

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA
VALPARAÍSO - CHILE



**ANÁLISIS COMPARATIVO Y PROPUESTAS DE
MEJORA PARA PLIEGOS TÉCNICOS DE LA
NORMATIVA ELÉCTRICA CHILENA DE BAJA
TENSIÓN**

MARIO LUCHIANO BERTINELLI MANZANO

**MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
ELECTRICISTA**

PROFESOR GUIA:

ESTEBAN GIL SAGÁS

JULIO 2025



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): Memoria o trabajo de título; Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: ANÁLISIS COMPARATIVO Y PROPUESTAS DE MEJORA PARA PLIEGOS TÉCNICOS DE LA NORMATIVA ELÉCTRICA CHILENA DE BAJA TENSIÓN

Nombre del candidato(a): Mario Luchiano Bertinelli Manzano

Carrera / Grado: Ingeniería Eléctrica

Campus: Casa Central Valparaíso ; **Departamento:** Ingeniería Eléctrica

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Esteban Manuel Gil Sagás, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

6 meses; 12 meses; 2 años; 3 años; 5 años; 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 01-07-2025

; Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 01-07-2025

; Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

Agradecimientos

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a mi profesor guía, Dr. Esteban Gil Sagás, por su invaluable orientación, constante apoyo y paciencia a lo largo del desarrollo de esta memoria de titulación. Su dedicación y vasta experiencia han sido pilares fundamentales para la culminación de este trabajo.

La reconocida trayectoria del Profesor Gil en el desarrollo y la mejora de regulaciones eléctricas, tanto a nivel nacional colaborando con entidades como la SEC y la CNE, como en el ámbito internacional a través de su activa participación en la Comisión Electrotécnica Internacional y CIGRÉ, ha sido una profunda fuente de inspiración. Su trabajo en áreas cruciales como la calidad de suministro eléctrico y la compatibilidad electromagnética, plasmado en importantes normativas y guías técnicas, encendió mi interés y me motivó a enfocar esta tesis en el “Análisis Comparativo y Propuestas de Mejora para Pliegos Técnicos de la Normativa Eléctrica Chilena de Baja Tensión”.

Sus acertadas observaciones, profundo conocimiento técnico y visión crítica fueron esenciales para abordar los desafíos de esta investigación y para dar forma a las propuestas aquí presentadas. Agradezco sinceramente su guía, por transmitirme no solo conocimientos específicos, sino también una valiosa apreciación por la rigurosidad metodológica y la trascendental importancia de la normativa en la ingeniería eléctrica moderna.

Adicionalmente, se agradece el respaldo del Centro Avanzado de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (AC3E), y el financiamiento otorgado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile (ANID) a través del proyecto de Financiamiento Basal para Centros Científicos y Tecnológicos de Excelencia con código AFB240002, cuyo apoyo fue indispensable para la realización de esta investigación.

Resumen

Esta memoria de titulación efectúa un análisis comparativo de los Pliegos Técnicos Normativos (RIC) N°02, 04, 05 y 06 de la reglamentación eléctrica chilena, contrastándolos con estándares de Alemania, EE.UU., España, Japón y Reino Unido.

El estudio identifica divergencias clave en la normativa chilena, tales como la falta de una exigencia generalizada de Dispositivos de Detección de Falla de Arco (AFDDs), diferencias en los requisitos de certificación y marcado para tableros (ej. SCCR), un código de colores para conductores no armonizado con el estándar IEC y un enfoque en valores de resistencia para la puesta a tierra en lugar del desempeño integral del sistema de protección.

A partir de estos hallazgos, se formulan recomendaciones concretas para modificar los RIC analizados, buscando robustecer la seguridad, claridad y actualidad de la normativa mediante la incorporación de tecnologías avanzadas y una mejor armonización internacional. Se concluye resaltando la necesidad de una revisión regulatoria continua para responder a la evolución tecnológica y los estándares de seguridad globales.

Abstract

This dissertation presents a comparative analysis of the Chilean low-voltage electrical Technical Regulatory Sheets (RIC) No. 02, 04, 05, and 06 against international standards from Germany, USA, Spain, Japan, and the UK.

The study identifies key divergences in the Chilean regulations, such as the lack of a widespread requirement for Arc Fault Detection Devices (AFDDs), different requirements for panel certification and marking (e.g., SCCR), a conductor color code that is not harmonized with the IEC standard, and a focus on ohmic resistance values for grounding rather than on overall protection system performance.

Based on these findings, concrete recommendations are made to modify the analyzed RICs, aiming to enhance the safety, clarity, and currency of the regulations by incorporating advanced protection technologies and improving international harmonization. The study concludes by highlighting the need for continuous and adaptive regulatory review to respond to technological evolution and global safety standards.

Glosario

A	:	Amperes
BT	:	Baja Tensión
CA	:	Corriente Alterna
CC	:	Corriente Continua
CNE	:	Comisión Nacional de Energía
DFL	:	Decreto con Fuerza de Ley
DL	:	Decreto Ley
DS	:	Decreto Supremo
ECT	:	Esquemas de Conexión a Tierra
IEC	:	Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission)
IEEE	:	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
INN	:	Instituto Nacional de Normalización
IP	:	Grado de Protección (Ingress Protection)
ITC	:	Instrucciones Técnicas Complementarias (del REBT español)
LGSE	:	Ley General de Servicios Eléctricos
MBTP	:	Muy Baja Tensión de Protección (en inglés: PELV - Protective Extra-Low Voltage)
MBTS	:	Muy Baja Tensión de Seguridad (en inglés: SELV - Safety Extra-Low Voltage)
NCh	:	Norma Chilena
NEC	:	National Electrical Code (Código Eléctrico Nacional de EE.UU.)
PELV	:	Protective Extra-Low Voltage

RCD	:	Dispositivo de Corriente Diferencial Residual (Residual Current Device)
RE	:	Resolución Exenta
REBT	:	Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (España)
RIC	:	Pliegos Técnicos Normativos (del Reglamento de Instalaciones de Consumo de Energía Eléctrica, Chile)
SEC	:	Superintendencia de Electricidad y Combustibles
SELV	:	Safety Extra-Low Voltage
V	:	Voltios
AFCI	:	Arc-Fault Circuit Interrupter (Interruptor de Circuito por Falla de Arco)
ADS	:	Automatic Disconnection of Supply (Desconexión Automática del Suministro)
AWG	:	American Wire Gauge
BMS	:	Building Management System (Sistema de Gestión de Edificios)
BSI	:	British Standards Institution (Institución de Estándares Británicos)
CENELEC	:	Comité Europeo de Normalización Electrotécnica
DENAN	:	Ley de Seguridad de Aparatos y Materiales Eléctricos (Japón)
DIN	:	Deutsches Institut für Normung (Instituto Alemán de Normalización)
DKE	:	Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (Comisión Alemana de Tecnologías Eléctricas, Electrónicas y de la Información)
DPS	:	Dispositivo de Protección contra Sobretensiones

