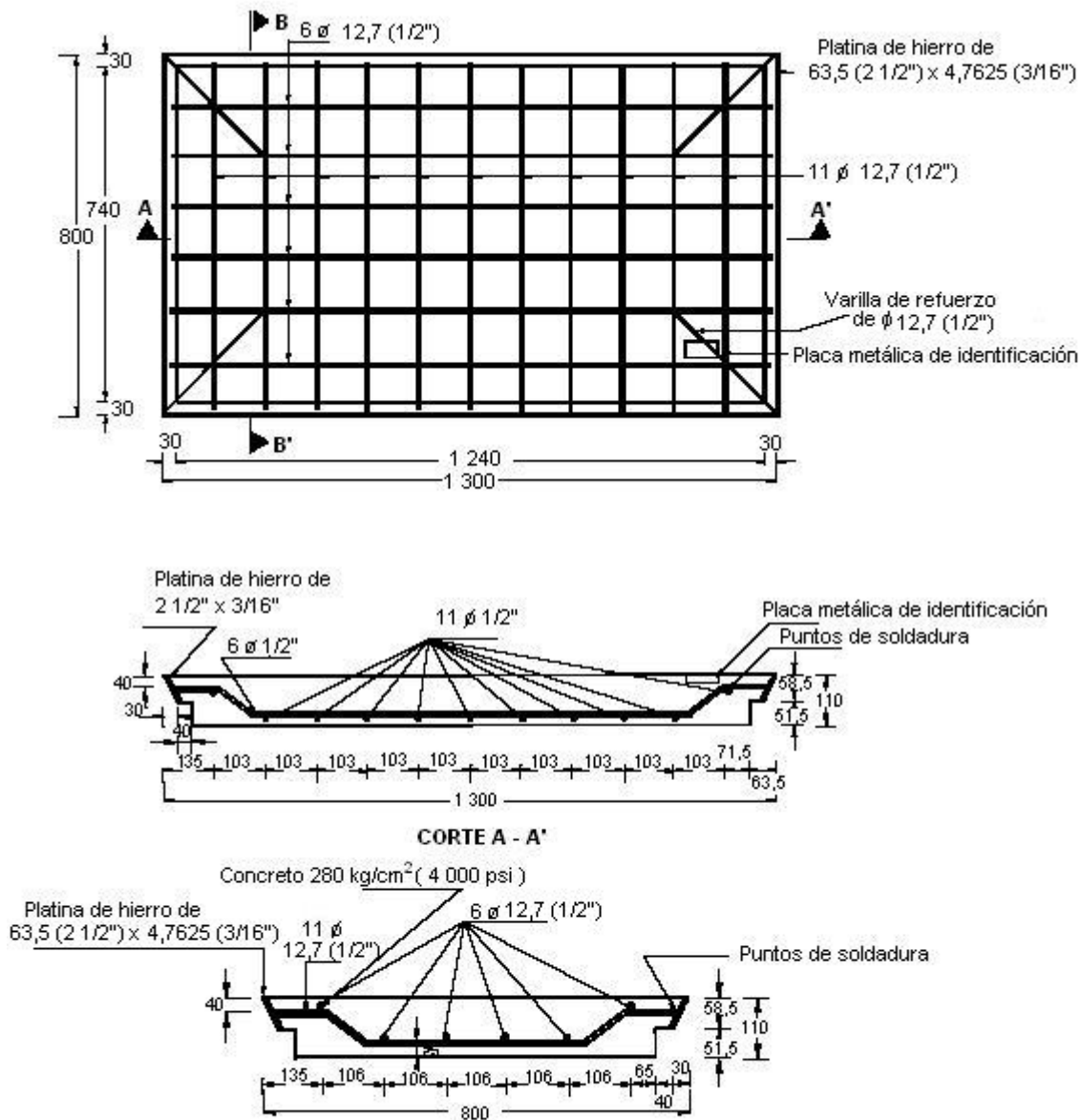


Figura A.20

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 131 de 165
		Código: -

TAPA PARA CAJAS DE INSPECCIÓN SENCILLA O DOBLE



NOTAS:

- IAS DIMENSIONES DE ESTA TAPA SON ÚNICAS PARA LOS DOS TIPOS DE CAJAS: Sencilas y dobles
- Dimensiones en mm

Figura A.21

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 132 de 165
		Código: -

CAJA DE INSPECCIÓN PARA ALUMBRADO PÚBLICO Y ACOMETIDAS EN BAJA TENSIÓN

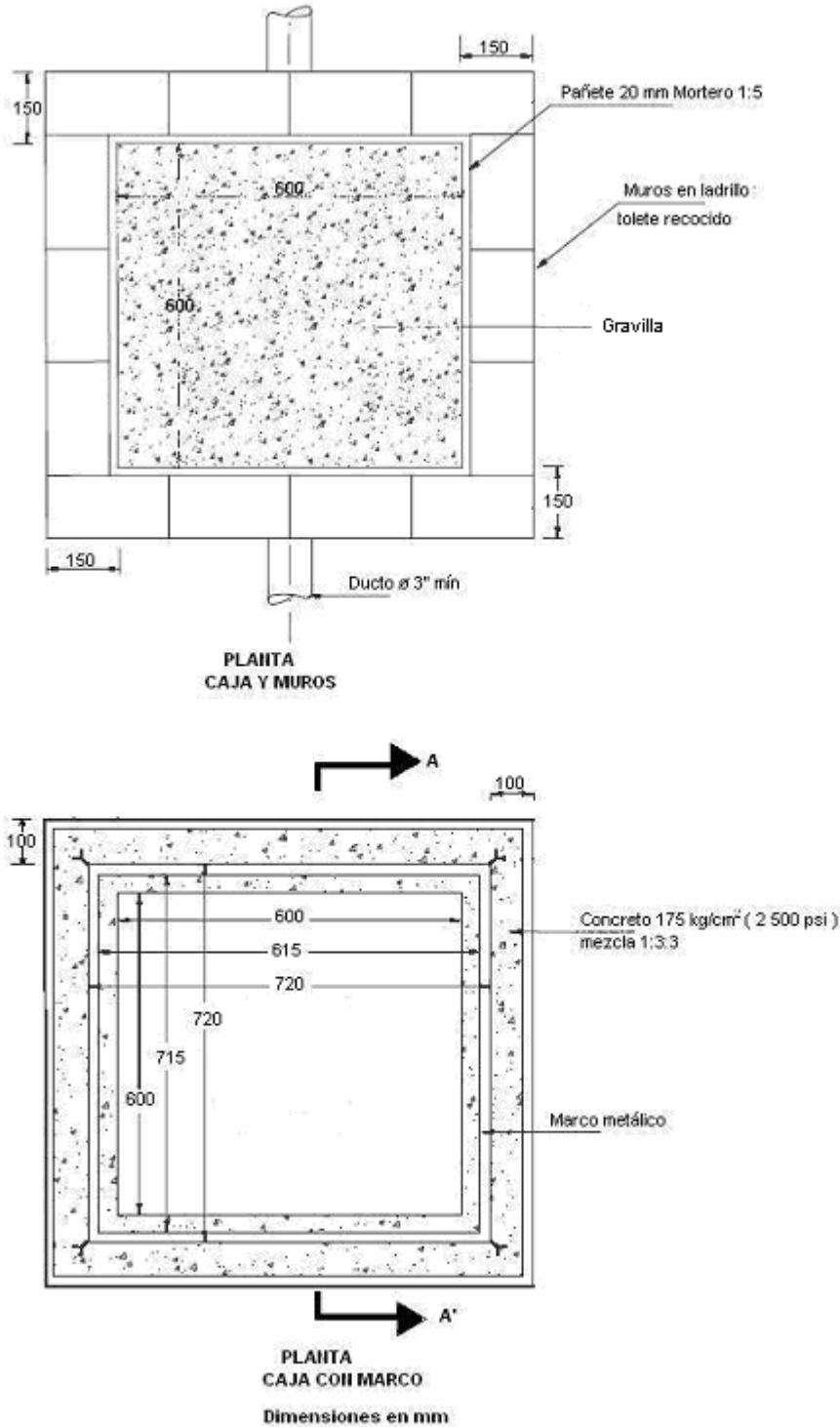

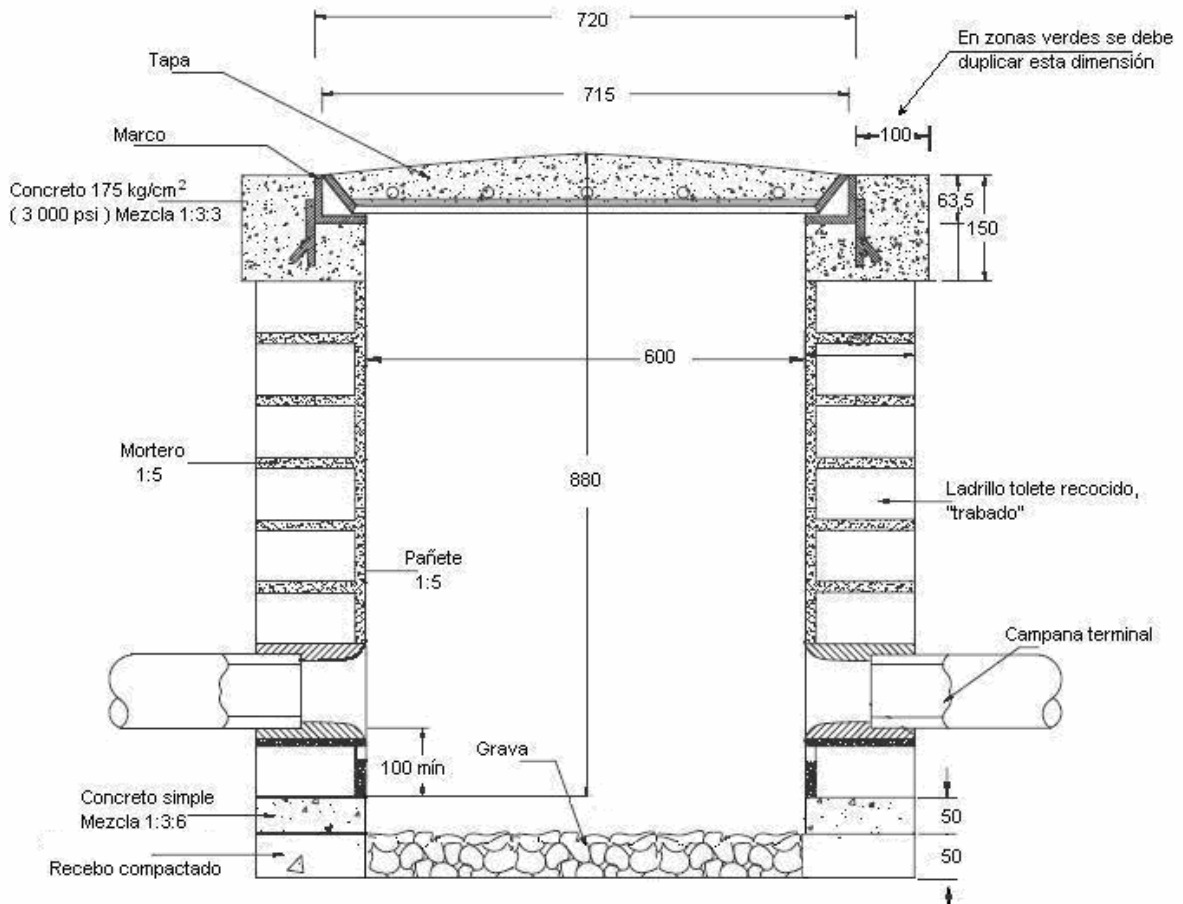


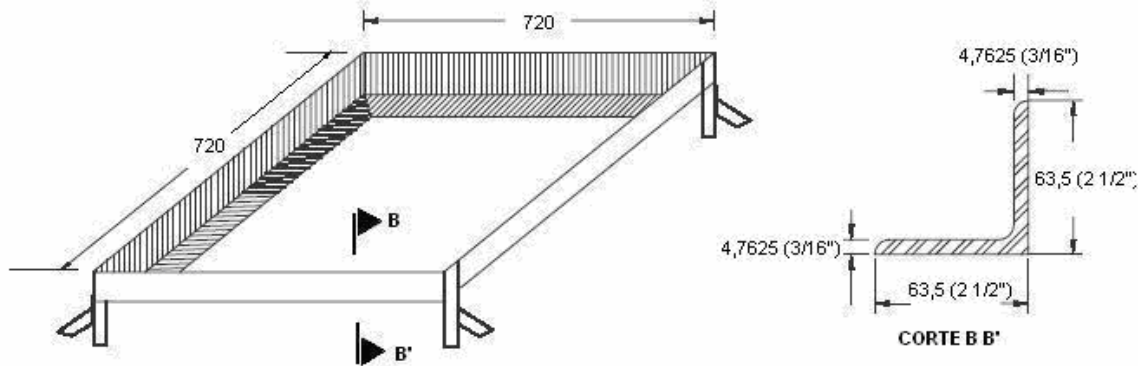
Figura A.22

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 133 de 165
		Código: -

CAJA DE INSPECCIÓN PARA ALUMBRADO PÚBLICO Y ACOMETIDAS EN BAJA TENSIÓN




CORTE A - A'



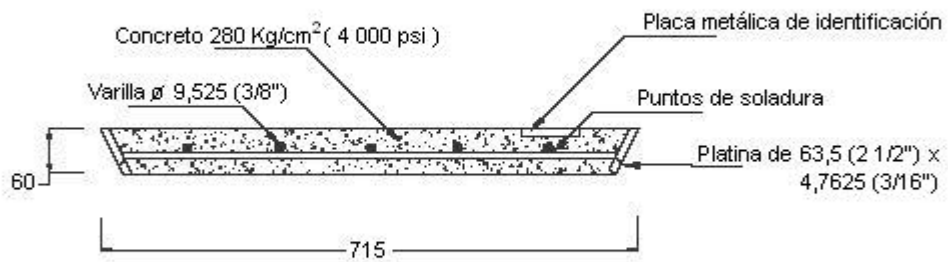
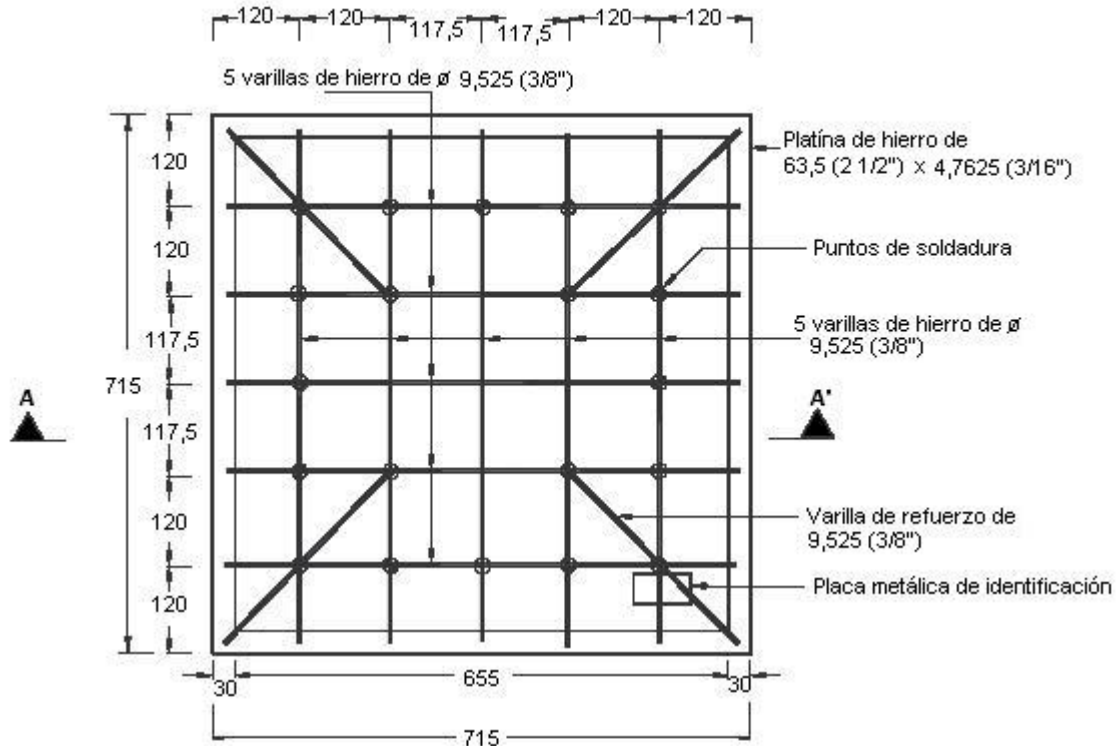
MARCO PARA CAJA DE INSPECCIÓN DE ACOMETIDAS DE A.P Y B.T.

Dimensiones en mm

Figura A.23

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 134 de 165
		Código: -

TAPA DE CAJA DE INSPECCIÓN PARA ALUMBRADO PÚBLICO

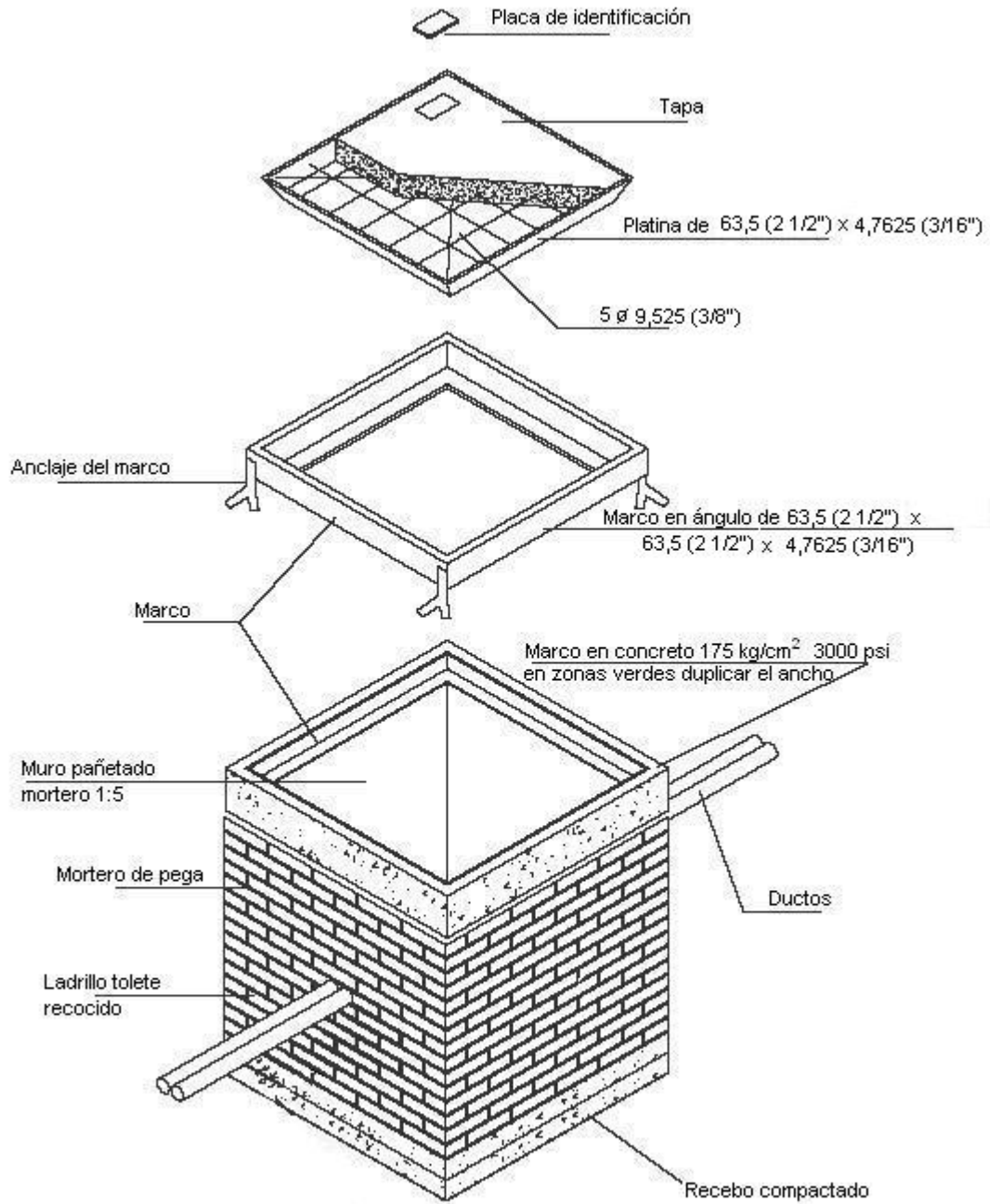


Dimensiones en mm

Figura A.24

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 135 de 165
		Código: -

CAJA DE INSPECCIÓN PARA ALUMBRADO PÚBLICO, VISTA ISOMETRICA

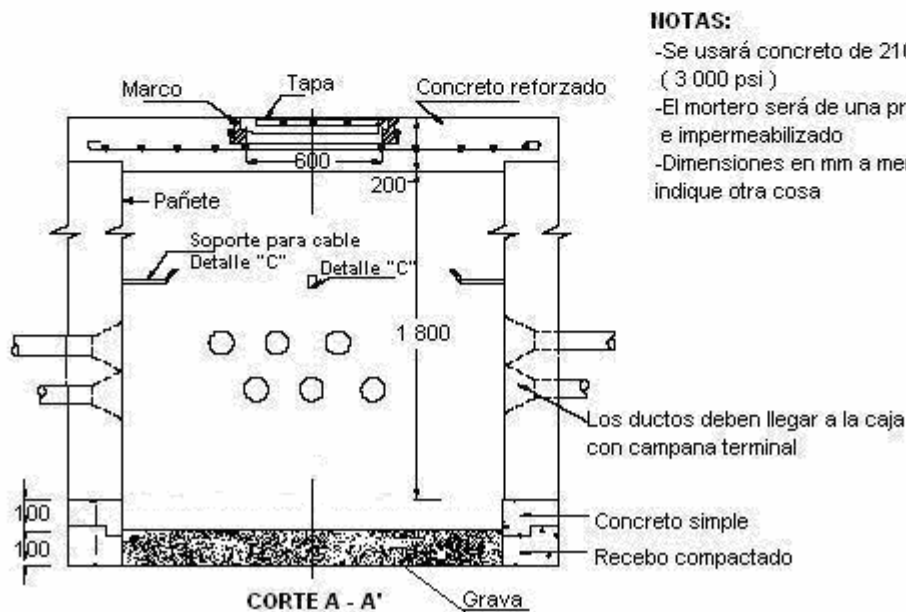
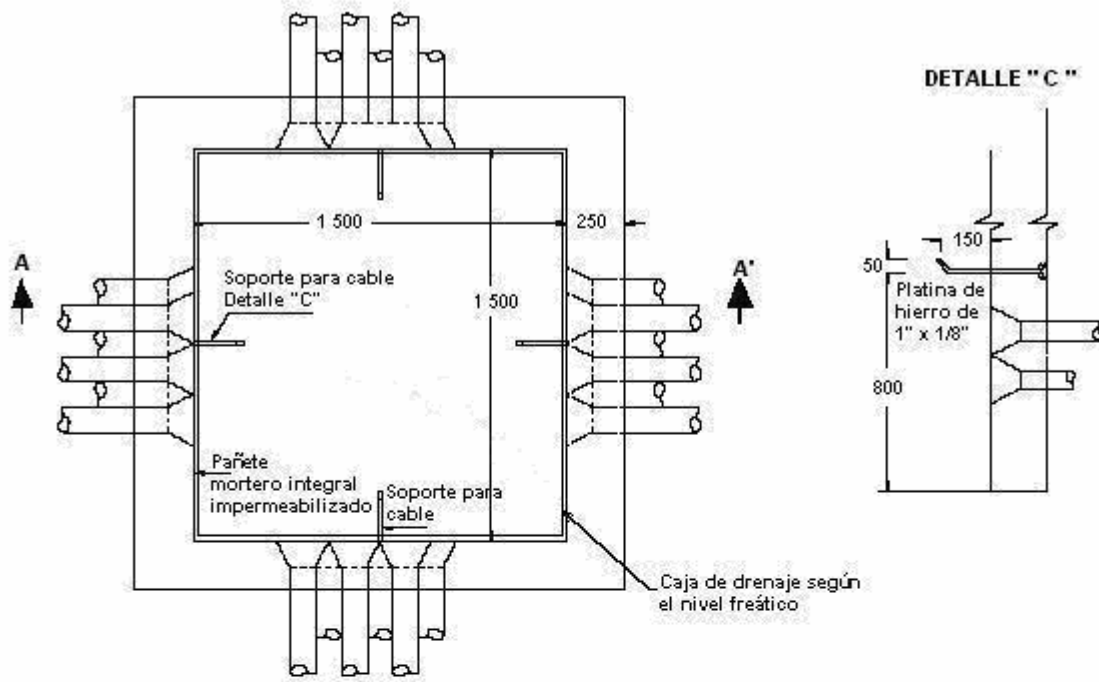


Dimensiones en mm

Figura A.25

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 136 de 165
		Código: -

CAJA DE INSPECCIÓN TIPO VEHICULAR

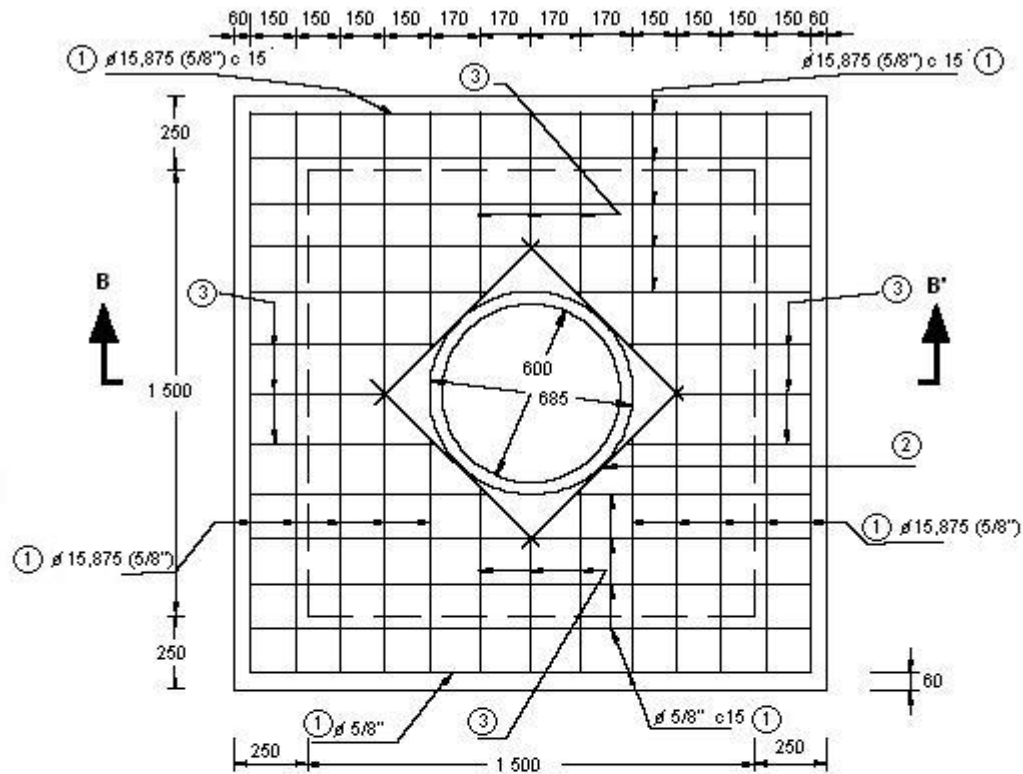


NOTAS:

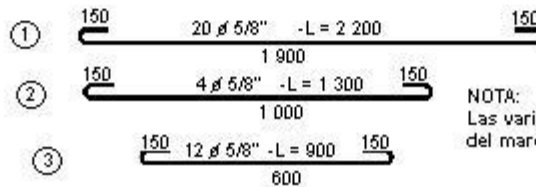
- Se usará concreto de 210 kg/cm² (3 000 psi)
- El mortero será de una proporción 1:4 e impermeabilizado
- Dimensiones en mm a menos que se indique otra cosa

Figura A.26

CAJA DE INSPECCIÓN TIPO VEHICULAR



PLAITA

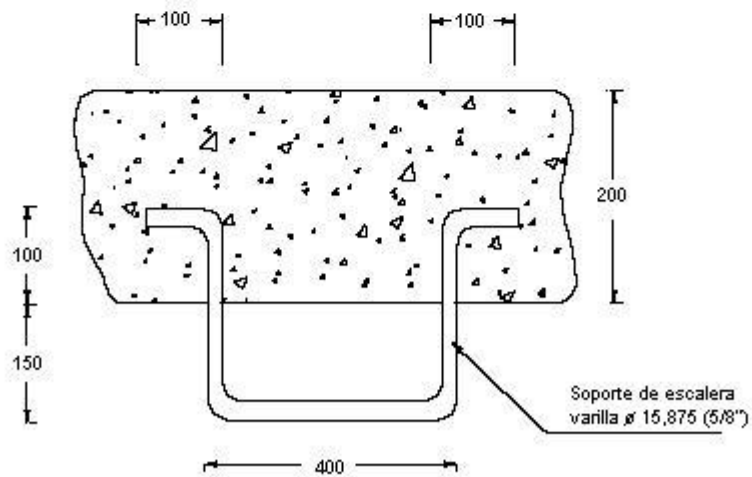
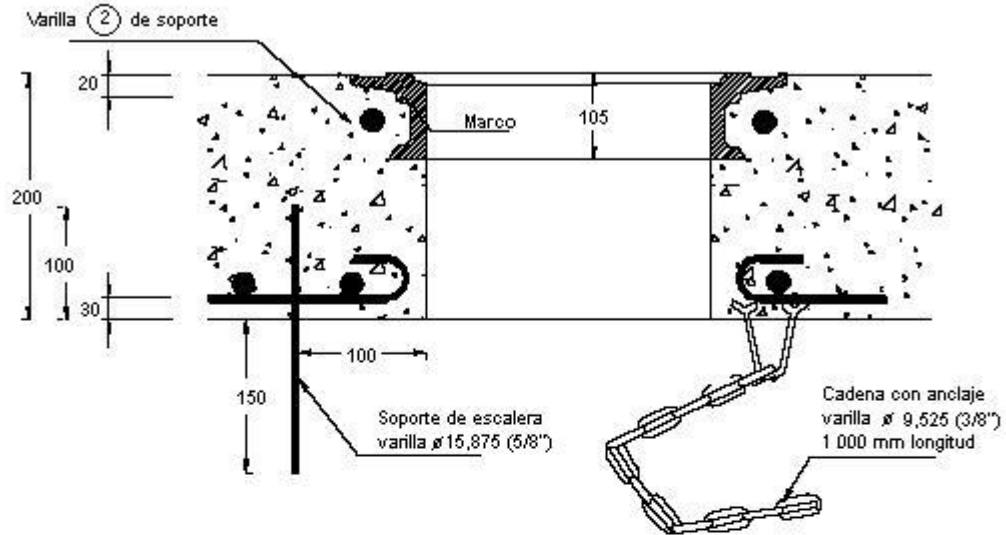


NOTA:
Las varillas ② deben pasar por debajo del marco, son las varillas de soporte.

Dimensiones en mm

Figura A.27


DETALLE DE ANCLAJE DEL MARCO



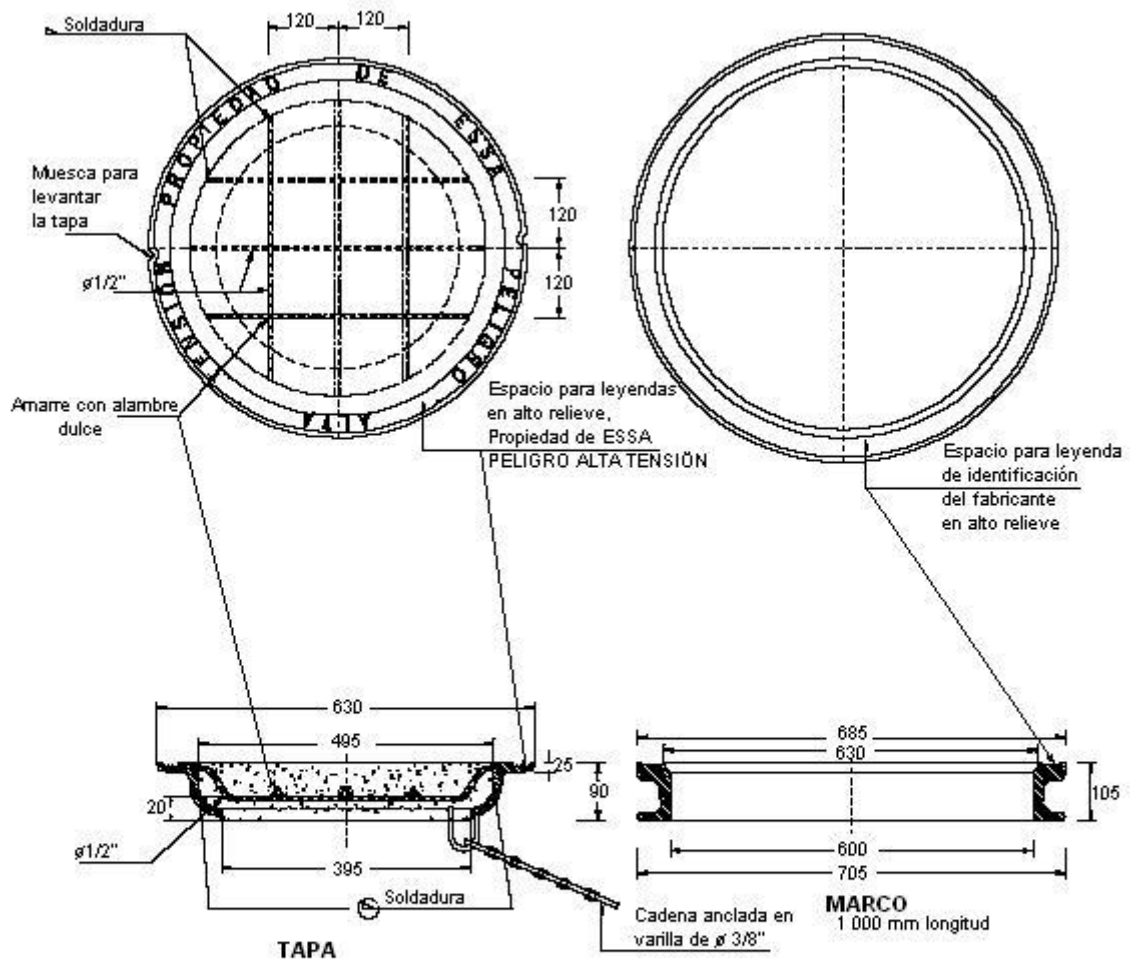
DETALLE DE SOPORTE PARA ESCALERA

Dimensiones en mm

Figura A.28

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 139 de 165
		Código: -

CAJA DE INSPECCIÓN TIPO VEHICULAR TAPA DE CONCRETO



NOTAS_

- Las varillas de $\varnothing 1/2"$ van soldadas entre si y a la tapa
- Las superficies en contacto con el concreto serán rugosas
- El concreto será de 4 000 psi, relación 1:2:2 de cemento, arena y grava
- Dimensiones en mm