ECA	:	Electrical Contractors' Association (Reino Unido)
EEE	:	Equipos Eléctricos y Electrónicos
EGC	:	Equipment Grounding Conductor (Conductor de Puesta a Tierra de Equipos - NEC)
EIEC	:	Energy Efficiency Installation Classification (Clasificación de Instalación de Eficiencia Energética - Alemania)
EPR	:	Ethylene Propylene Rubber (Caucho de Etileno Propileno)
GEC	:	Grounding Electrode Conductor (Conductor del Electrodo de Puesta a Tierra - NEC)
GES	:	Grounding Electrode System (Sistema de Electroodos de Puesta a Tierra - NEC)
GFCI	:	Ground Fault Circuit Interrupter (Interruptor de Circuito por Falla a Tierra - NEC)
GFPE	:	Ground Fault Protection for Equipment (Protección de Equipos contra Fallas a Tierra - NEC)
HD	:	Harmonization Document (Documento de Armonización - CENELEC)
HES	:	Haupt-Erdungsschiene (Barra Principal de Puesta a Tierra - Alemania)
IACS	:	Industrial Automation and Control Systems (Sistemas de Control y Automatización Industrial)
IET	:	Institution of Engineering and Technology (Reino Unido)
IGA	:	Interruptor General Automático (España)
IK	:	Grado de Protección contra Impactos Mecánicos

J-MOSS	:	Japan Marking for Specific Chemical Substances (Marcado Japonés para Sustancias Químicas Específicas)
JISC	:	Japanese Industrial Standards Committee (Comité de Estándares Industriales Japoneses)
JSA	:	Japanese Standards Association (Asociación Japonesa de Estándares)
kcmil	:	Thousand Circular Mils (Unidad de área de conductor en EE.UU.)
KTA	:	Kerntechnischer Ausschuss (Comité de Normas Nucleares - Alemania)
LSZH	:	Low Smoke Zero Halogen (Baja Emisión de Humos Cero Halógenos)
MB	:	Main Bonding (Unión Equipotencial Principal)
NICEIC	:	National Inspection Council for Electrical Installation Contracting (Reino Unido)
NFPA	:	National Fire Protection Association (EE.UU.)
PEL	:	Protective Earth Loop (Bucle de Tierra de Protección)
PEM	:	Protective Earth and Mid-point (Conductor de Protección y Punto Medio)
PEN	:	Protective Earth and Neutral (Conductor de Protección y Neutro)
PE	:	Protective Earth (Conductor de Protección)
PIA	:	Pequeño Interruptor Automático (España)
PSC	:	Power Switchgear and Controlgear (Conjunto de Aparata de Potencia)

PSE Law	:	Product Safety Electrical Appliance & Material Law (Ley de Seguridad de Productos Eléctricos y Materiales - Japón)
PV	:	Fotovoltaico (Photovoltaic)
RCAB	:	Registered Conformity Assessment Body (Organismo de Evaluación de Conformidad Registrado - Japón)
REACH	:	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (Reglamento Europeo de Sustancias Químicas)
RoHS	:	Restriction of Hazardous Substances (Restricción de Sustancias Peligrosas)
SCCR	:	Short-Circuit Current Rating (Capacidad Nominal de Corriente de Cortocircuito)
SPD	:	Surge Protective Device (Dispositivo de Protección contra Sobretensiones)
TAR	:	Technische Anwendungsregeln (Reglas Técnicas de Aplicación - Alemania)
UNE	:	Una Norma Española (Normalización Española)
VDE	:	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informations-technik (Asociación de Tecnologías Eléctricas, Electrónicas y de la Información - Alemania)
WEEE	:	Waste Electrical and Electronic Equipment (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos)
XLPE	:	Cross-linked Polyethylene (Polietileno Reticulado)
METI	:	Ministerio de Economía, Comercio e Industria (Japón)
CCM	:	Centro de Control de Motores

UL	:	Underwriters Laboratories (Organización de certificación de seguridad en EE.UU.)
NEMA	:	National Electrical Manufacturers Association (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de EE.UU.)
PVC	:	Policloruro de Vinilo
THHN	:	Thermoplastic High Heat-resistant Nylon-coated (Designación de cable según NEC)
THWN	:	Thermoplastic Heat and Water-resistant Nylon-coated (Designación de cable según NEC)
XHHW	:	XLPE High Heat-resistant Water-resistant (Designación de cable según NEC)
CPR	:	Construction Products Regulation (Reglamento de Productos de Construcción - Europa)
EMT	:	Electrical Metallic Tubing (Tubería Metálica Eléctrica - NEC)
RMC	:	Rigid Metal Conduit (Conducto Metálico Rígido - NEC)
ELCB	:	Earth Leakage Circuit Breaker (Interruptor de Circuito por Fuga a Tierra)
AFDD	:	Arc Fault Detection Device (Dispositivo de Detección de Fallo de Arco)
MET	:	Main Earthing Terminal (Terminal Principal de Puesta a Tierra - Reino Unido)
SPT	:	Sistema de Puesta a Tierra
DBO	:	Cuadros de Distribución para Obras (según antigua UNE-EN 60439-3)
TTA	:	Tableros de Transferencia Automática

VE	:	Vehículos Eléctricos
MT	:	Media Tensión
ISO	:	Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization)
DCR	:	Dispositivos de Corriente Residual (utilizado en el texto como equivalente a RCD)
ASCE7	:	ASCE/SEI 7 (American Society of Civil Engineers - Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures)
JES	:	Japanese Engineering Standards (Estándares de Ingeniería Japoneses)
MC cable	:	Metal Clad (Tipo de cable con cubierta metálica)
Ohm	:	Ohmios (Unidad de resistencia eléctrica)
UFER	:	Puesta a Tierra Ufer (Electrodo de puesta a tierra embebido en hormigón)
CIGRÉ	:	Consejo Internacional de Grandes Redes Eléctricas
RGR	:	Reglamento de Generación Residencial
Euroclases	:	Clasificación Europea de Reacción al Fuego de Materiales de Construcción
NSEG	:	Normas de Seguridad Eléctrica General
E.n.	:	Electricidad Norma

Índice general

1.. Introducción y Planteamiento de la Investigación	5
A. Justificación y Planteamiento del Problema	5
B. Objetivos de la Investigación	6
B.1. Objetivo Principal	6
B.2. Objetivos Específicos	6
C. Alcance del Estudio	7
D. Estructura del Documento	7
2.. Marco Regulatorio de las Instalaciones Eléctricas de Consumo en Baja Tensión en Chile y Fundamentos para el Análisis de los Pliegos Técnicos RIC N°02, 04, 05 y 06	9
A. Evolución Histórica de la Normativa Eléctrica Chilena para Instalaciones de Baja Tensión	10
B. El Nuevo Marco Normativo: DS N°8 y los Pliegos Técnicos RIC	13
B.1. El Decreto Supremo N°8 y su Arquitectura Regulatoria	13
B.2. Rol de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) en la Normalización Técnica	13
B.3. Fundamentos y Objetivos del Reglamento de Seguridad	13
B.4. Los Pliegos Técnicos Normativos (RIC)	14
C. Dinámica de Actualización de los Pliegos Técnicos RIC	14
D. Presentación y Análisis Detallado de los Pliegos Técnicos Seleccionados	15
D.1. RIC N°02: Tableros Eléctricos – Objetivos, Alcance y Disposiciones Fundamentales	15

D.2. RIC N°04: Conductores, Materiales y Sistemas de Canalización – Objetivos, Alcance y Disposiciones Fundamentales	16
D.3. RIC N°05: Medidas de Protección contra Tensiones Peligrosas y Descargas Eléctricas – Objetivos, Alcance y Disposiciones Fundamentales	18
D.4. RIC N°06: Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial – Objetivos, Alcance y Disposiciones Fundamentales	19
E. Contexto Normativo Actual y Desafíos Persistentes	20
F. Objetivos y Alcance del Análisis Comparativo de la Memoria	20
3.. Marco Normativo Internacional de Referencia y Fundamentos para el Análisis Comparativo de los Pliegos Técnicos RIC N°02, 04, 05 y 06	22
A. Introducción al Análisis Comparativo	22
B. Normativas Eléctricas de Baja Tensión en Países Seleccionados	23
B.1. Alemania (DIN VDE)	23
B.2. Estados Unidos (NEC / NFPA 70)	24
B.3. España (REBT / ITC-BT)	25
B.4. Japón (JIS / METI)	26
B.5. Reino Unido (BS 7671)	27
C. Equivalencias Temáticas entre Pliegos Técnicos Chilenos y Normativas Internacionales	29
D. Tópicos Específicos de Comparación para el Análisis	29
D.1. Tópicos para RIC N°02 (Tableros Eléctricos)	29
D.2. Tópicos para RIC N°04 (Conductores, Materiales y Sistemas de Canalización)	30
D.3. Tópicos para RIC N°05 (Medidas de Protección contra Tensiones Peligrosas y Descargas Eléctricas)	30
D.4. Tópicos para RIC N°06 (Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial)	31

E.	Aspectos Relevantes en Normativas Internacionales para Consideración en Pliegos Chilenos	32
F.	Elementos Adicionales Transversales para el Análisis Comparativo	33
G.	Conclusión del Capítulo	34
4..	Análisis Comparativo de Pliegos Técnicos Chilenos RIC N°02, N°04, N°05 y N°06 frente a Normativas Internacionales	36
A.	Introducción y Metodología del Análisis	36
B.	Análisis del RIC N°02: Tableros Eléctricos	37
B.1.	Breve Descripción del Pliego	37
B.2.	Análisis Comparativo por Tópicos	37
B.3.	Principales Hallazgos y Brechas Identificadas	38
B.4.	Buenas Prácticas Internacionales para Considerar	39
C.	Análisis del RIC N°04: Conductores, Materiales y Sistemas de Canalización	39
C.1.	Breve Descripción del Pliego	39
C.2.	Análisis Comparativo por Tópicos	40
C.3.	Principales Hallazgos y Brechas Identificadas	40
C.4.	Buenas Prácticas Internacionales para Considerar	41
D.	Análisis del RIC N°05: Medidas de Protección contra Tensiones Peligrosas y Descargas Eléctricas	41
D.1.	Breve Descripción del Pliego	41
D.2.	Análisis Comparativo por Tópicos	42
D.3.	Principales Hallazgos y Brechas Identificadas	42
D.4.	Buenas Prácticas Internacionales para Considerar	42
E.	Análisis del RIC N°06: Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial	43
E.1.	Breve Descripción del Pliego	43
E.2.	Análisis Comparativo por Tópicos	43
E.3.	Principales Hallazgos y Brechas Identificadas	43

E.4. Buenas Prácticas Internacionales para Considerar	44
F. Síntesis y Conclusiones del Capítulo	45
5.. Optimización de la Normativa Eléctrica Chilena de Baja Tensión	
Análisis y Recomendaciones para los RIC N°02, 04, 05 y 06	46
A. Introducción, Metodología y Estructura del Capítulo	46
B. Revisión de Congruencia entre los 19 Pliegos Técnicos RIC con Im-	
pacto en RIC N°02, 04, 05 y 06	47
C. Revisión de Coherencia y Cohesión Interna en RIC N°02, 04, 05 y 06	50
D. Recomendaciones de Incorporación, Retiro o Modificación en los Plie-	
gos RIC N°02, 04, 05 y 06	53
D.1. Recomendaciones para RIC N°02 (Tableros Eléctricos)	53
D.2. Recomendaciones para RIC N°04 (Conductores y Canaliza-	
ciones)	55
D.3. Recomendaciones para RIC N°05 (Medidas de Protección con-	
tra Tensiones Peligrosas)	57
D.4. Recomendaciones para RIC N°06 (Puesta a Tierra y Enlace	
Equipotencial)	58
E. Conclusiones Finales y Perspectivas	60
Bibliografía	62
Apéndice	
A. Resumen Ejecutivo	73
B. Recomendaciones RIC N°2	82
C. Recomendaciones RIC N°4	92
D. Recomendaciones RIC N°5	104
E. Recomendaciones RIC N°6	109
F. Anexos	120

1. INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

A. *Justificación y Planteamiento del Problema*

La seguridad y eficiencia de las instalaciones eléctricas de baja tensión constituyen pilares esenciales para el desarrollo tecnológico y el bienestar de la sociedad. En Chile, la regulación de estas instalaciones experimentó una modernización significativa con la promulgación de los nuevos Pliegos Técnicos Normativos (RIC) por parte de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) [1, 2], que entraron en vigor en 2021 para reemplazar a la antigua Norma NCh Elec. 4/2003 [18].

Esta actualización normativa representa un avance considerable, al estructurar los requisitos en documentos específicos que abordan no solo la instalación, sino también la operación, el mantenimiento y la inspección de las instalaciones eléctricas [1]. Sin embargo, la constante evolución tecnológica, la globalización de los mercados y la búsqueda de estándares de seguridad cada vez más elevados hacen imperativo un proceso de revisión y mejora continua [3].

En este contexto, la comparación de la normativa nacional con la de países referentes en ingeniería y seguridad eléctrica, así como con estándares internacionales, emerge como una herramienta fundamental para identificar oportunidades de optimización. Este enfoque permite asegurar que Chile se mantenga a la vanguardia, fortaleciendo la seguridad de las instalaciones y de las personas.