Figura A.29

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 140 de 165
		Código: -

CAJA DE INSPECCIÓN TIPO VEHICULAR VISTA ISOMETRICA

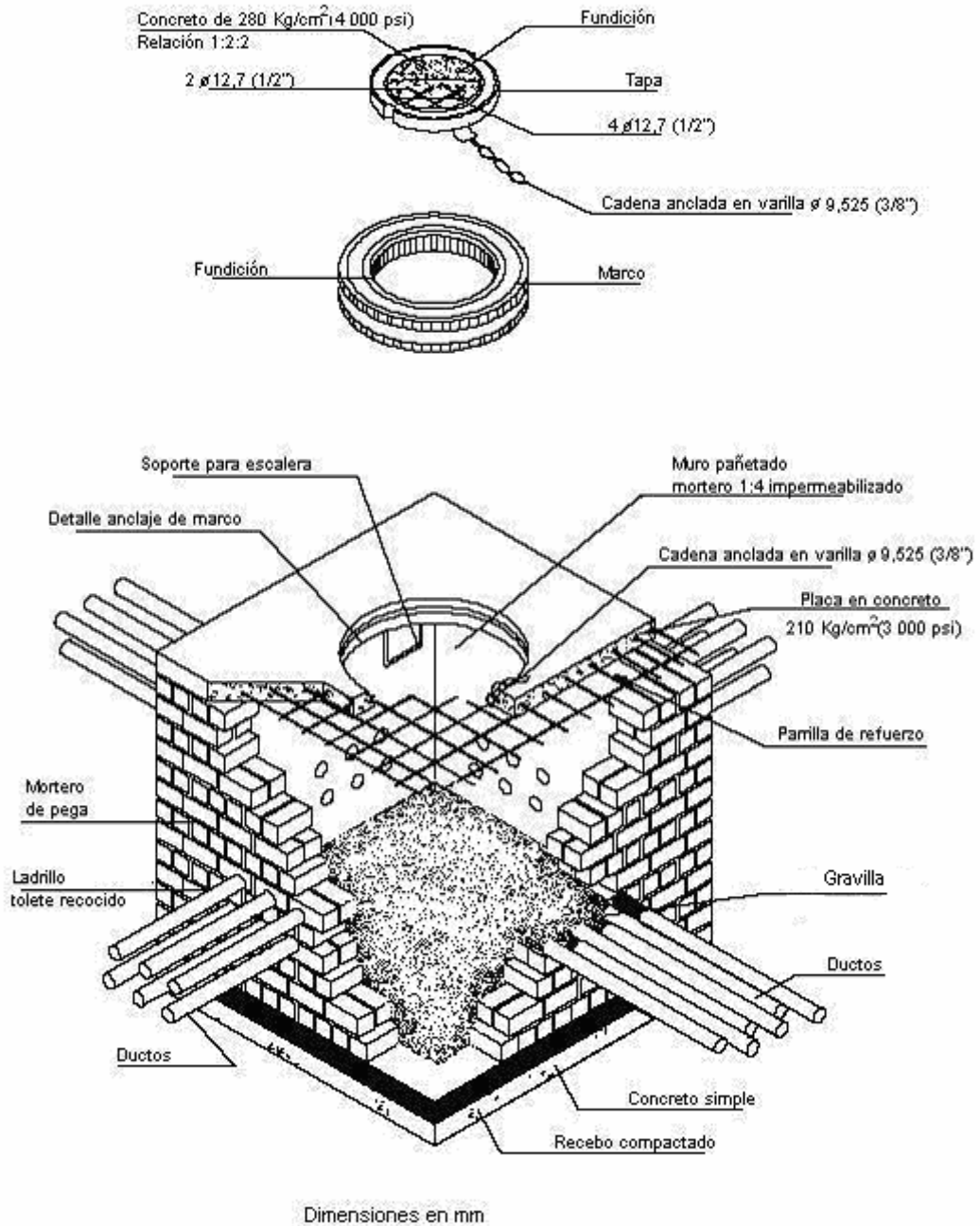


Figura A.30

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 141 de 165
		Código: -

ACOMETIDAS AÉREAS EN BAJA TENSIÓN

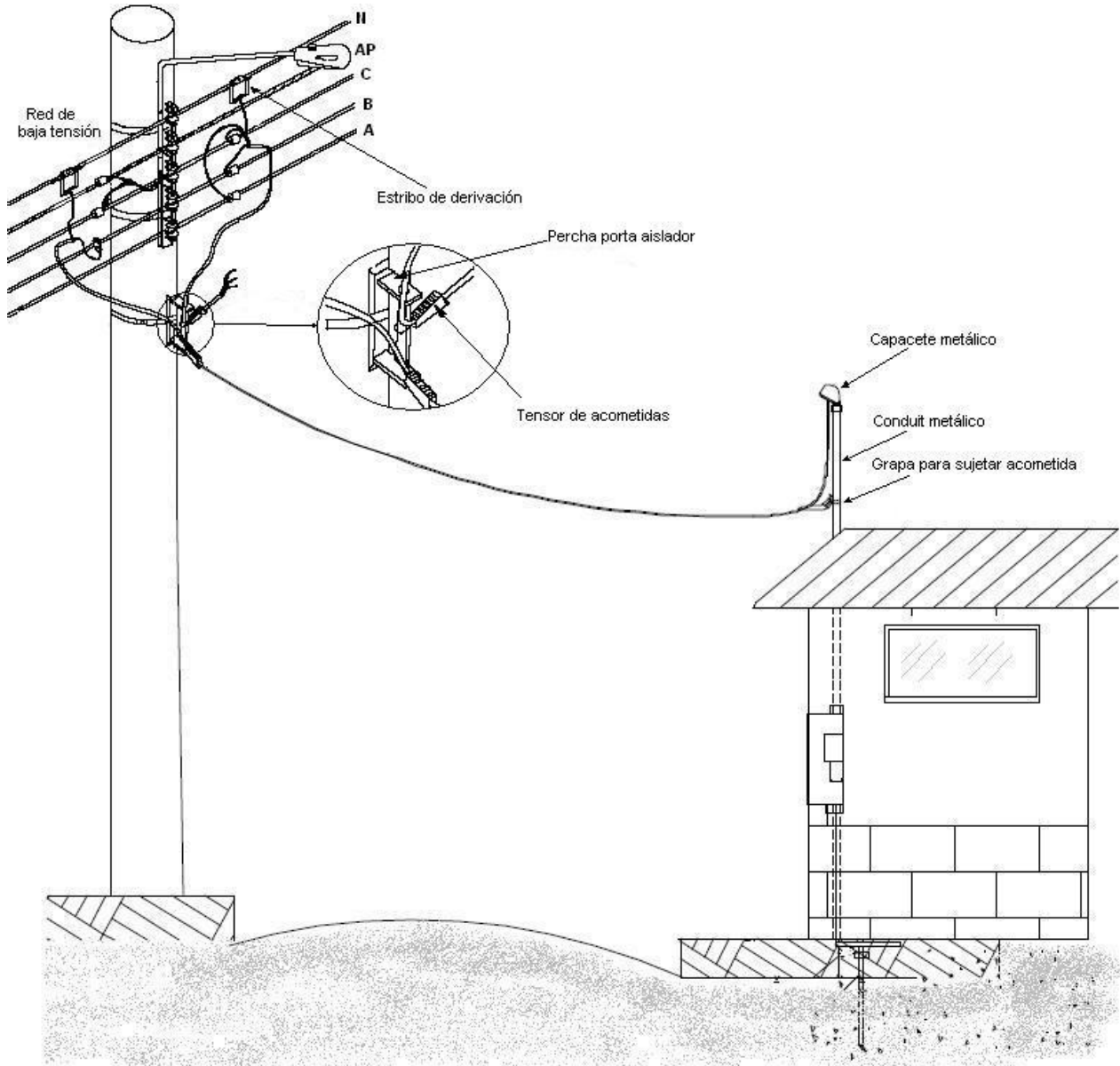

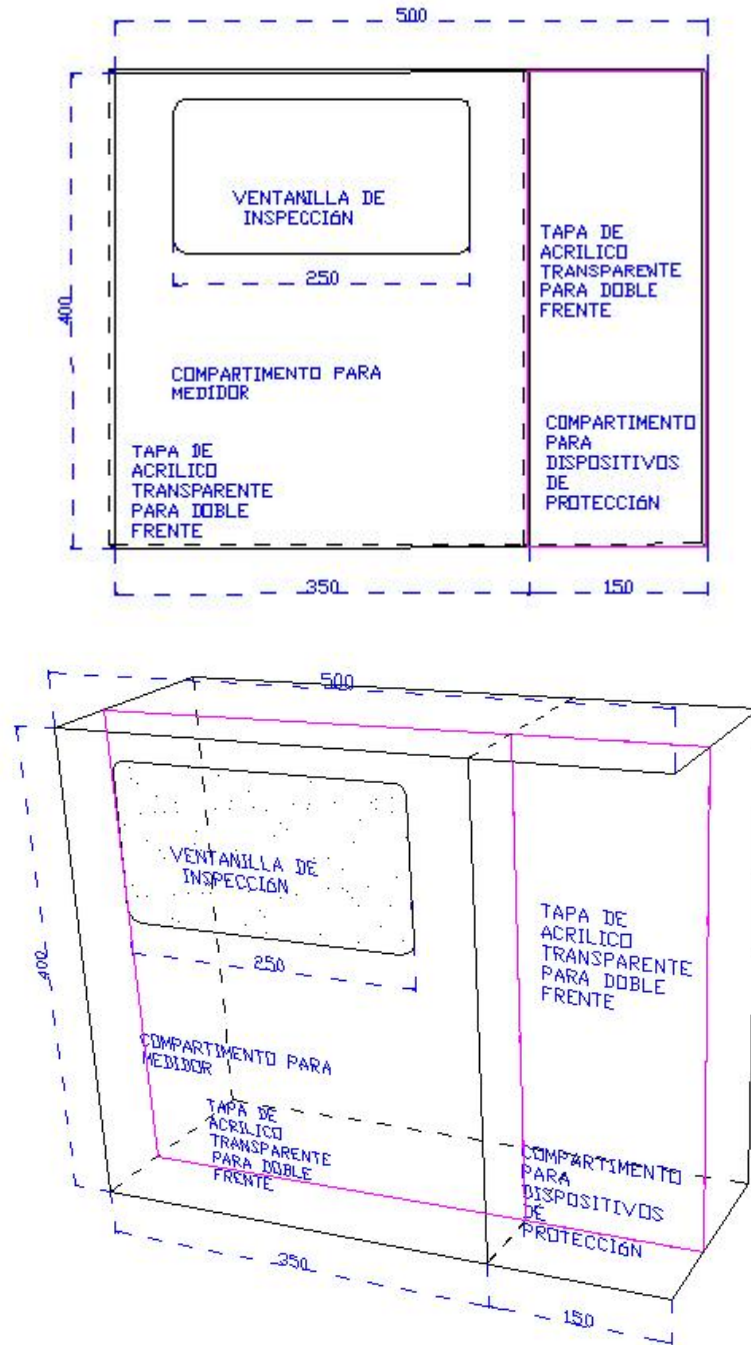


Figura A.31

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 142 de 165
		Código: -

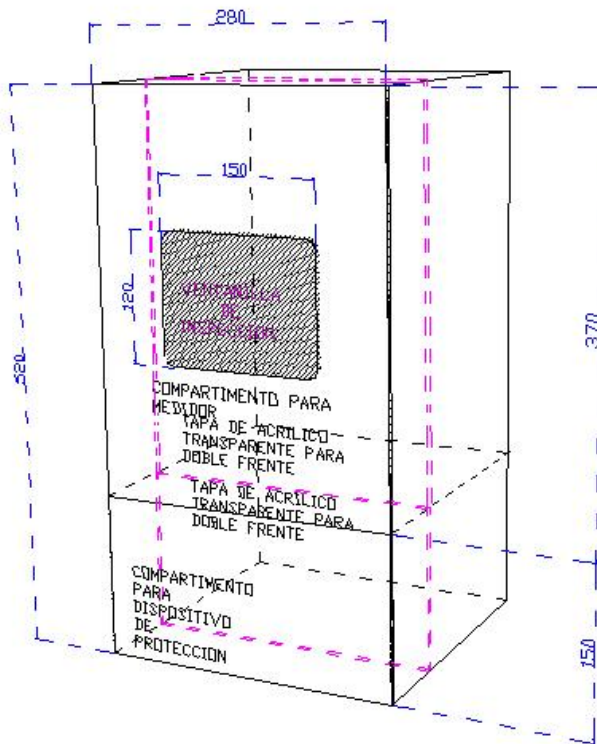
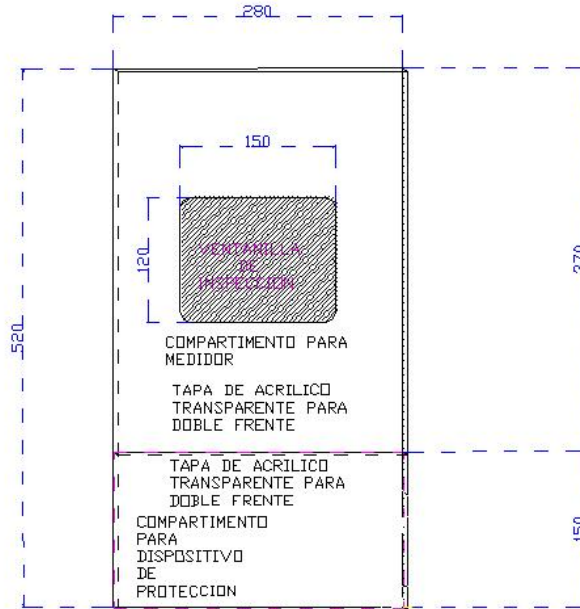
CAJA PARA CONTADOR TIPO A



Dimensiones en mm

Figura A.32

CAJA PARA CONTADOR TIPO B



Dimensiones en mm

Figura A.33

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 144 de 165
		Código: -

ARMARIO PARA CONTADORES

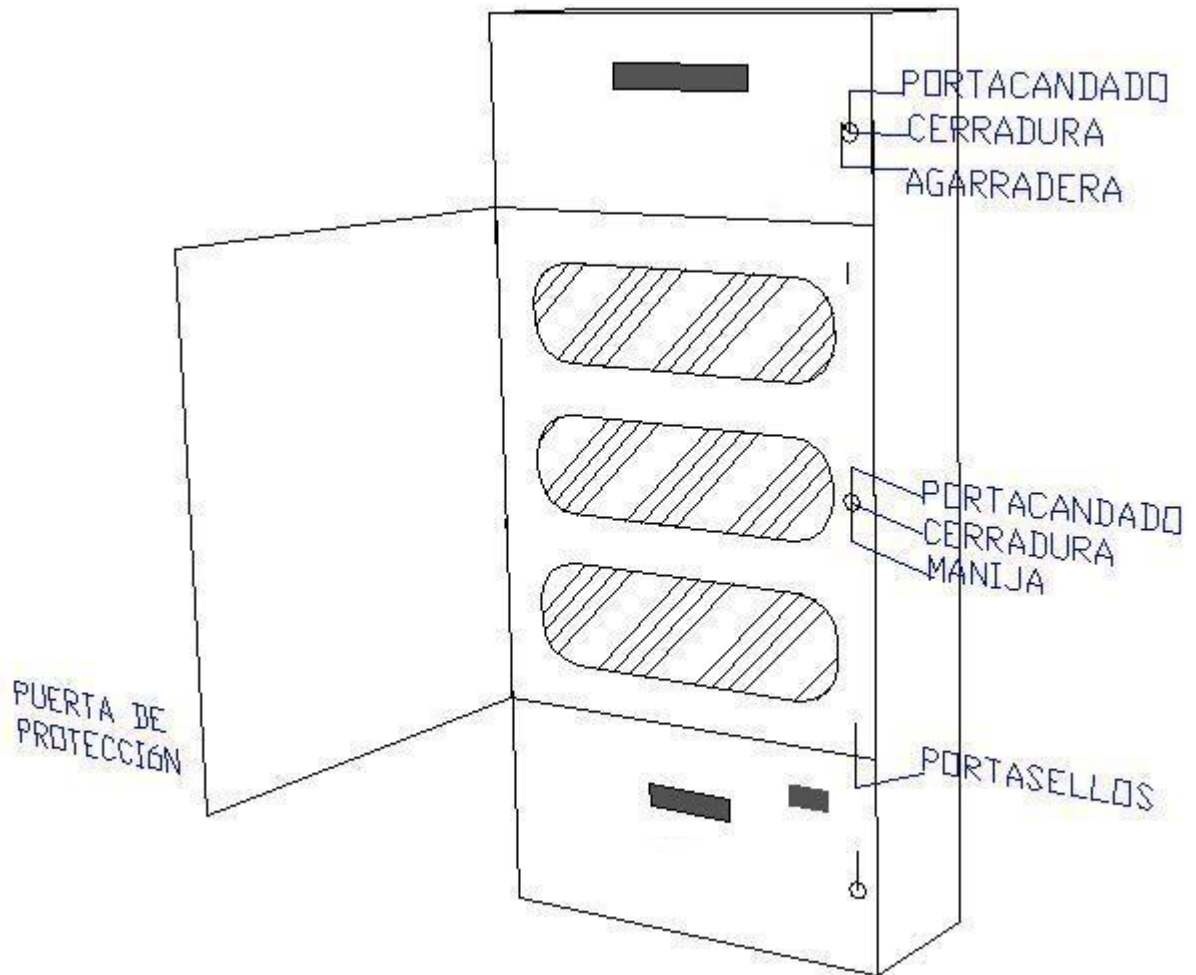



Figura A.34

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 145 de 165
		Código: -

ARMARIO VISTA FRONTAL

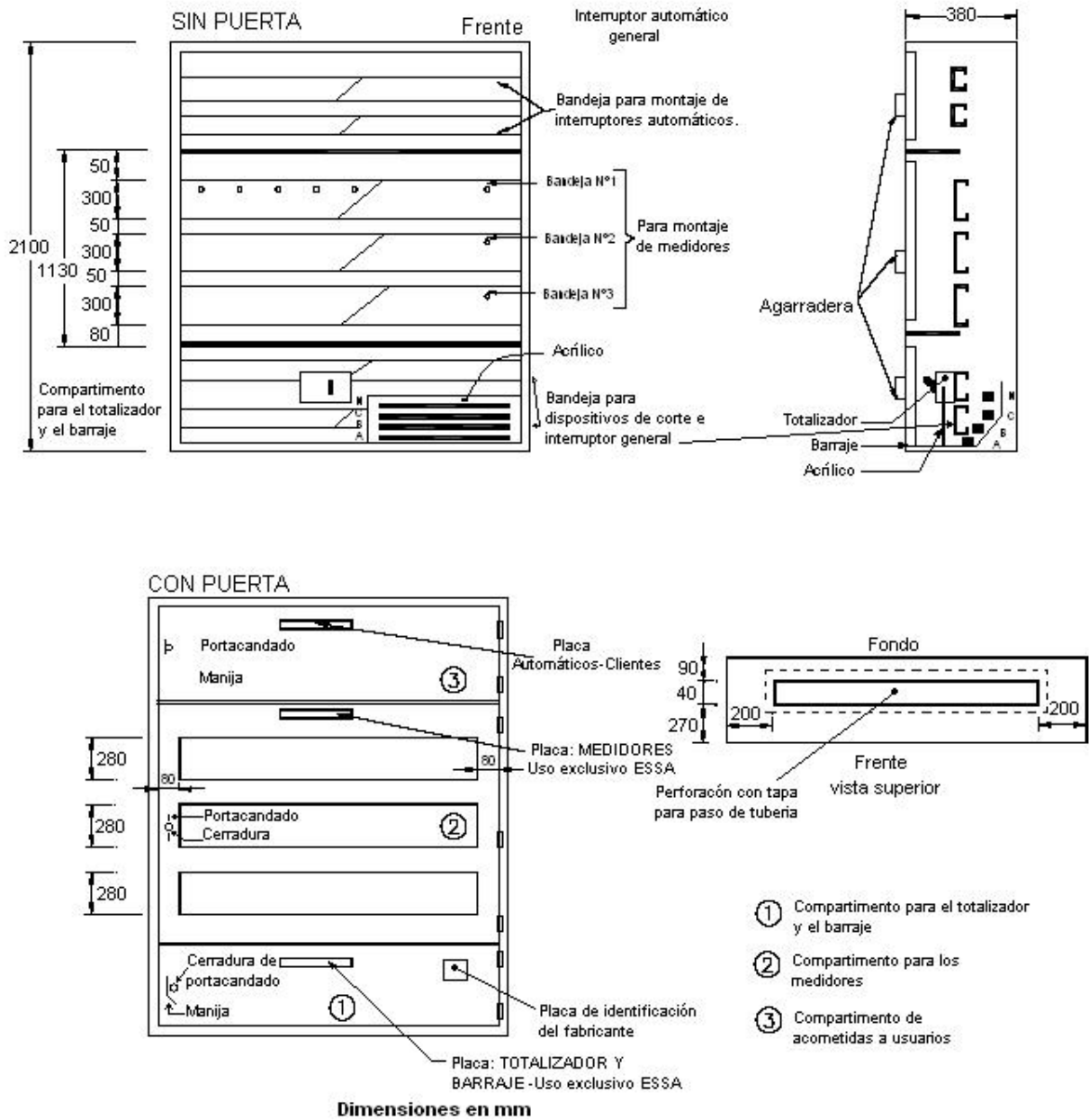
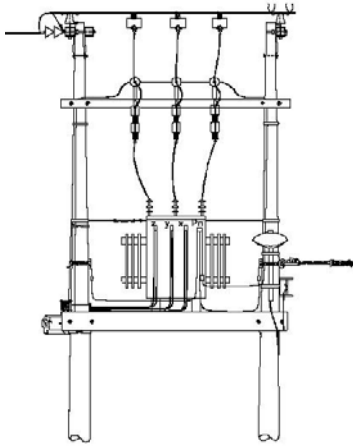


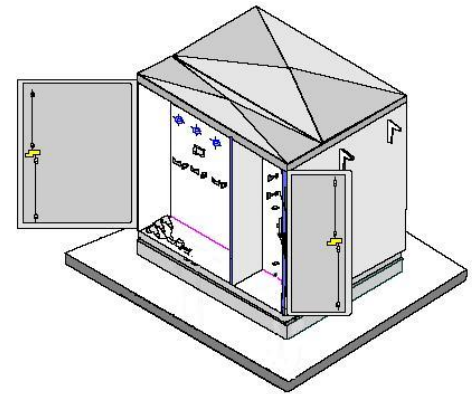
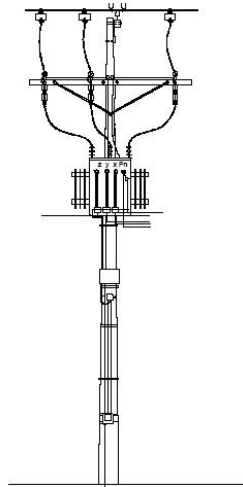
Figura A.35

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 146 de 165
		Código: -

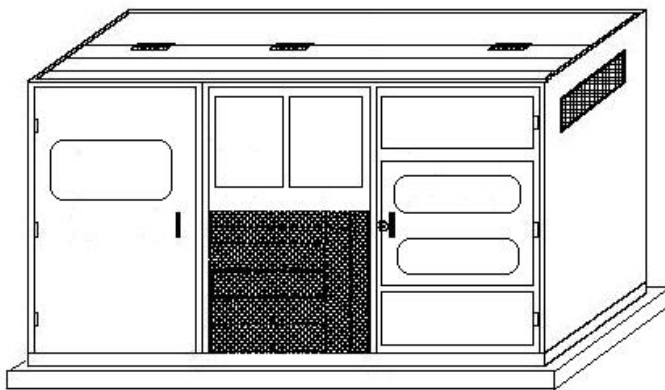
TIPOS DE SUBESTACIÓN



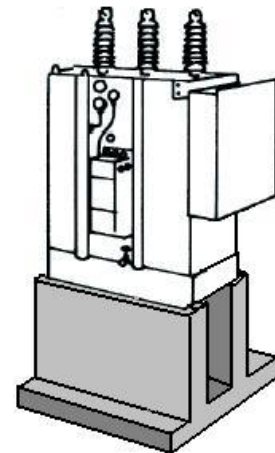
Aérea



Tipo jardín



Modulo para subestación capsulada



Pedestal

Figura A.36

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 147 de 165
		Código: -

PUESTA A TIERRA EN SUBESTACIONES ÁEREAS

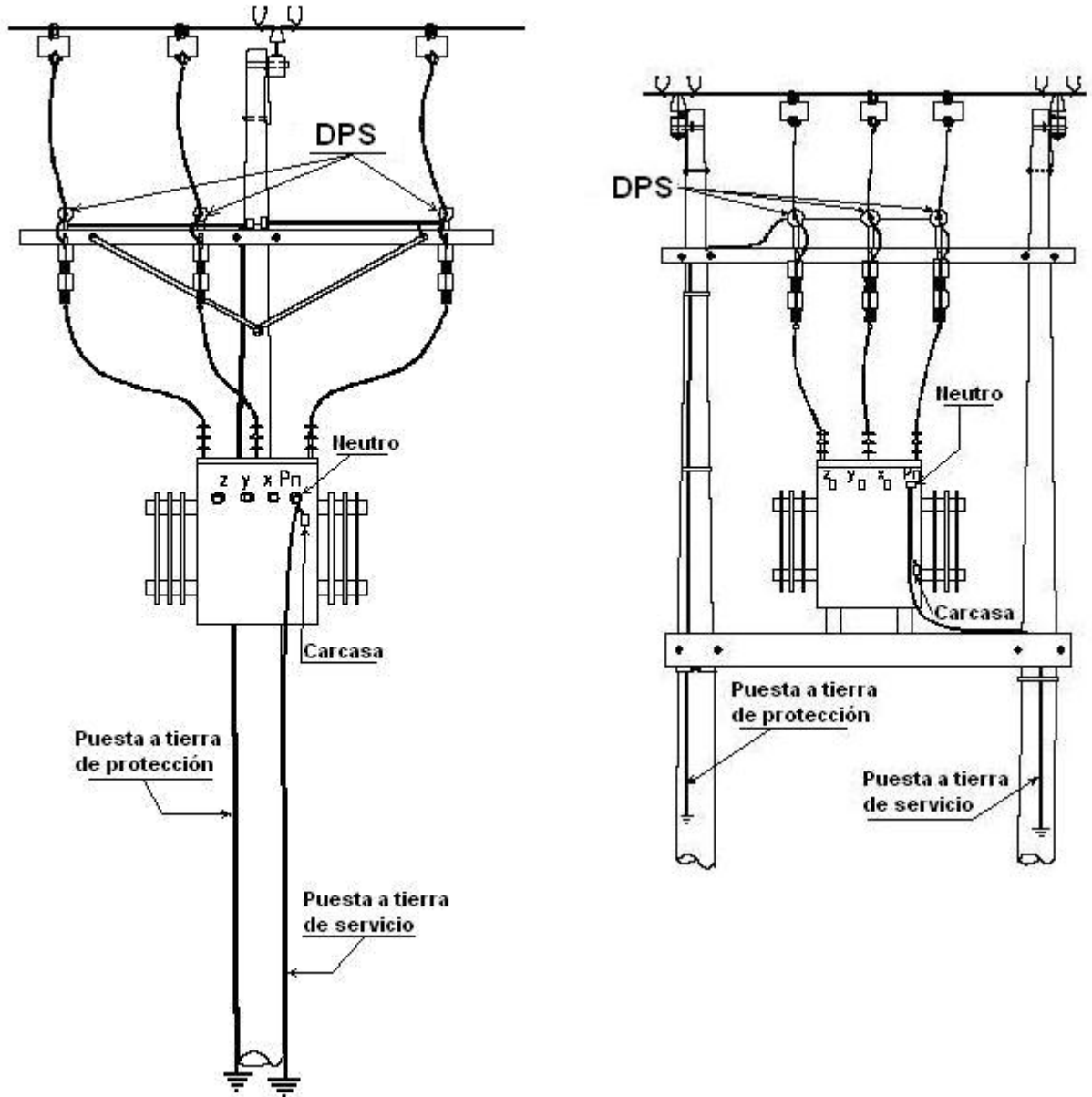

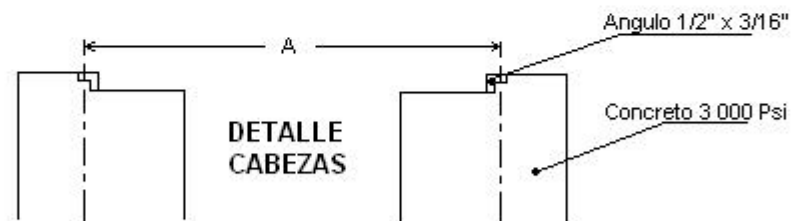
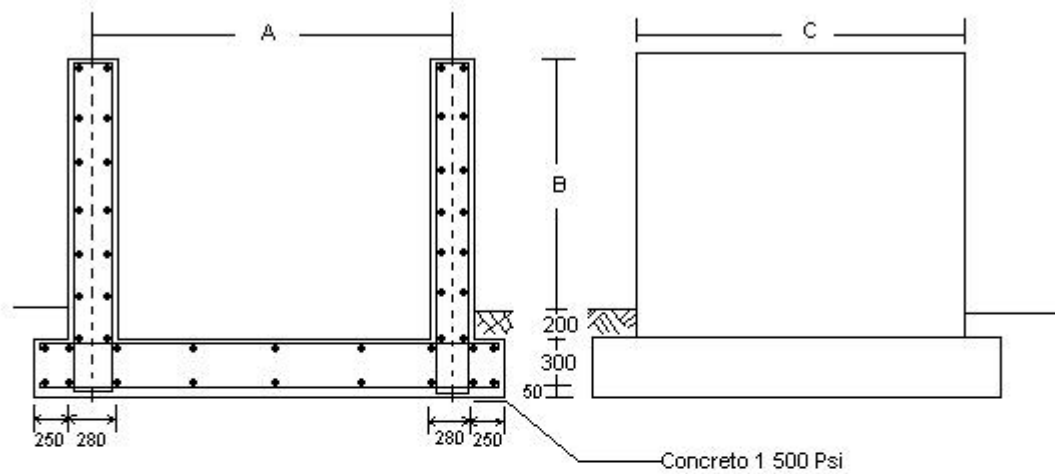


Figura A.37

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 148 de 165
		Código: -

BASE TRANSFORMADOR DE PEDESTAL 1 - 5 MVA



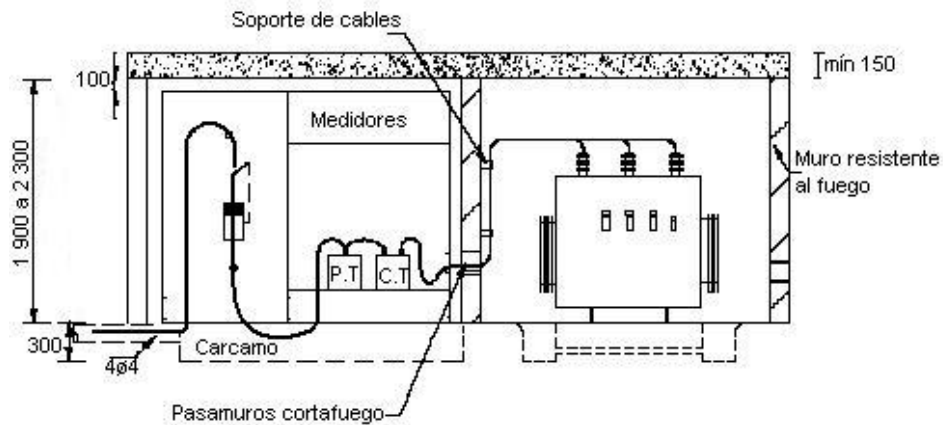
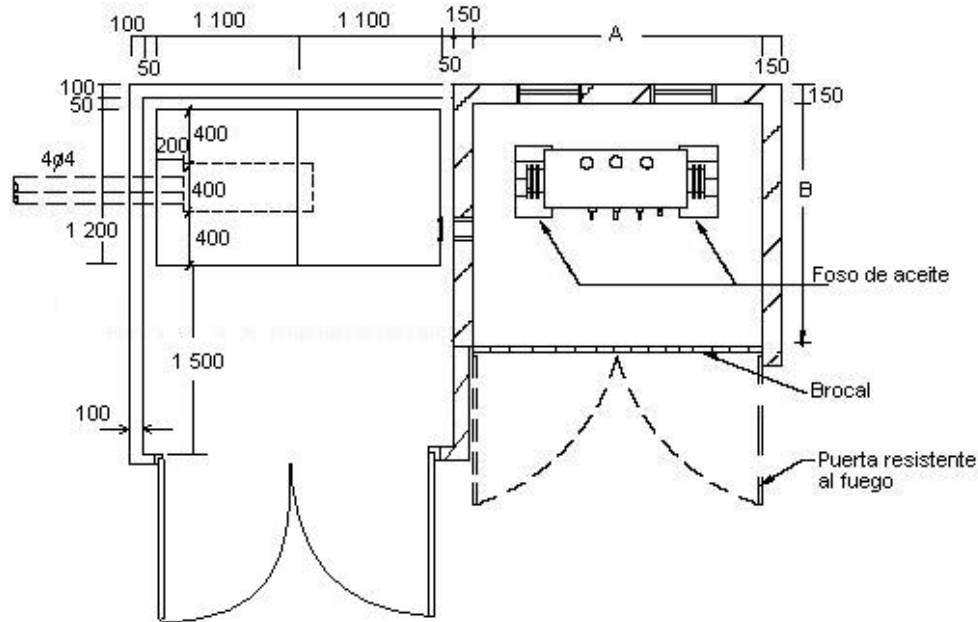
Transformador MVA	B metros
≤ 2,0	1,2
> 2,0	0,20

Notas:

- Las medidas A y C, dependen del transformador a instalar
- Dimensiones en mm

Figura A.38

SUBESTACIÓN CAPSULADA QUE REQUIERE BÓVEDA



Dimensiones en mm

POTENCIA kVA	Dimensiones del local	
	A mm	B mm
30	1 500	1 500
45	1 500	1 500
75	1 500	1 500
112,5	2 000	2 000
150	2 000	2 000
25	2 000	2 000
300 – 400	2 500	2 000
500 – 630	2 500	2 500
750 a 1 000	3 100	2 500

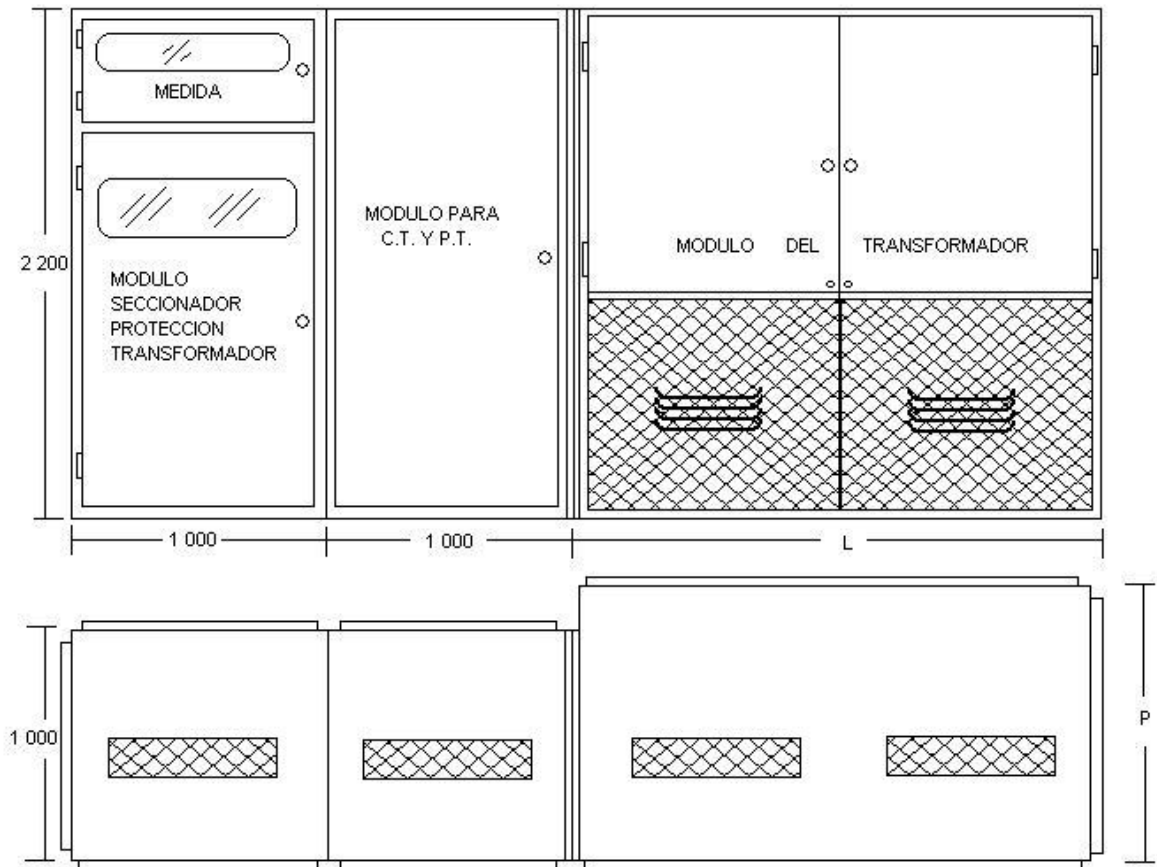
Notas:

- Frente a las celdas de maniobra y protección se debe dejar un espacio un espacio completamente libre para la circulación y maniobra mínimo 1 500 mm.
- En caso de tener equipos de protección en aceite los muros serán cortafuegos.
- Se permite reducir la distancia entre celdas y puerta a 600 mm, siempre que se garantice el espacio para maniobras mas allá de la puerta y el frente de las celdas quede totalmente libres.

Figura A.39

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 150 de 165
		Código: -

MÓDULO PARA SUBESTACIÓN QUE NO REQUIERE BÓVEDA



TRANSFORMADOR	L	P
0 – 150 kVA	1 500	1 000
A51 – 315 kVA	1 800	1 200

Dimensiones en mm

Figura A.40

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 151 de 165
		Código: -

POSTES METÁLICOS PARA ALUMBRADO PÚBLICO

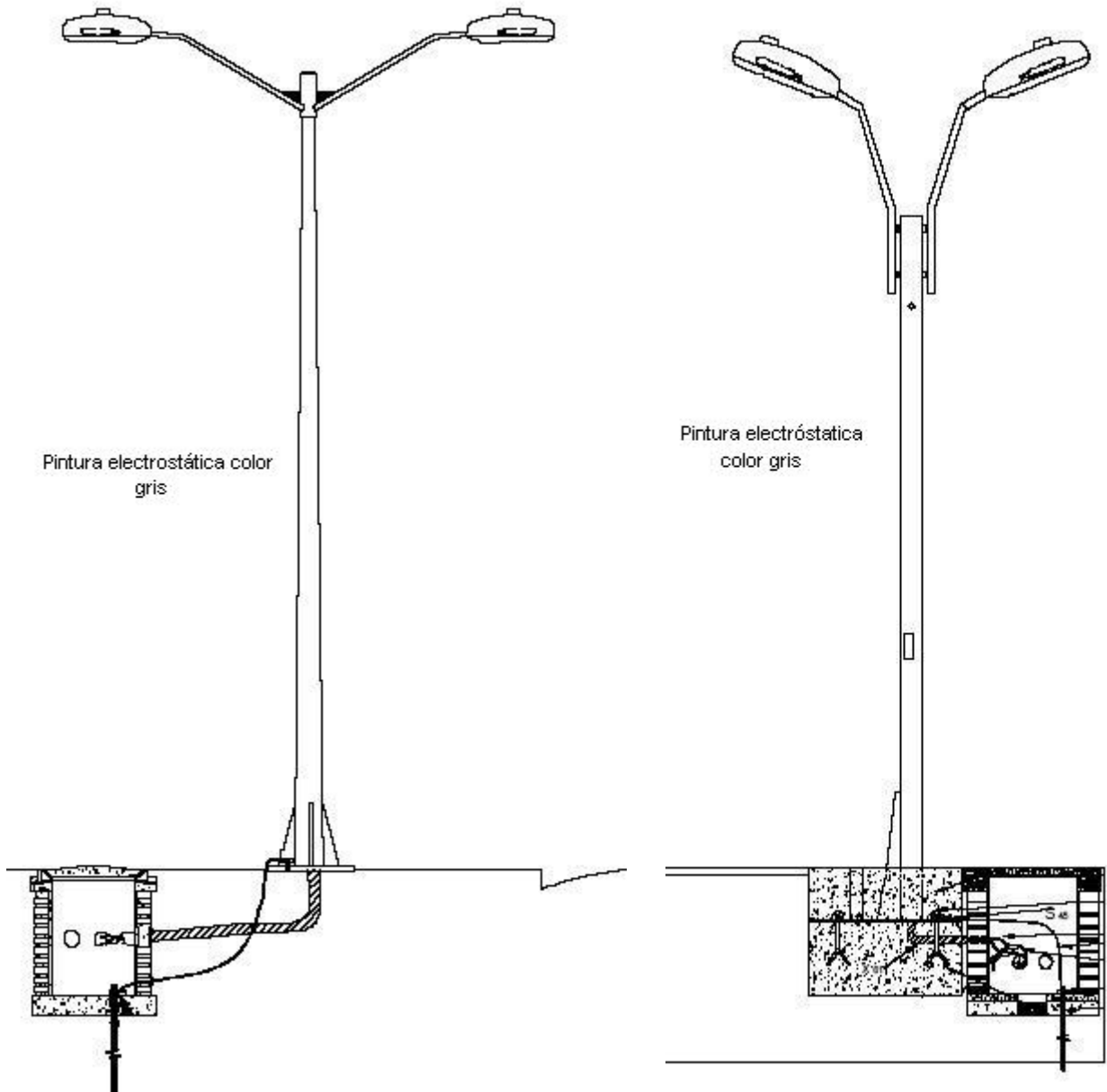
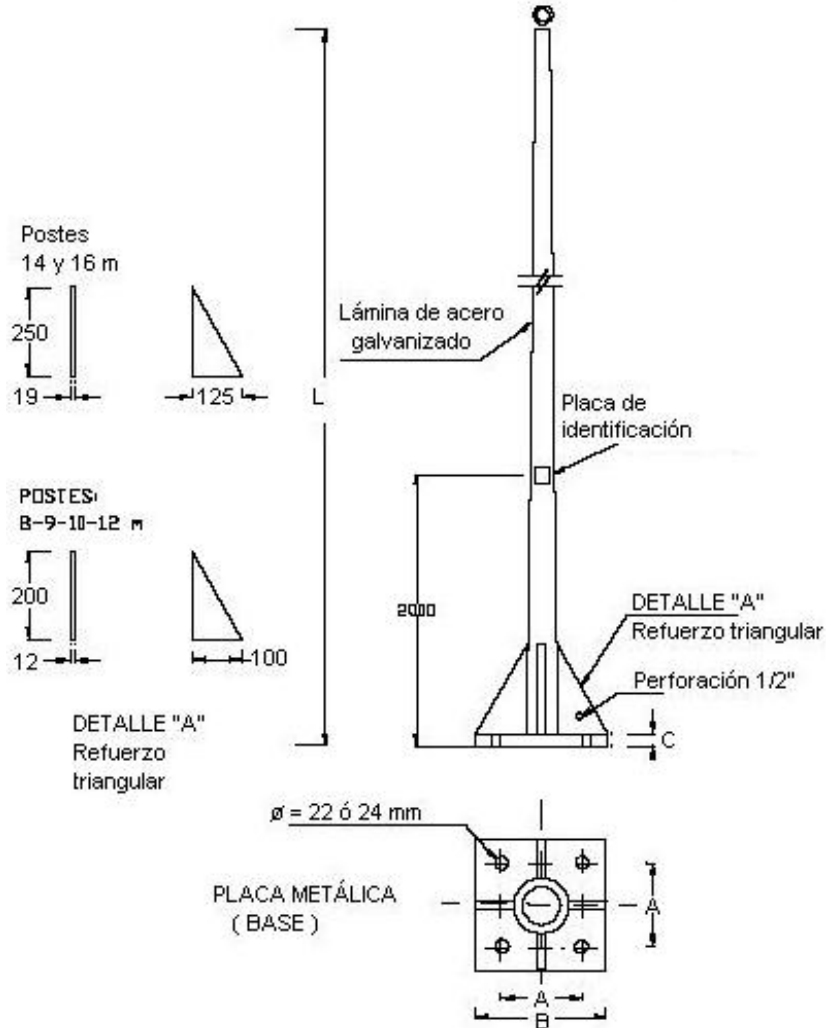


Figura A.41

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 152 de 165
		Código: -

DIMENSIONES PARA POSTE METÁLICO DE ALUMBRADO PÚBLICO



Dimensiones en milímetros

Longitud (L) m	Diámetro Cima mm	Diámetro Base mm	Carga Rotura Kg	Espesor Lámina mm	[C] Espesor Base mm	[B] Ancho Base mm	[A] Distancia orificios mm	Diámetro Del orificio mm
8	127	170	240	3,0	12	400	300	22
9	127	190	220	3,0	12	400	300	22
10	127	190	200	3,0	12	400	300	22
12	127	195	180	3,0	12	400	300	22
14	127	250	160	3,0	19	500	400	24
18	140	250	-	4,0	19	500	400	24

Figura A.42

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 153 de 165
		Código: -

PINTURA PARA POSTE DE ALUMBRADO PÚBLICO (Existentes)