La presente memoria de titulación aborda este desafío, enfocándose en un análisis comparativo entre pliegos técnicos chilenos seleccionados y la normativa vigente en Alemania (VDE) [20], Estados Unidos (NEC) [21], España (REBT) [22], Japón (JIS) [23] y Reino Unido (BS 7671) [24], complementado con la IEC y la IEEE. El fin último es formular propuestas de mejora concretas y fundamentadas que puedan ser consideradas en futuras actualizaciones de la regulación eléctrica chilena.

B. Objetivos de la Investigación

Para guiar este estudio, se han definido un objetivo principal y cinco objetivos específicos que estructuran el desarrollo del trabajo.

B.1. Objetivo Principal

Proponer mejoras a los Pliegos Técnicos RIC N°02, 04, 05 y 06 mediante un análisis comparativo con normativas y estándares internacionales (Alemania, EE.UU., España, Japón, Reino Unido, IEC, IEEE) para optimizar la seguridad y aplicabilidad de la regulación chilena.

B.2. Objetivos Específicos

- Analizar los requisitos técnicos y de seguridad para instalaciones eléctricas de baja tensión establecidos en los Pliegos Técnicos RIC N° 02, 04, 05 y 06.
- Identificar los aspectos equivalentes de las normativas de baja tensión vigentes en Alemania, Estados Unidos, España, Japón y Reino Unido, así como los estándares equivalentes de la IEC e IEEE.
- Formular propuestas concretas de modificación o incorporación para los Pliegos RIC N°02, 04, 05 y 06, basadas en las buenas prácticas y exigencias identificadas en el análisis comparativo.

- Justificar técnicamente la pertinencia y los beneficios potenciales de cada propuesta de mejora en términos de seguridad, eficiencia y aplicabilidad en el contexto chileno.

C. Alcance del Estudio

Para asegurar una mayor profundidad en el análisis, el alcance de esta investigación ha sido delimitado de la siguiente manera:

- **Ámbito de Aplicación:** El estudio se centrará exclusivamente en las instalaciones eléctricas de consumo en baja tensión.
- **Normativa Chilena:** El análisis comparativo se delimitará a los Pliegos Técnicos RIC N°02, N°04, N°05 y N°06. Estos fueron seleccionados por su impacto directo en la seguridad y el diseño fundamental de las instalaciones.
- **Normativas Internacionales:** La comparación se realizará con las normativas equivalentes de Alemania, Estados Unidos, España, Japón y Reino Unido, complementando con estándares pertinentes de IEC e IEEE.
- **Exclusiones:** No se abordarán otros Pliegos Técnicos RIC, normativas de otros países, ni aspectos puramente económicos o administrativos asociados a la regulación.

D. Estructura del Documento

La presente memoria se ha organizado en cinco capítulos principales, diseñados para guiar al lector desde el contexto regulatorio hasta las recomendaciones finales.

- **Capítulo 1 - Introducción y Planteamiento de la Investigación:** Este capítulo inicial presenta la justificación, los objetivos y el alcance del estudio, además de describir la estructura general del documento.

- **Capítulo 2 - Marco Regulatorio en Chile:** Se establece el contexto normativo que rige las instalaciones de baja tensión en Chile, detallando la evolución histórica y la arquitectura del reglamento actual (DS N°8 y los RIC) [1, 2]. Se realiza un análisis detallado de los cuatro pliegos seleccionados (RIC N°02, 04, 05 y 06).
- **Capítulo 3 - Marco Normativo Internacional de Referencia:** Se describen los marcos normativos de baja tensión de los cinco países seleccionados y se establecen las equivalencias temáticas con los pliegos chilenos. Se definen los tópicos técnicos específicos que guiarán el análisis comparativo.
- **Capítulo 4 - Análisis Comparativo de Pliegos Técnicos:** Corresponde al núcleo de la investigación. En este capítulo se realiza la comparación detallada entre los RIC chilenos y las normativas internacionales, identificando sistemáticamente divergencias, omisiones y buenas prácticas en cada uno de los ejes temáticos definidos.
- **Capítulo 5 - Optimización de la Normativa Eléctrica Chilena:** Se consolidan los hallazgos del análisis y se presentan recomendaciones concretas de incorporación, modificación o retiro para los Pliegos Técnicos N°02, 04, 05 y 06. Las propuestas están técnicamente fundamentadas y buscan mejorar la seguridad, claridad y actualidad de la normativa nacional.

Finalmente, el documento incluye la **Bibliografía** consultada y los **Anexos** con información complementaria.

2. MARCO REGULATORIO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE CONSUMO EN BAJA TENSIÓN EN CHILE Y FUNDAMENTOS PARA EL ANÁLISIS DE LOS PLIEGOS TÉCNICOS RIC N°02, 04, 05 Y 06

Este capítulo introductorio establece el contexto y el marco regulatorio que rigen las instalaciones eléctricas de consumo en Baja Tensión (BT) en Chile. Se enfoca en la transformación reglamentaria materializada en el Reglamento de Seguridad de las Instalaciones de Consumo de Energía Eléctrica - Decreto Supremo (DS) N°8 del Ministerio de Energía [1] y los Pliegos Técnicos Normativos (RIC) asociados [2], que reemplazaron a la Norma Chilena (NCh) Eléctrica NCh Elec 4/2003 [18]. Esta modernización responde a la necesidad de adaptar la regulación a los avances tecnológicos, los nuevos desafíos en seguridad y eficiencia energética, y la integración de tecnologías emergentes como la electromovilidad y la generación distribuida.

El sector eléctrico chileno, en su segmento de BT, es fundamental para el desarrollo cotidiano de la sociedad y la economía. La seguridad de las personas y los bienes, así como la continuidad y calidad del suministro eléctrico en estas instalaciones, son preocupaciones primordiales. La Ley General de Servicios Eléctricos (LGSE), actualmente contenida en el Decreto con Fuerza de Ley (DFL) N°4/20018 de 2006 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, constituye el pilar legal superior que, a través de lo dispuesto en sus artículos 2° (numeral 6), 10° y 139°, establece la obligatoriedad de contar con reglamentos de seguridad.

La relevancia del nuevo marco regulatorio (DS N°8 [1] y RIC [2]) es trascendental, ya que no solo actualiza los requisitos técnicos, sino que también representa un cambio de paradigma. La transición de una norma única a un reglamento marco complementado por diecinueve RIC específicos introduce mayor granularidad y detalle técnico, lo que facilita futuras actualizaciones, pero también exige un esfuerzo de comprensión e interpretación coordinada.

Este capítulo sentará las bases para el análisis comparativo detallado que se desarrollará en los capítulos subsecuentes, centrado en los RIC N°02 (Tableros Eléctricos), N°04 (Conductores, Materiales y Sistemas de Canalización), N°05 (Medidas de Protección contra Tensiones Peligrosas y Descargas Eléctricas) y N°06 (Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial), todos parte de la Resolución Exenta N°33.877 [2]. Se busca con ello proporcionar una comprensión profunda del impacto y la articulación de esta nueva regulación, pilar fundamental para la seguridad, la modernización tecnológica y la sostenibilidad del sector eléctrico de consumo en Chile.

El capítulo se organiza de la siguiente manera: se presenta una reseña de la evolución histórica de la normativa eléctrica chilena para BT; se describe el nuevo marco normativo, incluyendo el rol de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) y los fundamentos del reglamento; se aborda la dinámica de actualización de los RIC; se detallan los cuatro pliegos técnicos foco de esta memoria; se analiza el contexto normativo actual y sus desafíos; y finalmente, se exponen los objetivos y el alcance del análisis comparativo.

A. Evolución Histórica de la Normativa Eléctrica Chilena para Instalaciones de Baja Tensión

La regulación de las instalaciones eléctricas en Chile ha experimentado una significativa evolución, adaptándose a los avances tecnológicos, las demandas energéticas

y la necesidad de mejorar los estándares de seguridad.

Albores de la Reglamentación (Fines del Siglo XIX - 1930)

La introducción de la electricidad generó la necesidad de un marco regulatorio. Un hito fue la creación de la Inspección Técnica de Empresas y Servicios Eléctricos en 1904 (antecesora de la SEC). El Decreto Ley (DL) N°252 de 1925 [5] fue un primer intento de Ley General de Servicios Eléctricos.

Consolidación y Desarrollo Normativo (1931 - Década de 1970)

El DFL N°244 de 1931 [6], segunda LGSE, otorgó mayor poder regulador al Estado. El Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes (DS N°4188 de 1955) [8] fue crucial, definiendo instalaciones de BT e introduciendo disposiciones de seguridad. Se considera que fue la base para la posterior norma NSEG 5 E.n. 71. La Norma NSEG 5 E.n. 71 Electricidad. Instalaciones eléctricas de corrientes fuertes [11], oficializada en 1971 por la Resolución Exenta N°692 [12], actualizó requisitos. Creación del Instituto Nacional de Normalización (INN) en 1973 y la Comisión Nacional de Energía (CNE) por el DL N°2.224 de 1978 [13].

Hacia la Modernización y Estandarización Detallada (Década de 1980 - 1990)

La década de 1980 marcó un período de profunda modernización para el sector eléctrico. El proceso fue impulsado por el DFL N°1 de 1982 [14], la cuarta Ley General de Servicios Eléctricos, que sentó las bases para su reestructuración. Como parte de este nuevo marco, se desarrolló la NCh Elec 4/84 [15], "Electricidad. Instalaciones interiores en baja tensión", la cual fue la primera norma técnica dedicada exclusivamente a este ámbito y se oficializó mediante el DS N°91 de 1984 [16]. Este avance normativo se complementó en 1985 con la creación de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) a través de la Ley N°18.410 [17], organismo que consolidó la labor de fiscalización en el país.

*La Normativa Eléctrica en el Siglo XXI: NCh 4/2003 y la Transición al Nuevo
Reglamento*

La NCh Elec 4/2003 Electricidad. Instalaciones de consumo en baja tensión [18], aprobada por DS N°115/2004 [19], reemplazó a la NCh 4/84 [15], modernizando requisitos. Estuvo vigente casi dos décadas. La obsolescencia de la NCh 4/2003 [18] frente a la evolución tecnológica y la necesidad de una estructura normativa más ágil motivó la transición hacia el actual DS N°8 [1] y los RIC [2].

A continuación, se presenta una tabla resumen de los hitos clave:

Tab. A.1: Hitos Clave en la Evolución de la Normativa Eléctrica de Baja Tensión en Chile

Año/Periodo	Regulación Clave	Breve Descripción de su Significado/Principales Cambios
1904	Creación Inspección Técnica de Empresas y Servicios Eléctricos	Primer organismo fiscalizador del sector eléctrico.
1925	DL N°252 [5]	Primera regulación de las condiciones para el establecimiento del servicio eléctrico.
1931	DFL N°244 (LGSE) [6]	Establece un marco legal comprensivo para los servicios eléctricos.
1955	DS N°4188 (Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes) [8]	Fija normas técnicas detalladas para la ejecución y seguridad de instalaciones de corrientes fuertes.
1971	NSEG 5 E.n. 71 (Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes) [11]	Actualiza y detalla requisitos técnicos, oficializada por RE N°692/1971 [12].
1982	DFL N°1 (LGSE) [14]	Establece marco para reestructuración del sector.
1984	NCh Elec 4/84 (Instalaciones interiores en BT) [15]	Primera norma chilena específica para instalaciones de BT bajo el alero de la SEC, oficializada por DS N°91/1984 [16].
1985	Ley N°18.410 (Creación de la SEC) [17]	Establece la SEC como autoridad normativa y fiscalizadora.
2003/2004	NCh Elec 4/2003 (Instalaciones de consumo en BT) [18]	Reemplaza la NCh 4/84 [15], aprobada por DS N°115/2004 [19]. Vigente por casi 18 años.
2019/2021	DS N°8 [1] y Pliegos Técnicos Normativos (RIC) [2]	Nuevo marco regulatorio que reemplaza la NCh 4/2003 [18]. Establece un reglamento general (DS N°8) y normas técnicas específicas (RIC) para modernizar la regulación.

Fuente: Elaboración propia.

B. El Nuevo Marco Normativo: DS N°8 y los Pliegos Técnicos RIC

B.1. El Decreto Supremo N°8 y su Arquitectura Regulatoria

El actual marco normativo está definido por el DS N°8 del Ministerio de Energía, promulgado en 2019 y publicado en 2020 [1]. Este decreto aprueba el Reglamento de Seguridad de las Instalaciones de Consumo de Energía Eléctrica y establece las exigencias para el ciclo de vida de dichas instalaciones. Introduce una arquitectura regulatoria dual: un reglamento marco (DS N°8) y un conjunto de diecinueve RIC específicos.

B.2. Rol de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) en la Normalización Técnica

La SEC desempeña un rol central como organismo fiscalizador y normativo. Una de sus facultades es la dictación y actualización de los RIC [2]. Este proceso fomenta la participación de actores relevantes del sector (industria, academia, gremios) mediante consultas públicas, buscando asegurar normativas técnicamente sólidas y prácticas. La SEC actúa no solo verificando el cumplimiento, sino también como agente proactivo en la mejora continua de los estándares.

B.3. Fundamentos y Objetivos del Reglamento de Seguridad

Los RIC son una componente integral del Reglamento de Seguridad de las Instalaciones de Consumo de Energía Eléctrica (sustentado en el DS N°8 [1]). Sus objetivos fundamentales son: fijar condiciones mínimas de seguridad para salvaguardar personas y bienes; asegurar el normal y correcto funcionamiento de las instalaciones; y evitar perturbaciones a otras instalaciones o servicios. La estructura jerárquica (LGSE → DS N°8 [1] → RIC [2]) facilita un desglose progresivo de las exigencias.