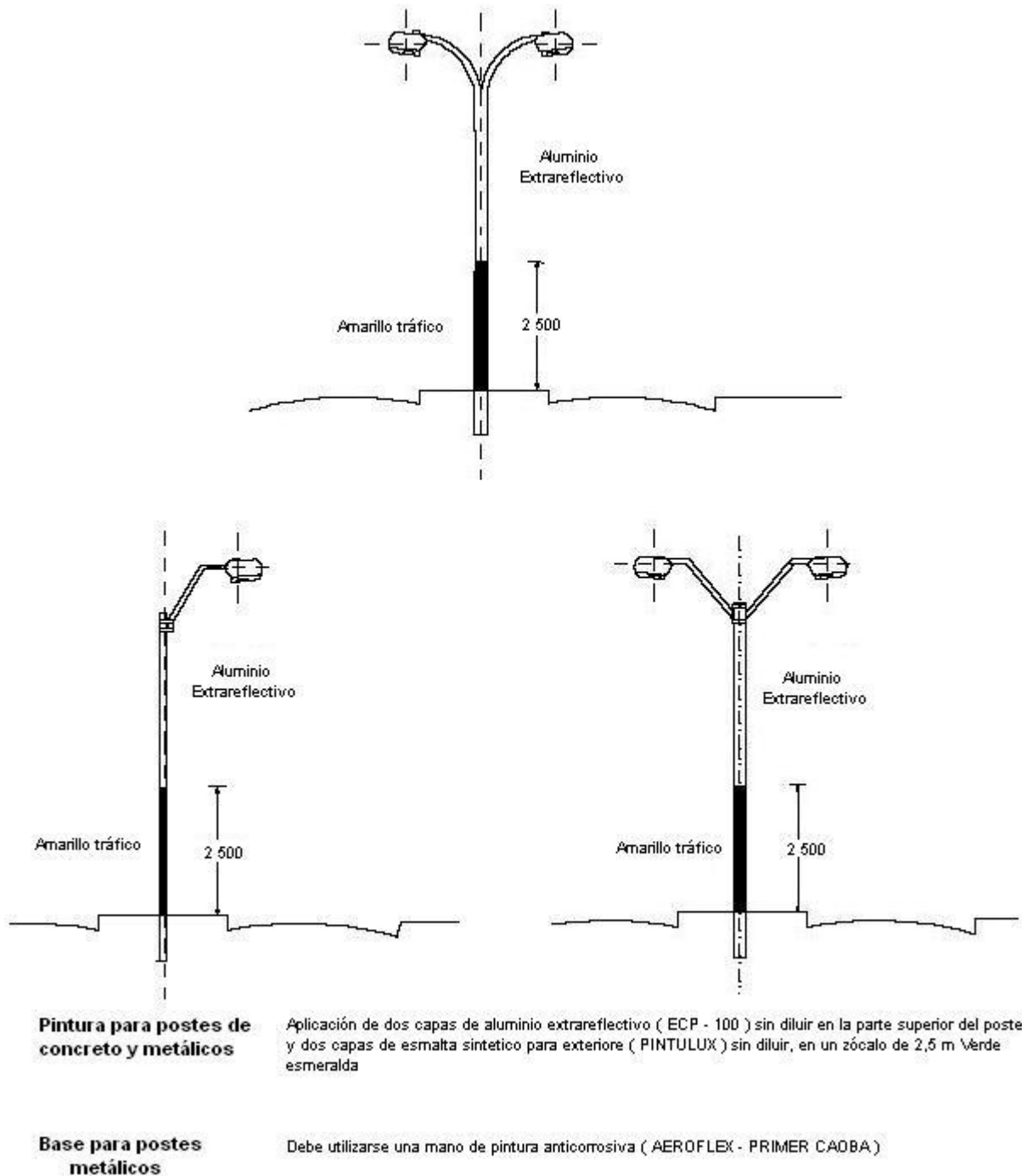


Figura A.43

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 154 de 165
		Código: -

DISTANCIA LUMINARIAS INSTALADAS

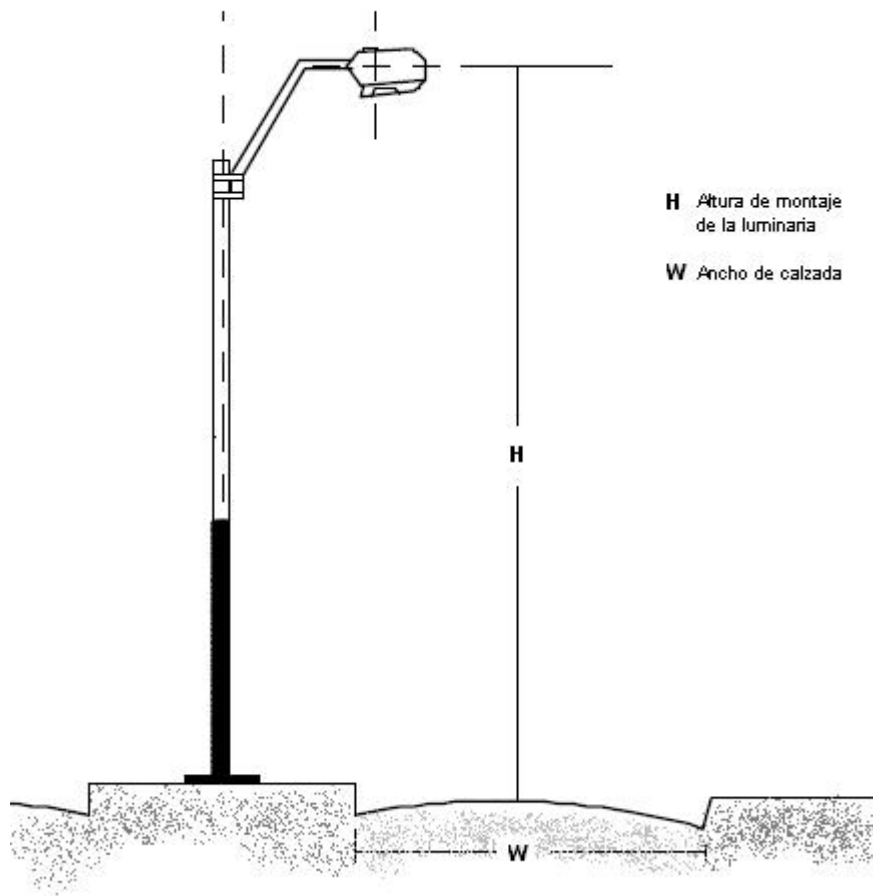


Figura A.44

BRAZOS PARA LUMINARIAS

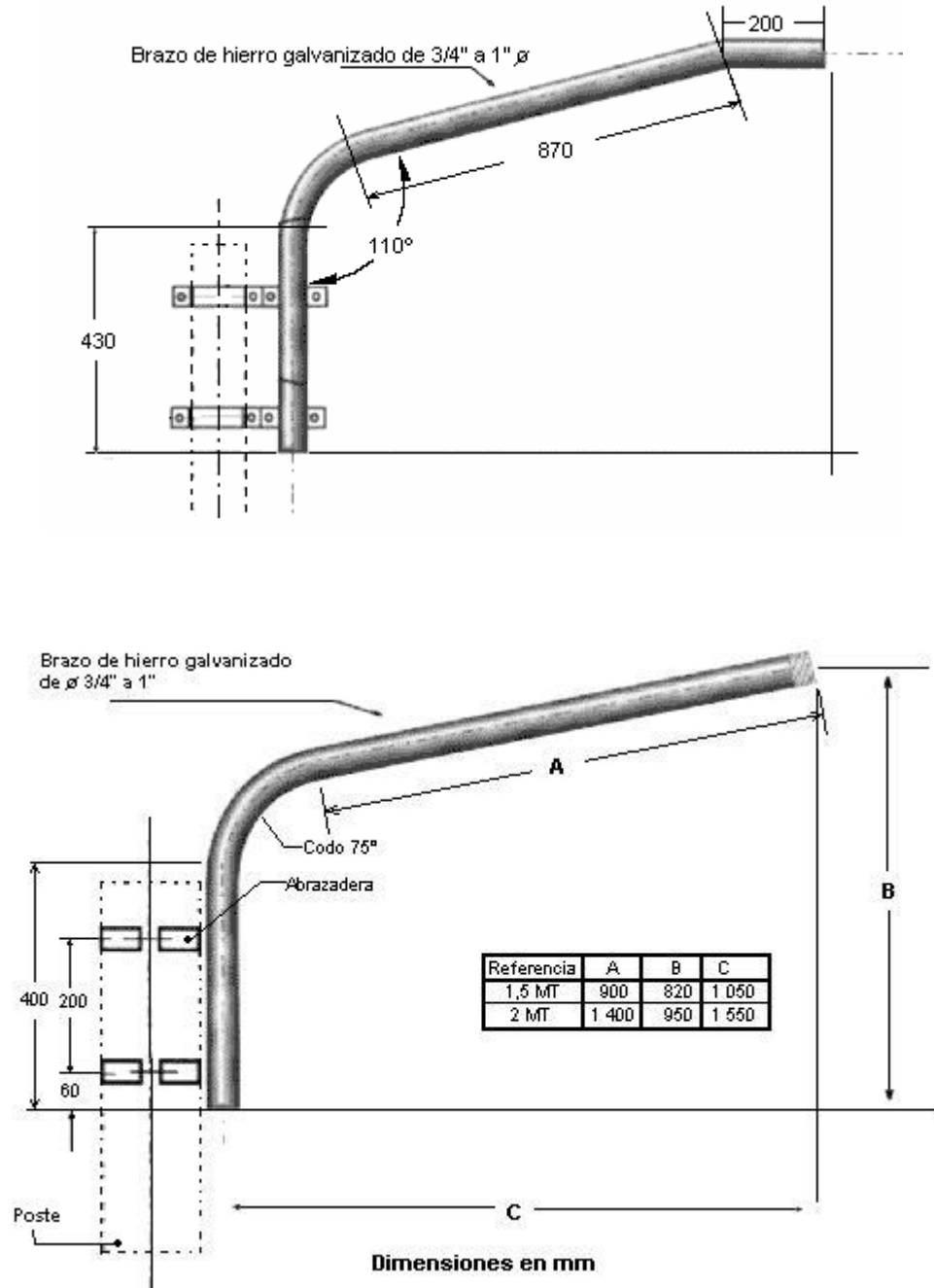

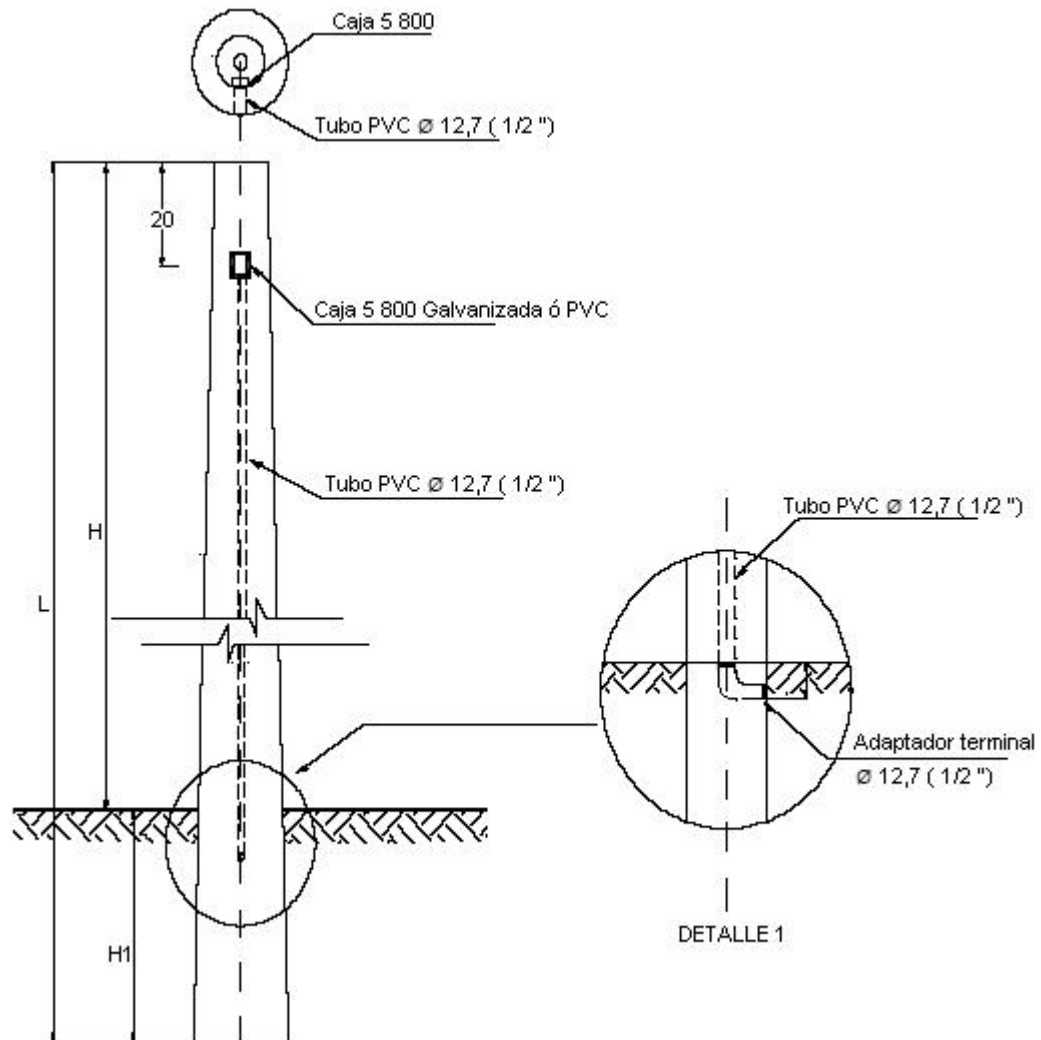


Figura A.45

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 156 de 165
		Código: -

POSTE RECTO DE CONCRETO PARA ALUMBRADO PÚBLICO



Longitud (L) mm	Alt. Libre (H) mm	Long. Enterramiento (H1 mm)	Diámetro cima mm	Diámetro base mm	Carga rotura
10 000	8 400	1 600	140	290	510
12 000	10 200	1 800	140	320	510
14 000	12 000	2 000	140	370	750
16 000	14 000	2 000	180	420	750
18 000	16 000	2 000	200	470	750

Figura A.46

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 157 de 165
		Código: -

DISPOSICIONES DE LAS LUMINARIAS EN LAS VÍAS

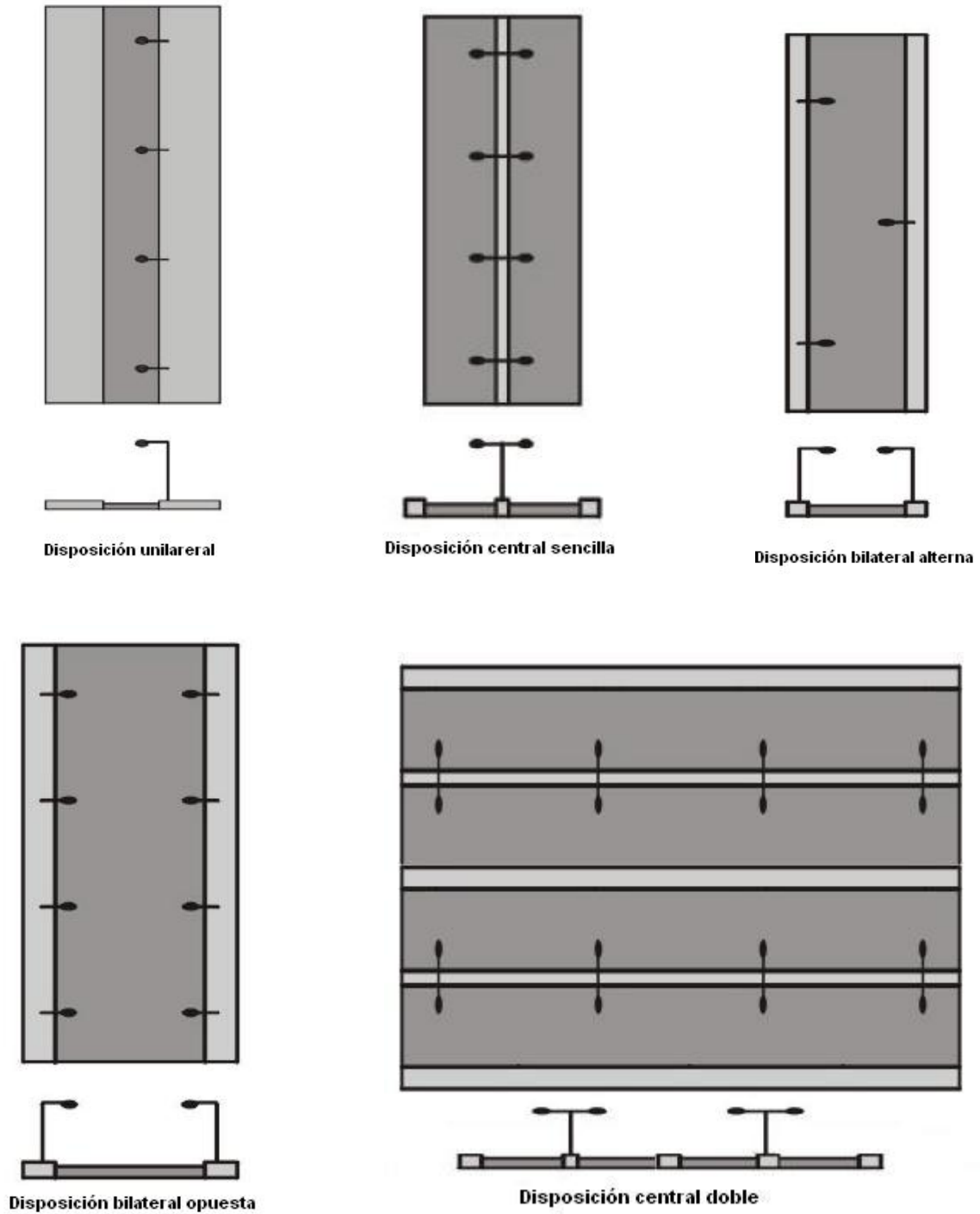


Figura A.47

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 158 de 165
		Código: -

PRESENTACIÓN DE LA PASTA Y PORTADA

LOGOTIPO INGENIERO PROYECTISTA

NOMBRE DE LA OBRA

NOMBRE DEL PROPIETARIO DE LA OBRA


Diseño de instalaciones Eléctricas

Proyectista:

Matrícula **de**

CIUDAD Y FECHA

Figura A.48

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 159 de 165
		Código: -

RÓTULO PARA FORMATOS 700 x 1000 y 500 x 700 mm

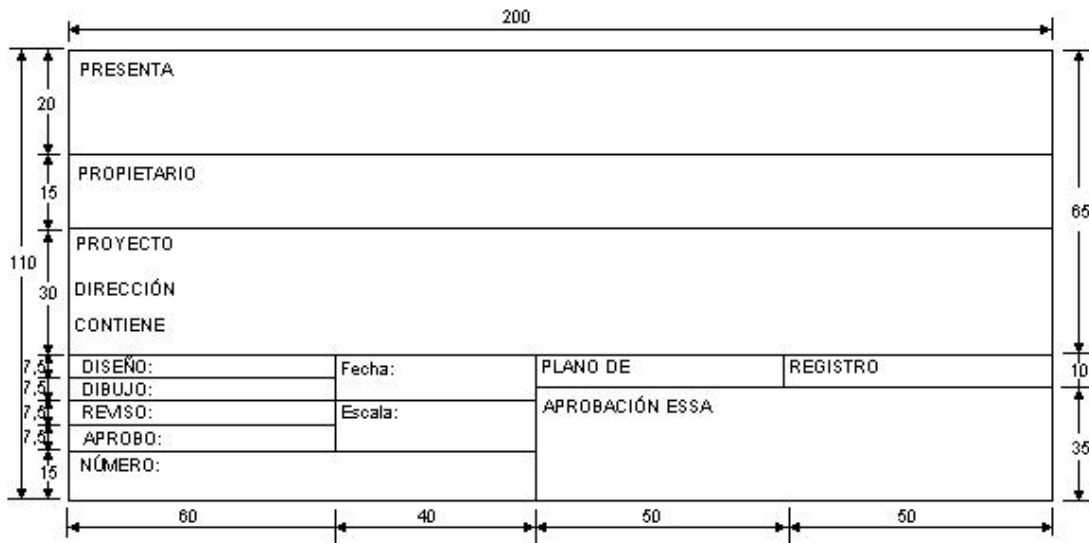
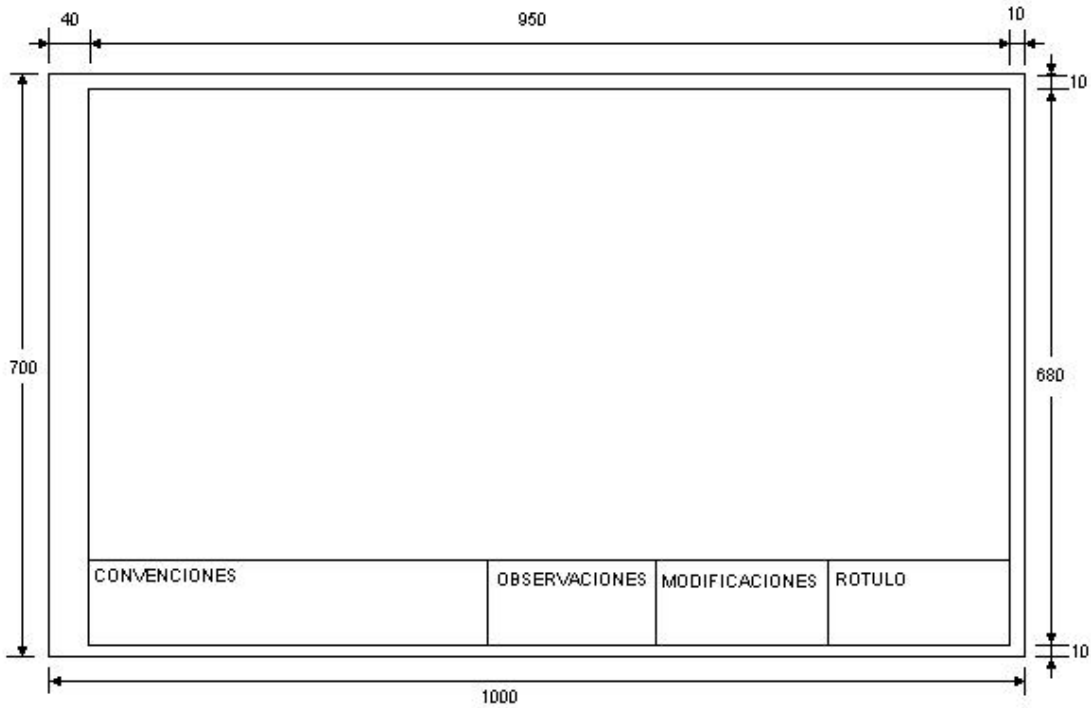

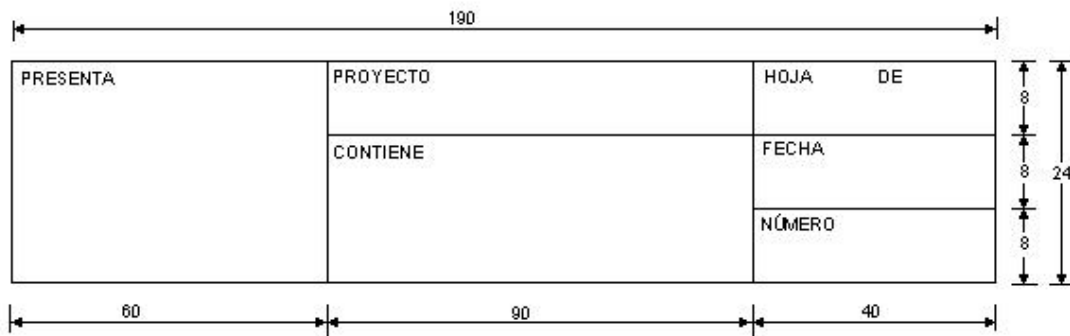
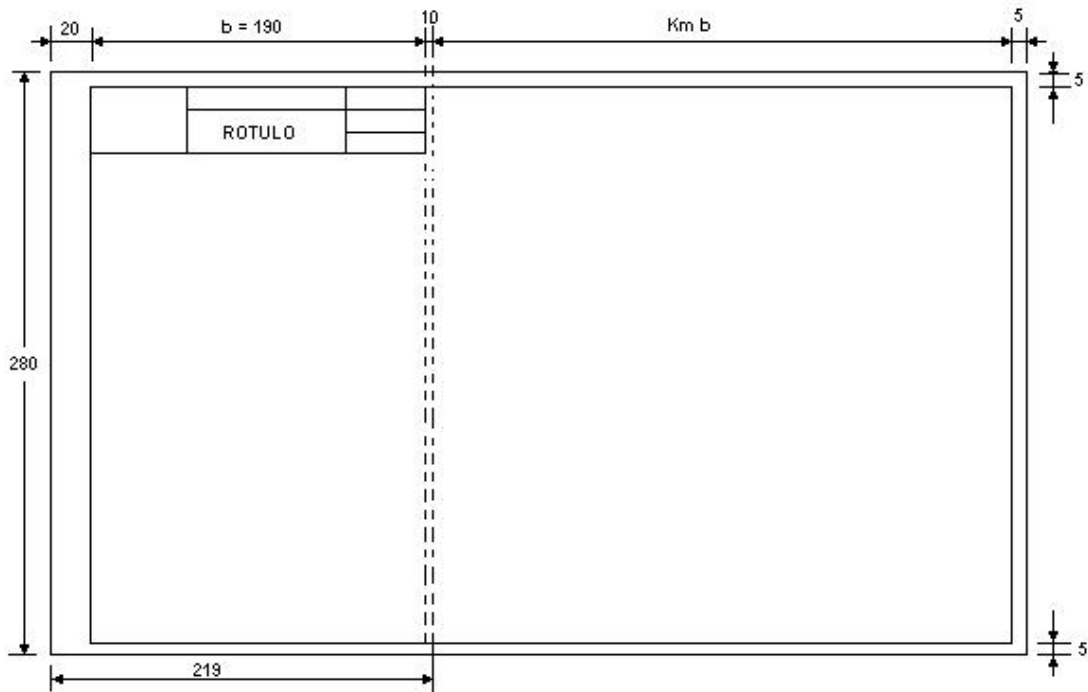


Figura A.49

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 160 de 165
		Código: -

RÓTULO PARA FORMATOS DE 280 mm



ROTULO

Dimensiones en mm

Figura A.50

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 161 de 165
		Código: -

CONVENCIONES GENERALES PARA PLANOS TOPOGRÁFICOS

	Punto Estereoscópico		Cerca o división no clasificada
	Punto de cota		Arenal
	Punto de Radio triangulación		Presas
	Cota Fotogramétrica		Punto Geodésico
	Carretera		Punto Auxiliar
	Carreteable		Curva de nivel
	Camino		Curva de nivel aproximada
	Sendero		Sitio o cima
	Ferrocarril		Mina
	Puente de madera		Central de generación
	Puente de Hierro		Molino
	Puente de Concreto		Fábrica
	Puente Cubierto		Sitio de interés arqueológico
	Puente no clasificado		Sitio de interés histórico
	Túnel	Arr	Arroyo
	Casas	Bca	Boca
	Escuela	Bzo	Brazo
	Iglesia	Cr	Cruce
	Hospital	Cord	Cordillera
	Cementerio	Crr	Cerro
	Línea de Transmisión	Car	Carretera
	Río	I	Isla
	Quebrada	Dpto.	Departamento
	Quebrada incierta	Cga	Ciénaga
	Lago	Aeropuerto	Aeropuerto
	Laguna	T T T T T	Línea de comunicaciones
	Pantano	O o	Tanques
	Bosque		Central hidroeléctrica

Tabla A.1

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 162 de 165
		Código: -

CONVENCIONES GENERALES PARA DIAGRAMAS UNIFILARES

	Termómetro		Relevo
	Transformador Bidevanado		Tierra
	Transformador Tridevanado		Tierra aislada
	Auto transformador		Tierra de protección
	Capacitancia		Transformador de corriente
	Tres arrollamiento monofásicos conectados en delta		Transformador de corriente con dos arrollamiento y dos circuito magnéticos
	Tres arrollamiento monofásicos conectados en estrella		Transformador de corriente con dos arrollamiento y un circuito magnético
	Tres arrollamiento monofásicos conectados en delta abierta		Conector removible
	Interruptor (o disyuntor)		Transformador de potencial
	Interruptor Termo magnético		Divisor de tensión capacitivo
	Seccionador		Acople mecánico
	Seccionador de dos vías		Acople macho-hembra
	Fusible		Lámpara de señalización
	Seccionador bajo carga con fusible		Trampa de onda


Tabla A.2

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 163 de 165
		Código: -

CONVENCIONES GENERALES PARA DIAGRAMAS UNIFILARES (Continuación)

	Cortacircuito		Señal de voltaje peligroso
	Parada de emergencia		Amperímetro
	Línea eléctrica en general		Voltímetro
	Arrollamientos en conexión zig-zag		Vatímetro
	Tres conductores		Ohmímetro
	n conductores (más de tres)		Varímetro
	Resistencia (inductiva o no)		Fasímetro
	Resistencia no inductiva		Frecuencímetro
	Conector coaxial		Cosenofímetro
	Inductancia o arrollamiento		Sincronoscopio
	Registrador de vatios		Doble voltímetro
	Contador de amperios-hora		Voltímetro diferencial
	Medidor de energía reactiva		Contador de tiempo
	Medidor de energía activa		Selector de fases
	Contactor		Barraje
	Enclavamiento		Reconectador (Recloser)
	Descargador de sobretensión		Detector automático de incendio

Tabla A.3

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Revisión No: 3
		Página 164 de 165
		Código: -

CONVENCIONES GENERALES PARA CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN




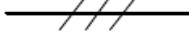



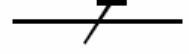



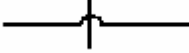




















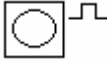


	Subestación aérea		Red subterránea M.T.
	Subestación capsulada		Conductores de fase
	Subestación de pedestal		Conductor de neutro
	Empalme		Conductor de puesta a tierra
	Poste metálico B.T. o A.P.		Cruce aéreo de línea con conexión
	Poste metálico M.T.		Cruce aéreo de línea sin conexión
	Poste concreto B.T.		Caja de inspección B.T.
	Poste concreto M.T.		Caja de inspección A.P.
	Retenida directa a tierra		Caja de inspección M.T.
	Retenida cuerda de guitarra		Fotocelda
	Retenida pie de amigo		Luminaria de mercurio
	Retenida poste a poste		Luminaria de sodio
	Línea aérea B.T. o A.P.		Extintor para equipo eléctrico
	Línea aérea M.T.		Equipontecialidad
	Red subterránea B.T. o A.P.		Ánodo de sacrificio
	Luz de obstáculo, Luz de peligro, haz omnidireccional, con destellos, roja		Masa
	Luz aeronáutica de tierra, haz omnidireccional, con destellos, blanca		Proyector, símbolo general

Tabla A.4

	PROCESO GESTIÓN EXPANSIÓN DEL SISTEMA	Fecha de Aprobación:
		Revisión No: 3
	NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 165 de 165
		Código: -

CONVENCIONES GENERALES PARA INSTALACIONES INTERNAS















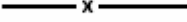









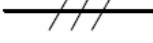















	Tablero de acometida		Control de interruptor
	Tablero de distribución		Salida incandescente de techo
	Caja de regletas telefónicas		Salida incandescente de aplique
	Caja de inspección		Lámpara fluorescente
	Caja de conexión		Luminaria interior Hg
	Ducto de pared o techo		Luminaria interior Na
	Ducto por piso		Luminaria exterior decorativa Hg
	Ducto telefónico		Luminaria exterior decorativa Na
	Ducto de sonido		Reflector intemperie Hg
	Ducto de televisión		Reflector intemperie Hg-Hal
	Ducto que sube		Reflector intemperie Na
	Ducto que baja		Tomacorriente monofásico doble
	Conductores de fase		Tomacorriente especial
	Conductor de neutro		Tomacorriente de piso
	Conductor de puesta a tierra		Motor
	Conductor de comunicaciones		Citéfono
	Interruptor sencillo		Teléfono
	Interruptor conmutable		Antena TV.
	Interruptor doble		Salida sonido
	Pulsador timbre		Campana timbre

Tabla A.5

**ANEXO B. TABLAS DE POTENCIA ACTIVA Y REACTIVA MEDIDAS
PARA LA VALIDACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO.**

Tabla B1. Datos medidos urbanización Balcón de la Cumbre. (Potencia Activa [kW]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/27/04"	1	3.31	4.06	4.29	5.29	5.17	8.85	8.52	8.25	7.29	8.19	9.05	9.25	8.85	8.75	10.5	9.65	9.25	12.9	15.6	16.3	14	12.2	7.72	5.51
"09/28/04"	1	4.61	4.52	4.18	4.11	4.24	8.7	9.45	8.85	7.91	9.15	8.85	8.73	9.25	8.56	12.5	8.46	8.27	12.1	15.5	15.9	14	13	8.7	6.3
"09/29/04"	1	5.07	5.08	4.61	4.45	4.51	8.73	9.85	7.7	8.53	7.44	6.83	8.61	10.9	10.7	8.64	8.12	11.7	11.3	13.3	13.5	12.7	11.9	8.73	5.71
"09/30/04"	1	4.49	4.6	4.2	4.48	4.8	9.05	8.3	7.14	7.87	8.67	7.66	8.53	10.2	10.4	12.7	9.95	9.05	11.5	16	12.7	12	12.3	9.55	7.38
"10/01/04"	1	5.97	5.54	5.25	5.32	4.74	5.93	7.88	8.21	8.85	8.85	8.3	9.25	11.5	11.3	12	8.12	8.36	11.2	13.5	13.5	12.8	11.6	9.25	8.07
"10/02/04"	1	6.56	5.57	4.61	4.82	5.48	5.37	5.01	6.74	7.7	7.01	6.36	7.16	7.02	5.75	6.65	6.76	7.57	9.25	12.2	12.9	13.7	11.9	8.52	5.47
"10/03/04"	1	4.57	4.68	4.11	4.36	5.35	7.81	9.65	8.41	7.35	7.42	7.13	9.45	8.75	8.95	12.1	8.95	7.5	13	15.5	15.6	12.8	11.2	8.03	6.25
"10/04/04"	1	5.34	4.68	4.52	4.45	5.4	9.05	9.05	7.84	8.19	7.32	7.45	7.97	9.25	9.55	7.51	10.1	10.3	11.6	14.9	15.2	14.3	12.7	8.85	6.31
"10/05/04"	1	5.4	4.05	4.6	5	5.17	8.53	9.35	7.6	7.3	8.85	7.7	7.76	8.07	11.9	9.75	8.67	9.15	12	15.5	14.3	12.5	11.7	8.52	4.92
"10/06/04"	1	4.64	4.39	4.45	4.02	5.14	9.05	8.85	7.51	7.27	7.27	6.67	7.3	8.62	9.05	7.79	11.3	8.37	10.3	14.3	16	12.9	11.2	9.55	6.79
"10/07/04"	1	4.52	4.74	4.36	4.3	5.66	8.43	9.45	7.85	8.09	8.06	7.88	9.55	8.19	9.75	8.73	11.4	7.82	11.4	14.5	15.2	12.8	11.9	8.95	6.7
"10/08/04"	1	5.48	5.6	5.35	4.76	5.01	5.29	6.77	8.12	7.48	7.79	6.77	7.88	9.55	9.65	9.65	10.9	11.2	10.9	13	11.5	11.4	10.8	8.59	7.38
"10/09/04"	1	5.45	4.49	4.46	4.58	4.31	4.57	5.13	5.77	5.9	7.05	6.37	7.5	7.63	7.14	6.34	6.34	8.95	11.1	12.3	14.8	15.2	13.2	10.1	6.24
"10/10/04"	1	5.78	5.07	5.47	5.25	5.11	8.31	9.45	8.38	8.75	8.95	7.84	8.74	10.3	13.3	8.22	9.35	8.85	11.8	16	14.5	12.8	11.5	8.07	6.03
"10/11/04"	1	5.16	4.88	5.04	5.03	5.69	8.95	8.37	7.82	6.86	7.05	7.97	9.15	9.75	10.1	8.36	7.84	11.7	13.3	15.2	15	13	10.9	7.63	5.5
"10/12/04"	1	4.21	3.87	4.33	4.37	5.07	8.01	8.47	7.72	7.41	7.99	7.53	8.85	8.95	10.3	11.5	8.52	8.28	10.4	13.8	14.7	14	11.4	8.53	5.22
"10/13/04"	1	4.39	4.33	4.27	4.17	5.28	7.69	8.61	8.68	7.84	6.92	8	8.55	9.35	12.3	9.05	7.5	7.75	9.95	13.1	13.6	13	11.1	7.82	5.29
"10/14/04"	1	4.55	4.43	4.6	4.42	5.78	8.85	8.46	7.29	7.13	8.07	8.59	9.25	10.4	9.75	12.2	10.3	10.7	13.4	15.5	15	14.3	12.3	8.31	7.59
"10/15/04"	1	6.12	5.2	5.71	5.25	5.74	8.56	7.75	8.43	8.04	8.19	7.7	7.42	9.15	9.35	10.6	10.8	8.18	10.4	12.2	14.1	12.9	9.45	8.34	7.6
"10/16/04"	1	5.97	6.12	5.51	5.32	5.41	5.51	6.08	6.09	6.55	6.37	6.65	6.22	6.37	7.27	7.26	7.79	7.73	11	12.8	12.5	12.4	11.6	9.25	6.53
"10/17/04"	1	5.04	5.44	4.3	4.91	4.71	5.1	6.12	6.51	7.93	8.03	8.34	7.82	7.69	7.82	7.56	9.35	9.75	12.5	14.3	15.7	13.6	13.1	9.25	6.3
"10/18/04"	1	5.17	5.23	4.67	4.89	5.99	9.15	9.35	8.95	7.87	8.06	8.85	8.19	11.2	14	9.15	8.62	9.75	13.5	16.2	15.6	14.1	12.3	7.2	4.91
"10/19/04"	1	4.77	4.6	5.01	4.54	5.96	9.35	9.05	8.3	7.2	7.23	7.02	8.85	9.05	11	11.3	8.41	9.75	12.3	15.4	14.9	15	12.7	8.41	5.13
"10/20/04"	1	4.73	4.26	3.94	4.61	5.23	8.71	9.25	8.75	7.36	8.31	8.09	9.55	10.8	10.4	12.6	9.45	8.18	11.7	14.6	18.1	13.9	12.9	8.62	5.91
"10/21/04"	1	4.08	4.91	3.83	4.74	4.95	8.49	9.65	8.19	7.53	8.75	8.47	9.35	10.3	11.5	12.4	8.64	8.85	12.4	15.3	14.8	15.3	12.9	9.15	5.5
"10/22/04"	1	4.49	4.85	4.43	3.8	4.29	5.28	7.84	8.95	9.15	6.88	8.21	11.2	9.65	8.06	8.43	8.71	7.97	10.7	12	13.4	12.7	12.2	9.55	7.41
"10/23/04"	1	5.2	4.17	5.08	5.04	4.91	5.35	6.45	5.79	7.62	6.65	7.05	8.03	7.76	8.27	8.41	8.95	9.55	10.3	15.5	14.9	14.7	13.8	9.05	6.64
"10/24/04"	1	5.26	4.79	4.42	4.51	4.79	8.67	9.75	9.35	9.15	10.2	9.05	10.3	14.1	9.95	9.55	9.65	9.95	12.9	16.6	14.2	14.8	11.8	9.55	6.46
"10/25/04"	1	5.42	5.16	5.35	4.73	5.88	9.35	8.62	8.55	7.79	6.93	7.26	8.71	8.95	8.68	10.2	10.3	11	13.8	15.3	15.7	14.6	12.3	9.35	5.9
"10/26/04"	1	4.54	4.52	4.36	4.15	5.26	8.03	9.55	8.75	8.31	7.9	8.73	10.1	9.45	12.3	10.8	8.67	8.47	11.7	14.1	15.4	13.8	11.9	6.96	4.91
"10/27/04"	1	4.3	4.31	4.23	3.83	5.03	7.35	8.41	7.25	6.93	7.72	8.12	10.5	10.7	13.4	9.25	8.03	8.67	11.3	13.7	14.3	12.6	12	8.75	5.25