B.4. Los Pliegos Técnicos Normativos (RIC)

Los RIC fueron dictados por la SEC mediante la Resolución Exenta N°33.877 [2] y entraron en vigor en 2021. Esta estructura modular combina la estabilidad de un DS con la flexibilidad de los pliegos, permitiendo actualizaciones ágiles. Los RIC detallan exigencias para una amplia gama de materias, como se muestra en la Tabla B.2.

Tab. B.2: Resumen de Pliegos Técnicos Normativos RIC (Según RE N°33.877/2020 [2] y actualizaciones)

Número RIC	Título del Pliego Técnico Normativo
RIC N°01	Empalmes
RIC N°02	Tableros Eléctricos
RIC N°03	Alimentadores y Demanda de una Instalación
RIC N°04	Conductores, Materiales y Sistemas de Canalización
RIC N°05	Medidas de Protección contra Tensiones Peligrosas y Descargas Eléctricas
RIC N°06	Puestas a Tierra y Enlace Equipotencial
RIC N°07	Instalaciones de Equipos
RIC N°08	Sistemas de Emergencia
RIC N°09	Sistemas de Autogeneración
RIC N°10	Instalaciones de Uso General
RIC N°11	Instalaciones Especiales
RIC N°12	Instalaciones en Ambientes Explosivos
RIC N°13	Subestaciones y Salas Eléctricas
RIC N°14	Exigencias de Eficiencia Energética para Edificios
RIC N°15	Infraestructura para la Recarga de Vehículos Eléctricos (versión actualizada)
RIC N°16	Subsistemas de Distribución
RIC N°17	Operación y Mantenimiento
RIC N°18	Presentación de Proyectos
RIC N°19	Puesta en Servicio

Fuente: Basado en DS N°8 [1] y RE N°33.877 [2].

C. Dinámica de Actualización de los Pliegos Técnicos RIC

Los RIC son instrumentos dinámicos, sujetos a revisión y actualización periódica para mantenerse al día con avances tecnológicos, nuevas problemáticas de seguridad,

lecciones aprendidas y armonización internacional. La SEC ha demostrado esta naturaleza evolutiva, por ejemplo, con la actualización del RIC N°15 (recarga de vehículos eléctricos) y el inicio de procesos formales para actualizar otros pliegos [3], incluyendo la recepción de sugerencias del sector.

El proceso de actualización, aunque indispensable, plantea desafíos de implementación. La industria y los profesionales necesitan tiempo para adaptarse. Por ello, la entrada en vigor de pliegos actualizados suele acompañarse de disposiciones transitorias. Por ejemplo, el RIC N°02 (referenciado en [2]) incluye un Artículo Transitorio que establece la exigibilidad para instalaciones declaradas post entrada en vigencia del pliego, con excepciones para obras con permiso de construcción previo. Estas cláusulas son fundamentales para una implementación ordenada.

D. Presentación y Análisis Detallado de los Pliegos Técnicos Seleccionados

Esta memoria se centrará en el análisis comparativo de cuatro RIC fundamentales, todos ellos parte de la Resolución Exenta N°33.877 [2]:

D.1. RIC N°02: Tableros Eléctricos – Objetivos, Alcance y Disposiciones Fundamentales

El RIC N°02 establece los requisitos de seguridad para los tableros eléctricos en instalaciones de consumo. Su alcance aplica a todos los tipos de tableros. Disposiciones fundamentales:

- **Terminología y Clasificación:** Define términos y clasifica tableros (Generales, de comando, etc.).
- **Identificación y Rotulado:** Exige información estampada visible e indeleble, e información adherida específica.

- **Especificaciones de Construcción:** Requisitos para envoltentes, tapas (resistencia mecánica, eléctrica, térmica), montaje de componentes, protección contra corrosión y condiciones para materiales no metálicos.
- **Distancias de Aislamiento:** Establece distancias mínimas entre partes desnudas energizadas ([Tabla N°2.2](#) del pliego).
- **Material Eléctrico y Cableado:** Restricciones sobre cableado directo. Para tableros ≥ 100 Amperes (A), se requieren instrumentos de medida.
- **Protecciones:** Máximo de 25 circuitos por protección general; protección de cabecera omnipolar (con excepciones).
- **Tableros Móviles:** Requisitos particulares (señalética, pulsador de emergencia).
- **Verificaciones y Ensayos:** Obligatorias para tableros > 100 A. Entre 100 A y 1500 A, según [Anexo 2.3](#) del RIC N°02. Sobre 1500 A, según normas IEC 61439-1, IEC 61439-2 e IEC 61439-5

La referencia a la serie IEC 61439 para tableros de gran capacidad indica una adopción de estándares internacionales, elevando el estándar técnico y subrayando la necesidad de competencias en estas normas.

D.2. RIC N°04: Conductores, Materiales y Sistemas de Canalización – Objetivos, Alcance y Disposiciones Fundamentales

El RIC N°04 establece requisitos de seguridad para conductores, materiales asociados y sistemas de canalización. Disposiciones fundamentales:

- **Conductores:**
 - Material: Cobre (con excepciones).
 - Secciones Mínimas: 1,5 mm² (iluminación), 2,5 mm² (enchufes, mixtos, subalimentadores hasta cierto punto), 4,0 mm² (alimentadores).

- Dimensionamiento del Neutro: En circuitos con armónicas, sección del neutro $\geq 1,5$ veces la de fase, salvo uso de filtros.
- Aislamiento: Retardantes a la llama, autoextinguibles. En lugares de reunión de personas: no propagadores de incendio, baja emisión de humos, libres de halógenos, baja toxicidad. Tipos y condiciones de uso (Tabla 4.2 RIC N°04).
- Ampacidad: Tablas de capacidad de transporte (N°4.3, N°4.4) y factores de corrección.
- Identificación y Marcaje: Código de colores (Fase 1: Azul, Fase 2: Negro, Fase 3: Rojo, Neutro: Blanco, Protección: Verde o Verde/Amarillo) y marcaje indeleble.

■ **Sistemas de Canalización:**

- Tipos Permitidos: Ductos, bandejas, escalerillas, molduras, etc.
- Materiales: Retardantes a la llama, autoextinguibles, resistentes a condiciones ambientales. En lugares de reunión de personas, mismas características especiales que aislantes.
- Reglas de Instalación: Continuidad, accesibilidad, radios de curvatura, separación, fijación, ocupación máxima, protección mecánica y corrosión.

- **Uniones y Derivaciones:** En cajas apropiadas, garantizando continuidad eléctrica e integridad mecánica.

El énfasis en características ante el fuego para lugares de reunión de personas demuestra una visión holística de la seguridad, alineada con tendencias internacionales.

D.3. RIC N°05: Medidas de Protección contra Tensiones Peligrosas y Descargas Eléctricas – Objetivos, Alcance y Disposiciones Fundamentales

El RIC N°05 establece medidas de protección para prevenir riesgos de tensiones peligrosas y descargas eléctricas. Disposiciones fundamentales:

- **Definiciones:** Tensiones peligrosas y seguras (generalmente 50 V en seco, 24 V en húmedo).
- **Esquemas de Conexión a Tierra (ECT):** Describe TN (TN-S, TN-C, TN-C-S), TT, IT. Instalaciones desde redes públicas BT deben ser TT. Para instalaciones en general: TN-S, TT o IT; TN-C y TN-C-S restringidos.
- **Medidas de Protección Contra Contactos Directos (Protección Básica):** Aislamiento, barreras/envolventes (IP2X/IPXXB), obstáculos, alejamiento.
- **Medidas de Protección Contra Contactos Indirectos (Protección en Caso de Fallo):**
 - Sistemas Clase A (intrínsecamente seguros): Transformadores de aislamiento, Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS o SELV) o Muy Baja Tensión de Protección (MBTP o PELV), equipos Clase II, conexiones equipotenciales, locales no conductores.
 - Sistemas Clase B (corte automático): Puesta a tierra de masas + dispositivo de corte. Condiciones $Z_s \cdot I_a \leq U_L$ (TN) y $R_A \cdot I_a \leq U_L$ (TT).
- **Dispositivos de Corriente Diferencial Residual (RCDs):** Protección complementaria (directos, $\leq 30\text{mA}$) y principal (indirectos en TT, TN-S). Tipos A y B según cargas.

La rigurosidad se manifiesta en criterios cuantitativos ($Z_s \cdot I_a \leq U_L$, $R_A \cdot I_a \leq U_L$) que exigen cálculo y verificación, alineándose con prácticas de ingeniería de normativas como la serie IEC 60364 (ver por ejemplo [41], [50]).

D.4. RIC N°06: Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial – Objetivos, Alcance y Disposiciones Fundamentales

El RIC N°06 establece requisitos para sistemas de puesta a tierra y enlace equipotencial. Disposiciones fundamentales:

- **Objetivos de la Puesta a Tierra:** Garantizar seguridad, mantener tensiones de contacto/paso tolerables, permitir actuación eficaz de protecciones.
- **Valor de Resistencia de Puesta a Tierra de Protección:** Tal que tensiones de contacto no superen límites seguros del RIC N°05.
- **Conductores de Puesta a Tierra y de Protección:** Sección según anexo 6.7. Sin fusibles ni desconexiones. Protegidos contra deterioro. Uniones resistentes a corrosión.
- **Electrodos de Puesta a Tierra:** Materiales (cobre, acero galvanizado), dimensiones mínimas (ej. 25mm² Cu desnudo clase 2 según IEC 60228), profundidad mínima (ej. 0,5 m mallas). Selección según suelo y parámetros eléctricos.
- **Medición y Comprobación:** Justificación, medición y comprobación por instalador.
- **Prohibiciones Específicas:** No usar cañerías de agua, gas, etc., como conductores de protección o equipotencialidad.

La prohibición de usar cañerías de servicios como parte del sistema de puesta a tierra es una medida de seguridad crucial, asegurando un sistema dedicado y fiable.

E. Contexto Normativo Actual y Desafíos Persistentes

La promulgación del DS N°8 [1] y los RIC [2] es una modernización crucial, pero enfrenta desafíos continuos:

- **Adaptación Tecnológica:** La rápida evolución (renovables distribuidas, redes inteligentes, electromovilidad) exige revisión constante. La integración sistémica y nuevas soluciones como almacenamiento (abordado en parte por la Instrucción Técnica RGR N°06/2024) requieren vigilancia.
- **Complejidad, Claridad e Interpretación:** Múltiples pliegos pueden generar desafíos. Las consultas a la SEC indican la necesidad de clarificaciones.
- **Alineación con Estándares Internacionales:** Mantener la normativa actualizada con IEC, IEEE etc., es crucial.
- **Fiscalización, Aplicación y Capacitación:** La efectividad depende de la fiscalización (SEC) y correcta aplicación. La capacitación continua es indispensable.
- **Desafíos Emergentes:** Ciberseguridad, gestión de datos de medidores inteligentes.

Estos desafíos justifican análisis comparativos para identificar mejoras y fortalecer la normativa.

F. Objetivos y Alcance del Análisis Comparativo de la Memoria

El análisis comparativo en esta memoria tiene como objetivo general evaluar en profundidad los RIC N°02, 04, 05 y 06 (contenidos en [2]). Específicamente, se busca examinar:

- Claridad, Precisión y Comprensibilidad.
- Completitud y Cobertura.

- Alineación con Estándares Internacionales.
- Adaptabilidad a Nuevas Tecnologías.
- Coherencia Interna y Externa.

Se utilizarán como criterios de comparación normativas de Alemania (DIN VDE [20]), Estados Unidos (NEC [21]), España (REBT [22]), y potencialmente Japón (JIS [23]) o Reino Unido (BS 7671 [24]). Se tomarán como referencia los estándares IEC e IEEE. El detalle de esta comparación y las recomendaciones se desarrollarán en capítulos posteriores.

3. MARCO NORMATIVO INTERNACIONAL DE REFERENCIA Y FUNDAMENTOS PARA EL ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PLIEGOS TÉCNICOS RIC N°02, 04, 05 Y 06

A. Introducción al Análisis Comparativo

Este capítulo establece el contexto para un análisis comparativo entre los específicos Pliegos Técnicos Normativos (RIC) chilenos y sus contrapartes internacionales. El foco se centra en cuatro RIC fundamentales para la seguridad y correcta ejecución de las instalaciones de Baja Tensión (BT) en Chile, dictados bajo el Decreto Supremo (DS) N°8 [1] y la Resolución Exenta N°33.877 [2]:

- RIC N°02: Tableros Eléctricos.
- RIC N°04: Conductores, Materiales y Sistemas de Canalización.
- RIC N°05: Medidas de Protección contra Tensiones Peligrosas y Descargas Eléctricas.
- RIC N°06: Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial.

El propósito de este capítulo es sentar las bases para la comparación detallada que se desarrollará en un capítulo posterior, contrastando los mencionados RIC chilenos con las normativas equivalentes de baja tensión de cinco países seleccionados: Alemania, Estados Unidos, España, Japón y Reino Unido. La elección de estos países responde a su liderazgo en estándares eléctricos, su influencia en normativas internacionales como las de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), y sus enfoques regulatorios distintivos.

Para ello, este capítulo se estructurará de la siguiente manera:

1. Se describirán los marcos normativos de BT de cada país seleccionado, identificando los documentos clave relacionados con los RIC N°02, 04, 05 y 06.
2. Se establecerán formalmente las equivalencias temáticas entre los pliegos chilenos y las normativas internacionales.
3. Se definirán los tópicos técnicos específicos que serán objeto de comparación.
4. Se identificarán aspectos relevantes de las regulaciones internacionales que podrían informar futuras actualizaciones o enriquecer la interpretación de los RIC chilenos bajo estudio.