Tabla B2. Datos medidos urbanización Balcón de la Cumbre. (Potencia Reactiva [kVAR]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/27/04"	2	2.92	2.58	2.69	2.82	3.28	4	5.68	5.28	4.49	6.64	6.24	7.5	6.3	4.95	6.92	6.06	5.65	6.34	6.21	6.7	5.62	4.55	3.55	2.67
"09/28/04"	2	2.76	2.29	2.61	2.55	2.44	4.58	5.94	6.43	5.82	6.31	6.21	6.98	6.22	5.75	8.95	5.91	6.25	5.87	6.09	5.25	4.43	4.68	3.28	3.01
"09/29/04"	2	2.52	2.85	2.57	2.76	2.35	5.28	6.77	5.84	6	4.83	4.61	5.78	7.35	5.91	7.16	6.06	7.26	5.34	5.2	5.2	4.8	4.18	3.99	3.03
"09/30/04"	2	2.63	2.91	2.41	2.76	2.73	4.95	5.96	4.95	5.85	6.52	5.1	5.37	6.77	6.9	8.73	6.61	5.26	5.59	7.1	5.07	4.61	4.68	4.2	3.37
"10/01/04"	2	2.86	2.49	2.85	2.91	2.49	2.91	4.8	5.45	6.09	6.39	5.57	7.05	7.39	6.89	7.42	5.51	4.83	5.08	5.19	5.91	5.54	4.2	3.31	3.52
"10/02/04"	2	2.94	3.03	2.46	2.86	2.79	3.5	3.28	4.11	5.03	4.88	3.99	4.21	5.54	3.81	4.24	3.87	4.52	4.58	4.48	4.8	4.79	4.4	3.28	2.92
"10/03/04"	2	2.7	2.94	2.76	2.69	2.97	3.71	6.59	5.65	4.39	5.48	5.08	6.89	6.18	5.47	7.39	6.19	4.74	6.67	6.68	5.82	4.36	4.23	3.31	3.01
"10/04/04"	2	3.09	2.72	2.6	2.73	3.03	5.05	5.85	5.57	6.08	5.29	4.73	5.51	6.62	6.34	5.19	6.88	6.55	4.88	5.88	5.22	4.85	4.6	3.86	2.95
"10/05/04"	2	3.01	2.46	2.75	2.95	3	4.39	4.91	5.34	4.67	7.44	6.3	6.34	6.02	8.33	6.25	6.12	5.71	5.87	5.25	4.83	4.46	4.45	3.65	2.54
"10/06/04"	2	2.61	2.49	2.55	2.52	2.67	5.26	6.08	5.35	4.97	5.77	5.14	5.6	6.49	5.74	5.35	8.25	5.53	4.58	6.05	6.89	5	4.98	4.06	3.25
"10/07/04"	2	2.32	2.66	2.57	2.41	2.85	4.52	5.17	5.63	5.01	5.25	5.26	7.5	5.79	6.39	6	7.47	5.32	4.97	5.54	5.56	5.48	4.89	3.49	3.16
"10/08/04"	2	2.72	2.97	2.97	2.55	2.61	2.95	4.55	6.53	5.81	5.57	5.19	6.79	6.36	6.49	6.77	6.73	7.7	5.88	6.18	4.54	5.08	4.06	3.86	3.15
"10/09/04"	2	2.7	2.57	2.72	2.64	2.66	2.72	3.32	3.19	3.62	4.23	3.38	4.4	4.68	3.84	3.77	3.53	4.86	3.84	4.14	4.77	5.16	4.71	4.17	2.78
"10/10/04"	2	2.94	2.72	3.03	2.82	2.6	4.46	6.83	5.96	5.6	6.73	5.25	5.99	7.13	8.31	4.76	5.88	5.79	5.19	6.88	5.07	5.05	4	3.25	2.85
"10/11/04"	2	2.41	2.46	2.55	2.54	2.78	4.14	5.25	5.44	4.77	5.29	5.34	5.82	6.36	5.6	4.97	5.75	7.01	4.95	6.16	5.79	4.92	4.18	3.38	2.85
"10/12/04"	2	2.3	2.42	2.52	2.23	2.7	4.03	5.75	5.08	5.42	5.25	5.9	8.49	7.91	7.56	8.53	6.28	6.8	5.44	5.26	5.59	5.25	4.58	3.6	2.42
"10/13/04"	2	2.52	2.36	2.39	2.21	2.67	4.11	5.88	6.64	5.78	4.73	6.74	7.1	7.96	8.95	6.65	5.48	5.08	5.28	5.34	5.32	4.97	4.51	2.85	2.54
"10/14/04"	2	2.58	2.39	2.82	2.12	2.89	4.76	4.98	5.54	4.68	4.55	5.13	5.69	6.48	5.93	7.51	5.81	6.08	5.2	5.75	5.66	6.27	4.92	3.2	3.43
"10/15/04"	2	2.67	2.63	2.91	2.89	2.94	4.68	5.19	5.93	5.28	5.28	6.14	5.05	6.48	6.05	7.19	6.98	6.02	5.5	4.71	5.31	5.13	4.12	3.71	4.03
"10/16/04"	2	2.58	2.86	3.1	2.42	2.97	2.94	3.68	3.86	3.84	4	3.97	4.49	4.29	4.82	4.17	4.66	4.49	5.03	4.64	4.18	4.36	4.7	3.8	2.86
"10/17/04"	2	2.41	3.06	2.32	2.83	2.52	2.91	3.53	4.2	4.6	4.14	5.07	4.33	5.22	4.82	3.99	5.6	4.37	4.95	4.92	5.31	4.2	4.71	3.52	3.03
"10/18/04"	2	2.91	2.69	2.45	2.7	3.01	4.45	6.48	6.86	5.84	6.48	6.25	5.69	8.31	9.55	6.19	7.62	6.9	6.21	5.63	5.77	5.35	4.42	3.34	2.67
"10/19/04"	2	2.55	2.39	2.64	2.33	3.15	5.32	5.82	6.48	5.78	5.87	4.91	6.56	6.68	7.2	6.73	5.42	6.18	5.84	6.42	5.71	6.25	4.46	3.5	2.67
"10/20/04"	2	2.75	2.38	2.18	2.63	2.7	4.57	5.79	5.65	5.25	5.97	4.97	7.45	7.85	6.19	7.35	6.36	7.22	6.67	6.31	8.79	5.31	5.1	3.68	3
"10/21/04"	2	2.08	2.69	2.11	2.76	2.6	4.31	5.9	5.88	4.3	6.14	7.56	7.29	9.25	8.37	8.44	6.65	6.99	6.93	5.51	5.01	5.08	5.23	3.66	2.67
"10/22/04"	2	2.39	2.78	2.7	2.09	2.42	2.88	4.58	5.31	6.33	4.89	6.06	7.38	6.99	5.28	5.5	6.05	5.19	5.41	5.45	6.51	5.32	4.77	3.9	3.65
"10/23/04"	2	2.95	2.14	3	2.73	2.44	3.06	4.2	3.22	4.48	3.47	4.39	4.34	4.63	5.53	5.26	6.59	6.88	5.13	6.42	5.57	5.48	4.76	3.47	3.35
"10/24/04"	2	2.91	3.06	2.69	2.91	2.82	4.67	7.07	6.68	5.56	7.23	7.02	7.45	10.2	6.65	5.62	5.65	6.22	6.22	6.55	7.2	5.59	4.51	3.84	2.73
"10/25/04"	2	2.86	2.63	2.94	2.63	2.69	4.88	5.41	5.22	4.88	4.89	4.89	5.41	5.91	6.05	7.27	6.31	5.96	6.77	6.3	5.66	5.13	4.29	3.92	2.78
"10/26/04"	2	2.24	2.69	2.6	2.2	2.73	4.08	6.19	6.64	6.7	6.09	7.08	7.73	7.45	8.03	7.99	6.14	5.54	5.31	5.88	6.7	5.79	3.93	3.31	2.85
"10/27/04"	2	2.35	2.36	2.48	2.17	2.85	3.68	5.79	4.61	5	5.42	6.24	6.96	7.07	8.52	6.4	5.87	5.19	4.61	5.96	6.59	4.83	4.77	3.41	2.57

Tabla B3. Datos medidos urbanización Balcón del reposo. (Potencia Activa [kW]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/15/04"	1	2.25	2.13	2	1.71	2.01	3.37	7.8	6.8	5.74	8	4.64	4.07	6.29	5.71	8.2	8.3	5.66	6.33	7	7.8	7.7	5.68	4.3	2.19
"09/16/04"	1	2.07	1.69	1.54	1.49	1.77	2.76	5.04	5.8	7.7	6.01	3.62	3.9	6.7	4.35	4.08	4.41	4.78	5.41	6.7	6.9	7.1	6.5	3.36	4.08
"09/17/04"	1	5.43	1.77	1.48	1.85	2.44	2.93	6.06	6.06	5.71	8	5.86	4.64	4.36	5.47	4.92	5.03	5.09	5.68	7.4	7	8.01	5.47	3.9	2.07
"09/18/04"	1	2.29	2.4	2.2	2.25	2.16	1.34	2.99	3.77	4.57	5.93	8.2	5.13	3.71	4.82	4.16	4.45	3.19	4.82	6.7	6.9	6.6	6.06	7.4	5
"09/19/04"	1	3.89	3.06	2.84	2.41	2.87	1.03	1.59	2.78	3.84	4.02	3.33	3.34	3.92	8.2	6.15	3.49	3.56	4.73	5.66	6.5	7.4	5.69	3.42	2.41
"09/20/04"	1	2.17	1.64	1.86	1.86	2.16	3.47	6.5	6.4	4.53	5.21	6.6	8.2	5.66	8	7.8	5.16	6.7	6.8	8.4	7.4	7.6	5.37	4.04	2.02
"09/21/04"	1	2.26	2.26	1.86	1.88	2.43	2.6	5.77	7.8	6.12	3.87	3.09	3.53	3.46	4.24	6.06	7.7	7.7	5.25	7.5	6.02	5.71	5.28	4.11	2.5
"09/22/04"	1	2.14	2.31	1.73	1.64	2.08	3.19	5.65	7.2	7.4	5.75	4.92	4.67	5.95	4.98	4.75	8.2	4.79	5.61	7.7	7.1	6.6	5.44	4.54	2.36
"09/23/04"	1	3.08	2.54	2.16	1.88	2.8	3.25	6.6	7.2	4.29	3.47	2.76	3.47	4.17	3.9	4.11	5.72	6.4	4.42	6.7	6.6	5.84	5.32	4.23	1.51
"09/24/04"	1	1.95	2.04	1.34	1.49	1.66	2.16	4.5	7.5	7.1	4.45	4.27	5.1	4.42	6.5	8.2	8	5.15	6.08	8	7.8	6.03	5.66	4.48	3.3
"09/25/04"	1	3	2.32	1.57	1.58	1.91	0.88	1.98	6.08	5.77	4.13	4.3	3.37	4.08	4.29	4.02	5.22	5.72	3.8	4.97	5.8	4.72	3.52	3.02	2.41
"09/26/04"	1	2.96	2.56	1.76	1.8	1.57	0.2	1	1.91	2.32	4.02	6.7	6.8	3.87	3.53	2.47	3.58	3.68	5.52	6.11	7.6	7	5.93	7.5	4.33
"09/27/04"	1	2.14	1.69	1.76	1.18	1.67	1.79	3.99	4.87	4.84	7.4	7.4	5.64	8.1	5.64	4.5	4.14	4.26	4.82	6.89	7.34	7.3	6.01	3.3	1.8
"09/28/04"	1	2.5	2.38	2.23	1.27	1.52	2.56	5.56	3.87	6.5	5.09	2.76	3.03	3.56	2.9	4.1	4.08	3.93	4.95	6.8	8	7.5	6.2	4.42	2.02
"09/29/04"	1	2.23	1.76	2.16	1.74	1.86	2.53	4.14	4.38	5.81	8.1	6.8	4.44	5.61	5.77	4.23	4.94	4.66	5.66	7.1	7.4	7.6	7.76	4.08	2.16
"09/30/04"	1	2.28	1.86	1.89	1.34	1.82	2.26	4.47	4.33	3.79	6.7	6.05	3.28	4.2	3.65	3.65	3.56	3.83	5.19	6.7	7.4	7.8	7	7.9	3.18
"10/01/04"	1	2.5	1.66	1.63	1.63	1.63	1.94	4.67	4.02	4.67	6.36	7.3	3.4	3.86	3.77	4.2	3.25	4.2	4.14	4.61	6.7	8	7.4	2.62	2.02
"10/02/04"	1	2.53	1.73	1.67	1.57	1.18	0.77	2.82	3.16	3.06	5.31	6.9	3.16	2.54	3.33	3.67	2.6	5.07	3.84	4.61	5.43	5.29	4.6	3.22	2.85
"10/03/04"	1	2.9	2.62	2.43	2.1	1.64	1.02	0.78	1.98	2.75	3.33	7.2	5.06	2.33	1.79	3.03	3.21	3.67	5.81	6.7	7	5.03	5.4	4.92	1.91
"10/04/04"	1	3.68	5.33	1.67	1.63	1.95	2.56	5.01	3.96	4.45	4.53	7.2	8.2	3.5	5	5.15	5.31	5.4	6.6	8	8.3	7.8	4.91	3.62	1.61
"10/05/04"	1	1.91	1.95	1.85	1.66	1.7	2.53	4.23	5.56	6.8	5.83	2.36	2.91	3.05	3.4	4.08	3.56	5.35	5.64	6.5	8.5	7.46	5.38	3.3	1.59
"10/06/04"	1	2.43	1.98	2.08	1.76	2.43	3.19	5.68	5.24	6.9	7.3	6.7	4.27	5.52	6.08	4.47	3.8	3.89	6.27	8.1	8.01	6.6	5.38	3.64	1.74
"10/07/04"	1	2.13	1.73	1.54	1.57	1.91	2.44	5.06	3.55	5.27	8	4.97	4.26	4.29	2.93	2.69	2.9	3.3	4.94	6.7	8.3	7.5	5.21	3.27	2.02
"10/08/04"	1	2.71	1.91	1.91	1.58	1.91	2.62	5.1	3.81	5.9	7.6	5.16	4.14	7.5	6.7	4.97	6.2	6.4	5.41	7.1	6.7	6.7	5.34	3.06	2.19
"10/09/04"	1	2.57	1.64	1.82	1.26	1.09	1.33	2.16	2.96	8.4	6.24	2.75	4.5	3.73	4.32	4.69	4.97	7.3	7.9	5.84	5.38	6.6	4.94	3.93	2.97
"10/10/04"	1	3.33	2.01	1.63	1.57	2.11	0.8	0.96	2.13	1.51	4.41	7	3.59	3.83	4.24	2.78	2.75	3.09	4.81	6.5	6.8	4.67	4.17	6.18	3.1
"10/11/04"	1	2.11	1.63	2	1.67	1.97	3.03	4.63	4.29	5.49	7.8	8	8.1	4.69	4.38	4.13	3.84	4.27	6.4	7.25	8.3	5.9	4.69	3.21	1.77
"10/12/04"	1	2.56	2.08	1.57	1.89	1.77	2.75	4.45	3.43	7	4.85	3.22	3.55	4.17	4.13	3.68	4.24	4.11	5.84	6.8	7.5	7.23	8.32	4.98	3.36
"10/13/04"	1	2.56	2.41	1.94	1.92	1.94	3.03	3.84	5.32	7.8	8.2	8	7.9	7.1	6.7	7.8	4.75	4.04	4.64	6.11	6.9	7.3	5.04	4.54	3.37
"10/14/04"	1	4.23	5.93	1.91	2.13	2.68	2.51	5.28	4.92	5.74	6.7	7.1	3.28	3.76	3.93	4.35	4.54	3.93	5.99	7	6.29	6.8	5.95	7.7	3.5
"10/15/04"	1	2.8	2.41	2.31	2.4	2.2	2.87	6.11	5.62	5.35	7.4	6.33	3.74	4.82	5.5	4.78	4.44	4.2	6.2	7.67	7.5	6.14	5.44	4.94	2.26

Tabla B4. Datos medidos urbanización Balcón del reposo. (Potencia Reactiva [kVAR]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/15/04"	2	1.64	2.1	2.08	1.92	2.03	2.96	3.3	4.5	4.94	4.35	2.7	2.72	4.05	2.81	4.8	4.61	4.35	3.24	5.06	4.84	3.47	2.13	2.14	1.3
"09/16/04"	2	2.03	1.89	2.13	1.85	2	2.36	3.89	4.78	4.8	4.8	2.88	3.59	4.77	2.23	3.87	3.68	3.8	3.32	4.05	3.98	3.65	3.98	1.83	2.59
"09/17/04"	2	3.34	1.77	1.57	1.94	2.41	2.54	4.04	4.8	5.03	4.76	3.19	2.64	3.31	3.72	3.19	4.38	3.44	3.15	3.56	5.38	5.24	3.61	2.16	1.14
"09/18/04"	2	1.86	2.29	1.94	2.34	2.48	2.25	2.5	2.53	3.37	4.5	6.01	4.27	2.64	3.89	2.41	3.38	2.02	2.91	3.25	3.05	3.64	3.44	4.01	2.54
"09/19/04"	2	2.68	2.56	2.31	1.91	3.19	2.02	0.93	2.56	4.02	3.34	2.97	2.21	2.63	4.17	4.88	2.58	2.45	1.9	3.62	3.61	4.55	2.69	1.43	1.42
"09/20/04"	2	2.53	1.83	2	1.76	2.53	2.96	7	4.88	4.36	4.48	4.03	4.67	3.03	4.06	4.78	4.27	4.12	4.02	5.1	3.98	4.53	2.45	2.26	0.65
"09/21/04"	2	1.95	2.08	1.86	1.4	2.47	1.96	3.57	5.18	4.53	3.7	2.41	2.7	2.67	1.95	3.07	4.03	3.61	2.95	4.82	2.54	3.52	2.33	2.07	1.7
"09/22/04"	2	1.21	2.54	2.08	1.82	2.16	2.95	3.32	5.1	4.08	4.84	3.16	2.91	3.83	2.33	3.03	4.69	2.85	3.31	3.61	3.98	2.87	2.41	2.33	1.36
"09/23/04"	2	1.86	2.26	1.74	1.45	1.82	2.28	3.9	4.8	5.03	3.55	2.45	2.95	3.74	2.51	2.9	3.93	4.21	2.82	4.33	3.65	2.65	2.65	2.28	0.72
"09/24/04"	2	1.88	2.53	1.24	1.61	2.04	2.05	3.99	4.06	6.7	4.76	3.18	4.88	3.69	3.01	4.11	3.9	3.07	3.59	4.14	3.68	3.77	3.25	2.02	2.56
"09/25/04"	2	2.6	2.43	1.76	2.1	1.88	1.97	1.68	4.04	4.08	3.67	3	2.27	3.89	2.82	2.27	3.41	2.48	1.18	1.7	2.13	1.88	1.36	1.12	1.12
"09/26/04"	2	2.34	2.48	1.27	1.98	1.74	1.19	0.66	1.14	1.55	4.16	4.6	4.08	3.28	2.82	0.85	2.5	2.21	3.07	3.3	4.87	4.18	2.79	4.84	2.59
"09/27/04"	2	1.82	1.8	1.95	1.03	2.19	2.21	3.8	3.86	4.97	4.37	5.03	3.83	4.23	4.67	3.22	2.98	3.37	3.93	5.3	5.35	4.16	2.94	1.4	1.37
"09/28/04"	2	2.1	2.43	2.63	1.69	2	2.85	3.76	3.56	4.26	4.05	2.55	2.48	3.15	2.39	3.47	2.14	2.64	3.31	3.87	4.67	5.03	2.45	2.42	0.9
"09/29/04"	2	1.52	2.04	2.43	1.67	1.61	2.27	3.67	4.33	4.3	4.5	4.63	2.6	3.03	3.65	2.3	3.41	3.83	3.07	4.38	4.33	4.84	5.06	2.51	1.28
"09/30/04"	2	2.5	2.01	2	1.48	2.03	2.42	4.76	3.92	3.8	5.05	4.43	2.3	3.87	2.72	2.51	2.26	2.75	4.09	4.05	3.36	4.95	4.6	4.32	1.52
"10/01/04"	2	2.32	2.11	1.98	1.83	1.95	2.2	3.58	3.96	4.69	4.9	5.07	2.08	2.84	1.93	3.38	2.24	3.68	3.4	3.39	4.33	4.69	4.55	1.54	1.62
"10/02/04"	2	2.57	1.63	1.89	1.88	1.39	1.51	2.28	2.97	2.96	4.42	4.51	1.49	1.68	1.79	1.71	2.26	3.44	2.08	2.78	3.31	2.79	3.21	2.29	2.28
"10/03/04"	2	2.43	2.51	2.31	2.04	1.71	2.39	0.87	1.99	2.26	2.97	4.67	2.63	1.49	1.44	2.9	2.33	1.98	2.41	3.7	4.55	2.93	3.36	3.86	1
"10/04/04"	2	2.87	3.92	1.86	1.71	2.04	2.39	4.85	3.8	4.1	3.73	4.23	5.91	4.09	3.98	3.95	4.12	4.17	3.32	5.25	5.16	5.19	2.76	2.16	1.24
"10/05/04"	2	2.14	2	2.34	2.35	2.08	2.54	4.26	5.02	4.97	5.2	1.68	2.23	2.58	3.25	3.13	2.41	3.56	2.92	3.47	5.44	5.07	2.79	1.51	0.74
"10/06/04"	2	2.5	2.1	2.03	1.98	2.23	2.7	3.8	4.24	4.9	4	5.2	3.74	3.28	3.81	2.35	3.62	3.64	3.99	3.86	5.24	3.68	2.76	1.67	0.51
"10/07/04"	2	2.04	1.88	1.97	1.98	1.79	2.92	4.08	3.3	5.04	4.07	3.99	4.46	3.44	2.11	2.45	2.82	2.88	3.71	3.46	5.1	4.11	3.56	1.43	1.43
"10/08/04"	2	2.51	1.48	2	1.18	1.88	2.65	4.27	3.46	4.87	4.6	3.83	3.5	3.75	4.39	3.9	4.06	3.62	3.28	3.37	3.47	3.68	3.16	2.31	2.2
"10/09/04"	2	2.4	1.67	1.95	1.49	0.96	2.45	1.98	3.09	5	4.54	1.99	3.98	3.27	4.36	3.43	3.28	4.97	5.14	3.33	3.39	4.02	2.42	2.07	1.52
"10/10/04"	2	2.78	1.58	1.58	1.54	2.16	1.6	1.17	2.28	1.25	3.7	4.54	1.98	3.06	2.73	0.9	0.99	1.19	1.52	3.36	4.44	2.1	2.07	3.05	1.96
"10/11/04"	2	1.94	1.48	2.1	1.8	2.28	2.09	4.91	4.94	4.27	4.36	4.11	4.77	3.47	2.81	2.44	2.5	3.52	4.29	5.08	5.34	4.02	2.56	1.96	1.45
"10/12/04"	2	2.4	1.66	1.27	1.89	1.67	3.05	4.87	3.34	5.01	4.42	2.57	3.28	4.21	2.84	2.16	2.44	2.45	4.08	5.09	5.06	5.3	4.72	3.22	1.42
"10/13/04"	2	1.98	2.17	1.73	1.79	1.89	3.38	3.62	4.7	4.8	4.5	4.51	4.55	4.42	3.86	4.66	3.13	2.9	2.88	3.73	4.01	3.5	2.28	2.7	2.05
"10/14/04"	2	2.87	4.42	2.01	1.6	2.65	2.71	5	3.84	4.4	4.7	4.95	2.33	2.35	3.1	2.92	4.01	2.73	3.66	4.63	3.74	4.35	3.39	4.44	2.73
"10/15/04"	2	2.62	2.34	2.41	2.11	2	2.86	4.8	4.32	4.64	4.58	4.66	3.41	4.2	4.18	3	2.73	3.86	3.95	5.3	5.21	3.65	3.06	3.28	1.24

Tabla B5. Datos medidos urbanización Castilla Real I. (Potencia Activa [kW]).

Fecha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
"09/15/04"	1	22.7	22.1	21.8	21.2	22.6	31.7	30.6	33.3	33	31.3	35.3	32.9	32.7	36.4	35.2	32	30.9	36.6	44.2	39.3	37.4	37.4	30.3	24.5
"09/16/04"	1	22.3	21.3	24.2	22	22.5	27.3	29.9	35.2	30.2	34.9	33.4	32	34.8	35.7	32.1	30.8	34.9	32.4	37.9	40.9	38.2	40.9	30.3	25.3
"09/17/04"	1	22.7	22	20.9	22	23	30.8	32.2	31.1	34.7	32.4	37.4	38.4	30.8	33.4	38.6	32	30.3	33.5	44.1	39.8	38.9	36.9	33.9	27.1
"09/18/04"	1	25.9	22.9	21.7	26.2	22.9	24.2	28.1	34.2	31	31.1	31.6	34.1	38.6	35.3	34.6	39.8	35.5	36.7	40.6	41	40.8	40.9	33.9	28.5
"09/19/04"	1	25.5	24.4	23.4	22.6	22.9	24.1	26.4	27.4	31.9	27.8	30.4	36.3	28.8	27.8	27.9	28.9	28.1	36.4	36.6	39.7	37.1	32.6	28.1	24.9
"09/20/04"	1	22.6	21.6	21	23.2	26.5	27.2	29.6	36.5	30.3	34.9	39.5	36.6	32.2	33.7	34.9	30.7	31.2	40.4	41.2	42.6	40.8	36.8	30.6	30.4
"09/21/04"	1	22.2	21.7	22	21.1	22.2	25.7	30.8	36	31.4	32.7	33.3	32.3	33.9	35	29.3	32.1	37	35.2	40	41.2	41.1	39.7	32.2	25.1
"09/22/04"	1	22.8	22.4	22	22.1	23.5	26.2	33.3	32.8	28.8	38.5	31.7	32.7	36.3	33.5	29.5	31.2	35.7	33.7	42	41.9	42.3	41.3	31.3	25.5
"09/23/04"	1	23.5	22.8	22.4	22	23.6	27.3	34.8	31.2	29.5	36.9	33	33.2	39.5	32	33.2	34.3	29.5	33.7	40.7	40.2	38.3	37	33.9	24.5
"09/24/04"	1	23.4	22.2	22.6	21.5	23.7	27.3	33.5	31.3	30.9	35.6	34.5	33.9	31.5	37.2	31.6	30.3	32.7	37.3	40.2	40.2	39.2	38.1	35.7	27.3
"09/25/04"	1	24.6	22.9	22.9	22.5	23.2	25.4	30.4	35.1	28.8	30.8	37.7	33.8	33.2	35.1	35.2	32.2	31.1	36.1	43.6	40.8	39.8	34.8	31.3	26.5
"09/26/04"	1	24	23.8	23.5	22	22.1	23.2	31.3	26.4	26.9	31.6	27.7	27.7	28.8	26.6	27.8	31.5	27.8	32.9	38.3	39.8	37.7	33.6	34.7	25.1
"09/27/04"	1	22.3	22.1	22.2	21.7	22.6	26.9	33.6	35.5	31.8	36.4	36.4	38.3	35.4	33.2	33.3	31.7	30.5	34.9	43	45.1	42.9	39.6	32.5	26.9
"09/28/04"	1	25.5	22.8	23.6	22.9	25.1	30.6	32.2	30.5	30.1	30.7	32.4	32.9	33.4	31.7	32	31.3	30.9	34.2	39.8	41.6	39.1	38	31.6	26.1
"09/29/04"	1	22.3	22.8	22.4	21.8	22.4	29.1	34.9	34.7	35.7	33.4	32.8	35.4	34.6	35.3	32.1	30.6	30.4	35.3	41.4	43.8	40	37.6	32	26.1
"09/30/04"	1	24	23	22.3	22.7	23.5	30.2	34.1	32.1	31.9	34.7	32.3	35	34.1	33.6	34.2	34.7	33.2	36.5	39.4	39.9	40.5	37.7	29.6	25.3
"10/01/04"	1	22.3	22.1	22.6	22.2	23.2	31.5	34.6	33.3	34.2	33.6	35.3	35	34.3	37.6	34.5	32.4	31.6	37.3	49.7	41.7	40.4	37.1	31.3	27.1
"10/02/04"	1	23.9	23.5	23.8	21.8	23.3	28.1	31.7	33.5	37.2	34.3	33.9	36.6	38	37.7	33.5	34	35.6	39.2	43	41	40.5	37.9	31.7	27.9
"10/03/04"	1	25.4	22.6	22.4	23	22	26.5	27	28.4	30.5	29	29.5	28	29.7	28.9	27.9	29.7	31.4	38.1	40.1	41.9	39.5	36.1	30.3	25.9
"10/04/04"	1	22.7	23.4	22.7	22.2	24.6	30.5	35.5	35.2	37.4	35	33.6	33.8	32.9	36.9	36.8	32.2	34.1	40	45.2	43.1	40.8	38.2	32	25.2
"10/05/04"	1	23.6	23.1	22.7	22.8	25.2	31.2	35.8	33.1	36.2	32.8	33	35.6	34.1	34.9	36.1	35.3	35.6	41.6	42.4	43	41.9	37.5	32.3	29.6
"10/06/04"	1	25.5	22.9	22.2	22.2	22.7	26.9	40.4	33	31.1	32.6	41	34.9	33.7	35.3	30.2	31.8	35.3	35.8	40.6	40.6	40.4	42.4	30.1	23.8
"10/07/04"	1	23.1	21.3	21.8	21.1	22.6	34.7	28.3	39.2	33.9	29.5	38.4	32.2	32.1	34.4	36.1	32.5	31.1	34.1	46	41.5	40.3	34.9	29.7	25.2
"10/08/04"	1	23.4	22.8	22.4	22.1	24.2	33.2	32.1	31.1	36.9	31.1	35.7	36.3	29.9	31.5	37.8	30.5	28.8	36.6	43.8	40.7	37.5	35.7	32.3	26.6
"10/09/04"	1	23.6	22.1	22.7	21.5	22.7	25.6	34.7	31	30.8	36.7	31.4	33.3	35.1	31.2	33.4	34.7	30.5	34.7	38.5	37.8	35.3	38.2	30.8	27.8
"10/10/04"	1	23.9	23	21.9	21.8	22	22.5	24.9	25.9	33	26.7	25.9	31.5	30.6	27.2	27.1	27.6	29.1	33.3	38.8	45	38.6	32.9	29.1	24.2
"10/11/04"	1	22.6	22	21.4	21.2	23	29.6	34.5	30.3	36.2	33.7	31.7	39.4	32.6	30.7	37.2	30.8	30.5	35.4	43.7	44	39.9	34.9	29.3	24.9
"10/12/04"	1	23.1	21.9	21.9	21.8	22.2	27.3	34.5	28.1	31.2	33.2	28.6	37.3	35.5	30.1	29.6	33.3	29.5	35.8	40.3	40.3	43	37.2	28.7	24.9
"10/13/04"	1	24.1	22.3	21.6	21.7	22.5	26.1	38	29	31.1	33.6	29.3	33.1	39	32.3	31.8	36.3	30.1	36	41	42	44.6	36.9	30.7	24.9
"10/14/04"	1	23.3	22.5	21.8	22.3	22.5	27.1	35.8	29.7	33.7	33.3	28.5	35.5	36.6	32.6	35.6	32.1	30.6	37.2	44.1	48.1	43.1	37.3	32.1	25.6
"10/15/04"	1	23.9	22.6	22.6	22.4	23.3	28.6	34	29.7	37	36.3	31.2	38.4	32.9	32	38.3	31.2	28.5	33.2	39.4	47.6	40.9	36.8	31.8	26.8

Tabla B6. Datos medidos urbanización Castilla Real I. (Potencia Reactiva [kVAR]).

Fecha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
"09/15/04"	2	19.4	19.7	19.5	19.4	20.1	24.3	28.4	29.2	28.6	29	30.1	27.5	28.5	31.5	29.7	29.2	28.2	27.4	30.3	26.2	23	24.1	22	19.9
"09/16/04"	2	19.2	18.8	20.1	19.8	20.2	23.1	26.8	31.2	27.3	29.2	29.8	28.7	30.4	29.4	29.6	26.7	28.1	26.3	26.2	26	24.2	26.8	22.6	20.7
"09/17/04"	2	18.9	18.6	18.2	20.3	19.9	24.1	27.3	29	30.7	30.7	28.8	30.9	26.8	28.4	29.9	26.7	27	27.6	30.6	27.4	25.8	26.1	25.1	21.1
"09/18/04"	2	21.1	20.1	19.1	21.9	20.4	21.8	27.1	29.6	28.5	28.4	28.3	29.7	32.2	31.2	29.3	32.2	28.1	27.8	28.3	29.5	27.2	29.5	24.9	22.9
"09/19/04"	2	21.1	21	21.7	20.7	20.8	22	23.1	24.8	27.1	25.1	25.3	28.5	25.6	25.8	24.2	26.4	25.1	26.9	25.2	27.2	24.4	22.5	20.5	20.5
"09/20/04"	2	19.7	20	19.1	19.9	22	24.1	28.6	32.1	28.5	32.2	33.4	31.5	30.8	29.6	29.4	26.1	27.9	30.7	28.2	27.9	25.8	24.6	23	22.9
"09/21/04"	2	18.6	19.7	19.3	19.1	20.5	21.7	27.3	30.2	26.9	28.8	26.8	28.3	29	29.8	27.2	27.6	28.4	27.2	27.7	26.6	26	25.3	22.5	20.7
"09/22/04"	2	18.9	19.3	19.1	20	20.9	22	28.1	27.1	28.1	31.4	28.4	27.6	29.6	28.4	26.7	24.6	27.9	25.5	28.9	27.6	27	26.9	21.8	20.5
"09/23/04"	2	20.1	19.7	19.6	19.7	20.3	22.8	29.7	29.1	27.6	31.7	26.7	30.2	33.3	28.6	28.5	27.1	24.2	27.5	28.3	26.9	24.6	25.2	23.9	20.4
"09/24/04"	2	20.3	20.1	19.9	19.6	21	22.4	28.1	28.7	29.7	29.7	27.9	28.6	28.3	29.6	26.8	26.4	27.5	30.5	28.3	26.1	26.1	25	25	22.3
"09/25/04"	2	21	20.2	20.3	20.4	21.1	23.1	28.4	29	26.2	26.4	30.8	29.7	29.7	30.5	29.3	27.8	27.7	26.6	27.6	27	25	23.2	23.4	20.5
"09/26/04"	2	19.9	20.9	20.6	19.5	20.2	21.2	25	23.5	24	26.2	22.2	23.3	24.6	23.5	24.8	24.8	23.6	24.3	25.6	26.8	25.2	23.3	23.2	20.8
"09/27/04"	2	19.2	19.5	19.3	19.6	19.7	22.4	28.1	31.6	27.9	30.8	31.1	32.6	31.2	28.8	28.2	27.4	25.3	27	28.9	27.4	24.8	24.8	23.2	21.3
"09/28/04"	2	21.7	19.9	20.3	19.5	21.2	24.4	27.1	28.3	28.8	28.6	28.9	29.4	29.6	27.6	28.2	28.1	27.1	26.4	25.9	26.1	25.3	24.9	22.1	20.8
"09/29/04"	2	19.1	20.1	19.4	19.5	19.6	22.3	28.6	30	29.9	29.6	28.5	30.6	29	29.2	27.8	26.6	25.5	25.8	27	28.3	25.2	24.5	22.9	20.5
"09/30/04"	2	20.5	19.9	19.5	20.4	20.1	23.6	28.3	28.9	28.5	29.2	27.8	30.7	31	27.5	26.8	27.3	27.9	28	26.6	26.8	27	25.1	21.2	20.1
"10/01/04"	2	18.7	19.5	19.6	19.8	20.7	23.7	28.2	29.7	30.9	31	29.8	29.6	30.5	30	28.2	26.3	25.9	27.5	33.4	26.9	26.1	25	22.6	21.8
"10/02/04"	2	19.6	19.5	20.7	19.5	20.1	22.5	27.2	26.8	31.1	30.2	29.2	29.2	30.5	27.5	27.2	27.6	30.8	28	26.9	26.6	27.2	26.4	22.5	21.4
"10/03/04"	2	20.7	19.6	20.2	20.3	20.2	21.8	23.4	24	26.4	25	23.6	25.2	24.6	24.6	24	25	25.2	28	26.3	27.5	25.3	24.5	21.2	20.1
"10/04/04"	2	19	20.3	20.6	19.7	21	22.9	30	30.3	28.6	29.6	29.5	29.8	28.6	30.4	31	28.8	29.8	28.6	30.9	28.3	25.4	23.5	22	20.5
"10/05/04"	2	20	19.8	20.2	19.7	21.2	24.6	29	28	30.1	30.7	29	30.8	29.6	28.2	30.7	30.6	28	30.5	30.4	27.9	27.3	25.8	23.5	22.6
"10/06/04"	2	21.3	20.1	19.7	19.9	19.4	22.2	30.9	29.4	27.2	30.6	31.8	28.6	29.9	29.8	26.6	30.7	28.2	25.9	26.5	27	26.6	26.9	22.1	19.7
"10/07/04"	2	19.7	18.7	19.1	19	19.7	26.6	26.9	30.3	28.6	27	29	27.5	28.9	28.5	28	25.9	24.7	25.3	29.5	27	25	23.7	22.2	20.7
"10/08/04"	2	20.1	20.6	19.9	19.7	19.9	25.5	28.4	27.6	31.5	29.6	28.5	30.9	26.9	27.2	27.8	26.5	24.3	27.3	28.9	25.4	25.3	25	23.7	21.1
"10/09/04"	2	19.6	19.3	19.5	18.6	18.9	22.8	29	27.1	28.1	29.7	28.1	29	29.2	28.4	27.2	30.6	25.8	25.4	25.8	25.7	24.9	26.2	22.2	21.7
"10/10/04"	2	19.1	20.5	19	19.5	19.1	20.9	22.1	23.5	28.6	24.1	24	26.9	27.1	24.4	23.4	23.2	24.5	24.9	26.4	27.9	25.6	21.7	22	20.4
"10/11/04"	2	19.8	19.6	19.3	19.2	19.9	23.9	30.3	27.8	30.3	28.1	26.6	31.3	29.9	27.8	31	27.5	27	26	29	28.9	25.9	22.8	21.5	20.1
"10/12/04"	2	19.3	19	18.7	19.1	20.4	22.3	28.7	26.3	27.5	29.9	26.6	31.6	29.4	26.4	25.9	28	26.1	27.1	28.4	27.3	27.8	23.9	21.2	20.1
"10/13/04"	2	20.7	19.9	19.5	19.5	20.1	22.6	31.8	27	29.4	28.3	27.8	28.9	31.9	28.4	28.6	29.4	25.8	25.9	26.3	27.8	27.3	24.3	22.1	20.1
"10/14/04"	2	19.2	19.8	19.5	20.1	19.3	23.1	30.5	28	28	29	24.6	30.6	30.8	29.3	30	26.9	26.2	27.2	28.2	30.6	26.9	25.2	22.5	21
"10/15/04"	2	20	19.9	20.1	19.6	20.6	24.2	28.1	26	31.6	30.3	29.2	31.6	27.7	27.6	29.9	25.5	25.5	26.1	27	30.4	26.6	24.2	21.1	21.4

Tabla B7. Datos medidos conjunto Parque Central. (Potencia Activa [kW]).

Fecha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
"09/15/04"	1	13	12.8	11.8	11	13.3	16.4	17.5	19.9	20.2	19.2	20	20.1	19.6	19.7	22	22.1	22.3	23.5	24.8	26.6	27.2	24.1	19.3	15.1
"09/16/04"	1	12.2	11.9	11.5	11	12.7	16.3	17.7	18.8	19	19.7	20	19.9	20.7	21.1	22.7	23.7	22.6	21.7	28.5	30.3	30.2	24.8	21.5	15.3
"09/17/04"	1	14.1	12.3	11.9	11.2	13	15.9	16.8	20.8	19.7	21	21	20.8	19.6	19.7	21.9	20.5	20.4	23.4	28.4	28	27.2	23.9	20.2	16.3
"09/18/04"	1	14.1	14.1	12.9	12.3	12.2	12.3	15.2	19.2	22.7	22.1	22.8	22.6	24.9	25	24.1	22.3	21	20.1	25.3	26.6	25.8	23.5	20.1	18.6
"09/19/04"	1	17.6	15.9	14.8	13.9	14.1	14.1	14	15.2	15.2	16.4	17.2	19.5	19.6	19.4	20.2	17.9	17.6	21.5	23.9	25.8	27.7	23.8	20.3	16.9
"09/20/04"	1	15	13.9	13	12.1	13.5	16.1	17	20.7	20.2	20	22.4	21.5	20.5	20	22.6	22	22.3	25.8	30.9	29.1	27.4	24.8	20.6	16.8
"09/21/04"	1	14.1	13	12.9	12.5	14.5	16.7	17.9	19.8	21.5	19.7	19.9	19.6	20.4	20.4	19.7	20.5	21.6	23	27.2	29.8	27.9	25.2	21.1	15.2
"09/22/04"	1	13.2	13.5	13.3	12.6	14.1	17	18.7	21.8	21.4	21.8	21.2	22.8	21	20.9	22.4	22.6	21.9	24.2	26.9	28.3	29.2	26	20.1	15.7
"09/23/04"	1	13.9	13.3	12.8	12.6	13.4	16.5	19.9	21.9	21	22.7	22.6	23.3	23.3	21.5	20.4	20.3	21.2	26.2	31.5	31.2	29.8	25.8	20.7	15.8
"09/24/04"	1	14.6	13.7	13.1	13.1	15.3	18.1	18.5	22.8	21	22.9	20.8	23.4	21.4	20.8	22.1	23.4	22.1	25.6	29.9	31.9	28.6	23.9	22	18.5
"09/25/04"	1	16.5	14.8	14.5	13.8	13.9	14.7	17.6	21.9	21.4	22	22	22.5	22.3	22.3	22.3	23	23	26.1	27.9	28.2	26.8	25	21.2	17.1
"09/26/04"	1	15.5	15.6	15.2	13.6	13.3	12.9	14.6	14.9	16.7	16.8	18.5	20.1	20.7	20.9	19.5	19.1	16.9	21.8	25.8	27.8	25.6	24	19.7	14
"09/27/04"	1	14	13.3	13.4	12.8	14.2	16.1	18.2	21.2	22	20.9	21.5	21.3	21.6	21	20.7	20.5	19.7	25	31.3	32.1	30	25	23.3	16.3
"09/28/04"	1	13.8	13.2	14.2	13.2	12.7	18.1	18.1	20.4	20.9	22.7	20.7	20.2	20.6	20.1	20.2	21.2	20.3	22.3	27.5	28.7	27.3	24.1	20.7	15.9
"09/29/04"	1	13.4	12.7	13	12.7	13.4	17.8	18.8	19.7	20.7	21.7	21.4	21.7	20.5	20.9	21	23.3	20.6	24.4	28.4	27.6	27.3	24	18.8	15.5
"09/30/04"	1	14.6	13.8	12.8	12.7	13.1	18.2	17.7	19.4	20.7	20.6	21.5	21.1	20.1	20	21.8	23.7	22.8	23.7	27.2	28	27.6	25.1	20	16.5
"10/01/04"	1	14.2	14.1	13.3	12.8	14.8	17.8	18.5	22	20.2	21.6	22	25	25.8	23.3	22.1	23.6	22	25	29.9	28.5	27.4	23.6	19.9	16.2
"10/02/04"	1	13.7	12.5	12.3	11.9	12.2	14.6	15.8	18.2	22.3	20.6	21.5	20.9	21.7	21.8	23.6	22.8	21.2	24.4	26.9	27	27.3	24.6	22.7	18.9
"10/03/04"	1	17.6	14.9	13.3	13.1	12.8	13.1	15.2	15.8	17.1	18.5	18.4	17.9	19.5	18.3	18.5	19.1	18.1	22.7	26	28.8	28	26.5	21.9	18.5
"10/04/04"	1	16.3	15.2	15.3	14.4	15.2	19.5	20.4	23.4	21.8	19.5	20.3	22.6	19.5	21.3	23.8	22.6	21.2	26	31	29.5	28.9	25.3	22.6	17
"10/05/04"	1	15.4	14	13.6	13.6	14.7	18.8	19	20.4	21.1	21	21.1	21.1	20.9	20.4	19.7	21	19.8	23	26.8	28.2	27.4	26.1	22.1	15.7
"10/06/04"	1	14.4	13.6	13	13.2	14.2	18.7	18.9	23.7	22.9	22.7	21.3	22.9	22.8	21.8	21.3	20	21.1	27.1	29.1	28.7	27.4	25.2	20	16.5
"10/07/04"	1	14.3	13.9	13.9	13.7	13.9	18	18.2	20.7	17.7	19.5	20	22.3	21.3	21.7	21.6	21.9	21	24.4	26.7	27.9	27.9	24.4	19.8	15.8
"10/08/04"	1	14.2	14.1	12.7	12.8	13.2	18.3	19.9	21.2	21.6	19.4	21.6	21.1	20.4	21.2	22.4	22.2	21.2	25.2	30	28.1	26.3	23.5	19.3	16.1
"10/09/04"	1	14.6	14.5	13.5	12.2	12	13.5	16.5	21	22.4	22.6	22.5	22.7	22.7	23.2	22.1	20.4	19.2	27.1	31.2	29	28.1	24.6	21.4	18.9
"10/10/04"	1	16.6	16.2	14.2	13.8	13.4	13.8	15.2	15.4	16.7	17.4	19.1	19.4	19.4	18	17.7	17.9	20.9	27.9	34.2	35.9	32.5	28.9	23.9	17.8
"10/11/04"	1	15.5	15.2	14.9	14.4	15.1	18.9	19.2	23.6	21.9	21.6	23.9	22.9	21.8	22.8	23.4	23.7	22.3	26.6	29.5	31.3	27.5	24.6	20.1	18
"10/12/04"	1	15.5	14.9	13.7	13.7	14.3	18.3	19.4	20.7	19.2	19.6	20.1	20.2	22	21.4	21.6	20.8	20.7	24.9	27.3	28.7	26.4	24.8	18.7	15.8
"10/13/04"	1	14.3	14.7	13.6	12.7	13.4	18.3	18.3	20.6	21.2	20.5	21.5	20.6	21.2	21	22.6	23.1	22.6	24.6	27.6	29.5	30.3	26.2	21.1	16.1
"10/14/04"	1	14.5	13.5	13.7	14	15.4	18.5	17.6	19.2	20.1	19.5	19.4	21	21.7	21.5	24.4	22.9	20.4	24.5	28	29.1	29.7	25.3	20.9	18.1
"10/15/04"	1	15.2	14.3	14.1	13.2	14.3	18.2	16.4	20.5	19.3	21.7	22.5	21.9	24.5	21.8	21.8	22.3	21.4	25.7	28.6	29.5	28.6	26.4	23.5	18.3

Tabla B8. Datos medidos conjunto Parque Central. (Potencia Reactiva [kVAR]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/15/04"	2	10.2	10.8	10.6	9.38	10.6	11.2	12.5	12.6	13.6	13.3	13.8	13.6	13.1	12.7	13.7	14	14.4	14.1	12.9	13.3	13.8	12.8	11.9	11.5
"09/16/04"	2	10.5	10.4	10.1	9.56	10.7	10.8	11.6	13.2	13.8	14.1	14.1	13.9	14.1	13.4	13.8	13.3	13.6	12.4	13.9	15.2	15.8	12.8	12.6	11
"09/17/04"	2	11.1	9.98	10.3	10	10.6	10.7	11.5	14.4	14.7	15.4	15	14.6	14.2	12.7	13	12.4	12.9	13.7	14.4	14.6	13.9	13	12.3	10.8
"09/18/04"	2	11	10.4	10.2	9.92	10	9.62	11.1	14.1	16.4	15.3	16	14.8	17	16	15.3	14.1	14.9	13	13.2	13.6	13.1	13.3	12.4	12.3
"09/19/04"	2	12.5	11.7	10.8	10.3	10.3	9.77	9.89	11.3	11.5	11.5	11.2	12.6	12.8	12.5	13.2	11.9	11.9	11.9	12.8	14.7	15.9	13.6	12.9	12.3
"09/20/04"	2	12.4	12.3	11.9	10.7	11.1	11.9	12.8	15.1	15.9	15.6	19.7	17.6	16	14	15.9	13.8	14	15.9	16.6	14.9	15.7	13.8	13.9	12.3
"09/21/04"	2	12	11.4	11.9	11.3	11.5	12	13.1	14	15.6	14.7	14	15	15.7	14.6	14.7	13.4	14.6	14	12.8	15	15.7	14.5	13.4	12.2
"09/22/04"	2	11.4	11.1	12.2	11.5	12.6	12	13.8	14.9	17.1	15.5	15.4	17	15.7	14.3	14.2	14.3	14.3	14.3	13.9	14.3	15	14.4	13.2	11.8
"09/23/04"	2	11.3	11.6	12.1	10.9	10.4	11.6	13	14.3	15.4	16.5	17.4	16.6	18.3	15.3	14.7	14.2	14.5	14.8	15.3	15.2	15.7	13.7	13.6	12
"09/24/04"	2	12.4	12	11.3	11.3	11.5	12.7	12.7	16	15.5	17.4	14.8	16.3	15.4	13.6	15	15.4	15.4	14.7	13.7	15	14.4	13.2	13.5	12.7
"09/25/04"	2	12.4	11.7	12.8	13.1	12.3	11.8	13.3	15.9	15.3	16.8	17	17.6	17.1	16.2	16	16.7	15.7	16	14.4	14.8	14.4	14.4	13.7	11.5
"09/26/04"	2	11.9	12.3	12.7	11.9	12.2	11.4	10.4	11	12.8	13.5	14	14.4	14.9	14.5	14.6	14.1	13.1	12.8	14.1	15.1	14.8	13.9	12.6	11
"09/27/04"	2	11.7	11.9	11.6	11.1	10.9	11	12.5	14.2	17.4	16.5	15.8	17.1	16.5	14.4	14.6	13.9	12.9	15.1	15.4	15.9	15.9	13.3	13.1	12
"09/28/04"	2	11.9	11.7	12.6	11.2	10.2	12.1	13.1	14.5	14.5	17.8	16.2	15.6	14.9	14	14.7	15.3	14.3	13.4	14.6	15.4	14.9	13.6	12.6	11.6
"09/29/04"	2	11.1	10.8	11.7	11.4	10.4	12.7	14	14.1	15.3	15.5	16.2	16.3	15.2	13.9	14.6	16.1	13.3	13.1	15.2	14.4	14.2	13.7	12.1	12.2
"09/30/04"	2	11.9	12	11.7	11.1	10.4	12	12.9	14.4	15.9	14.6	16.1	16.6	15.2	13.1	13.7	15.2	14.5	13.1	13.6	15	14.8	15.1	12	11.7
"10/01/04"	2	11.8	11.5	11.6	11	11.3	11.3	12.8	14.9	15.6	15.5	15.1	17.5	18.3	15	14	14	15.2	15.1	15.3	14.1	15.5	13.8	13	12
"10/02/04"	2	10.7	10.7	11.4	10.7	10.7	10.6	12	12.1	14.9	15.3	14.3	15.1	15.7	15.6	16.8	15.4	15.2	14.3	14.9	15	15.8	14.5	13.9	12.8
"10/03/04"	2	11.9	11.6	12	11.5	11.3	11.7	11.5	11.5	12.5	13.4	14.2	14.3	14.8	14.4	14.3	16.3	15	14.6	13.6	14.6	15.3	15	12.7	13.1
"10/04/04"	2	12.9	12.2	13.2	12.4	11.4	12.6	13.7	14.9	14.5	14.2	15.5	17.2	14.3	14.3	16.1	15.3	14	15.4	16.4	15.7	15.3	14.2	14.1	12.3
"10/05/04"	2	12	11.8	11.8	11.8	11.5	12.7	12.7	13.9	15.1	15.3	15.4	15.2	14.5	13.6	14.1	13.8	13.3	13.9	14.4	14.7	15.2	15	14.3	11.7
"10/06/04"	2	11.6	11.5	11.6	12	11.4	13.1	13.4	16.3	15.6	16	14.7	15.8	15.5	14.3	13.1	12.8	13.3	15	15	15.3	14.3	14.1	12.3	11.6
"10/07/04"	2	11.6	11.4	12.1	11.8	10.4	12.2	12.3	13.3	13.3	14.3	14.6	16.5	16.5	14.9	14.4	14.9	15.3	14.3	14.2	15.3	16.2	14.5	13.7	11.5
"10/08/04"	2	11.4	11.5	11.3	11.2	11.2	12.7	13.2	12.9	14.8	13.2	15.6	15.4	14.4	12.7	13.4	13.6	14.6	14	14.9	14.5	13.9	13.3	11.9	11.1
"10/09/04"	2	12.3	11.5	12.2	10.7	9.92	11.4	12.1	14.7	16.2	16.1	15.8	17.1	17	17.9	16.1	14.4	14.3	16	16.3	16	16	14.9	13.3	13.2
"10/10/04"	2	12.4	12.3	11.7	11.6	11.6	11.4	12	11.8	13.1	13.6	13.9	14.9	15	14.4	13.8	13.4	14.7	15	15.4	16.4	16.3	15.2	14.5	12.1
"10/11/04"	2	12.3	11.9	12.6	13	12.3	12.9	14.6	16.2	15.6	17.2	16.9	16.6	16.4	15.2	16.3	16.3	14.3	14	14.7	15.3	13.7	12.6	11.5	12.6
"10/12/04"	2	12.3	12.2	11.5	11.5	11.3	12.6	14	13.5	14.3	15.1	14.8	14.9	16.5	14.7	15.4	14	13.3	14.3	14.5	14.9	13.8	14.6	11.9	11.4
"10/13/04"	2	11.5	12.4	12.5	11.4	10.2	12.7	12.2	13.6	15.6	15	15.4	14.9	16.5	14.7	15.3	14.2	14.6	12.7	13.4	14.2	15.7	13.7	12.9	11.2
"10/14/04"	2	11.4	10.9	11.8	11.6	11.1	12.6	12.7	13.2	14.9	15.5	15.2	15.5	17.1	13.8	15.1	14.4	12.8	14.3	14.7	14.7	15.2	13.6	12.5	12.2
"10/15/04"	2	11.5	11.1	12.1	11.8	11.2	12.5	12.4	14.4	14.5	17.1	17	15.4	18.9	14.9	14.8	14.4	15.1	15.3	14.3	14.9	14.8	14.8	12.3	12.3

Tabla B9. Datos medidos urbanización Aurora Real. (Potencia Activa [kW]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/24/04"	1	20.1	18.1	16.2	16.6	16.5	23	26.1	24.1	29.1	27.6	27.6	30.9	29.1	29.2	30	27.2	26.8	27.2	35.9	33.2	33.1	31.2	28.7	23.2
"09/25/04"	1	20.7	17.4	17	17.9	18.4	21	20.5	23.1	28	28.7	27.7	33.4	30.2	29.7	32.8	25.4	26.3	28.7	37.1	37	37.6	35.3	31.1	31.1
"09/26/04"	1	22.9	21.2	19.1	18.6	19.2	18.9	18.9	21.2	27.7	28.3	26.2	27.4	32.8	28	27.9	28.4	29	29.3	35.2	35.8	39.1	39.1	31.1	26.8
"09/27/04"	1	21.7	20.2	20	19.1	20.1	25.8	31.3	26.8	27.9	32	26.6	27.7	30.4	27.7	29.9	27.9	29.3	33.4	34.3	38.1	38.7	36.6	30.6	24.7
"09/28/04"	1	19.3	17.1	16.5	17.5	17.3	26.8	24.8	22.6	29.8	24.7	30.2	32.5	32.1	29.7	32.4	26.1	25.7	24.9	37.5	36.8	35.6	33	29.8	24.9
"09/29/04"	1	19.1	18.1	16.7	17.6	17.2	25	25.7	26.7	29.1	29.2	29.3	36.2	32.1	31.8	29.2	23.4	25.5	28.3	37	35.5	36.8	34.8	29.8	23.7
"09/30/04"	1	19.3	19.3	16	16.9	14.4	20.9	24.4	28.9	24.1	32.2	28.8	28.3	34.7	29.7	27.8	29.7	31.2	27	35	39.7	39.3	33.3	29.1	21.4
"10/01/04"	1	18.9	17.2	15.6	15.4	16.3	21.4	24.9	24.6	27.8	33.4	30.6	26.5	29.7	34.6	28.6	27.8	27.9	31.1	33	32.5	32.9	33.7	27	22.9
"10/02/04"	1	18.7	16.9	17.8	17.1	16.7	19.8	25.3	23.1	30.4	26.6	29.1	33.3	31.6	33.7	29.3	27.6	28.8	30.1	32.9	33.7	36.3	38.4	32.1	25.4
"10/03/04"	1	20.7	17.8	17.4	17.6	17.4	17.6	19	21.4	23.9	30.3	27	27.1	28.1	33.1	30.7	28.8	28.9	28.9	33.3	41.1	42.7	36.7	30.5	24
"10/04/04"	1	20.8	18.7	18.5	17.6	16.8	25.2	25.4	25.4	34.4	27.9	32.3	29.2	27.7	31.2	26.6	26.3	32.6	31.1	36.2	37.8	36.3	37.2	31.6	24.1
"10/05/04"	1	19.6	18.6	18.6	18.8	17.5	22.3	24.1	26.5	25.1	30.4	25.4	27.6	31.5	33.9	27.9	24.6	24.7	29.1	35.1	41.5	37	31.6	29.1	23
"10/06/04"	1	19.6	17	17.6	17.3	16.6	25	24.6	24	25	27.8	25.3	31.8	26.6	26.2	30.5	24.4	27.2	31.4	39.8	38.7	37.9	32.4	28.3	22.9
"10/07/04"	1	19.8	16.6	15.9	16	16.6	22.2	25.2	23.6	26.7	29.9	26.4	34	28.7	30.7	33.2	27.6	27.1	29.7	37.1	43.2	40.2	35.9	29.8	23.6
"10/08/04"	1	18.7	18.7	17.4	17.8	16.9	20	28.7	23.4	29.7	28.7	27	27.4	35.5	30.4	26.1	31.5	29.1	29.4	32.8	39	34.7	33.4	33.2	25.4
"10/09/04"	1	21.6	17.7	16.4	15.9	16.7	16.1	19.1	27	27.9	29.6	32.5	30.2	31.6	32.2	29.5	29	32.9	31.9	35.5	36.6	39	39.4	31.1	26.8
"10/10/04"	1	22.1	19.6	19.4	17.8	18.4	22.7	20.6	23.4	23.4	28.3	25.9	26.9	33.2	27.3	27.2	30.1	31.6	30.2	32.8	38.9	36.4	40.6	32.9	27.1
"10/11/04"	1	20.6	18.9	17.2	18	17.8	22.2	24.1	30.1	27.3	26	31.2	28.9	29.3	31.9	27.1	29.9	33.7	32	36.3	40.3	39.2	37	33.5	29.9
"10/12/04"	1	22.9	20	18.9	18.6	19.3	23.9	26.3	28	23.6	24.4	32.6	25.6	32.3	30.5	28.3	32.3	28.9	29.6	36.4	39.3	39	40.2	33.2	25.2
"10/13/04"	1	21.5	20.4	19.6	17.2	17.7	22.6	24.8	27	25	29.1	28.9	29.4	30.7	36	28.9	28.5	33.5	30.1	35.3	40.7	37.5	35.3	30.6	23
"10/14/04"	1	19.7	19.8	18.6	17.2	16.5	21.4	23.6	28.6	27.4	34.2	28.9	28	32.9	33.3	29.8	28.5	30.7	31.6	36.4	38.7	39.5	35.7	30.8	24.4
"10/15/04"	1	20.7	18.8	20.2	18	17	22.1	23.6	27.9	26.5	29.7	29.9	29.3	30.9	34.3	27.7	25.1	27.3	31.5	35.5	38.3	37.9	36.2	32.5	31.7
"10/16/04"	1	20.7	18.8	18.5	17.8	18.2	16.9	19.4	22.2	31.8	27.4	33.9	30.6	31.6	33.8	29.7	29.1	28.5	29.8	37.4	30.4	32.7	30.7	27.3	25.5
"10/17/04"	1	19.2	17.5	17	17.5	16.3	16.8	18.1	20.8	25.8	26	24.3	28.9	28.3	25.2	23.4	22.9	26.8	24.2	30.6	31.3	36.6	32.2	29.9	24
"10/18/04"	1	20	18.2	17	16.8	15.5	16.3	22.2	20.7	22.5	27.2	31	26.5	27.2	30.2	25.1	25.9	27.7	37.8	37.3	38.7	36.9	34.9	34.2	22.3
"10/19/04"	1	18.7	17.4	16	16.6	16.1	20.4	23.8	27	24.6	26.9	29.3	27.5	28.9	29.8	25.7	27.6	32.1	32.8	36.4	36.5	35.2	31.9	31.4	22.8
"10/20/04"	1	17.6	16.4	15.9	16.4	16.2	21.9	24.5	27.6	26.4	29.5	26.7	29.2	30.7	30.1	29.8	29.3	25.8	30.2	34.7	36.7	42.6	34	27.5	23.1
"10/21/04"	1	17.5	15.5	15.4	14.7	15.3	22.5	30.9	26.6	27.3	31.1	28.1	29.9	34	30	29.5	31.2	29.3	27.9	32.6	34.2	37.6	33.1	26.8	20.2
"10/22/04"	1	16.8	15.2	14.3	14.7	16	20.8	25.8	23.8	24.9	29.1	29.9	28.9	34.2	29.5	28.9	29.4	25.8	28.9	34	34.9	35.6	33.5	35.1	23.8
"10/23/04"	1	18	15.8	14.8	14.7	14.5	14.6	18.3	21.8	25.8	25.8	25.2	29.3	32	29.4	29	34	30.7	32	35.9	37.4	37.4	36	33.2	30.7
"10/24/04"	1	23.5	20.9	20.5	18.2	17.3	16.7	18.3	18.3	20.4	25	29.9	26.7	25.8	29.7	32.2	28.4	29.5	30.5	37.8	39.7	36.8	37.5	30.2	24.4

Tabla B10. Datos medidos urbanización Aurora Real. (Potencia Reactiva [kVAR]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/24/04"	2	9.61	9.49	9.44	9.4	9.84	11.8	12.5	12.3	14.2	13.6	14	16.1	15.9	14.5	13.8	13.2	12.6	13.4	15.6	14.6	14.9	14.5	14.3	12.8
"09/25/04"	2	13.1	10.3	10.2	10.4	10.6	11.4	11.1	12.2	14	13.9	13.4	16.9	15.7	15.3	16.4	13	13.8	14.1	17.3	16	16.5	15.5	15.3	16.3
"09/26/04"	2	12.4	12.1	10.6	10.1	11.6	10.6	10.8	12.8	15.8	15.1	13.7	14.7	17.7	15.3	14.8	15.2	15.2	14.9	17	16.2	18.9	18.9	15	13.7
"09/27/04"	2	11.9	11.6	11.3	10.6	11.1	12.2	14.5	13.5	15.6	17.4	16	15.1	16.5	13.6	14.3	13.9	14.1	17.2	15.2	15.1	15.3	15.1	14.2	13.5
"09/28/04"	2	10.4	10.3	9.68	9.83	10.5	13.5	12.7	11.4	16.5	13.7	16.9	17.8	15.4	13.2	15.8	13.1	12.8	12.2	15.8	15.5	15.7	15.8	15.8	13.2
"09/29/04"	2	10.1	10	9.78	9.89	10	12.6	12.4	11.8	14.3	14.7	16.4	18.3	15.3	14.3	13.5	11.9	12.8	12.7	16.4	15.8	15.9	14.8	13.8	12
"09/30/04"	2	10.7	11.2	9.44	9.44	7.99	10.2	13	14.8	11.2	16.9	14.5	14.4	17.6	14.8	13.9	13.7	14.5	11.7	14.1	15.4	16.9	15	13.9	11.3
"10/01/04"	2	9.9	9.95	9.28	8.97	9.61	11	10.8	12.5	14.9	16.5	15.5	13.4	15.6	16.2	13.8	13	13.1	14.5	14.9	15.1	16.5	16.1	13.9	13.1
"10/02/04"	2	11.1	9.93	9.92	9.34	9.46	12.3	14.4	11.6	16.2	13.8	14.8	18.2	17.8	16.4	15.3	14.5	15.2	13.3	14.2	14.9	15.5	17.1	15.9	14.2
"10/03/04"	2	10.8	10.2	9.74	10.2	10.5	9.72	10.6	11.1	12.1	14.3	12.7	12.7	14	15.6	15	14	14.1	13.7	15.3	18.4	18.4	16.6	14.9	11.9
"10/04/04"	2	10.1	9.95	9.53	9.55	9.84	13.2	12.7	12.4	17.6	14.5	16.8	15.1	15.1	14.9	12.9	13.6	16.4	14.3	16.9	16.1	16	16.4	14.9	12.6
"10/05/04"	2	10.8	11	10.4	10.8	10.1	11.1	10.7	12.4	12.1	14.7	13.3	14.6	16.7	16.2	14.1	12.4	11.9	13.6	15.5	16.4	16.5	13.7	15	12.3
"10/06/04"	2	10.6	9.47	10.2	9.04	10.1	12.7	11.6	11.4	13.3	15.6	14.7	16.1	13.6	12.9	15.1	12.4	13.5	14.7	16.7	16	15.7	14.8	14.8	12.6
"10/07/04"	2	12	9.68	8.89	8.84	10.1	11.4	12.6	10	11.8	14.4	13.8	16.7	13.8	13.1	15.5	12.3	13.2	13.5	16	19.7	16.9	16.6	14.4	11.4
"10/08/04"	2	9.1	9.95	9.35	8.92	9.75	10.1	13.6	10.7	13.5	13.2	13	13.4	19.1	12.9	11.6	14.1	14.8	13.3	14.6	17.4	16.2	14	15.4	12.7
"10/09/04"	2	11.9	9.56	9.38	9.07	10.3	9.31	10.9	13.7	13.8	15.1	16.1	15.4	15.2	15.4	14.2	12.8	14.8	14	15.3	16.9	17	17.9	15.1	13.7
"10/10/04"	2	12.6	11.6	11.4	10.8	10.7	12.9	12.3	12.5	12.4	14.7	13	13.1	16.8	14.9	14.7	16.5	16.7	15.2	15.2	18.6	16.7	17.7	15.8	13.8
"10/11/04"	2	10.8	10.2	10.4	10.6	9.63	11.4	12.2	14.1	13.1	12.8	15.5	13.6	16.5	16.3	13.8	16.3	17.3	14.9	15.5	16.8	17.5	16.2	15.4	15.5
"10/12/04"	2	12.9	11	10.5	10.7	11	11.4	13.5	14.4	11.8	12.7	16.4	13.7	17.2	14.2	13.3	14.6	15	14.8	17.1	17.6	17.2	18.2	15.1	13.5
"10/13/04"	2	11.9	11.5	11.5	9.98	10.2	10.8	12.6	12.9	11.8	15.5	14.8	15.4	15.5	17	13.5	13.1	15.1	12.1	14.7	16.4	15.5	15.5	14.9	12.3
"10/14/04"	2	11	11.1	10.5	9.98	9.19	11	12.2	13.7	14.5	18.8	14.8	13.6	16.1	15	14.5	14.7	15.6	12.4	15.8	15.9	16.4	16	14.9	13
"10/15/04"	2	10.4	10.3	11.5	9.38	10	10.9	13.1	14.3	14	16	15.5	13.8	17.2	17.5	13	11.5	13.2	14.8	15.3	15	15.8	15.7	15.9	15.5
"10/16/04"	2	11.6	10.3	10.5	9.53	10.3	9.75	10.1	10.8	16.7	13.5	16.4	15.4	15.9	16.7	15.2	15	13.9	14.2	17.1	15.6	14.6	13.9	13.3	12.4
"10/17/04"	2	9.68	10.1	10.3	9.93	9.71	9.37	9.87	10.6	13.4	13.2	12.8	15.6	15.2	13.4	13.3	12.4	15.2	13.9	15.9	17	18.4	15.6	14.7	12.9
"10/18/04"	2	9.98	9.8	9.43	9.62	9.35	9.65	12	12.6	12.8	14.6	17.6	16	15.1	16.7	13.9	13.9	14.3	19.3	16.9	16.8	16.3	15.6	16.7	12.8
"10/19/04"	2	9.8	10.1	9.65	9.89	9.5	10.7	11.8	13.8	12.8	14.7	15.6	15.2	15.1	15.4	12.9	15.1	16	14.5	15.3	15.4	15.7	15.1	16.5	11.8
"10/20/04"	2	9.69	9.59	9.07	9.61	9.5	11.4	12.4	15.2	13.7	15.3	14.1	15.5	16	16	13.6	13.7	12.5	12.6	14.4	15.8	18.5	15.8	13.2	12.5
"10/21/04"	2	9.81	8.52	9.55	8.76	8.78	11.2	14.4	12.9	12.4	14.5	13.4	13.7	16.5	14	15.2	15.5	16.2	14.4	14.7	14.4	16.2	15.4	14.1	12.3
"10/22/04"	2	10.2	9.03	8.47	8.76	9.72	12.1	11.9	11.6	12.9	14.7	14.7	14.9	18.6	14.8	15.3	13.8	12.9	13.5	13.9	16	16.1	14.3	16.3	12.5
"10/23/04"	2	9.41	8.7	8.88	8.75	8.69	8.23	10.2	10.9	12.8	12	14	16.5	17.3	14.8	14.7	15.6	14	13.5	14.7	15.5	15.5	15.7	15.9	15.1
"10/24/04"	2	13.3	10.7	11.7	10.2	10.6	10.1	10.3	9.89	11.3	12.5	16.4	15	13.8	15.3	16.4	14.1	13.8	12.8	16.4	17.8	16.4	17	14.7	12.8

Tabla B11. Datos medidos edificio Coomagisterio. (Potencia Activa [kW]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"08/26/04"	1	10.9	10.2	9.86	9.55	10.6	13.4	15.3	17.1	21.3	19.5	16.7	18.3	16.6	16.8	16.8	25.7	19.3	20.6	23.6	24.9	22.7	20.1	16.5	13.1
"08/27/04"	1	10.8	10.8	10	10.3	10.9	12.9	20.9	15.4	15.8	14.8	16.1	16.6	16.9	16.6	17.6	19.1	22.4	22.5	24.6	23.8	22.1	20.7	16.9	13.3
"08/28/04"	1	11.8	10.5	10.2	9.96	10.3	11.5	13.9	17.8	15.3	17	16.5	23	21.3	17.4	18.5	17.8	19.3	24.3	22.8	22.6	21.9	19.5	18.2	14
"08/29/04"	1	12	11.5	11.1	12	11	11.2	12.4	13.9	14.4	15.5	14.6	15.2	14.9	15.5	14.9	12.8	15.6	17.8	22.2	21.8	22.2	20	16.6	13
"08/30/04"	1	10.9	9.9	9.99	9.37	9.95	12.4	15.5	16.5	16.5	14.7	16.8	18.2	17.9	16.7	18.5	20	19.3	21.1	25	26.7	25.4	20.7	15.8	12.1
"08/31/04"	1	10.1	9.04	9.22	9.78	10.4	12.7	13.8	14.7	13.6	15.3	15.7	17.7	16.4	15	15.5	17.5	20.4	21.3	23.7	24.2	22.6	20.1	16.1	12.9
"09/01/04"	1	10.5	9.43	9.52	9.63	10.5	12.9	14.8	15.4	16.7	15.7	17.9	19.2	17.3	17.1	17.9	19.3	20.9	21.4	22.5	24.6	23.1	20.4	16	12.6
"09/02/04"	1	10.3	9.19	9.29	9.77	10.2	13.9	14.2	15.6	15.2	15.5	16.4	17.1	17	16	17.2	17.3	18.7	21.7	25	26	24.2	20.6	16.4	12.8
"09/03/04"	1	10.5	10	9.66	9.78	10.5	12.9	15.9	13.3	13.4	17	17.9	17.1	15.5	16.4	18.2	19.1	19.7	21.3	29.7	24.4	20.5	18.9	15.5	13.7
"09/04/04"	1	11.7	10.1	9.84	9.47	10	10.6	12.7	16.3	16.9	16.6	17	18.2	18.5	17.8	18.3	19.8	20	19.3	21	22.4	21.8	18.9	15.5	12.6
"09/05/04"	1	11.1	10.9	10.6	10.2	10.1	10	13.7	12.2	13.2	14.9	15	14.8	14.3	14.3	14.2	14.1	13.4	18.2	23.4	22.4	21.3	20	15.9	12.5
"09/06/04"	1	11.4	10.5	10.2	10	10.4	12.5	15.1	14.3	14.9	15.7	15.1	16.4	15.4	14.8	15	17.5	19.3	23.2	25.4	23.8	21.5	17.9	14.8	11.4
"09/07/04"	1	10	9	9.13	8.82	10.3	13.5	14.8	15.8	15.1	16.8	15.2	15.6	15.5	15.9	17.9	18.9	17.6	20.5	24.1	23.4	21.1	19.3	15.2	11.5
"09/08/04"	1	10.2	9.72	9.13	9.22	9.93	13	15	15.2	14	14.2	15.1	16.1	16.5	14.9	13.9	15.8	18	19.9	22.9	23.3	22.4	18.5	14	11.7
"09/09/04"	1	10.3	9.4	9.13	8.66	9.38	12.8	14	15.9	15.6	14.5	14.7	16.1	16.4	14	16.5	17	16.4	20.5	20.9	21.8	21.4	19	15.1	12
"09/10/04"	1	10.4	9.34	8.94	9.62	9.52	13.3	15.1	15	14.3	15.2	16	15.3	15	15.6	16.1	18.6	16.8	20.5	25.2	24.2	21.7	19.7	15.9	12.2
"09/11/04"	1	11.2	9.34	9.35	9.24	8.75	9.75	12.3	15.3	15.7	16.5	15.3	18	18.5	16.7	16.3	15.9	15.5	17.3	21	21.1	20.4	17.6	14.7	11.8
"09/12/04"	1	9.66	9.61	9.5	9.75	8.98	9.01	10.9	13.1	13.9	13.8	15.5	14.1	14.7	14.6	13.8	14.7	14.5	16.1	19	22.1	22.4	20	14.6	11.5
"09/13/04"	1	9.71	9.03	9.15	9.13	9.87	12.7	15.2	15.7	14.5	14.1	15.4	16.1	15.9	15.8	15.7	19	18.7	19.4	24.9	26.1	21.7	19.1	15.3	11.9
"09/14/04"	1	10.9	9.68	9.21	8.76	9.55	13.1	15	14.3	14	14.9	15.9	16.3	15.4	15.3	16.5	19.1	19	20.5	23.9	23.6	21	18.4	14.1	11.5
"09/15/04"	1	10	9.68	8.57	9.19	9.09	12.5	14.7	13.3	14	14.8	16.4	17.1	16.8	14.6	16.6	15.1	15.6	19.1	21.8	24.3	21.3	18.3	14.3	11.5
"09/16/04"	1	10.3	9.07	8.33	8.73	9.74	13	14.1	15.2	13.9	15.2	15.3	15.7	16.6	15.6	15.9	18	16.8	18	22.1	23.3	23.4	19.3	15	11.2
"09/17/04"	1	10.8	9.86	8.87	9.53	10.4	12.3	14.4	14.1	13.4	13.6	18.1	16.4	15.4	15.6	16	16	18.2	18.9	22.7	22.9	20.1	19	15.6	11.9
"09/18/04"	1	10.7	9.35	9.55	9.15	9.25	10.8	13.4	15.4	14.7	14.6	16.7	16.6	17.4	15.7	16.2	16.7	15.9	18.2	22.2	21.5	21	18.8	17.9	15.6
"09/19/04"	1	13.7	12.8	11.1	9.9	9.81	9.19	10.4	11.5	12.7	14.2	15.2	13.8	13.9	14.3	13.9	14.6	14.2	17.9	22.1	22.9	22.4	18.6	15.6	13.5
"09/20/04"	1	10.7	10.4	10	9.96	10	13.9	16.4	15.6	16.8	18.4	19.5	20.8	19.2	17.8	18.4	18.7	17.9	21.3	25.6	25.1	22.9	21.3	16.3	12.5
"09/21/04"	1	10.6	9.75	9.87	9.5	10.6	12.9	15.3	15.2	14.6	15	16	16.9	16.8	15.9	17.4	19.9	21.2	23.5	26.2	24.7	21.8	19	16.6	13
"09/22/04"	1	12	9.74	9.31	9.21	10.2	14.7	15	18	15.5	16.9	15.7	17.4	17.7	16.7	19.6	20.6	18.9	20.9	26.4	26.7	23.2	20.1	15.1	11.5
"09/23/04"	1	10.4	9.38	9.04	9.35	10.9	13.7	14.4	16.2	15.8	15.5	15.7	17.1	16.8	16.3	17.2	19.6	19.6	22.1	25.8	25.9	22.7	19.8	15.8	12.4
"09/24/04"	1	11	10.5	9.71	9.75	11.6	13	14.3	16.5	15.6	15.1	16.1	17.1	15.9	16.4	19.7	19.8	19.2	24	28.3	25.9	21.6	19.2	16.9	13.5
"09/25/04"	1	11	10.1	10.3	9.78	10	12.7	13.7	16.1	14.6	14.9	15.9	17.2	19.2	17.5	16.7	17.4	17.1	19.5	24.7	23.5	21.4	20.3	17.1	14.1
"09/26/04"	1	12.3	11.8	10.6	10.9	10.3	10.9	14.6	13.1	15.2	16.8	14.9	14.1	15.3	15.2	15.8	15.8	17	21	23.1	23.6	24.6	20.2	15.7	11.6

Tabla B12. Datos medidos edificio Coomagisterio. (Potencia Reactiva [kVAR]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"08/26/04"	2	10.7	10.1	10.2	9.37	10.4	11.6	15	15.5	18.4	17.8	13.7	16.4	15.8	16.3	15.6	20.9	18	17.5	15.8	17.5	16	13.6	12	11.2
"08/27/04"	2	10.1	10.7	9.87	11.1	10.7	12.5	17.5	14.7	16.4	14	14.3	15.2	16.4	15.7	17	16.1	17.7	17	17.8	16.4	15.4	15.6	13.2	11.5
"08/28/04"	2	10.8	9.95	9.95	10.1	9.92	10.3	12.9	15.1	14.2	17.4	16.3	20.8	19.8	18.8	18.4	19.4	19.7	19.7	17.3	16.1	15.5	14	13.8	12.6
"08/29/04"	2	11.3	11.3	10.8	11.8	10.6	10.9	11.8	12.3	14.1	13.5	14.5	15.3	14.7	14.7	14.1	13.3	15.4	15.4	16.8	14.4	14.1	12.7	11.8	10.7
"08/30/04"	2	10.3	9.58	10.1	9.98	9.26	11.3	14.4	14.9	17.2	14.3	16.3	16.4	16.6	15.1	14.9	16.3	15.7	16.2	16.3	17.8	17.1	14.2	11.8	11.1
"08/31/04"	2	9.75	9.07	9.01	10.3	10.2	11.5	12.9	12.8	13.3	15.1	13.9	15.9	15.2	15.2	14.8	15.9	16.3	16.4	16.8	17.9	15.4	14.1	11.6	11.6
"09/01/04"	2	10.2	8.97	9.22	9.78	10.5	11.8	13.6	14.1	15	14.9	15.8	16.7	16.5	16	14.7	16.2	18.3	17.3	15.9	17.9	16.6	14.3	12.3	11.3
"09/02/04"	2	10.1	9.12	9.04	10	9.9	12	14.2	15.3	14	14.6	15.2	16.4	17	15.7	13.7	15.6	15.6	17.1	17.2	17.4	15.7	13.6	12.7	11.2
"09/03/04"	2	9.83	10.3	9.55	9.95	10.3	12.2	13.8	13.5	13.6	15.1	15.4	16.3	15.9	15.9	15.6	14.6	16.4	16.9	19.9	16.1	14.8	12.8	12.3	12.1
"09/04/04"	2	11.2	10.2	9.83	10	10.1	9.99	12.5	15.1	16.7	17.3	17.1	17.7	17.6	17.6	16.7	19.7	18.9	15.5	14.2	15.3	14.2	13.2	12.1	11.1
"09/05/04"	2	9.96	10.4	10.7	10.1	10.7	9.81	10.4	10.1	12.4	15.2	14.8	15.5	14.5	13.8	13.6	14.2	13	15.5	16.7	15.6	14.1	13.4	11.7	10.9
"09/06/04"	2	10.5	10.1	10.1	9.96	9.58	11.3	13.7	13.4	14.3	15.4	14.3	16.6	16.2	14.6	12.7	14.6	15	17.7	16.2	16.1	14.1	12.3	11.2	9.81
"09/07/04"	2	9.66	8.61	8.98	8.38	9.89	11.2	12.3	14	13.4	16.2	13.4	14.5	15.7	15.6	13.9	13.5	14.8	15.2	16.1	15.3	14	13	11.6	10
"09/08/04"	2	9.9	9.78	9.32	9.63	9.58	11.6	14.2	14.3	13.1	13.2	12.9	15.1	15	14.2	13	14.1	15.8	15.9	15.8	14.2	15.5	13.2	10.2	10.6
"09/09/04"	2	10.7	9.72	9.52	9.15	9.03	11	11.8	12.3	13.5	14.1	14.1	16.1	17.9	14.2	15.1	15.5	15.1	17.7	15.1	15.7	14.4	13.4	11	10.7
"09/10/04"	2	10.2	9.25	8.36	9.62	9.16	11.1	13.1	15	12.6	14.2	14.4	14.2	15.3	15.5	14.1	17.3	15.6	16.9	17.8	16.3	15.8	14.2	11.3	9.56
"09/11/04"	2	10.7	9.19	9.34	9.75	8.81	9.52	11.4	12.7	14.4	17.2	15.4	18.5	16.3	16.6	15.2	14.9	16.3	16	14.1	15.9	15.1	12.2	11.3	9.87
"09/12/04"	2	9.31	9.78	9.53	10.6	9.38	9.06	10.5	11.7	12.4	13.5	17.2	14.6	14.9	14	13.3	13	14	14.3	13.9	15.3	14.4	13.2	10.3	9.9
"09/13/04"	2	9.71	9.41	10.2	9.4	9.41	11.4	13.9	15.1	14.1	13.2	13.7	14.8	15.9	15.7	12.6	14.4	16	15.5	17.2	17.8	13.5	13.2	11.3	10.3
"09/14/04"	2	10.5	9.53	9.16	8.66	9.44	11.8	14.1	13.2	12.7	13.8	16.1	15.3	14.8	15.2	14.9	16.2	15.6	13.9	16.4	15.7	13.7	12.8	11.1	9.92
"09/15/04"	2	9.72	10.1	9.24	9.43	9.28	11	13.9	13.8	12.8	13.3	14	15.7	16.8	14.5	14.5	13.8	14	14.7	14.8	15.9	13.7	11.9	11.5	10.1
"09/16/04"	2	10.1	8.92	8.54	8.69	9.59	11.2	13.7	13.7	13.2	13.9	14	14.2	15.7	15.4	14.7	16.7	15.5	14.9	16.4	15.5	14.6	13.2	10.9	10.1
"09/17/04"	2	10.5	9.32	9.37	9.86	10.9	10.3	12.6	12.7	12.9	13.3	15.8	15.2	15.5	12.8	13.8	13.3	15.3	15	16.9	15.5	13.5	13.1	11.1	10.3
"09/18/04"	2	10.2	9.4	9.38	9.29	9.66	10	12.1	14.7	15	15	16.7	17.1	17.9	15.9	15.1	17.1	15.9	15.4	15.8	15.5	15.5	14.3	14.5	13.2
"09/19/04"	2	12.6	12.8	10.9	9.87	10	8.76	9.63	11.1	13.2	13.6	13.3	12.8	13.4	13.7	12.4	13	12.4	13.1	13.6	15.4	14.9	12.5	12.2	11.6
"09/20/04"	2	10.7	10.7	11	11	10.3	13.3	16.5	16.6	17.6	17.9	18.7	19.8	19	17.8	17.2	16.5	15.7	16.8	18.3	16.5	15.3	13.9	12.4	10.5
"09/21/04"	2	10.3	10.2	9.98	9.65	11.5	12.1	14.8	14.5	15.2	15.2	15.6	16.3	16.5	16.6	15.3	16.4	18.3	16.9	18.3	16.5	15.2	13	12.6	11.4
"09/22/04"	2	11.7	10.1	10.3	9.81	10.4	12.6	15.6	17.3	15.1	16.9	15.5	16.5	19.1	16.8	17.3	16.8	15.4	16.7	19.2	19.1	15	14.4	12.1	10.3
"09/23/04"	2	10.4	9.92	10	9.24	10.6	12	14.3	14.6	17	16.2	15.5	17.4	17.4	17.2	15.4	15.2	18.5	17.4	17.9	17.8	16.3	13.7	11.9	10.4
"09/24/04"	2	10.5	10.9	10.2	10.1	11.1	12.7	14.2	16.1	15.9	15.1	14.3	16.4	16.3	16.5	18	18	17.1	19.7	17.8	16.8	15.6	13	12.6	11.4
"09/25/04"	2	10.2	10.3	11	10.8	10.6	11.8	12	14.6	13.3	15.4	16.8	17.5	19.9	18.9	17.3	18.3	18.2	16	18.1	16.9	14.9	14.1	13.8	12.7
"09/26/04"	2	11.1	11.4	10.3	12	10.7	11.5	14.7	12.4	14.9	16.2	16.2	15.6	16	14.8	13.9	13.7	16.7	17.4	17.3	17.2	16.4	14.3	12.1	10.6

Tabla B13. Datos medidos conjunto Santa Isabel. (Potencia Activa [kW]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/15/04"	1	15	13.6	13.1	12.6	13.7	19.5	29.1	27	28	30.5	28.2	28.1	23.3	27.6	26.1	23.5	23.2	26.5	34.4	33.8	31.6	28.6	22	16.4
"09/16/04"	1	13.3	11.9	12.2	12.3	13.9	19.9	26	28.5	30.5	27.5	26.7	25.4	24.7	24.4	27.7	26.6	23.1	26.5	33.3	35.1	33.3	29	22.9	17
"09/17/04"	1	13.6	12.3	12.3	13	13.8	18.9	26.1	29.1	30.3	27.9	29.1	26.8	25.7	24.5	26.3	25.2	26	27.1	34.5	34.1	32.5	26.4	21.8	19.1
"09/18/04"	1	16.1	14.8	14.1	13.6	13.3	16.7	20.4	21.8	21.8	26	29.9	31.3	30.9	27	24.6	23.5	22	24.6	30.4	30.7	29.3	26.8	23.4	18.5
"09/19/04"	1	15.1	14.5	14.5	14.4	13.7	15.2	16.8	17.5	21.1	27.4	24.4	22	19.8	18.5	20.5	21.7	22.2	24.2	31.1	31.5	32.4	29.3	24.3	19
"09/20/04"	1	15.8	14.1	13.9	13.1	14.3	19	28.5	32.4	29.5	30.3	29.9	29.2	26.5	26.1	25.3	28.3	24.7	26.5	34.4	35.1	31.1	29.5	22.4	15.1
"09/21/04"	1	13	11.9	13	11.8	11.8	17.2	27.3	29.9	30.6	31.3	28	26	25.2	26.5	27	27.6	23	26.7	35.2	35.4	33.8	29.3	22.9	16.8
"09/22/04"	1	14.2	12.5	11.8	11.9	12.4	19.3	29.1	30.7	28.9	30.5	31.3	29	26.8	28.2	27.2	24.7	23.5	25.9	37.4	34.5	33.2	30.2	23.3	19
"09/23/04"	1	14.5	13.5	12.5	12.7	13.9	18.7	27	27.7	29.3	28.7	29.5	26.3	25.7	24.5	24.6	25	23.9	27.3	35.9	34.9	33.3	30.1	24	17.9
"09/24/04"	1	16	14.4	13.6	13	13.1	20.2	27.8	27.8	32	33.8	29.7	28.5	25.6	27.4	28.1	27.2	23.5	28.1	34.8	37.8	33.1	29.7	25.9	20.6
"09/25/04"	1	17.4	15.2	14.9	14.6	14.2	16.2	20.9	24.3	28.6	30	30.1	29.1	26.8	25.7	25.5	26.3	24.1	25.2	32.4	31.3	32.7	27.6	22.6	19
"09/26/04"	1	16	14.7	14.5	14	13.7	14.7	16	18.4	20	21.3	21.6	23.9	20.3	17.9	19.1	20.4	20.7	25.8	34.1	34.5	31.4	27.6	21.5	16.9
"09/27/04"	1	15.1	13.4	13	13.2	14.5	19.9	24.8	29.2	34.4	32.1	31.1	28.1	27.8	29.1	27.2	29.9	24.4	26.3	35.2	34.9	33.5	31.2	22.5	17.5
"09/28/04"	1	15.5	14.1	14.8	13.4	14.1	18.9	27.1	29	29.1	30.9	28.8	29.3	27.5	28	27.5	29.3	24.6	26.6	36.3	35.1	35.5	29.2	22.4	18.3
"09/29/04"	1	14.9	13.9	13.7	13.9	14.6	19.6	27.4	30.8	31.4	30.1	32.2	30.2	25.7	26.7	27.1	25.6	24.2	29.5	35.5	35.3	32.7	27.6	21.7	17.4
"09/30/04"	1	15.4	14	13.4	13.4	14.4	21	28.5	29.1	32	31.5	29.7	30.5	28.3	26.6	26.8	24.1	25.2	28.4	35.1	35.2	34.3	28.9	22.6	18
"10/01/04"	1	15	13.4	12.9	12	13.2	18.4	24.7	30.9	30.1	27.9	26.9	27.5	28.1	26.8	26.4	28.5	25.2	27.3	35.7	34.9	32.3	28.5	21.5	18.2
"10/02/04"	1	15.1	13.8	13	12.5	13.1	15.1	20.7	22.2	30.7	32.4	30.9	30.7	30.4	29.1	29.5	27.1	25.2	28.4	32.6	32.6	31.5	27.3	23.4	19.7
"10/03/04"	1	16.8	15.3	14.9	14.7	14.4	15.2	17.1	18.5	20.3	26.2	23.9	23.9	19.2	19.7	18.5	19.1	19.9	23.7	33.3	33.1	34	31	23.5	18.6
"10/04/04"	1	17.3	14.3	14.4	13.2	13.3	18.7	25.3	32.3	30.1	29	29.1	28.6	27.1	26.4	26.5	25.9	22.1	28.8	35.3	37.8	34.2	29	23.8	18
"10/05/04"	1	15.7	14	13.6	12.9	14.2	20.4	30.5	32.4	29.4	29.2	29.1	26.9	28.1	27.3	25.1	25.2	22.2	28.2	36.5	36.4	32.6	28.7	25.6	18.1
"10/06/04"	1	15.6	14.8	13.9	14.3	14.9	19.2	24.6	28.7	30.9	30.8	28.4	28.2	23.2	25	26.5	24.4	25.1	31.6	36.7	33	32.5	29.3	22.3	16.7
"10/07/04"	1	15	14	13.2	12.6	14	18.5	26.7	29.3	28.8	27.1	27.6	26.8	27.1	25	25.8	25.6	24.9	27.8	32.1	30.6	32.1	28.2	22	16.7
"10/08/04"	1	13.6	11.9	12.8	12.8	14.7	18.4	30	28.9	30.7	30.5	28.3	27.2	26.4	25.7	27.7	26	25.8	27.8	38.3	38.5	36.2	31	26.4	17.6
"10/09/04"	1	15.2	14.8	13.2	12.4	12	14.6	23.1	26.9	30.7	31	33.5	28.3	28.7	28.8	26.8	25	25.2	29.1	35.1	34.6	35.9	28.4	21.8	20.4
"10/10/04"	1	16.9	14	13.7	13.7	13.9	15.3	15.7	19.1	24.1	25.2	25	25.8	23.4	23.5	22.4	22	22.7	25.6	33.1	34.5	33.7	31.8	22.9	17.3
"10/11/04"	1	15.1	15.7	14.6	14.3	14.9	20	30.1	30.7	32.6	31.4	28.8	27.5	28.7	26	26.3	29	29.2	32.4	34.7	36.3	33.3	29.5	21.9	16.9
"10/12/04"	1	15.3	14	13.6	13	14.3	19.8	29.9	28.2	31.8	30.9	29	27.7	27.5	27.1	24.7	27	28.3	30.1	38.7	36.3	34	32.3	22.7	18.8
"10/13/04"	1	14.3	13.4	13	13.1	14.5	20.4	29.1	29.3	31.1	30.2	30.3	26.7	26.2	27.3	28.6	29.8	29.5	30.5	34.1	33.7	34.3	28.6	24.1	17.9
"10/14/04"	1	14.8	13.3	13.2	13.3	14.1	20.1	28.9	29.2	30.6	32.4	30	25.1	25.8	26.1	26.7	27.9	27.9	30.1	34.9	35.3	33.5	28.6	23.1	18.6
"10/15/04"	1	14.3	14	13.4	13.3	14.7	20.2	31	29.4	29.8	32.1	28.9	27.2	26	27.2	29.6	27.9	26.3	30	37.2	36.4	34.1	30.6	23.7	19.4

Tabla B14. Datos medidos conjunto Santa Isabel. (Potencia Reactiva [kVAR]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/15/04"	2	14.8	14.7	13.5	13.2	13.2	14.9	22.7	22.2	23.7	25.8	23.3	22.9	21.6	23.5	20.7	19.3	20.5	20.9	21.5	20.1	18.5	18.1	16.5	15.3
"09/16/04"	2	14.2	13.2	13.9	14.9	13.7	16.3	20.7	23.6	25.1	25.4	23.4	21.5	23.2	22.3	22.4	21.5	20.1	21.5	20.2	19.7	20.3	19.5	17.7	15.6
"09/17/04"	2	13.7	13.3	12.9	14.9	14.3	15.6	19.7	23.2	24.4	22.9	23.9	22.3	23	21.7	22.2	21.7	21.4	21.9	22.5	20.8	18.9	17.7	16.9	15.7
"09/18/04"	2	14.4	14.3	14.3	14.1	13.6	15.1	17.3	19.1	19.5	22.4	25.6	27.6	26.4	25.9	21.5	22.2	21.8	20.5	19.7	20.3	18.8	18.1	17.7	15
"09/19/04"	2	14.2	14.1	14.4	15.7	14.4	13.8	16	14.3	17.7	21.3	22.2	19.9	18.9	18.6	17.7	19.6	19.9	18.7	19.5	19.7	20.4	18	16.9	15.6
"09/20/04"	2	15	13.9	14.3	14	13.5	16.1	22.4	24.5	27.2	26.6	25.7	27.9	25.3	23.9	21.2	23.7	20.9	20.2	21.9	23.2	18.8	19.9	17	13.9
"09/21/04"	2	13.8	12.9	14.1	13.6	12.9	14.2	21.3	22.9	24.9	25.9	25.3	22.1	24.6	24.5	23.1	20.7	19	19.6	20.6	20.2	19.4	18.5	16.6	15
"09/22/04"	2	15.1	13.7	12.7	13.8	13	15.1	22.9	24.3	24.7	26.8	23.5	24.3	25.3	23.5	20.5	20.4	20.6	19.4	22.7	19	19.1	19	15.4	14.4
"09/23/04"	2	14	13.7	12.5	13.7	13.9	15.9	21.4	22.8	24	22.6	22	21.7	22.9	22.3	21.9	20.2	20.7	20.8	22.4	21.2	21	18.8	16.3	13.9
"09/24/04"	2	13.6	14	13.9	13.8	13.2	15	20.7	23.3	24.9	26.2	24.5	24.8	23.2	23.4	23.3	23	19.4	21.8	21.1	22.1	20.5	18.7	17.4	15.4
"09/25/04"	2	15.1	15.1	15.3	15.6	14.7	14.7	18.2	19.7	24.5	26.9	24.2	24.5	22.1	21.1	22.8	24.7	21.5	17.9	19.7	19	19.6	19.6	16.7	15.1
"09/26/04"	2	14.5	14.8	14.6	15.2	15.1	15	15.5	17	16.2	17.4	18.4	19.6	18.9	17.2	17.2	18	17.6	19.3	19.8	21	19.5	17.9	16.7	15.5
"09/27/04"	2	15.4	14.3	14	14.4	13.7	15.7	21.8	22.6	27	25.5	26.7	23.9	24.6	25.7	23.1	24	21.2	20.1	21.4	21.7	20.5	20.1	16.9	16
"09/28/04"	2	16.3	14.5	15	14.8	14.3	16.1	22.6	24.4	24	26.3	25.4	27.4	25.1	23.9	23.7	25.4	22.7	20.7	21.4	20.1	19.6	19	16.3	16.1
"09/29/04"	2	14	14.3	13.7	14.4	14.1	15.8	19.3	23.3	24.7	26.5	27	26.4	24.7	24	22.8	21.1	20	22.5	21.8	21.8	19.8	19.2	16.3	14.9
"09/30/04"	2	14.2	14.6	14.4	14.4	14.5	15.7	22.5	24.3	24.8	25.3	24	25.4	25.2	23.5	22.7	20.4	22.2	21.4	21.9	19.8	18.7	19	16.3	15.2
"10/01/04"	2	13.5	12.9	13.6	12.8	13.5	14.4	19.8	23.8	25.5	24.1	22.7	23.6	24.7	25.2	23.7	22.8	20.4	21.2	21.9	19.5	18.5	18.6	16.1	15.5
"10/02/04"	2	14.4	13.8	13.4	13	13.4	14.5	17.8	19.3	22.7	25.9	25.6	26.1	24.4	23.9	24.5	23.2	21.9	20.2	19.6	19.5	20.6	18.6	16.6	16
"10/03/04"	2	14.4	14	14.1	14.5	14	15	16.1	17.2	19.2	21.4	20.1	19.8	18.8	19.8	18.6	19.5	19.8	19.8	20.8	20.3	20.3	19.2	15.8	14.8
"10/04/04"	2	14.7	14	14.6	13.8	13.5	14.9	20.1	24.4	25.5	24.2	25.1	26.6	24.2	23.1	23.3	22.7	21	21.6	21.3	24.3	21	18.2	17	14.2
"10/05/04"	2	14.7	14.5	13.6	13.5	13.5	16.2	23.4	25.5	23.7	27	27.2	24.8	25.3	24.4	21.6	22.6	19.2	21.2	21.8	21.7	19.8	18.5	17.6	14
"10/06/04"	2	14	14.8	13.9	14.2	14.3	14.8	17.9	21.9	23.4	25.1	24.3	25.2	22.4	23.5	22.1	21.9	20.8	21.4	21.3	19.1	19.5	18.6	15.4	13.5
"10/07/04"	2	14.2	13.4	13.9	13.1	12.5	15.1	21.8	22.3	24.3	24	23.2	23.6	24.8	22.9	22.5	20.5	19.3	20.7	20.2	19	18.7	19.2	16	14.4
"10/08/04"	2	12.8	12.3	13	13.5	12.9	14.6	21.4	22.2	23.5	25.4	23.6	25.1	24.7	23.1	23.4	23.5	23	21.3	22.8	22	21.6	19.7	18.2	14.9
"10/09/04"	2	14.3	14.5	13.4	12.7	12.6	14.7	20.2	23.2	25.2	26	27.4	24.7	26.6	26.5	23.6	23	21.9	20.6	21.3	21.2	20.6	18.4	16.8	17.2
"10/10/04"	2	14.8	13.2	14.2	14.8	14.4	14.9	15.8	16.3	20.5	21.2	21.4	22.9	22.9	22.4	20.4	19.7	19.2	18.6	20	20.6	20.9	19.5	16.6	14.9
"10/11/04"	2	14.3	15.7	14.8	14.9	14.1	17	23.4	23.9	25.8	25.7	23.8	23.9	27.4	23.8	21.9	23.6	23.5	22.3	21.2	23.2	20.8	19.4	15.6	14.4
"10/12/04"	2	14.4	14.1	13.6	14.1	13.3	16.2	23.9	23.7	26	26.5	25.1	24.9	25.2	22	20.6	22.1	23.3	20.5	22.1	21.6	19.6	20.9	16.4	14.8
"10/13/04"	2	13.9	14.4	13.5	14.9	13.8	15.4	23.7	24.6	23.8	24.6	24	23.6	24.2	24.4	22.3	22.8	23.3	21.2	20.2	19.4	19.6	18.3	17.7	15.2
"10/14/04"	2	14.3	13.9	13.6	14.5	13.8	16	22.1	23.3	24.8	25.2	23.6	22.7	24.4	22.7	21.7	22.8	23	20.8	19.2	20.2	20	19.6	16	15.7
"10/15/04"	2	14.4	13.7	13.4	13.5	14.5	15.8	23.9	24.7	23.7	26.4	23.8	23.5	22.9	23.6	22.5	21	21.7	21.9	21.7	21.5	19.7	19.2	16.5	15.5

Tabla B15. Datos medidos edificio San Fernando. (Potencia Activa [kW]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/25/04"	1	15.3	13.9	13.6	13.1	13.6	14.3	15.3	19.3	20.9	25.8	26.5	25.4	24.7	21.4	20.4	19.2	18.6	22.9	28.3	28.5	27.4	24.4	19.3	16.2
"09/26/04"	1	15.9	15	14.6	14.1	14.2	12.8	13	13.3	20.4	22.1	19	18.3	16.5	15.7	16.9	14.8	15.8	21.1	24.8	28.8	27.3	23	18.6	15.2
"09/27/04"	1	13.6	13.2	12.4	12.5	13.2	14.8	18.4	24.5	25.3	25.2	27	26.3	24.4	21.4	20.5	20.6	22.2	23.5	28.6	32	29.5	24.8	19.5	15.7
"09/28/04"	1	14.2	13.6	13.3	12.7	13.6	15.7	20.8	23	24.5	28.7	30.4	30.6	28.4	23.8	24.6	23	25	26.8	32.7	32.4	31	28.2	22	17.4
"09/29/04"	1	14.5	13.4	13.1	12.9	14	15.6	18.6	19.4	22.5	28.1	30.5	32.8	24.8	23.3	23.3	23.7	25.4	28.6	30.7	31.2	28.7	25.4	18.9	16.4
"09/30/04"	1	14.4	13.7	14.2	13.4	13.8	15	19.5	21.2	18.7	21.8	27.3	27.5	27.5	22.6	25	27.9	27.4	27.8	31.7	32.2	30.3	26.7	20.1	15.3
"10/01/04"	1	14	13.6	13	12.6	12.9	16.1	19	24.4	25.6	25.6	26.2	28.6	28.1	24.4	28	26.7	23.8	23.3	30.7	30.5	28	24.4	19.3	16.4
"10/02/04"	1	14.9	13.7	13.6	13.7	13.1	12.3	13.4	18.4	19.4	26.8	29.8	28.8	27.7	21.5	19.1	19.9	20.6	23.4	28.8	31.2	29.6	25.8	20.5	19.1
"10/03/04"	1	16.4	14.9	14.2	14.5	14.5	13.5	13.3	15	17.2	19.1	21.2	19.6	19.2	17.4	17.1	15.8	17.5	24.1	30.2	30.2	28.8	26.1	20.2	16.4
"10/04/04"	1	14.6	14.6	14.7	14.3	14.2	16	19.4	20.5	22.2	25.4	26.8	24.4	23.1	20.6	22.6	22.5	25.8	29.6	31.7	33	32.1	25.7	19.3	16.3
"10/05/04"	1	14.5	13.9	14.3	13.3	13.9	16.9	19	22.3	25.3	23	23.8	26	22.9	23.3	23.3	26.3	27.1	28.9	31.4	31.9	29.6	24.7	19.6	16.2
"10/06/04"	1	15.4	14.3	13.2	13.1	13.4	15.4	18.3	20.2	22.2	22.7	25.2	24.9	22.2	21	21.3	21.8	22	28.1	32.7	32.2	30.1	26.2	19.1	15.9
"10/07/04"	1	14.1	13	12.9	12.7	13.1	16.6	18.7	23.6	22.4	26.4	32	27	25.4	22.6	21.3	23.7	23.6	26.5	32.3	32	30.2	25.8	19.7	15.9
"10/08/04"	1	14.7	13.1	12.4	12.8	13.9	16.1	20.4	24.1	25	24	29.9	26.4	26	26.7	29.8	28.4	29.1	30.8	31.7	31.4	28.3	23.4	20	16.4
"10/09/04"	1	15.2	13.8	13	12.8	13.1	12.6	15.9	21.6	24.8	29.6	29.6	27.8	27.2	25.6	24.8	25.3	25.2	25.4	30.6	32.4	28.8	26.8	20.7	17.3
"10/10/04"	1	15.3	14.4	14.1	14.3	13.4	13.8	12.4	14	20	22.9	25.1	23.7	17.9	22.9	22.1	20.9	19.8	26.4	30.7	30.6	29.7	25.8	20.6	17
"10/11/04"	1	14.7	14.5	14.2	13.9	14	15.6	19.8	24.5	26	26	29.2	27.4	29.5	26.6	27.5	29.7	27.4	32.9	35.6	35	33	26.7	20.4	16.8
"10/12/04"	1	14.7	14.4	14.3	13	14.1	17.2	19.5	23	22.6	25.4	27.2	27.5	25.5	27.3	26.6	30.3	27	29.2	33.4	33.2	31.3	26.1	19.7	16.6
"10/13/04"	1	15.1	13.8	12.9	12.2	13.6	15.2	21.8	22.5	25.4	26.2	28.2	30	29.6	24.5	26.9	29.6	32.1	32.2	34.4	33.1	30.9	26.2	20.3	16.6
"10/14/04"	1	15.2	13.7	13.2	12.9	14.2	16.4	23.1	26.2	23.4	25.3	28.7	27.3	27.3	28.4	26.9	28.1	29	29.8	37.1	34.5	31.3	27.4	21.5	17.1
"10/15/04"	1	14.7	13.8	14.1	13.9	13.5	15.2	20.2	22.6	26.1	26.5	31.4	30.6	29.2	31.2	29.1	27.4	27.5	26.9	31.6	33.3	30.8	25.6	21.7	17.3
"10/16/04"	1	15.5	14.3	13.5	13.3	13.8	13.5	15.3	23.4	25.6	25.8	28.6	27.9	26.3	24.2	23.7	23.5	22.7	24.9	30.9	28.4	28.4	23.8	20.3	16.6
"10/17/04"	1	15.7	14.7	15.5	14	13.9	13.3	13.1	15.1	22.7	24	24.9	23.8	21.7	21.5	18.7	17.8	17.1	21.7	27.2	28	25.2	23.8	20.1	16.8
"10/18/04"	1	15	14.1	13.7	13.5	13.7	13	11.7	16.9	20.1	23.2	23.9	23.3	21.6	17.5	17	19.6	23.9	27	30.7	30.2	26.9	22.5	18.1	15.5
"10/19/04"	1	14.6	13.6	13.4	14	13.8	16.8	18.3	22.2	25.2	25.4	29	28.6	25.4	23.9	27	26.8	27	27.6	31.1	31.7	31.8	27	20.4	15.6
"10/20/04"	1	15.1	13.5	13.3	13	13.5	15.6	17.5	24.2	28.1	28.6	29.6	27.7	27.8	21.9	23	25.2	28.2	32.4	31.7	31.8	28.1	25.2	19.2	15.9
"10/21/04"	1	14	14	12.4	12.2	12	14.5	17.5	23.2	24.8	24.3	28.4	30.2	28	24	26.3	23.4	23.7	27.9	31.6	33.7	30.9	27.3	20.9	17.4
"10/22/04"	1	14.1	13	13.5	12	14.4	16	22.1	26.3	25.7	27.1	27.5	28.8	24.3	26	26.6	27.2	23	27.3	31.1	33.5	32.5	26.1	19.7	16.9
"10/23/04"	1	14	12.6	12.4	12.6	13.1	12.1	19.4	25.2	25.9	26.1	28.8	27.3	27.7	25.1	23	22.6	20	24.3	30	29.1	28.4	24.9	19.6	16.1
"10/24/04"	1	15.1	14.2	13.3	12.8	13.1	12.2	13	14.3	19.5	22.1	23.4	23.7	21.5	21.4	20.9	17.5	17.5	23.9	29.3	30.7	28.8	23.4	18.9	16.4
"10/25/04"	1	14.6	14	13.5	13.4	13.4	17.8	22.5	25.5	25.6	24.5	26.9	30.2	28	24.9	28.7	24.3	29.5	31.3	33.2	32.2	29.2	24.9	20.5	16.4

Tabla B16. Datos medidos edificio San Fernando. (Potencia Reactiva [kVAR]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/25/04"	2	12.9	12.3	12.7	12.2	12.4	13.2	14.6	16.6	16.7	19.4	21.4	21.5	20.5	18.3	19.1	19.1	18.4	17.7	18	17.8	17.2	15	13.9	12
"09/26/04"	2	11.8	12.6	12.7	12.2	12.1	12.1	13.3	13.2	17.2	17.4	17.5	16.8	16.1	14.6	16.1	13.4	14.9	15.6	14.4	17.6	15.5	13.2	12.5	11.6
"09/27/04"	2	11.2	11.3	10.7	10.8	11.3	11.1	15.3	19.4	21.4	21	23.8	22.9	21.6	18.8	17.9	16.7	18.6	18.7	18.2	20	17.3	14.7	13.6	12.3
"09/28/04"	2	12.1	12.1	11.7	10.8	11.2	13.4	15.2	19.6	20.1	23.2	25.7	24.7	23.8	20.1	21	21.3	22.9	21.9	21.1	19.2	19	17.6	14.5	12.9
"09/29/04"	2	11.6	11.5	11.2	11.1	11.4	12	15.5	16.4	17.6	22.9	25.1	25.6	21.9	20	18.3	19.3	20.5	21.2	19.4	18.9	17.3	16.5	12.5	12.4
"09/30/04"	2	12.1	11.7	12.3	11.7	11.6	12.3	15.2	16.9	15.6	17.9	23.1	21.6	23.6	18	19	21.4	23.2	21.5	19	18.5	17.7	16.3	13.6	11.6
"10/01/04"	2	11.2	11.8	11.7	11.3	10.9	12.6	15.3	19.5	21.1	21.1	22.5	24	23.2	20.5	20.9	19.7	18.1	16.7	19.8	19.5	17.3	15.8	14.3	12.9
"10/02/04"	2	12.4	11.9	11.9	12.4	11.4	10.8	12.3	16	17.7	21.9	24.4	22.2	23.5	18.4	18.1	18	18.1	17.2	18.5	21	19.9	16.6	14.4	14.5
"10/03/04"	2	13.3	11.8	12.3	12.6	12.9	12.6	13.5	14.3	16.2	16.7	18.2	18.5	18.3	15.4	15.9	14.1	15.6	18.8	20.2	18.9	16.7	15.5	13.2	12.3
"10/04/04"	2	12	12.7	13.3	12.8	12.4	11.9	15.9	16.5	20.2	23.2	23.8	21.3	20	18.7	20.9	20.3	21.1	22.3	21.1	20.4	19	14.3	13.1	13
"10/05/04"	2	12.8	12.3	13	11.8	12.7	13.2	16.5	19.4	19.2	20.7	22.2	21.8	20.4	19.9	18.5	21.2	22.3	21.6	20.4	19	17.9	14.5	13.5	11.8
"10/06/04"	2	12.3	12	11.5	11.4	11.8	11.5	14.2	16.2	16.9	21.6	22.1	22.2	21	18.3	17.6	19.4	19.2	20.1	19.5	19.6	17.8	15	13.2	11.8
"10/07/04"	2	11.7	11.2	11	11.2	11.2	12.8	15.1	18.6	18.5	21.5	24.3	22.7	21.1	18.4	17.9	21.1	20.6	19.5	20.5	19.2	17.8	15.6	13.2	12
"10/08/04"	2	12	11.2	10.8	10.7	11.8	12.5	14.5	19	21.2	20.3	24.8	23.7	22.3	22.2	23.9	22.6	22.4	22.7	20.7	19.5	17.4	14.5	13.4	11.5
"10/09/04"	2	12.9	12.4	11.6	11.1	11.6	11.6	14.8	19.2	21.3	24.4	24.3	22.9	24	22.4	22.4	22.7	22.5	19.3	19.6	21.3	18.5	17.5	14.6	13.3
"10/10/04"	2	12.1	12.1	11.7	13.3	11.4	12.8	12.7	14	18.7	19.2	20.4	20.4	17.3	20.1	19	17.6	16	18.2	18.6	18.9	17.1	14.6	13.7	12.7
"10/11/04"	2	11.9	13	12.8	12.4	12.3	13.3	17.3	20.5	21.2	23.4	24.5	24.3	26.5	22.2	21.2	25.5	23.3	23.2	21.5	20.7	19.6	16.4	12.8	12.8
"10/12/04"	2	12.1	12.1	12.8	11.1	11.3	12.7	16	20	20.4	22.2	23.1	22.3	22.7	21.4	20.4	22.4	21	20.4	19.8	19.1	18.9	16.3	13.7	12.9
"10/13/04"	2	13	12	11.9	10.8	11.6	12.1	18.9	18.6	20.6	22.9	24.4	23.7	27.2	20.9	20.5	21.5	23.5	21.9	20.9	19.2	18.2	15.4	13.8	12.4
"10/14/04"	2	12.1	11.8	11.2	10.8	11.8	12.7	18.2	19.3	19.6	21.2	24.8	23.4	24.4	24.5	21.3	22.5	21	20.2	21.5	19.4	17.6	16.8	14.6	13.1
"10/15/04"	2	12.7	12.1	12.4	12.2	11.8	12	17.1	19.2	19.9	22.6	25.4	24.8	23.4	24	23.7	21.9	22.6	19.6	20.5	20.1	18.3	16.8	14.9	12.7
"10/16/04"	2	12.6	12.6	12.4	12.1	12.1	12.4	14.2	19.9	21.9	23.9	24.6	22.7	21.9	22.1	21.8	21.1	21.1	19.3	20.7	18.6	18.1	13.9	14.3	13.3
"10/17/04"	2	13.9	13.3	14.2	12.4	12.2	11.6	13.5	15.2	20.7	21.4	22.3	20.6	18.9	18.3	17.1	16.5	16.1	17.9	18.4	17.3	14.7	15.2	13.5	12.3
"10/18/04"	2	12	12.2	11.7	11.9	12.1	11.8	11.8	15.7	16.1	20	21.7	21.3	19.1	16.3	15.5	16.2	19.6	17.5	18.4	17.4	15.4	13.6	13.6	12.5
"10/19/04"	2	12.4	11.9	11.5	11.9	11.4	12.8	14.8	19.3	21.7	22.7	25.4	23.7	22	20	22.5	22.1	21.7	19	19.1	18.5	19.5	16.3	13.7	12.2
"10/20/04"	2	12.5	12	11.6	11	11.6	12.6	15.1	20.3	21.6	23	23.7	22.6	23.6	19.3	20.2	21.7	20.7	21	19.6	18.5	16.3	15.4	13.5	12.8
"10/21/04"	2	11.9	12	11.1	10.7	10.2	11.8	14.2	19.8	20.2	19.9	24.5	24.4	24.6	21.2	21.6	19.8	19.6	20.4	20.1	20	17.8	16.3	12.9	12.6
"10/22/04"	2	12	11	11.5	10.2	10.9	12.6	16.5	21.2	21.6	22.6	23.9	24	22.8	21.5	21.8	21.8	20.1	19.9	18.9	20.4	20.4	16.1	13	11.8
"10/23/04"	2	10.8	10.9	10.7	10.1	11.2	10.7	16.1	19.3	21.5	21.9	23.6	22.4	23.3	22.1	19.9	20.2	18.5	18.5	19.5	18.8	17.1	15.7	14.2	12.7
"10/24/04"	2	12.8	11.5	11.7	10.9	10.9	10.8	12.9	13.6	18	19.8	20.4	20.1	19.1	18.4	18.7	15.7	15.9	17.7	18.2	18.4	16.4	14.7	13.1	12.2
"10/25/04"	2	12.2	12.8	12.3	11.8	11.9	13.5	18.7	19.4	21.1	22.2	24.2	24.4	24	21.5	23.1	20.4	24.9	23	20.9	19.7	17.3	15.3	14.8	12.2

Tabla B17. Datos medidos edificio Marquez del Parque. (Potencia Activa [kW]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/15/04"	1	6.88	6.78	5.12	4.97	4.97	6.17	7.27	7.55	7.27	8.72	8.92	8.66	9.35	9.03	6.94	6.14	6.54	9.34	11.7	11.8	12.3	11.7	8.33	6.42
"09/16/04"	1	5.68	5.18	5.03	4.91	5.3	6.14	7.81	9.63	8.38	7.92	8.78	8.92	9.01	7.52	7.4	6.75	6.39	8.63	12.3	12.9	14.1	12.8	9.26	6.11
"09/17/04"	1	4.87	4.85	5	4.82	5.06	5.99	7.7	8.11	7.21	8.14	7.92	9.09	9.19	7.68	8.07	8.41	7.52	8.18	12	12.1	12.2	10.4	8.61	6.53
"09/18/04"	1	5.88	5.71	5.96	5.79	6.3	5.62	7.49	9.15	8.97	8.47	8.58	8.41	7.96	9.01	8.98	7.84	7.39	8.5	10	11.6	12.1	10.8	7.16	6.66
"09/19/04"	1	5.71	4.99	4.96	5.33	4.88	4.75	4.4	5.34	5.56	6.79	6.7	7.09	8.07	7.07	7.62	6.16	5.8	7.52	11.1	13.1	12.7	11.3	7.47	6.5
"09/20/04"	1	5.27	4.9	4.93	4.74	5	5.88	7.61	10.1	8.55	7.95	8.55	8.73	7.41	7.56	6.29	6.53	6.62	8.6	11.7	13.9	14.1	12.5	8.1	5.55
"09/21/04"	1	4.88	4.66	3.52	0	0	4.2	7.3	7.04	8.44	8.69	8.14	8.45	7.59	7.02	6.94	7.19	6.78	7.98	11.6	12.8	12.2	10.6	7.07	6.53
"09/22/04"	1	5.82	4.82	4.88	4.6	5.05	6.16	7.99	8.24	7.7	7.37	7.06	7.16	7.96	7.65	6.96	6.82	6.9	8.44	11.4	11.1	11.3	11.6	8.17	6.25
"09/23/04"	1	5.42	4.99	4.81	4.53	5.11	5.96	6.57	7.67	6.5	6.13	6.7	6.16	7.39	7.47	6.14	6.01	6.56	7.58	9.46	11.1	11.9	11.2	8.1	7.03
"09/24/04"	1	5.68	4.74	4.69	4.6	5.39	5.49	7.19	7.78	6.56	5.8	6.07	5.95	7.03	6.13	6.54	6.33	6.62	8.05	10.3	11.7	12.8	12.3	10.8	7.81
"09/25/04"	1	5.85	5.8	6.29	6.33	6.19	5.73	6.67	7.15	6.63	6.67	5.77	6.66	6.69	8.01	7.62	7.9	7.52	9.38	11.2	11.5	10.2	9.35	7.8	6.36
"09/26/04"	1	5.82	5.55	5.24	4.72	4.71	4.44	5.25	6.04	6.33	6.79	6.41	6.01	6.5	6.47	6.45	6.3	5.79	7.59	11	12.2	11.2	10.6	7.33	6.05
"09/27/04"	1	5.36	4.88	4.88	4.77	4.96	5.3	5.83	7.78	5.98	5.55	5.96	7.04	7.65	7.52	7.27	6.32	7.1	7.64	11.6	12.6	12.1	10.7	7.36	6.02
"09/28/04"	1	5.62	5.18	4.62	4.88	4.82	5.7	7.19	7.52	7.37	6.97	7.25	7.4	7.67	7.02	7.5	6.59	6.39	7.77	11.2	12.1	11.9	12.2	8.87	7.13
"09/29/04"	1	5.88	4.68	4.77	4.4	4.65	5.08	7.59	8.76	6.7	5.65	6.75	6.42	7.25	7.61	6.32	6.13	6.16	7.67	11.8	11.8	12.3	11.2	8.64	7.77
"09/30/04"	1	5.96	4.81	4.69	4.72	4.96	5.43	7.22	7.12	6.33	5.85	6.07	6.02	7.39	6.57	6.75	7.83	7.65	8.84	10.7	11.6	11.9	11.1	8.04	5.93
"10/01/04"	1	5.42	4.8	5.15	4.74	4.75	5.06	7.61	7.59	6.33	6.66	6.28	6.13	7.56	7.21	6.94	6.73	6.3	7.84	10.9	12.4	12.5	11.6	9.21	6.81
"10/02/04"	1	6.22	5.36	4.99	4.94	4.44	4.57	5.71	6.93	7.25	7.71	7.13	6.76	7.77	7.9	6.42	6.35	6.3	9.07	10.8	11.7	12.2	10.4	9.35	8.3
"10/03/04"	1	6.97	6.53	5.64	5.19	4.94	4.56	5.15	5.28	6.02	6.38	6.65	5.31	5.93	5.52	6.29	5.77	5.96	8.44	10.9	10.8	11.9	10.2	8.01	7.15
"10/04/04"	1	5.3	5.12	5.25	5.24	5.06	5.68	7.06	8.45	6.7	6.57	6.5	7.13	8.32	7.53	7	6.99	7.19	9.28	12	13	12.5	11.9	7.93	5.58
"10/05/04"	1	5.28	5.33	4.99	5.06	4.99	5.58	6.7	8.04	6.73	6.54	5.43	6.35	7.83	7.34	6.81	7.95	8.17	9.71	12	12.1	12	10.6	8.14	6.38
"10/06/04"	1	5.39	4.82	5.03	4.91	5.11	5.85	7.59	8.91	7	6.5	6.7	6.75	6.96	7.09	6.87	5.93	5.83	8.79	12.2	13	13.7	11.4	8.73	6.59
"10/07/04"	1	5.58	5.08	4.9	4.85	5.37	6.48	7.47	7.89	8.04	8.18	8.3	8.98	8.07	6.87	6.79	7.15	9	10.7	13.1	11.6	11.4	10.9	8.08	7.07
"10/08/04"	1	5.7	4.71	4.54	4.93	5.09	5.24	7.31	8.3	8.52	7.67	7.34	7.76	6.9	6.76	8.41	7.61	7.68	8.5	10.8	11.9	13.2	12.4	10.3	8.05
"10/09/04"	1	6.47	6.02	5.09	5.03	4.69	4.5	6.14	6.59	6.69	7.33	8.11	7.9	8.57	9.69	7.86	7.87	9.07	11.1	12.6	11.3	11.8	11.8	10.9	9.74
"10/10/04"	1	7.64	6.17	5.68	5.42	4.74	4.54	5.12	6.42	5.89	6.08	6.82	7.15	8.02	8.1	7.19	8.17	6.93	9	12.3	11.1	11.7	11.1	7.93	6.32
"10/11/04"	1	5.25	5.21	5.02	5.42	5.06	5.95	7.96	9.31	8.45	8.17	8.63	8.35	9.65	7.58	7.31	6.5	7.43	9.56	12.1	13.9	14.1	13.4	9.1	7.25
"10/12/04"	1	5.91	5.27	4.94	4.81	4.94	5.67	6.91	7.9	9.13	8.36	8.02	8.41	9.13	6.84	7	7.04	7.4	10.1	11.5	12.1	12.9	13.9	10.2	8.11
"10/13/04"	1	5.24	4.85	4.87	4.91	5.46	6.16	7.16	6.82	7.52	9.09	7.92	9.74	8.29	7.55	6.97	6.99	6.75	9.43	13.2	14.9	15	13.5	9.15	7.37
"10/14/04"	1	6.28	5.36	5.31	5.22	5.21	5.61	7.15	7.9	6.79	7.19	7.83	8.3	9.89	8.61	6.84	7.55	7.37	8.57	10.9	12.8	14.7	12.8	10.2	6.87
"10/15/04"	1	5.89	5.11	5.24	4.57	5.89	6.04	6.6	7.89	7.93	8.14	7.83	8.39	8.81	7.02	6.96	7.5	8.05	8.94	11.6	13.5	12.5	12.2	8.89	9.19

Tabla B18. Datos medidos edificio Marquez del Parque. (Potencia Reactiva [kVAR]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/15/04"	2	4.88	4.82	3.66	3.92	3.48	3.69	4.62	4.44	4.88	5.79	5.85	6.07	6.13	5.8	4.72	4.19	4.66	4.63	4.56	4.6	4.82	4.71	4.63	4.19
"09/16/04"	2	3.83	3.83	3.45	3.97	3.83	4.26	4.23	5.77	6.2	5.93	6.57	6.32	6.05	5.28	5.19	4.9	4.29	4.6	4.65	4.77	5.95	5.51	5.09	3.89
"09/17/04"	2	3.34	3.51	4	3.71	3.82	3.52	5.02	4.9	4.78	6.54	5.96	6.11	6.13	4.9	5	4.78	4.26	4.13	5.02	4.75	5.28	4.9	4.4	4.08
"09/18/04"	2	3.63	3.54	4.1	3.67	4.08	3.42	4.81	5.24	5.59	6.13	6.1	6.72	5.76	6.35	6.32	5.74	4.84	4.1	3.97	5.52	5.95	5.58	4.2	4.04
"09/19/04"	2	3.58	3.54	3.86	4	3.34	3.61	3.66	3.8	4.62	4.94	5.27	5.03	6.13	5.56	6.3	4.78	4.28	4.07	4.44	4.91	5.08	4.96	4.31	4.14
"09/20/04"	2	3.43	3.7	3.88	3.86	3.66	3.49	4.45	6.39	6.05	6.42	6.08	6.08	5.7	5.24	4.54	4.62	4.04	4.44	4.44	5.51	6.05	5.67	4.47	3.82
"09/21/04"	2	3.76	3.43	2.31	0	0	2.75	4.43	3.92	6.11	6.39	5.86	5.71	5	4.48	4.74	5	4.11	3.91	4.28	4.71	4.71	4.5	3.71	4
"09/22/04"	2	4.03	3.51	3.73	3.58	3.86	3.67	4.34	4.38	5.56	5.77	4.8	4.8	4.82	4.37	4.13	4.51	4.47	4.63	4.51	4.53	4.88	4.84	4.1	3.76
"09/23/04"	2	3.55	3.76	3.51	3.46	3.23	3.79	4.2	4.35	4.28	4.75	5.02	5.15	4.94	5.09	4.44	5.12	4.93	4.56	3.82	4.6	4.68	4.53	4.19	3.92
"09/24/04"	2	3.86	3.48	3.7	3.27	4.08	3.79	3.63	4.87	4.26	4.72	4.71	4.91	5.14	4.35	4.32	4.53	4.65	4.35	4.57	5.12	4.74	5.02	4.54	4.34
"09/25/04"	2	3.82	3.98	4.07	4.17	3.83	3.91	4.14	4.1	4.37	4.74	4.26	5.14	4.54	5	5.24	5.34	4.72	4.71	4.57	5.39	4.44	4.77	3.95	4.01
"09/26/04"	2	4	4.07	4.04	3.83	3.57	3.54	3.71	4.01	4.17	5.42	4.63	3.86	4.5	4.38	4.66	5.05	4.28	3.66	4.34	4.75	4.65	4.63	4.03	3.92
"09/27/04"	2	3.89	3.7	4.03	3.89	3.74	3.39	3.55	4.54	4.37	4.68	5.27	4.22	5.03	5.11	4.9	4.47	4.96	4.19	4.51	5.56	5.24	5.02	4.2	4.29
"09/28/04"	2	3.97	4.22	4.1	4	3.69	3.49	4.23	4.03	5.24	4.74	5.33	5.37	5.51	4.16	5.25	4.44	4.34	4.35	4.26	4.11	4.78	5.06	4.28	3.83
"09/29/04"	2	3.61	3.7	3.91	3.66	3.57	3.24	4.45	4.94	4.97	3.94	4.75	4.96	5.28	4.78	4.66	4.85	4.91	3.79	4.62	4.51	4.8	4.97	4.01	4.25
"09/30/04"	2	3.88	3.49	3.4	3.69	3.6	3.23	4.19	4.32	5.18	5.14	5.05	5.64	6.14	4.81	4.8	5.67	5.02	4.82	4.57	4.97	4.48	4.8	4.45	3.63
"10/01/04"	2	3.83	3.49	3.98	3.49	3.49	3.24	4.82	5	4.78	5.11	5	4.77	5.46	5.03	5.11	4.84	4.28	4.13	4.65	4.19	4.85	4.88	4.26	3.92
"10/02/04"	2	3.83	3.63	3.76	3.73	3.2	3.46	4.17	4.16	4.29	4.81	4.96	4.78	5.36	5.3	4.71	4.62	4.45	4.5	4.28	4.93	5.11	4.43	4.63	4.31
"10/03/04"	2	3.58	3.91	3.86	3.92	3.66	3.48	4.13	4.14	4.63	4.32	4.63	4.04	4.57	3.89	4.28	4.28	4.01	4.32	4.65	4.8	4.91	4.26	4.19	4.08
"10/04/04"	2	3.63	3.97	4.1	3.94	3.88	3.39	3.76	4.6	4.8	4.63	5.19	4.87	6.19	5.19	4.77	5.11	4.77	5.05	4.78	5.3	4.87	4.53	4.07	3.55
"10/05/04"	2	3.29	3.7	3.77	3.95	3.33	3.58	3.58	4.47	4.8	5.02	4.17	5.03	4.9	4.59	4.74	5.64	5.12	4.54	4.14	4.8	4.82	4.66	4.41	4.14
"10/06/04"	2	3.33	3.26	3.8	3.95	4	3.12	4.08	4.97	4.63	4.85	5.39	5.34	4.72	4.75	4.81	4.03	4.06	4.43	5.24	5.25	5.65	4.91	4.5	4
"10/07/04"	2	3.71	3.43	3.79	3.76	3.57	3.49	5.06	5.09	5.4	6.2	6.16	6.41	5.7	4.57	4.72	5.42	5.91	5.08	5.62	4.99	4.5	4.81	4.51	3.98
"10/08/04"	2	3.52	3.33	3.23	3.46	3.76	3.57	3.94	4.43	5.21	5.42	5.73	6.36	5.08	4.11	4.26	4.56	4.54	4.04	4.65	5	5.89	5.58	5.19	4.32
"10/09/04"	2	3.63	4.04	3.88	3.89	3.89	3.29	4.07	4.45	4.62	5.19	5.88	5.64	6.29	6.69	5.65	5.83	4.78	4.99	5.15	4.65	4.57	5.21	5.67	5.37
"10/10/04"	2	5.03	4	3.74	4.06	3.43	3.67	3.74	4.44	4.2	4.53	4.6	5.22	5.8	5.99	5.19	6.08	4.66	4.31	4.68	4.62	4.72	5.22	4.26	4.19
"10/11/04"	2	3.57	3.89	3.64	4.35	3.7	3.76	4.44	5.71	5.61	6.05	6.9	6.38	6.75	5.03	5.28	5.22	5.36	4.82	5.24	6.28	5.92	5.99	4.96	4.44
"10/12/04"	2	3.66	3.71	3.63	3.97	3.73	3.6	4.07	4.62	6.44	6.07	5.33	6.16	5.89	4.54	4.68	4.43	4.22	4.82	4.45	5.09	5.17	6.54	5.51	5.39
"10/13/04"	2	3.48	3.77	3.86	3.95	3.91	3.66	4.29	4.04	5	6.32	5.88	6.14	5.7	5.49	5.02	4.99	4.85	4.88	4.74	5.91	6.42	6.14	5.08	4.57
"10/14/04"	2	4.57	3.73	3.91	4.16	4	3.79	4.29	4.72	4.77	5.65	6.42	6.78	6.67	5.98	4.65	5.54	5.43	4.85	4.82	5.02	6.11	6.25	5.58	4.34
"10/15/04"	2	4.16	3.69	4.07	3.61	4.03	4.32	4.2	5.06	5.24	5.59	5.48	6.67	6.38	4.82	4.23	4.13	4.37	4.19	4.19	4.99	5.22	4.85	4.57	5.24

Tabla B19. Datos medidos edificio Canopus. (Potencia Activa [kW]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/15/04"	1	0.75	0.63	0.5	0.21	0.51	1.87	3	3.1	2.24	3.02	1.14	0.57	2.79	2.21	2.46	3.15	2.16	2.83	3.2	3.1	3.56	2.18	0.8	0.19
"09/16/04"	1	0.57	0.19	0.04	0.3	0.27	1.26	1.54	2.3	3.1	2.51	0.12	0.4	3.2	0.85	0.58	0.91	1.28	1.91	2.9	3.1	3.6	3	0.67	2
"09/17/04"	1	3.93	0.27	0.4	0.35	0.94	1.43	2.56	2.56	2.21	3.2	2.36	1.14	0.86	1.97	1.42	1.53	1.59	2.18	3.6	3.2	3.46	1.97	0.4	0.07
"09/18/04"	1	0.79	0.9	0.7	0.75	0.66	1	1	0.27	1.07	2.43	3	1.63	0.21	1.32	0.66	0.95	1.12	1.32	2.9	3.1	3.1	2.56	2.8	2.1
"09/19/04"	1	2.39	1.56	1.34	0.91	1.37	1	1.1	0.2	0.34	0.52	1.03	0.99	0.42	3.23	2.65	1	0.06	1.23	1.86	2.7	3.46	2.19	0.95	0.41
"09/20/04"	1	0.67	0.14	0.36	0.36	0.66	1.97	3	2.9	1.03	1.71	3.1	2.46	2.16	3.1	3.1	1.66	3.2	3.3	3.3	3.6	3.1	1.87	0.54	0.02
"09/21/04"	1	0.76	0.76	0.36	0.38	0.93	1.1	2.27	4.3	2.62	0.37	1	0.03	0.98	0.74	2.56	3.45	3.05	1.75	3.7	2.22	2.21	1.78	0.61	0.5
"09/22/04"	1	0.64	0.81	0.23	0.14	0.58	1.69	2.15	3.7	3.9	2.25	1.42	1.17	2.45	1.48	1.25	3.2	1.29	2.11	3.2	3.3	3.1	1.94	1.04	0.36
"09/23/04"	1	1.58	1.04	0.66	0.38	1.3	1.75	3.1	3.7	0.79	1	1.09	0.56	0.67	0.4	0.61	2.22	2.9	0.92	2.9	2.8	2.34	1.82	0.73	0.95
"09/24/04"	1	0.45	0.54	0.3	0.1	0.16	0.66	1	4	3.6	0.95	0.77	1.6	0.92	3	3.2	3.1	1.65	2.58	2.98	3.56	2.53	2.16	0.98	1.3
"09/25/04"	1	1.5	0.82	0.07	0.08	0.41	1.2	1.2	2.58	2.27	0.63	0.8	0.67	0.58	0.79	0.52	1.72	2.22	0.3	1.17	2	1.22	0.02	0.88	0.41
"09/26/04"	1	1.46	1.06	0.26	0.3	0.07	1.3	1.4	0.2	1	0.52	3.2	3.3	0.37	0.03	1	0.08	0.18	2.02	2.31	3.8	3.5	2.43	1.5	2.33
"09/27/04"	1	0.64	0.19	0.26	0.3	0.17	0.29	0.49	1.37	1.34	3.2	3.2	2.14	2.4	2.14	1	0.64	0.76	1.32	3.09	3.54	3.8	2.51	2	0.67
"09/28/04"	1	1	0.88	0.73	0.3	0.02	1.06	2.06	0.37	3	1.59	1.2	0.89	0.06	0.78	0.6	0.58	0.43	1.45	3	3.2	2.9	2.7	0.92	0.02
"09/29/04"	1	0.73	0.26	0.66	0.24	0.36	1.03	0.64	0.88	2.31	3.1	3.3	0.94	2.11	2.27	0.73	1.44	1.16	2.16	3.3	3.6	2.68	3.2	0.58	0.16
"09/30/04"	1	0.78	0.36	0.39	0.1	0.32	0.76	0.97	0.83	0.29	3.2	2.55	0.78	0.7	0.15	0.15	0.06	0.33	1.69	2.9	3.6	2.45	3.5	2.4	1.18
"10/01/04"	1	1	0.16	0.13	0.13	0.13	0.44	1.17	0.52	1.17	2.86	3.25	0.67	0.36	0.27	0.7	1.12	0.7	0.64	0.81	2.9	2.46	3.78	0.98	0.02
"10/02/04"	1	1.03	0.23	0.17	0.07	0.47	1.4	1.1	0.67	1.25	1.81	3.4	0.98	1	0.09	0.17	0.99	1.57	0.34	0.81	1.63	1.79	1.1	0.5	0.85
"10/03/04"	1	1.4	1.12	0.93	0.6	0.14	0.9	1.1	0.5	1.23	1.08	3.6	1.56	0.96	0.93	0.89	0.56	0.17	2.31	2.9	3.2	1.53	1.9	1.42	0.4
"10/04/04"	1	2.18	3.83	0.17	0.13	0.45	1.06	1.51	0.46	0.95	1.03	3.6	3.2	0.5	1.5	1.65	1.81	1.9	3.1	3.2	2.45	2.96	1.41	0.12	0.36
"10/05/04"	1	0.41	0.45	0.35	0.16	0.2	1.03	0.73	2.06	3	2.33	1.5	1	0.24	0.57	0.58	0.06	1.85	2.14	2.7	3.14	3.96	1.88	0.57	0.69
"10/06/04"	1	0.93	0.48	0.58	0.26	0.93	1.69	2.18	1.74	3.1	3.2	3.2	0.77	2.02	2.58	0.97	0.3	0.39	2.77	3.3	3.25	3.1	1.88	0.14	0.95
"10/07/04"	1	0.63	0.23	0.04	0.07	0.41	0.94	1.56	0.05	1.77	3.07	1.47	0.76	0.79	0.98	0.87	0.58	0.98	1.44	3.93	3.57	3.2	1.71	1.9	0.02
"10/08/04"	1	1.21	0.41	0.41	0.08	0.41	1.12	1.6	0.31	2.4	3.2	1.66	0.64	2.43	3.2	1.47	2.7	2.9	1.91	3.3	2.9	3.2	1.84	1.26	0.19
"10/09/04"	1	1.07	0.14	0.32	0.2	0.5	0.5	1.5	0.6	3.16	2.74	0.98	1	0.23	0.82	1.19	1.47	3	4.4	2.04	1.58	3.1	1.44	0.43	0.97
"10/10/04"	1	1.83	0.51	0.13	0.07	0.61	0.56	2	0.98	1	0.91	3.01	0.09	0.33	0.74	0.36	0.35	1.23	1.31	2.7	3	1.17	0.67	2.68	1.1
"10/11/04"	1	0.61	0.13	0.5	0.17	0.47	1.53	1.13	0.79	1.99	3.02	3.21	3.23	1.19	0.88	0.63	0.34	0.77	2.9	3.45	3.46	2.4	1.19	1	0.79
"10/12/04"	1	1.06	0.58	0.07	0.39	0.27	1.25	0.95	1	3.2	1.35	1.09	0.05	0.67	0.63	0.18	0.74	0.61	2.34	3	3.7	3.73	3.5	1.48	1.36
"10/13/04"	1	1.06	0.91	0.44	0.42	0.44	1.53	0.34	1.82	3.1	3.13	3.07	3.2	2.45	3.2	2.3	1.25	0.54	1.14	2.31	3.1	3.8	1.54	1.04	1.37
"10/14/04"	1	2.73	4.43	0.41	0.63	1.18	1.01	1.78	1.42	2.24	3.2	3.5	1	0.26	0.43	0.85	1.04	0.43	2.49	3.2	2.49	3.3	2.45	3	1.5
"10/15/04"	1	1.3	0.91	0.81	0.9	0.7	1.37	2.61	2.12	1.85	3.24	2.83	0.24	1.32	2	1.28	0.94	0.7	2.7	3.87	3.7	2.64	1.94	1.44	0.26

Tabla B20. Datos medidos edificio Canopus. (Potencia Reactiva [kVAR]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/15/04"	2	0.14	0.6	0.58	0.42	0.53	1.46	1.4	1.8	1.74	1.45	1.2	0.82	2.15	0.91	2.8	2.02	2.15	1.04	2.1	2.01	1.27	1.1	0.9	0.1
"09/16/04"	2	0.53	0.39	0.63	0.35	0.5	0.86	1.99	2.08	1.6	1.9	1.38	1.69	2.05	0.33	1.87	1.48	2.1	1.82	1.95	1.78	1.45	1.78	0.78	1.39
"09/17/04"	2	1.84	0.27	0.07	0.44	0.91	1.04	2	2.1	1.83	1.86	1.69	0.74	1.41	1.82	1.19	2.18	1.94	1.65	1.46	2	2.04	1.41	0.56	0.02
"09/18/04"	2	0.36	0.79	0.44	0.84	0.98	0.75	0.6	0.4	0.17	1.6	2.1	2.02	0.74	1.99	0.41	1.18	0.52	1.41	1.15	0.85	1.44	1.24	1.81	1.34
"09/19/04"	2	1.18	1.06	0.81	0.41	1.69	0.52	0.5	0.9	0.82	0.44	1.47	0.31	0.73	2	2.88	0.38	0.95	0.4	1.52	1.41	2.06	0.49	0.93	0.22
"09/20/04"	2	1.03	0.33	0.5	0.26	1.03	1.46	2	2	1.16	1.58	1.9	2.08	1.13	2.16	2.78	2.07	2.06	2.1	1.9	1.78	1.9	0.25	0.06	0.6
"09/21/04"	2	0.45	0.58	0.36	0.27	0.97	0.46	1.67	2.01	1.33	0.8	0.91	0.8	0.77	0.05	1.07	1.83	2.11	1.45	2.07	0.34	1.32	0.13	0.01	0.5
"09/22/04"	2	0.24	1.04	0.58	0.32	0.66	1.45	1.42	1.9	0.88	1.94	1.66	1.01	1.93	0.43	1.03	1.9	1.35	1.81	1.51	1.78	0.67	0.21	0.13	0.16
"09/23/04"	2	0.36	0.76	0.24	0.7	0.32	0.78	2	2.1	1.83	0.65	0.95	1.05	1.84	0.61	0.9	1.73	2.12	1.32	2.23	1.45	0.45	0.45	0.08	0.32
"09/24/04"	2	0.38	1.03	0.3	0.11	0.54	0.55	2.09	1.36	2	1.86	1.68	2	1.79	1.11	2.11	1.7	1.57	2.09	2.04	1.48	1.57	1.05	0.9	1.36
"09/25/04"	2	1.1	0.93	0.26	0.6	0.38	0.47	0.5	1.34	0.88	0.77	1.5	0.37	1.99	0.92	0.27	1.21	0.98	0.9	0.9	0.9	0.98	0.99	1	0.1
"09/26/04"	2	0.84	0.98	0.23	0.48	0.24	0.9	0.77	1	1	1.26	2.2	2.18	1.38	0.92	1	0.3	0.71	1.57	1.2	2.01	1.98	0.59	2	1.39
"09/27/04"	2	0.32	0.3	0.45	0.5	0.69	0.71	1.9	1.16	1.77	1.47	2.16	1.93	2	2.09	1.22	0.78	1.87	2.23	2.1	2.12	1.96	0.74	0.45	0.17
"09/28/04"	2	0.6	0.93	1.13	0.19	0.5	1.35	1.86	0.86	1.06	1.15	1.05	0.58	1.25	0.49	1.47	0.9	1.14	1.81	1.77	2.09	2.07	0.25	0.22	0.15
"09/29/04"	2	0.02	0.54	0.93	0.17	0.11	0.77	1.77	1.63	1.1	1.6	1.9	0.7	1.13	1.75	0.3	1.21	2.12	1.57	2.06	2.13	2.09	2.21	0.31	0.08
"09/30/04"	2	1	0.51	0.5	0.35	0.53	0.92	2.05	1.22	0.6	2.15	1.58	0.4	1.97	0.82	0.51	0.06	1.25	2.01	1.95	1.16	2	2.09	2.12	0.32
"10/01/04"	2	0.82	0.61	0.48	0.33	0.45	0.7	1.68	1.26	1.49	2	1.9	0.18	0.94	0.03	1.38	0.04	2.18	1.9	1.29	2.13	2.17	2.01	0.13	0.42
"10/02/04"	2	1.07	0.13	0.39	0.38	0.9	0.01	0.38	0.27	0.9	1.52	1.67	0.9	0.9	0.8	0.56	0.06	1.94	0.58	0.68	1.11	0.59	1.01	0.09	1.08
"10/03/04"	2	0.93	1.01	0.81	0.54	0.21	0.89	0.9	0.9	0.87	0.07	2.02	0.73	0.67	0.76	0.9	0.13	0.48	0.91	1.6	2.01	0.73	1.16	1.66	0.9
"10/04/04"	2	1.37	2	0.36	0.21	0.54	0.89	2.01	1.1	0.9	0.83	2.09	2.1	2.19	2.08	1.95	1.92	2.15	1.82	2	1.9	1.99	0.56	0.25	0.04
"10/05/04"	2	0.64	0.5	0.84	0.85	0.58	1.04	1.9	2.23	1.77	2.1	0.18	0.33	0.68	1.35	1.13	0.21	2.06	1.42	1.37	1.99	1.87	0.59	0.95	0.07
"10/06/04"	2	1	0.6	0.53	0.48	0.73	1.2	1.9	1.54	1.7	1.1	2	1.84	1.38	1.91	0.35	1.42	2.14	1.9	1.76	2.09	1.48	0.56	0.5	0.8
"10/07/04"	2	0.54	0.38	0.47	0.48	0.29	1.42	2.18	0.6	1.84	1.17	2.07	1.9	1.54	0.21	0.45	0.62	1.38	2.21	2.24	2.16	1.91	1.36	0.98	0.23
"10/08/04"	2	1.01	0.5	0.5	0.25	0.38	1.15	2	0.76	1.67	1.7	2.32	1.6	1.85	2.15	1.9	1.86	2.12	1.78	1.27	1.27	1.48	0.96	0.11	1
"10/09/04"	2	0.9	0.17	0.45	0.15	0.5	0.95	0.08	0.39	1.8	1.64	0.49	2.08	1.37	2.17	1.43	1.08	2.3	1.89	1.23	1.19	1.82	0.22	1	0.32
"10/10/04"	2	1.28	0.08	0.08	0.04	0.66	0.1	0.9	0.9	1.7	0.8	2.34	0.08	1.16	0.83	-1.1	0.8	0.89	0.02	1.26	2.01	0.89	0.98	0.85	0.76
"10/11/04"	2	0.44	0.23	0.6	0.3	0.78	0.59	2	2.24	1.07	1.46	2.45	2.1	1.57	0.91	0.44	0.3	2.02	1.68	2.12	1.98	1.82	0.36	0.93	0.25
"10/12/04"	2	0.9	0.16	0.45	0.39	0.17	1.55	2.07	0.64	1.81	1.52	1.07	1.38	2.22	0.94	0.16	0.24	0.95	1.98	2.09	2.09	1.92	1.94	1.02	0.22
"10/13/04"	2	0.48	0.67	0.23	0.29	0.39	1.88	1.72	2	1.6	1.6	2	2.08	2.16	1.96	2.66	0.93	1.4	1.38	1.63	1.81	1.3	0.08	0.5	0.85
"10/14/04"	2	1.37	2.01	0.51	0.1	1.15	1.21	2.13	1.14	1.2	1.8	2.09	0.43	2.09	1.2	0.92	1.81	1.23	2.16	2.06	1.54	2.15	1.19	0.95	1.53
"10/15/04"	2	1.12	0.84	0.91	0.61	0.5	1.36	1.08	1.62	1.44	1.68	2.05	1.51	2.2	2	1	0.53	2.09	1.56	2.03	2.08	1.45	0.86	1.08	0.04

Tabla B21. Datos medidos edificio Balcones del Parque. (Potencia Activa [kW]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/28/04"	1	5.96	5.31	5.54	6.54	6.42	10.1	9.77	9.5	8.54	9.44	10.3	10.5	10.1	10	11.7	10.9	10.5	14.1	16.8	17.5	15.2	13.4	8.97	6.76
"09/29/04"	1	5.86	5.77	5.43	5.36	5.49	9.95	10.7	10.1	9.16	10.4	10.1	9.98	10.5	9.81	13.7	9.71	9.52	13.3	16.7	17.1	15.2	14.2	9.95	7.55
"09/30/04"	1	6.32	6.33	5.86	5.7	5.76	9.98	11.1	8.95	9.78	8.69	8.08	9.86	12.1	11.9	9.89	9.37	12.9	12.5	14.5	14.7	13.9	13.1	9.98	6.96
"10/01/04"	1	5.74	5.85	5.45	5.73	6.05	10.3	9.55	8.39	9.12	9.92	8.91	9.78	11.4	11.6	13.9	11.2	10.3	12.7	17.2	13.9	13.2	13.5	10.8	8.63
"10/02/04"	1	7.22	6.79	6.5	6.57	5.99	7.18	9.13	9.46	10.1	10.1	9.55	10.5	12.7	12.5	13.2	9.37	9.61	12.4	14.7	14.7	14	12.8	10.5	9.32
"10/03/04"	1	7.81	6.82	5.86	6.07	6.73	6.62	6.26	7.99	8.95	8.26	7.61	8.41	8.27	7	7.9	8.01	8.82	10.5	13.4	14.1	14.9	13.1	9.77	6.72
"10/04/04"	1	5.82	5.93	5.36	5.61	6.6	9.06	10.9	9.66	8.6	8.67	8.38	10.7	10	10.2	13.3	10.2	8.75	14.2	16.7	16.8	14	12.4	9.28	7.5
"10/05/04"	1	6.59	5.93	5.77	5.7	6.65	10.3	10.3	9.09	9.44	8.57	8.7	9.22	10.5	10.8	8.76	11.3	11.5	12.8	16.1	16.4	15.5	13.9	10.1	7.56
"10/06/04"	1	6.65	5.3	5.85	6.25	6.42	9.78	10.6	8.85	8.55	10.1	8.95	9.01	9.32	13.1	11	9.92	10.4	13.2	16.7	15.5	13.7	12.9	9.77	6.17
"10/07/04"	1	5.89	5.64	5.7	5.27	6.39	10.3	10.1	8.76	8.52	8.52	7.92	8.55	9.87	10.3	9.04	12.5	9.62	11.5	15.5	17.2	14.1	12.4	10.8	8.04
"10/08/04"	1	5.77	5.99	5.61	5.55	6.91	9.68	10.7	9.1	9.34	9.31	9.13	10.8	9.44	11	9.98	12.6	9.07	12.6	15.7	16.4	14	13.1	10.2	7.95
"10/09/04"	1	6.73	6.85	6.6	6.01	6.26	6.54	8.02	9.37	8.73	9.04	8.02	9.13	10.8	10.9	10.9	12.1	12.4	12.1	14.2	12.7	12.6	12	9.84	8.63
"10/10/04"	1	6.7	5.74	5.71	5.83	5.56	5.82	6.38	7.02	7.15	8.3	7.62	8.75	8.88	8.39	7.59	7.59	10.2	12.3	13.5	16	16.4	14.4	11.3	7.49
"10/11/04"	1	7.03	6.32	6.72	6.5	6.36	9.56	10.7	9.63	10	10.2	9.09	9.99	11.5	14.5	9.47	10.6	10.1	13	17.2	15.7	14	12.7	9.32	7.28
"10/12/04"	1	6.41	6.13	6.29	6.28	6.94	10.2	9.62	9.07	8.11	8.3	9.22	10.4	11	11.3	9.61	9.09	12.9	14.5	16.4	16.2	14.2	12.1	8.88	6.75
"10/13/04"	1	5.46	5.12	5.58	5.62	6.32	9.26	9.72	8.97	8.66	9.24	8.78	10.1	10.2	11.5	12.7	9.77	9.53	11.6	15	15.9	15.2	12.6	9.78	6.47
"10/14/04"	1	5.64	5.58	5.52	5.42	6.53	8.94	9.86	9.93	9.09	8.17	9.25	9.8	10.6	13.5	10.3	8.75	9	11.2	14.3	14.8	14.2	12.3	9.07	6.54
"10/15/04"	1	5.8	5.68	5.85	5.67	7.03	10.1	9.71	8.54	8.38	9.32	9.84	10.5	11.6	11	13.4	11.5	11.9	14.6	16.7	16.2	15.5	13.5	9.56	8.84
"10/16/04"	1	7.37	6.45	6.96	6.5	6.99	9.81	9	9.68	9.29	9.44	8.95	8.67	10.4	10.6	11.8	12	9.43	11.6	13.4	15.3	14.1	10.7	9.59	8.85
"10/17/04"	1	7.22	7.37	6.76	6.57	6.66	6.76	7.33	7.34	7.8	7.62	7.9	7.47	7.62	8.52	8.51	9.04	8.98	12.2	14	13.7	13.6	12.8	10.5	7.78
"10/18/04"	1	6.29	6.69	5.55	6.16	5.96	6.35	7.37	7.76	9.18	9.28	9.59	9.07	8.94	9.07	8.81	10.6	11	13.7	15.5	16.9	14.8	14.3	10.5	7.55
"10/19/04"	1	6.42	6.48	5.92	6.14	7.24	10.4	10.6	10.2	9.12	9.31	10.1	9.44	12.4	15.2	10.4	9.87	11	14.7	17.4	16.8	15.3	13.5	8.45	6.16
"10/20/04"	1	6.02	5.85	6.26	5.79	7.21	10.6	10.3	9.55	8.45	8.48	8.27	10.1	10.3	12.2	12.5	9.66	11	13.5	16.6	16.1	16.2	13.9	9.66	6.38
"10/21/04"	1	5.98	5.51	5.19	5.86	6.48	9.96	10.5	10	8.61	9.56	9.34	10.8	12	11.6	13.8	10.7	9.43	12.9	15.8	15.3	15.1	14.1	9.87	7.16
"10/22/04"	1	5.33	6.16	5.08	5.99	6.2	9.74	10.9	9.44	8.78	10	9.72	10.6	11.5	12.7	13.6	9.89	10.1	13.6	16.5	16	16.5	14.1	10.4	6.75
"10/23/04"	1	5.74	6.1	5.68	5.05	5.54	6.53	9.09	10.2	10.4	8.13	9.46	12.4	10.9	9.31	9.68	9.96	9.22	11.9	13.2	14.6	13.9	13.4	10.8	8.66
"10/24/04"	1	6.45	5.42	6.33	6.29	6.16	6.6	7.7	7.04	8.87	7.9	8.3	9.28	9.01	9.52	9.66	10.2	10.8	11.5	16.7	16.1	15.9	15	10.3	7.89
"10/25/04"	1	6.51	6.04	5.67	5.76	6.04	9.92	11	10.6	10.4	11.4	10.3	11.5	15.3	11.2	10.8	10.9	11.2	14.1	17.8	22.4	16	13	10.8	7.71
"10/26/04"	1	6.67	6.41	6.6	5.98	7.13	10.6	9.87	9.8	9.04	8.18	8.51	9.96	10.2	9.93	11.4	11.5	12.2	15	16.5	16.9	15.8	13.5	10.6	7.15
"10/27/04"	1	5.79	5.77	5.61	5.4	6.51	9.28	10.8	10	9.56	9.15	9.98	11.3	10.7	13.5	12	9.92	9.72	12.9	15.3	16.6	15	13.1	8.21	6.16
"10/28/04"	1	5.55	5.56	5.48	5.08	6.28	8.6	9.66	8.5	8.18	8.97	9.37	11.7	11.9	14.2	10.5	9.28	9.92	12.5	14.9	15.5	13.8	13.2	10	6.5

Tabla B22. Datos medidos edificio Balcones del Parque. (Potencia Reactiva [kVAR]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/28/04"	2	4.17	3.83	3.94	4.07	4.53	5.25	6.93	6.53	5.74	7.89	7.49	8.75	7.55	6.2	8.17	7.31	6.9	7.59	7.46	7.95	6.87	5.8	4.8	3.92
"09/29/04"	2	4.01	3.54	3.86	3.8	3.69	5.83	7.19	7.68	7.07	7.56	7.46	8.23	7.47	7	10.2	7.16	7.5	7.12	7.34	6.5	5.68	5.93	4.53	4.26
"09/30/04"	2	3.77	4.1	3.82	4.01	3.6	6.53	8.02	7.09	7.25	6.08	5.86	7.03	8.6	7.16	8.41	7.31	8.51	6.59	6.45	6.45	6.05	5.43	5.24	4.28
"10/01/04"	2	3.88	4.16	3.66	4.01	3.98	6.2	7.21	6.2	7.1	7.77	6.35	6.62	8.02	8.15	9.98	7.86	6.51	6.84	8.35	6.32	5.86	5.93	5.45	4.62
"10/02/04"	2	4.11	3.74	4.1	4.16	3.74	4.16	6.05	6.7	7.34	7.64	6.82	8.3	8.64	8.14	8.67	6.76	6.08	6.33	6.44	7.16	6.79	5.45	4.56	4.77
"10/03/04"	2	4.19	4.28	3.71	4.11	4.04	4.75	4.53	5.36	6.28	6.13	5.24	5.46	6.79	5.06	5.49	5.12	5.77	5.83	5.73	6.05	6.04	5.65	4.53	4.17
"10/04/04"	2	3.95	4.19	4.01	3.94	4.22	4.96	7.84	6.9	5.64	6.73	6.33	8.14	7.43	6.72	8.64	7.44	5.99	7.92	7.93	7.07	5.61	5.48	4.56	4.26
"10/05/04"	2	4.34	3.97	3.85	3.98	4.28	6.3	7.1	6.82	7.33	6.54	5.98	6.76	7.87	7.59	6.44	8.13	7.8	6.13	7.13	6.47	6.1	5.85	5.11	4.2
"10/06/04"	2	4.26	3.71	4	4.2	4.25	5.64	6.16	6.59	5.92	8.69	7.55	7.59	7.27	9.58	7.5	7.37	6.96	7.12	6.5	6.08	5.71	5.7	4.9	3.79
"10/07/04"	2	3.86	3.74	3.8	3.77	3.92	6.51	7.33	6.6	6.22	7.02	6.39	6.85	7.74	6.99	6.6	9.5	6.78	5.83	7.3	8.14	6.25	6.23	5.31	4.5
"10/08/04"	2	3.57	3.91	3.82	3.66	4.1	5.77	6.42	6.88	6.26	6.5	6.51	8.75	7.04	7.64	7.25	8.72	6.57	6.22	6.79	6.81	6.73	6.14	4.74	4.41
"10/09/04"	2	3.97	4.22	4.22	3.8	3.86	4.2	5.8	7.78	7.06	6.82	6.44	8.04	7.61	7.74	8.02	7.98	8.95	7.13	7.43	5.79	6.33	5.31	5.11	4.4
"10/10/04"	2	3.95	3.82	3.97	3.89	3.91	3.97	4.57	4.44	4.87	5.48	4.63	5.65	5.93	5.09	5.02	4.78	6.11	5.09	5.39	6.02	6.41	5.96	5.42	4.03
"10/11/04"	2	4.19	3.97	4.28	4.07	3.85	5.71	8.08	7.21	6.85	7.98	6.5	7.24	8.38	9.56	6.01	7.13	7.04	6.44	8.13	6.32	6.3	5.25	4.5	4.1
"10/12/04"	2	3.66	3.71	3.8	3.79	4.03	5.39	6.5	6.69	6.02	6.54	6.59	7.07	7.61	6.85	6.22	7	8.26	6.2	7.41	7.04	6.17	5.43	4.63	4.1
"10/13/04"	2	3.55	3.67	3.77	3.48	3.95	5.28	7	6.33	6.67	6.5	7.15	9.74	9.16	8.81	9.78	7.53	8.05	6.69	6.51	6.84	6.5	5.83	4.85	3.67
"10/14/04"	2	3.77	3.61	3.64	3.46	3.92	5.36	7.13	7.89	7.03	5.98	7.99	8.35	9.21	10.2	7.9	6.73	6.33	6.53	6.59	6.57	6.22	5.76	4.1	3.79
"10/15/04"	2	3.83	3.64	4.07	3.37	4.14	6.01	6.23	6.79	5.93	5.8	6.38	6.94	7.73	7.18	8.76	7.06	7.33	6.45	7	6.91	7.52	6.17	4.45	4.68
"10/16/04"	2	3.92	3.88	4.16	4.14	4.19	5.93	6.44	7.18	6.53	6.53	7.39	6.3	7.73	7.3	8.44	8.23	7.27	6.75	5.96	6.56	6.38	5.37	4.96	5.28
"10/17/04"	2	3.83	4.11	4.35	3.67	4.22	4.19	4.93	5.11	5.09	5.25	5.22	5.74	5.54	6.07	5.42	5.91	5.74	6.28	5.89	5.43	5.61	5.95	5.05	4.11
"10/18/04"	2	3.66	4.31	3.57	4.08	3.77	4.16	4.78	5.45	5.85	5.39	6.32	5.58	6.47	6.07	5.24	6.85	5.62	6.2	6.17	6.56	5.45	5.96	4.77	4.28
"10/19/04"	2	4.16	3.94	3.7	3.95	4.26	5.7	7.73	8.11	7.09	7.73	7.5	6.94	9.56	10.8	7.44	8.87	8.15	7.46	6.88	7.02	6.6	5.67	4.59	3.92
"10/20/04"	2	3.8	3.64	3.89	3.58	4.4	6.57	7.07	7.73	7.03	7.12	6.16	7.81	7.93	8.45	7.98	6.67	7.43	7.09	7.67	6.96	7.5	5.71	4.75	3.92
"10/21/04"	2	4	3.63	3.43	3.88	3.95	5.82	7.04	6.9	6.5	7.22	6.22	8.7	9.1	7.44	8.6	7.61	8.47	7.92	7.56	6.42	6.56	6.35	4.93	4.25
"10/22/04"	2	3.33	3.94	3.36	4.01	3.85	5.56	7.15	7.13	5.55	7.39	8.81	8.54	10.5	9.62	9.69	7.9	8.24	8.18	6.76	6.26	6.33	6.48	4.91	3.92
"10/23/04"	2	3.64	4.03	3.95	3.34	3.67	4.13	5.83	6.56	7.58	6.14	7.31	8.63	8.24	6.53	6.75	7.3	6.44	6.66	6.7	7.76	6.57	6.02	5.15	4.9
"10/24/04"	2	4.2	3.39	4.25	3.98	3.69	4.31	5.45	4.47	5.73	4.72	5.64	5.59	5.88	6.78	6.51	7.84	8.13	6.38	7.67	6.82	6.73	6.01	4.72	4.6
"10/25/04"	2	4.16	4.31	3.94	4.16	4.07	5.92	8.32	7.93	6.81	8.48	8.27	8.7	11.4	7.9	6.87	6.9	7.47	7.47	7.8	10.2	6.84	5.76	5.09	3.98
"10/26/04"	2	4.11	3.88	4.19	3.88	3.94	6.13	6.66	6.47	6.13	6.14	6.14	6.66	7.16	7.3	8.52	7.56	7.21	8.02	7.55	6.91	6.38	5.54	5.17	4.03
"10/27/04"	2	3.49	3.94	3.85	3.45	3.98	5.33	7.44	7.89	7.95	7.34	8.33	8.98	8.7	9.28	9.24	7.39	6.79	6.56	7.13	7.95	7.04	5.18	4.56	4.1
"10/28/04"	2	3.6	3.61	3.73	3.42	4.1	4.93	7.04	5.86	6.25	6.67	7.49	8.21	8.32	9.77	7.65	7.12	6.44	5.86	7.21	7.84	6.08	6.02	4.66	3.82

Tabla B23. Datos medidos edificio Emiliany. (Potencia Activa [kW]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/15/04"	1	4.62	4.5	4.37	4.08	4.38	6.97	12.4	13.9	9.34	11.6	8.24	7.67	9.89	9.31	11.8	11.9	9.26	9.93	12.6	13.1	11.3	9.28	7.9	5.79
"09/16/04"	1	4.44	4.06	3.91	3.86	4.14	6.36	8.64	9.4	11.3	9.61	7.22	7.5	10.3	7.95	7.68	8.01	8.38	9.01	10.3	10.5	10.7	10.1	6.96	7.68
"09/17/04"	1	7.8	4.14	3.85	4.22	4.81	6.53	9.66	9.66	9.31	11.6	9.46	8.24	7.96	9.07	8.52	8.63	8.69	9.28	11	14.1	13.7	9.07	7.5	5.67
"09/18/04"	1	4.66	4.77	4.57	4.62	4.53	4.94	6.59	7.37	8.17	9.53	11.8	8.73	7.31	8.42	7.76	8.05	6.79	8.42	10.3	10.5	10.2	9.66	11	8.6
"09/19/04"	1	6.26	5.43	5.21	4.78	5.24	4.63	5.19	6.38	7.44	7.62	6.93	6.94	7.52	11.8	9.75	7.09	7.16	8.33	9.26	10.1	11	9.29	7.02	6.01
"09/20/04"	1	4.54	4.01	4.23	4.23	4.53	7.07	12.9	10	8.13	8.81	10.2	11.8	9.26	11.6	12.2	8.76	10.3	10.4	12	11	11.2	8.97	7.64	5.62
"09/21/04"	1	4.63	4.63	4.23	4.25	4.8	6.2	9.37	11.4	9.72	7.47	6.69	7.13	7.06	7.84	9.66	11.3	11.3	8.85	11.1	9.62	9.31	8.88	7.71	6.1
"09/22/04"	1	4.51	4.68	4.1	4.01	4.45	6.79	9.25	12.8	13	9.35	8.52	8.27	9.55	8.58	8.35	11.8	8.39	9.21	11.3	10.7	10.2	9.04	8.14	5.96
"09/23/04"	1	5.45	4.91	4.53	4.25	5.17	6.85	10.2	10.8	7.89	7.07	6.36	7.07	7.77	7.5	7.71	9.32	10	8.02	10.3	10.2	9.44	8.92	7.83	5.11
"09/24/04"	1	4.32	4.41	3.71	3.86	4.03	5.76	8.1	11.1	10.7	8.05	7.87	8.7	8.02	10.1	12.3	11.6	8.75	9.68	11.6	11.4	9.63	9.26	8.08	6.9
"09/25/04"	1	5.37	4.69	3.94	3.95	4.28	4.48	5.58	9.68	9.37	7.73	7.9	6.97	7.68	7.89	7.62	8.82	9.32	7.4	8.57	9.4	8.32	7.12	6.62	6.01
"09/26/04"	1	5.33	4.93	4.13	4.17	3.94	3.8	4.6	5.51	5.92	7.62	10.3	10.4	7.47	7.13	6.07	7.18	7.28	9.12	9.71	11.2	10.6	9.53	11.1	7.93
"09/27/04"	1	4.51	4.06	4.13	3.55	4.04	5.39	7.59	8.47	8.44	11	11	9.24	11.7	9.24	8.1	7.74	7.86	8.42	12.4	14.3	10.9	9.61	6.9	5.4
"09/28/04"	1	4.87	4.75	4.6	3.64	3.89	6.16	9.16	7.47	10.1	8.69	6.36	6.63	7.16	6.5	7.7	7.68	7.53	8.55	10.4	11.6	14	9.8	8.02	5.62
"09/29/04"	1	4.6	4.13	4.53	4.11	4.23	6.13	7.74	7.98	9.41	12.7	10.4	8.04	9.21	9.37	7.83	8.54	8.26	9.26	10.7	11	12.1	13	7.68	5.76
"09/30/04"	1	4.65	4.23	4.26	3.71	4.19	5.86	8.07	7.93	7.39	10.3	9.65	6.88	7.8	7.25	7.25	7.16	7.43	8.79	10.3	11	11.4	10.6	11.5	6.78
"10/01/04"	1	4.87	4.03	4	4	4	5.54	8.27	7.62	8.27	9.96	12.9	7	7.46	7.37	7.8	6.85	7.8	7.74	8.21	10.3	11.6	11	6.22	5.62
"10/02/04"	1	4.9	4.1	4.04	3.94	3.55	4.37	6.42	6.76	6.66	8.91	10.5	6.76	6.14	6.93	7.27	6.2	8.67	7.44	8.21	9.03	8.89	8.2	6.82	6.45
"10/03/04"	1	5.27	4.99	4.8	4.47	4.01	4.62	4.38	5.58	6.35	6.93	10.8	8.66	5.93	5.39	6.63	6.81	7.27	9.41	10.3	10.6	8.63	9	8.52	5.51
"10/04/04"	1	6.05	7.7	4.04	4	4.32	6.16	8.61	7.56	8.05	8.13	10.8	11.8	10.7	8.6	8.75	8.91	9	10.2	11.6	15.5	11.4	8.51	7.22	5.21
"10/05/04"	1	4.28	4.32	4.22	4.03	4.07	6.13	7.83	9.16	10.4	9.43	5.96	6.51	6.65	7	7.68	7.16	8.95	9.24	10.1	12.1	13.7	8.98	6.9	5.19
"10/06/04"	1	4.8	4.35	4.45	4.13	4.8	6.79	9.28	8.84	10.5	13.9	10.3	7.87	9.12	9.68	8.07	7.4	7.49	9.87	11.7	14.7	10.2	8.98	7.24	5.34
"10/07/04"	1	4.5	4.1	3.91	3.94	4.28	6.04	8.66	7.15	8.87	11.6	8.57	7.86	7.89	6.53	6.29	6.5	6.9	8.54	10.3	14.9	11.1	8.81	6.87	5.62
"10/08/04"	1	5.08	4.28	4.28	3.95	4.28	6.22	8.7	7.41	9.5	11.2	8.76	7.74	11.1	10.3	8.57	9.8	10	9.01	10.7	10.3	10.3	8.94	6.66	5.79
"10/09/04"	1	4.94	4.01	4.19	3.63	3.46	4.93	5.76	6.56	12	9.84	6.35	8.1	7.33	7.92	8.29	8.57	10.9	12.2	9.44	8.98	10.2	8.54	7.53	6.57
"10/10/04"	1	5.7	4.38	4	3.94	4.48	4.4	4.56	5.73	5.11	8.01	10.6	7.19	7.43	7.84	6.38	6.35	6.69	8.41	10.1	10.4	8.27	7.77	9.78	6.7
"10/11/04"	1	4.48	4	4.37	4.04	4.34	6.63	8.23	7.89	9.09	11.4	12.2	11.7	8.29	7.98	7.73	7.44	7.87	10	14.1	12.3	9.5	8.29	6.81	5.37
"10/12/04"	1	4.93	4.45	3.94	4.26	4.14	6.35	8.05	7.03	10.6	8.45	6.82	7.15	7.77	7.73	7.28	7.84	7.71	9.44	10.4	11.1	13.5	12.1	8.58	6.96
"10/13/04"	1	4.93	4.78	4.31	4.29	4.31	6.63	7.44	8.92	11.4	12.3	11.6	11.5	10.7	12.3	11.4	8.35	7.64	8.24	9.71	10.5	10.9	8.64	8.14	6.97
"10/14/04"	1	6.6	8.3	4.28	4.5	5.05	6.11	8.88	8.52	9.34	10.3	10.7	6.88	7.36	7.53	7.95	8.14	7.53	9.59	10.6	9.89	10.4	9.55	11.3	7.1
"10/15/04"	1	5.17	4.78	4.68	4.77	4.57	6.47	9.71	9.22	8.95	11	9.93	7.34	8.42	9.1	8.38	8.04	7.8	9.8	14.2	11.1	9.74	9.04	8.54	5.86

Tabla B24. Datos medidos edificio Emiliany. (Potencia Reactiva [kVAR]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/15/04"	2	4.01	4.47	4.45	4.29	4.4	5.56	10.9	12.4	8.54	7.95	7.19	7.21	8.54	7.3	9.71	9.1	8.84	7.73	8.66	8.44	7.07	5.73	5.74	4.9
"09/16/04"	2	4.4	4.26	4.5	4.22	4.37	4.96	7.49	8.94	9.92	9.1	7.37	8.08	9.26	6.72	8.36	8.17	8.29	7.81	7.65	7.58	7.25	7.58	5.43	6.19
"09/17/04"	2	5.71	4.14	3.94	4.31	4.78	5.14	7.64	9.46	8.63	9.47	7.68	7.13	7.8	8.21	7.68	8.87	7.93	7.64	7.16	9.53	9.32	7.21	5.76	4.74
"09/18/04"	2	4.23	4.66	4.31	4.71	4.85	4.85	6.1	6.13	6.97	8.63	10.5	8.76	7.13	8.38	6.9	7.87	6.51	7.4	6.85	6.65	7.24	7.04	7.61	6.14
"09/19/04"	2	5.05	4.93	4.68	4.28	5.56	4.62	4.53	6.16	7.62	6.94	7.46	6.7	7.12	10.5	9.37	7.07	6.94	6.39	7.22	7.21	8.15	6.29	5.03	5.02
"09/20/04"	2	4.9	4.2	4.37	4.13	4.9	5.56	10.6	8.48	7.96	9.04	8.52	9.16	7.52	8.55	10.6	8.76	8.61	8.51	8.7	7.58	8.13	6.05	5.86	4.25
"09/21/04"	2	4.32	4.45	4.23	3.77	4.84	4.56	8.17	8.78	8.13	7.3	6.9	7.19	7.16	6.44	7.56	8.52	8.1	7.44	8.42	6.14	7.12	5.93	5.67	5.3
"09/22/04"	2	3.58	4.91	4.45	4.19	4.53	5.55	8.92	9.5	10.8	8.44	7.65	7.4	8.32	6.82	7.52	9.18	7.34	7.8	7.21	7.58	6.47	6.01	5.93	4.96
"09/23/04"	2	4.23	4.63	4.11	3.82	4.19	4.88	8.55	9.26	8.91	7.15	6.94	7.44	8.23	7	7.39	8.42	8.7	7.31	7.93	7.25	6.25	6.25	5.88	4.32
"09/24/04"	2	4.25	4.9	3.61	3.98	4.41	4.65	7.74	9.28	10.3	8.81	7.67	9.37	8.18	7.5	8.6	8.39	7.56	8.08	7.74	7.28	7.37	6.85	5.62	6.16
"09/25/04"	2	4.97	4.8	4.13	4.47	4.25	4.57	5.28	7.64	7.68	7.27	7.49	6.76	8.38	7.31	6.76	7.9	6.97	5.67	5.3	5.73	5.48	4.96	4.72	4.72
"09/26/04"	2	4.71	4.85	3.64	4.35	4.11	3.79	4.26	4.74	5.15	7.76	9.09	8.57	7.77	7.31	5.34	6.99	6.7	7.56	6.9	8.47	7.78	6.39	8.44	6.19
"09/27/04"	2	4.19	4.17	4.32	3.4	4.56	4.81	7.96	7.46	8.79	10.4	10.4	8.32	8.72	9.16	7.71	7.47	7.86	8.42	9.47	9.26	7.76	6.54	5	4.97
"09/28/04"	2	4.47	4.8	5	4.06	4.37	5.45	8.44	7.16	7.86	7.65	7.04	6.97	7.64	6.88	7.96	6.63	7.13	7.8	7.47	8.27	10.4	6.05	6.02	4.5
"09/29/04"	2	3.89	4.41	4.8	4.04	3.98	4.87	7.27	7.93	9.25	11.6	9.12	7.09	7.52	8.14	6.79	7.9	8.32	7.56	7.98	7.93	8.44	8.66	6.11	4.88
"09/30/04"	2	4.87	4.38	4.37	3.85	4.4	5.02	8.36	7.52	7.4	9.26	8.92	6.79	8.36	7.21	7	6.75	7.24	8.58	7.65	6.96	8.55	8.2	7.92	5.12
"10/01/04"	2	4.69	4.48	4.35	4.2	4.32	4.8	7.18	7.56	8.29	10.2	9.56	6.57	7.33	6.42	7.87	6.73	8.17	7.89	6.99	7.93	8.29	8.15	5.14	5.22
"10/02/04"	2	4.94	4	4.26	4.25	3.76	4.11	5.88	6.57	6.56	8.02	9	5.98	6.17	6.28	6.2	6.75	7.93	6.57	6.38	6.91	6.39	6.81	5.89	5.88
"10/03/04"	2	4.8	4.88	4.68	4.41	4.08	4.99	4.47	5.59	5.86	6.57	9.16	7.12	5.98	5.93	7.39	6.82	6.47	6.9	7.3	8.15	6.53	6.96	7.46	4.6
"10/04/04"	2	5.24	6.29	4.23	4.08	4.41	4.99	8.45	7.4	7.7	7.33	8.72	10.4	8.58	8.47	8.44	8.61	8.66	7.81	9.25	12.1	8.79	6.36	5.76	4.84
"10/05/04"	2	4.51	4.37	4.71	4.72	4.45	5.14	7.86	8.78	8.57	9.18	6.17	6.72	7.07	7.74	7.62	6.9	8.05	7.41	7.07	9.37	9.58	6.39	5.11	4.34
"10/06/04"	2	4.87	4.47	4.4	4.35	4.6	5.3	7.4	7.84	9.65	10.4	9.69	8.23	7.77	8.3	6.84	8.11	8.13	8.48	7.46	9.35	7.28	6.36	5.27	4.11
"10/07/04"	2	4.41	4.25	4.34	4.35	4.16	5.52	7.68	6.9	8.64	10.9	8.48	8.95	7.93	6.6	6.94	7.31	7.37	8.2	7.06	10.7	7.71	7.16	5.03	5.03
"10/08/04"	2	4.88	3.85	4.37	3.55	4.25	5.25	7.87	7.06	8.47	10.4	8.32	7.99	8.24	8.88	8.39	8.55	8.11	7.77	6.97	7.07	7.28	6.76	5.91	5.8
"10/09/04"	2	4.77	4.04	4.32	3.86	3.33	5.05	5.58	6.69	10.2	9.15	6.48	8.47	7.76	8.85	7.92	7.77	9.46	9.63	6.93	6.99	7.62	6.02	5.67	5.12
"10/10/04"	2	5.15	3.95	3.95	3.91	4.53	4.2	4.77	5.88	4.85	7.3	9.03	6.47	7.55	7.22	5.39	5.48	5.68	6.01	6.96	8.04	5.7	5.67	6.65	5.56
"10/11/04"	2	4.31	3.85	4.47	4.17	4.65	4.69	8.51	8.54	7.87	10.3	8.6	9.26	7.96	7.3	6.93	6.99	8.01	8.78	9.59	8.94	7.62	6.16	5.56	5.05
"10/12/04"	2	4.77	4.03	3.64	4.26	4.04	5.65	8.64	6.94	9.38	8.02	7.06	7.77	8.7	7.33	6.65	6.93	6.94	8.57	8.69	8.66	10.6	8.32	6.82	5.02
"10/13/04"	2	4.35	4.54	4.1	4.16	4.26	5.98	7.22	8.3	10.6	10.1	9	9.04	8.91	8.35	9.15	7.62	7.39	7.37	7.33	7.61	7.1	5.88	6.3	5.65
"10/14/04"	2	5.24	6.79	4.38	3.97	5.02	5.31	9	7.44	10.1	10.5	9.44	6.82	6.84	7.59	7.41	8.5	7.22	8.15	8.23	7.34	7.95	6.99	8.04	6.33
"10/15/04"	2	4.99	4.71	4.78	4.48	4.37	5.46	9.4	9.04	8.24	8.18	9.15	7.9	8.69	8.67	7.49	7.22	8.35	8.44	10.5	8.81	7.25	6.66	6.88	4.84

Tabla B25. Datos medidos conjunto Torres de San Pio. (Potencia Activa [kW]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/15/04"	1	14.8	14.2	13.9	13.3	14.7	23.8	22.7	25.4	25.1	23.4	27.4	25	24.8	28.5	27.3	24.1	23	28.7	36.3	31.4	29.5	29.5	22.4	16.6
"09/16/04"	1	14.4	13.4	16.3	14.1	14.6	19.4	22	27.3	22.3	27	25.5	24.1	26.9	27.8	24.2	22.9	27	24.5	30	33	30.3	33	22.4	17.4
"09/17/04"	1	14.8	14.1	13	14.1	15.1	22.9	24.3	23.2	26.8	24.5	29.5	30.5	22.9	25.5	30.7	24.1	22.4	25.6	36.2	31.9	31	29	26	19.2
"09/18/04"	1	18	15	13.8	18.3	15	16.3	20.2	26.3	23.1	23.2	23.7	26.2	30.7	27.4	26.7	31.9	27.6	28.8	32.7	33.1	32.9	33	26	20.6
"09/19/04"	1	17.6	16.5	15.5	14.7	15	16.2	18.5	19.5	24	19.9	22.5	28.4	20.9	19.9	20	21	20.2	28.5	28.7	31.8	29.2	24.7	20.2	17
"09/20/04"	1	14.7	13.7	13.1	15.3	18.6	19.3	21.7	28.6	22.4	27	31.6	28.7	24.3	25.8	27	22.8	23.3	32.5	33.3	34.7	32.9	28.9	22.7	22.5
"09/21/04"	1	14.3	13.8	14.1	13.2	14.3	17.8	22.9	28.1	23.5	24.8	25.4	24.4	26	27.1	21.4	24.2	29.1	27.3	32.1	33.3	33.2	31.8	24.3	17.2
"09/22/04"	1	14.9	14.5	14.1	14.2	15.6	18.3	25.4	24.9	20.9	30.6	23.8	24.8	28.4	25.6	21.6	23.3	27.8	25.8	34.1	34	34.4	33.4	23.4	17.6
"09/23/04"	1	15.6	14.9	14.5	14.1	15.7	19.4	26.9	23.3	21.6	29	25.1	25.3	31.6	24.1	25.3	26.4	21.6	25.8	32.8	32.3	30.4	29.1	26	16.6
"09/24/04"	1	15.5	14.3	14.7	13.6	15.8	19.4	25.6	23.4	23	27.7	26.6	26	23.6	29.3	23.7	22.4	24.8	29.4	32.3	32.3	31.3	30.2	27.8	19.4
"09/25/04"	1	16.7	15	15	14.6	15.3	17.5	22.5	27.2	20.9	22.9	29.8	25.9	25.3	27.2	27.3	24.3	23.2	28.2	35.7	32.9	31.9	26.9	23.4	18.6
"09/26/04"	1	16.1	15.9	15.6	14.1	14.2	15.3	23.4	18.5	19	23.7	19.8	19.8	20.9	18.7	19.9	23.6	19.9	25	30.4	31.9	29.8	25.7	26.8	17.2
"09/27/04"	1	14.4	14.2	14.3	13.8	14.7	19	25.7	27.6	23.9	28.5	28.5	30.4	27.5	25.3	25.4	23.8	22.6	27	35.1	37.2	35	31.7	24.6	19
"09/28/04"	1	17.6	14.9	15.7	15	17.2	22.7	24.3	22.6	22.2	22.8	24.5	25	25.5	23.8	24.1	23.4	23	26.3	31.9	33.7	31.2	30.1	23.7	18.2
"09/29/04"	1	14.4	14.9	14.5	13.9	14.5	21.2	27	26.8	27.8	25.5	24.9	27.5	26.7	27.4	24.2	22.7	22.5	27.4	33.5	35.9	32.1	29.7	24.1	18.2
"09/30/04"	1	16.1	15.1	14.4	14.8	15.6	22.3	26.2	24.2	24	26.8	24.4	27.1	26.2	25.7	26.3	26.8	25.3	28.6	31.5	32	32.6	29.8	21.7	17.4
"10/01/04"	1	14.4	14.2	14.7	14.3	15.3	23.6	26.7	25.4	26.3	25.7	27.4	27.1	26.4	29.7	26.6	24.5	23.7	29.4	35.3	33.8	32.5	29.2	23.4	19.2
"10/02/04"	1	16	15.6	15.9	13.9	15.4	20.2	23.8	25.6	29.3	26.4	26	28.7	30.1	29.8	25.6	26.1	27.7	31.3	35.1	33.1	32.6	30	23.8	20
"10/03/04"	1	17.5	14.7	14.5	15.1	14.1	18.6	19.1	20.5	22.6	21.1	21.6	20.1	21.8	21	20	21.8	23.5	30.2	32.2	34	31.6	28.2	22.4	18
"10/04/04"	1	14.8	15.5	14.8	14.3	16.7	22.6	27.6	27.3	29.5	27.1	25.7	25.9	25	29	28.9	24.3	26.2	32.1	37.3	35.2	32.9	30.3	24.1	17.3
"10/05/04"	1	15.7	15.2	14.8	14.9	17.3	23.3	27.9	25.2	28.3	24.9	25.1	27.7	26.2	27	28.2	27.4	27.7	33.7	42.2	35.1	34	29.6	24.4	21.7
"10/06/04"	1	17.6	15	14.3	14.3	14.8	19	32.5	25.1	23.2	24.7	33.1	27	25.8	27.4	22.3	23.9	27.4	27.9	32.7	32.7	32.5	34.5	22.2	15.9
"10/07/04"	1	15.2	13.4	13.9	13.2	14.7	26.8	20.4	31.3	26	21.6	30.5	24.3	24.2	26.5	28.2	24.6	23.2	26.2	38.1	33.6	32.4	27	21.8	17.3
"10/08/04"	1	15.5	14.9	14.5	14.2	16.3	25.3	24.2	23.2	29	23.2	27.8	28.4	22	23.6	29.9	22.6	20.9	28.7	35.9	32.8	29.6	27.8	24.4	18.7
"10/09/04"	1	15.7	14.2	14.8	13.6	14.8	17.7	26.8	23.1	22.9	28.8	23.5	25.4	27.2	23.3	25.5	26.8	22.6	26.8	30.6	29.9	27.4	30.3	22.9	19.9
"10/10/04"	1	16	15.1	14	13.9	14.1	14.6	17	18	25.1	18.8	18	23.6	22.7	19.3	19.2	19.7	21.2	25.4	30.9	37.1	30.7	25	21.2	16.3
"10/11/04"	1	14.7	14.1	13.5	13.3	15.1	21.7	26.6	22.4	28.3	25.8	23.8	31.5	24.7	22.8	29.3	22.9	22.6	27.5	35.8	36.1	32	27	21.4	17
"10/12/04"	1	15.2	14	14	13.9	14.3	19.4	26.6	20.2	23.3	25.3	20.7	29.4	27.6	22.2	21.7	25.4	21.6	27.9	32.4	32.4	35.1	29.3	20.8	17
"10/13/04"	1	16.2	14.4	13.7	13.8	14.6	18.2	30.1	21.1	23.2	25.7	21.4	25.2	31.1	24.4	23.9	28.4	22.2	28.1	33.1	34.1	36.7	29	22.8	17
"10/14/04"	1	15.4	14.6	13.9	14.4	14.6	19.2	27.9	21.8	25.8	25.4	20.6	27.6	28.7	24.7	27.7	24.2	22.7	29.3	36.2	40.2	35.2	29.4	24.2	17.7
"10/15/04"	1	16	14.7	14.7	14.5	15.4	20.7	26.1	21.8	29.1	28.4	23.3	30.5	25	24.1	30.4	23.3	20.6	25.3	31.5	39.7	33	28.9	23.9	18.9

Tabla B26. Datos medidos conjunto Torres de San Pio. (Potencia Reactiva [kVAR]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/15/04"	2	12.2	12.5	12.3	12.2	12.9	17.1	21.2	22	21.4	21.8	22.9	20.3	21.3	24.3	22.5	22	21	20.2	23.1	19	15.8	16.9	14.8	12.7
"09/16/04"	2	12	11.6	12.9	12.6	13	15.9	19.6	24	20.1	22	22.6	21.5	23.2	22.2	22.4	19.5	20.9	19.1	19	18.8	17	19.6	15.4	13.5
"09/17/04"	2	11.7	11.4	11	13.1	12.7	16.9	20.1	21.8	23.5	23.5	21.6	23.7	19.6	21.2	22.7	19.5	19.8	20.4	23.4	20.2	18.6	18.9	17.9	13.9
"09/18/04"	2	13.9	12.9	11.9	14.7	13.2	14.6	19.9	22.4	21.3	21.2	21.1	22.5	25	24	22.1	25	20.9	20.6	21.1	22.3	20	22.3	17.7	15.7
"09/19/04"	2	13.9	13.8	14.5	13.5	13.6	14.8	15.9	17.6	19.9	17.9	18.1	21.3	18.4	18.6	17	19.2	17.9	19.7	18	20	17.2	15.3	13.3	13.3
"09/20/04"	2	12.5	12.8	11.9	12.7	14.8	16.9	21.4	24.9	21.3	25	26.2	24.3	23.6	22.4	22.2	18.9	20.7	23.5	21	20.7	18.6	17.4	15.8	15.7
"09/21/04"	2	11.4	12.5	12.1	11.9	13.3	14.5	20.1	23	19.7	21.6	19.6	21.1	21.8	22.6	20	20.4	21.2	20	20.5	19.4	18.8	18.1	15.3	13.5
"09/22/04"	2	11.7	12.1	11.9	12.8	13.7	14.8	20.9	19.9	20.9	24.2	21.2	20.4	22.4	21.2	19.5	17.4	20.7	18.3	21.7	20.4	19.8	19.7	14.6	13.3
"09/23/04"	2	12.9	12.5	12.4	12.5	13.1	15.6	22.5	21.9	20.4	24.5	19.5	23	26.1	21.4	21.3	19.9	17	20.3	21.1	19.7	17.4	18	16.7	13.2
"09/24/04"	2	13.1	12.9	12.7	12.4	13.8	15.2	20.9	21.5	22.5	22.5	20.7	21.4	21.1	22.4	19.6	19.2	20.3	23.3	21.1	18.9	18.9	17.8	17.8	15.1
"09/25/04"	2	13.8	13	13.1	13.2	13.9	15.9	21.2	21.8	19	19.2	23.6	22.5	22.5	23.3	22.1	20.6	20.5	19.4	20.4	19.8	17.8	16	16.2	13.3
"09/26/04"	2	12.7	13.7	13.4	12.3	13	14	17.8	16.3	16.8	19	15	16.1	17.4	16.3	17.6	17.6	16.4	17.1	18.4	19.6	18	16.1	16	13.6
"09/27/04"	2	12	12.3	12.1	12.4	12.5	15.2	20.9	24.4	20.7	23.6	23.9	25.4	24	21.6	21	20.2	18.1	19.8	21.7	20.2	17.6	17.6	16	14.1
"09/28/04"	2	14.5	12.7	13.1	12.3	14	17.2	19.9	21.1	21.6	21.4	21.7	22.2	22.4	20.4	21	20.9	19.9	19.2	18.7	18.9	18.1	17.7	14.9	13.6
"09/29/04"	2	11.9	12.9	12.2	12.3	12.4	15.1	21.4	22.8	22.7	22.4	21.3	23.4	21.8	22	20.6	19.4	18.3	18.6	19.8	21.1	18	17.3	15.7	13.3
"09/30/04"	2	13.3	12.7	12.3	13.2	12.9	16.4	21.1	21.7	21.3	22	20.6	23.5	23.8	20.3	19.6	20.1	20.7	20.8	19.4	19.6	19.8	17.9	14	12.9
"10/01/04"	2	11.5	12.3	12.4	12.6	13.5	16.5	21	22.5	23.7	23.8	22.6	22.4	23.3	22.8	21	19.1	18.7	20.3	22	19.7	18.9	17.8	15.4	14.6
"10/02/04"	2	12.4	12.3	13.5	12.3	12.9	15.3	20	19.6	23.9	23	22	22	23.3	20.3	20	20.4	23.6	20.8	19.7	19.4	20	19.2	15.3	14.2
"10/03/04"	2	13.5	12.4	13	13.1	13	14.6	16.2	16.8	19.2	17.8	16.4	18	17.4	17.4	16.8	17.8	18	20.8	19.1	20.3	18.1	17.3	14	12.9
"10/04/04"	2	11.8	13.1	13.4	12.5	13.8	15.7	22.8	23.1	21.4	22.4	22.3	22.6	21.4	23.2	23.8	21.6	22.6	21.4	23.7	21.1	18.2	16.3	14.8	13.3
"10/05/04"	2	12.8	12.6	13	12.5	14	17.4	21.8	20.8	22.9	23.5	21.8	23.6	22.4	21	23.5	23.4	20.8	23.3	26.3	20.7	20.1	18.6	16.3	15.4
"10/06/04"	2	14.1	12.9	12.5	12.7	12.2	15	23.7	22.2	20	23.4	24.6	21.4	22.7	22.6	19.4	23.5	21	18.7	19.3	19.8	19.4	19.7	14.9	12.5
"10/07/04"	2	12.5	11.5	11.9	11.8	12.5	19.4	19.7	23.1	21.4	19.8	21.8	20.3	21.7	21.3	20.8	18.7	17.5	18.1	22.3	19.8	17.8	16.5	15	13.5
"10/08/04"	2	12.9	13.4	12.7	12.5	12.7	18.3	21.2	20.4	24.3	22.4	21.3	23.7	19.7	20	20.6	19.3	17.1	20.1	21.7	18.2	18.1	17.8	16.5	13.9
"10/09/04"	2	12.4	12.1	12.3	11.4	11.7	15.6	21.8	19.9	20.9	22.5	20.9	21.8	22	21.2	20	23.4	18.6	18.2	18.6	18.5	17.7	19	15	14.5
"10/10/04"	2	11.9	13.3	11.8	12.3	11.9	13.7	14.9	16.3	21.4	16.9	16.8	19.7	19.9	17.2	16.2	16	17.3	17.7	19.2	20.7	18.4	14.5	14.8	13.2
"10/11/04"	2	12.6	12.4	12.1	12	12.7	16.7	23.1	20.6	23.1	20.9	19.4	24.1	22.7	20.6	23.8	20.3	19.8	18.8	21.8	21.7	18.7	15.6	14.3	12.9
"10/12/04"	2	12.1	11.8	11.5	11.9	13.2	15.1	21.5	19.1	20.3	22.7	19.4	24.4	22.2	19.2	18.7	20.8	18.9	19.9	21.2	20.1	20.6	16.7	14	12.9
"10/13/04"	2	13.5	12.7	12.3	12.3	12.9	15.4	24.6	19.8	22.2	21.1	20.6	21.7	24.7	21.2	21.4	22.2	18.6	18.7	19.1	20.6	20.1	17.1	14.9	12.9
"10/14/04"	2	12	12.6	12.3	12.9	12.1	15.9	23.3	20.8	20.8	21.8	17.4	23.4	23.6	22.1	22.8	19.7	19	20	21	23.4	19.7	18	15.3	13.8
"10/15/04"	2	12.8	12.7	12.9	12.4	13.4	17	20.9	18.8	24.4	23.1	22	24.4	20.5	20.4	22.7	18.3	18.3	18.9	19.8	23.2	19.4	17	13.9	14.2

Tabla B27. Datos medidos conjunto Balcones de Ballarat. (Potencia Activa [kW]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/15/04"	1	1.52	1.3	1.17	0.88	1.18	2.77	6.1	7.6	3.04	5.35	3.99	3.42	5.14	4.56	6.55	6.65	4.01	5.18	7.4	7.9	5.05	4.16	2.78	0.67
"09/16/04"	1	1.34	0.86	0.91	0.86	1.14	2.36	2.64	3.4	5.3	3.36	2.97	3.25	5.55	3.2	2.43	2.76	3.13	4.26	5.1	5.3	4.45	4.98	1.84	2.56
"09/17/04"	1	4.7	0.94	0.85	1.22	1.81	2.53	3.66	3.66	3.31	5.35	5.21	3.99	3.21	4.32	3.27	3.38	3.44	4.53	5.8	8.9	7.45	3.95	2.38	0.55
"09/18/04"	1	1.56	1.57	1.57	1.62	1.53	0.94	0.59	1.37	2.17	3.28	6.5	4.48	2.56	3.67	2.51	2.8	1.54	3.67	5.1	5.3	3.95	4.54	5.88	3.48
"09/19/04"	1	3.16	2.23	2.21	1.78	2.24	0.63	1.1	0.38	1.44	1.37	2.68	2.69	2.77	7.05	4.5	1.84	1.91	3.58	4.06	4.9	4.75	4.17	1.9	0.89
"09/20/04"	1	1.44	0.81	1.23	1.23	1.53	3.07	5.9	4	2.13	2.56	5.95	6.12	4.51	6.85	6.95	3.51	5.05	5.65	6.8	5.8	4.95	3.85	2.52	0.5
"09/21/04"	1	1.53	1.43	1.23	1.25	1.8	2.2	3.37	5.4	3.72	1.22	2.44	2.88	2.31	3.09	4.41	6.05	6.05	4.1	5.9	4.42	3.06	3.76	2.59	0.98
"09/22/04"	1	1.41	1.48	1.1	1.01	1.45	2.79	3.25	6.8	5.6	3.1	4.27	4.02	4.8	3.83	3.1	6.55	3.14	4.46	6.1	5.5	3.95	3.92	3.02	0.84
"09/23/04"	1	2.35	1.71	1.53	1.25	2.17	2.85	4.2	4.8	1.89	0.82	2.11	2.82	3.02	2.75	2.46	4.07	4.75	3.27	5.1	5	3.19	3.8	2.71	1.1
"09/24/04"	1	1.22	1.21	0.71	0.86	1.03	1.76	2.1	5.1	4.7	1.8	3.62	4.45	3.27	5.35	7.05	6.35	3.5	4.93	6.4	6.2	3.38	4.14	2.96	1.78
"09/25/04"	1	2.27	1.49	0.94	0.95	1.28	0.48	1.5	3.68	3.37	1.48	3.65	2.72	2.93	3.14	2.37	3.57	4.07	2.65	3.37	4.2	2.07	2	1.5	0.89
"09/26/04"	1	2.23	1.73	1.13	1.17	0.94	0.99	2.3	0.98	2.8	1.37	6.05	6.15	2.72	2.38	0.82	1.93	2.03	4.37	4.51	6	4.35	4.41	5.98	2.81
"09/27/04"	1	1.41	0.86	1.13	0.55	1.04	1.39	1.59	2.47	2.44	4.75	6.75	4.99	6.95	4.49	2.85	2.49	2.61	3.67	7.2	7.1	4.65	4.49	1.78	0.28
"09/28/04"	1	1.77	1.55	1.6	0.64	0.89	2.16	3.16	1.47	4.1	2.44	2.11	2.38	2.41	1.75	2.45	2.43	2.28	3.8	5.2	6.4	7.75	4.68	2.9	0.5
"09/29/04"	1	1.5	0.93	1.53	1.11	1.23	2.13	1.74	1.98	3.41	6.45	6.15	3.79	4.46	4.62	2.58	3.29	3.01	4.51	5.5	5.8	5.85	7.88	2.56	0.64
"09/30/04"	1	1.55	1.03	1.26	0.71	1.19	1.86	2.07	1.93	1.39	4.05	5.4	2.63	3.05	2.5	2	1.91	2.18	4.04	5.1	5.8	5.15	5.48	6.38	1.66
"10/01/04"	1	1.77	0.83	1.2	1.5	1.24	1.54	2.27	1.62	2.27	3.71	5.45	2.75	2.71	2.62	2.55	1.6	2.55	2.99	3.01	5.1	5.35	5.88	1.1	0.5
"10/02/04"	1	1.8	0.9	1.04	0.94	0.55	0.37	0.42	0.76	0.66	2.66	6.25	2.51	1.39	2.18	2.02	0.95	3.42	2.69	3.01	3.83	2.64	3.08	1.7	1.33
"10/03/04"	1	2.17	1.79	1.8	1.47	1.01	0.62	1.99	1.89	0.35	0.68	6.55	4.41	1.18	0.64	1.38	1.56	2.02	4.66	5.1	5.4	2.38	3.88	3.4	0.39
"10/04/04"	1	2.95	4.5	1.04	2	1.32	2.16	2.61	1.56	2.05	1.88	6.55	6.35	5.95	3.85	3.5	3.66	3.75	5.45	6.4	6.89	5.15	3.39	2.1	0.09
"10/05/04"	1	1.18	1.12	1.22	1.03	1.07	2.13	1.83	3.16	4.4	3.18	1.71	2.26	1.9	2.25	2.43	1.91	3.7	4.49	4.9	6.9	7.45	3.86	1.78	0.07
"10/06/04"	1	1.7	1.15	1.45	1.13	1.8	2.79	3.28	2.84	4.5	7.65	6.05	3.62	4.37	4.93	2.82	2.15	2.24	5.12	6.5	7.87	3.95	3.86	2.12	0.22
"10/07/04"	1	1.4	0.9	0.91	0.94	1.28	2.04	2.66	1.15	2.87	5.35	4.32	3.61	3.14	1.78	1.04	1.25	1.65	3.79	5.1	7.65	4.85	3.69	1.75	0.5
"10/08/04"	1	1.98	1.08	1.28	0.95	1.28	2.22	2.7	1.41	3.5	4.95	4.51	3.49	6.35	5.55	3.32	4.55	4.75	4.26	5.5	5.1	4.05	3.82	1.54	0.67
"10/09/04"	1	1.84	0.81	1.19	0.63	0.46	0.93	1.67	0.56	6	3.59	2.1	3.85	2.58	3.17	3.04	3.32	5.65	7.45	4.24	3.78	3.95	3.42	2.41	1.45
"10/10/04"	1	2.6	1.18	1.5	0.94	1.48	0.4	1.45	1.12	2.35	1.76	6.35	2.94	2.68	3.09	1.13	1.1	1.44	3.66	4.9	5.2	2.02	2.65	4.66	1.58
"10/11/04"	1	1.38	0.8	1.37	1.04	1.34	2.63	2.23	1.89	3.09	5.15	5.34	7.45	3.54	3.23	2.48	2.19	2.62	5.25	8.1	8.87	3.25	3.17	1.69	0.25
"10/12/04"	1	1.83	1.25	0.94	1.26	1.14	2.35	2.05	1.03	4.6	2.2	2.57	2.9	3.02	2.98	2.03	2.59	2.46	4.69	5.2	5.9	7.25	6.98	3.46	1.84
"10/13/04"	1	1.83	1.58	1.31	1.29	1.31	2.63	1.44	2.92	5.4	6.05	7.35	7.25	5.95	7.55	6.15	3.1	2.39	3.49	4.51	5.3	4.65	3.52	3.02	1.85
"10/14/04"	1	3.5	5.1	1.28	1.5	2.05	2.11	2.88	2.52	3.34	4.05	6.45	2.63	2.61	2.78	2.7	2.89	2.28	4.84	5.4	4.69	4.15	4.43	6.18	1.98
"10/15/04"	1	2.07	1.58	1.68	1.77	1.57	2.47	3.71	3.22	2.95	4.75	5.68	3.09	3.67	4.35	3.13	2.79	2.55	5.05	7.89	5.9	3.49	3.92	3.42	0.74

Tabla B28. Datos medidos conjunto Balcones de Ballarat. (Potencia Reactiva [kVAR]).

Fecha		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
"09/15/04"	2	0.91	1.37	1.35	1.19	1.3	1.99	3.5	4.6	3.97	3.38	2.62	2.64	3.79	2.73	4.25	3.64	3.38	3.87	4.8	4.58	3.21	1.87	1.11	0.27
"09/16/04"	2	1.3	1.16	1.4	1.12	1.27	1.39	2.92	4.37	5.35	4.53	2.8	3.51	4.51	2.15	2.9	2.71	2.83	3.95	3.79	3.72	3.39	3.72	0.8	1.56
"09/17/04"	2	2.61	1.04	0.84	1.21	1.68	1.57	3.07	4.89	4.06	4.9	3.11	2.56	3.05	3.64	2.22	3.41	2.47	3.78	3.3	5.67	5.46	3.35	1.13	0.11
"09/18/04"	2	1.13	1.56	1.21	1.61	1.75	1.28	1.53	1.56	2.4	4.06	5.93	4.19	2.38	3.81	1.44	2.41	1.05	3.54	2.99	2.79	3.38	3.18	2.98	1.51
"09/19/04"	2	1.95	1.83	1.58	1.18	2.46	1.05	1.1	1.59	3.05	2.37	2.89	2.13	2.37	5.93	3.91	1.61	1.48	2.53	3.36	3.35	4.29	2.43	0.4	0.39
"09/20/04"	2	1.8	1.1	1.27	1.03	1.8	1.99	4.3	3.91	3.39	4.47	3.95	4.59	2.77	3.98	5.14	3.3	3.15	4.65	4.84	3.72	4.27	2.19	1.23	0.43
"09/21/04"	2	1.22	1.35	1.13	0.67	1.74	0.99	3.6	4.21	3.56	2.73	2.33	2.62	2.41	1.87	2.1	3.06	2.64	3.58	4.56	2.28	3.26	2.07	1.04	0.67
"09/22/04"	2	0.48	1.81	1.35	1.09	1.43	1.98	4.35	4.93	6.23	3.87	3.08	2.83	3.57	2.25	2.06	3.72	1.88	3.94	3.35	3.72	2.61	2.15	1.3	0.33
"09/23/04"	2	1.13	1.53	1.01	0.72	1.09	1.31	3.98	4.69	4.34	2.58	2.37	2.87	3.48	2.43	1.93	2.96	3.24	3.45	4.07	3.39	2.39	2.39	1.25	0.23
"09/24/04"	2	1.15	1.8	0.51	0.88	1.31	1.08	3.17	4.71	5.73	4.24	3.1	4.8	3.43	2.93	3.14	2.93	2.1	4.22	3.88	3.42	3.51	2.99	0.99	1.53
"09/25/04"	2	1.87	1.7	1.03	1.37	1.15	1	0.71	3.07	3.11	2.7	2.92	2.19	3.63	2.74	1.3	2.44	1.51	1.81	1.44	1.87	1.62	1.1	0.09	0.09
"09/26/04"	2	1.61	1.75	0.54	1.25	1.01	0.22	2.1	0.17	0.58	3.19	4.52	4	3.02	2.74	0.97	1.53	1.24	3.7	3.04	4.61	3.92	2.53	3.81	1.56
"09/27/04"	2	1.09	1.07	1.22	0.3	1.46	1.24	3.39	2.89	4.22	5.83	5.83	3.75	3.97	4.59	2.25	2.01	2.4	4.56	5.61	5.4	3.9	2.68	0.37	0.34
"09/28/04"	2	1.37	1.7	1.9	0.96	1.27	1.88	3.87	2.59	3.29	3.08	2.47	2.4	2.89	2.31	2.5	1.17	1.67	3.94	3.61	4.41	6.54	2.19	1.39	0.56
"09/29/04"	2	0.79	1.31	1.7	0.94	0.88	1.3	2.7	3.36	4.68	7.03	4.55	2.52	2.77	3.57	1.33	2.44	2.86	3.7	4.12	4.07	4.58	4.8	1.48	0.25
"09/30/04"	2	1.77	1.28	1.27	0.75	1.3	1.45	3.79	2.95	2.83	4.69	4.35	2.22	3.61	2.64	1.54	1.29	1.78	4.72	3.79	3.1	4.69	4.34	3.29	0.49
"10/01/04"	2	1.59	1.38	1.25	1.1	1.22	1.23	2.61	2.99	3.72	5.63	4.99	2	2.58	1.85	2.41	1.27	2.71	4.03	3.13	4.07	4.43	4.29	0.51	0.59
"10/02/04"	2	1.84	0.9	1.16	1.15	0.66	0.54	1.31	2	1.99	3.45	4.43	1.41	1.42	1.71	0.74	1.29	2.47	2.71	2.52	3.05	2.53	2.95	1.26	1.25
"10/03/04"	2	1.7	1.78	1.58	1.31	0.98	1.42	1.26	1.02	1.29	2	4.59	2.55	1.23	1.36	1.93	1.36	1.01	3.04	3.44	4.29	2.67	3.1	2.83	0.18
"10/04/04"	2	2.14	3.19	1.13	0.98	1.31	1.42	3.88	2.83	3.13	2.76	4.15	5.83	3.83	3.9	2.98	3.15	3.2	3.95	5.39	8.24	4.93	2.5	1.13	0.21
"10/05/04"	2	1.41	1.27	1.61	1.62	1.35	1.57	3.29	4.21	4	4.61	1.6	2.15	2.32	3.17	2.16	1.44	2.59	3.55	3.21	5.51	5.72	2.53	0.48	0.58
"10/06/04"	2	1.77	1.37	1.3	1.25	1.5	1.73	2.83	3.27	5.08	5.83	5.12	3.66	3.02	3.73	1.38	2.65	2.67	4.62	3.6	5.49	3.42	2.5	0.64	0.37
"10/07/04"	2	1.31	1.15	1.24	1.25	1.06	1.95	3.11	2.33	4.07	6.33	3.91	4.38	3.18	2.03	1.48	1.85	1.91	4.34	3.2	6.84	3.85	3.3	0.4	0.4
"10/08/04"	2	1.78	0.75	1.27	0.45	1.15	1.68	3.3	2.49	3.9	5.83	3.75	3.42	3.49	4.31	2.93	3.09	2.65	3.91	3.11	3.21	3.42	2.9	1.28	1.17
"10/09/04"	2	1.67	0.94	1.22	0.76	0.23	1.48	1.01	2.12	5.63	4.58	1.91	3.9	3.01	4.28	2.46	2.31	4	5.77	3.07	3.13	3.76	2.16	1.04	0.49
"10/10/04"	2	2.05	0.85	0.85	0.81	1.43	0.63	0.2	1.31	0.28	2.73	4.46	1.9	2.8	2.65	1.1	0.02	0.22	2.15	3.1	4.18	1.84	1.81	2.02	0.93
"10/11/04"	2	1.21	0.75	1.37	1.07	1.55	1.12	3.94	3.97	3.3	5.73	4.03	4.69	3.21	2.73	1.47	1.53	2.55	4.92	5.73	6.24	3.76	2.3	0.93	0.42
"10/12/04"	2	1.67	0.93	0.54	1.16	0.94	2.08	4.07	2.37	4.81	3.45	2.49	3.2	3.95	2.76	1.19	1.47	1.48	4.71	4.83	4.8	6.74	4.46	2.19	0.39
"10/13/04"	2	1.25	1.44	1	1.06	1.16	2.41	2.65	3.73	6.03	5.53	3.59	4.47	4.16	3.78	3.69	2.16	1.93	3.51	3.47	3.75	3.24	2.02	1.67	1.02
"10/14/04"	2	2.14	3.69	1.28	0.87	1.92	1.74	2.12	2.87	2	3.1	3.56	2.25	2.09	3.02	1.95	3.04	1.76	4.29	4.37	3.48	4.09	3.13	3.41	1.7
"10/15/04"	2	1.89	1.61	1.68	1.38	1.27	1.89	2.56	2.34	2.34	3.61	3.87	3.33	3.94	4.1	2.03	1.76	2.89	4.58	6.64	4.95	3.39	2.8	2.25	0.21