Este enfoque permitirá establecer un marco de referencia claro para la evaluación comparativa subsiguiente.

B. Normativas Eléctricas de Baja Tensión en Países Seleccionados

Esta sección presenta una visión general de los marcos normativos que regulan las instalaciones eléctricas de BT en Alemania, Estados Unidos, España, Japón y el Reino Unido, con énfasis en los documentos pertinentes a los RIC N°02, 04, 05 y 06.

B.1. Alemania (DIN VDE)

El marco normativo eléctrico en Alemania se basa en las normas DIN VDE, desarrolladas por la Comisión Alemana de Tecnologías Eléctricas, Electrónicas y de la Información (DKE), una organización conjunta del Instituto Alemán de Normalización (DIN) y la Asociación de Tecnologías Eléctricas, Electrónicas y de la Información (VDE). Estas normas están fuertemente alineadas con las normas IEC y las europeas CENELEC.

Documentos clave dentro del sistema DIN VDE [20], equivalentes en alcance a los RICs chilenos bajo estudio:

- **Serie DIN VDE 0100 (Instalación de sistemas de baja tensión):** Basada en la serie IEC 60364.
 - *DIN VDE 0100-410 (Protección contra choque eléctrico):* Corresponde al RIC N°05. Basada en IEC 60364-4-41 (ver, por ejemplo, [41] o [50] para adopciones de esta parte IEC).
 - *DIN VDE 0100-540 (Puesta a tierra, conductores de protección y conductores de equipotencialidad):* Corresponde al RIC N°06. Basada en IEC 60364-5-54 (ver, por ejemplo, [55] o [59]).
 - *DIN VDE 0100-520 (Selección y montaje de sistemas de cableado):* Relevante para RIC N°04. Basada en IEC 60364-5-52 (ver, por ejemplo, [32] o [39]).

- **Serie DIN VDE 0660-600 (Conjuntos de aparata de baja tensión):** Corresponde al RIC N°02. Basada en la serie IEC 61439 (ver también [25]). Partes relevantes incluyen DIN EN IEC 61439-1 (reglas generales) y DIN EN IEC 61439-2 (conjuntos de potencia).

- **DIN VDE 0298-4 (Aplicación de cables y conductores aislados en instalaciones de potencia):** Corresponde al RIC N°04, especialmente para ampacidad [31].

La armonización con IEC facilita la comparación, aunque pueden existir desviaciones nacionales.

B.2. Estados Unidos (NEC / NFPA 70)

El National Electrical Code (NEC), o NFPA 70 [21], publicado por la National Fire Protection Association (NFPA), es el estándar predominante en EE.UU. Se actualiza cada tres años. Su estructura y enfoque prescriptivo difieren de las normas basadas en IEC.

Artículos clave del NEC [21] correspondientes a los RICs en estudio:

- **Artículo 409 (Paneles de Control Industrial):** Corresponde al RIC N°02 [26]. Cubre requisitos de conductores internos, protección contra sobrecorriente, SCCR, desconexión, equipotencialidad, etc. A menudo referencia UL 508A.
- **Artículo 310 (Conductores para Cableado General):** Corresponde parcialmente al RIC N°04 [33]. Establece requisitos para materiales, aislamiento, ampacidad (Tabla 310.16) y factores de corrección.
- **Capítulo 3 (Métodos y Materiales de Alambrado):** Complementa al Artículo 310 para el RIC N°04 [34].
- **Artículo 240 (Protección contra Sobrecorriente):** Corresponde parcialmente al RIC N°05 [43]. Cubre protección de conductores y equipos contra sobrecargas y cortocircuitos.
- **Artículo 250 (Puesta a Tierra y Conexión Equipotencial):** Corresponde al RIC N°06 y parcialmente al RIC N°05 [56] (ver también [44]). Cubre requisitos para EGCs, GECs, GES, y equipotencialidad.
- **Artículo 210.8 (Protección de personal mediante GFCI):** Relevante para RIC N°05 [45].
- **Artículo 210.12 (Protección mediante AFCI):** Relevante para RIC N°05 [46].

El enfoque prescriptivo del NEC y su énfasis en la clasificación SCCR son diferencias clave respecto a enfoques basados en IEC.

B.3. España (REBT / ITC-BT)

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) [22], aprobado por Real Decreto 842/2002, es la normativa principal en España. Se estructura en un articulado general y 52 Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT).

ITCs clave correspondientes a los RICs en estudio:

- **ITC-BT-17 (Instalaciones de enlace. Dispositivos generales e individuales de mando y protección):** Corresponde al RIC N°02 [27]. Cubre cuadros generales de mando y protección.
- **ITC-BT-19 (Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales):** Corresponde parcialmente al RIC N°04 [35]. Cubre conductores, secciones mínimas, caídas de tensión, identificación.
- **ITC-BT-20 (Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación):** Corresponde parcialmente al RIC N°04 [36]. Describe sistemas de canalización.
- **ITC-BT-21 (Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectores):** Corresponde parcialmente al RIC N°04 [37].
- **ITC-BT-22 (Protección contra sobreintensidades):** Corresponde parcialmente al RIC N°05 [47].
- **ITC-BT-23 (Protección contra sobretensiones):** Corresponde parcialmente al RIC N°05 [48].
- **ITC-BT-24 (Protección contra los contactos directos e indirectos):** Corresponde al RIC N°05 [49].
- **ITC-BT-18 (Instalaciones de puesta a tierra):** Corresponde al RIC N°06 [57].
- **ITC-BT-26 (Instalaciones interiores en viviendas. Número de circuitos y características):** Relevante para puesta a tierra y otros aspectos en viviendas [58].

El REBT está fuertemente influenciado por las normas CENELEC y, por ende, IEC.

B.4. Japón (JIS / METI)

La regulación en Japón implica la Ley de Seguridad de Aparatos y Materiales Eléctricos (DENAN o PSE Law), administrada por el Ministerio de Economía, Comercio

e Industria (METI) [23], y los Estándares Industriales Japoneses (JIS).

Documentos y series clave:

- **Serie JIS C 60364 (Instalaciones eléctricas de baja tensión):** Adopta la IEC 60364.
 - *JIS C 60364-4-41 (Protección contra choque eléctrico):* Corresponde al RIC N°05 [50].
 - *JIS C 60364-5-54 (Puesta a tierra y conductores de protección):* Corresponde al RIC N°06 [59].
 - *JIS C 60364-5-52 (Selección y montaje de material eléctrico - Canalizaciones):* Relevante para RIC N°04 [39].
- **JIS C 8480 (Conjuntos de Aparamenta Tipo Caja para Distribución en Baja Tensión):** Corresponde al RIC N°02 [28].
- **JIS C 60664-1 (Coordinación de aislamiento):** Fundamental para el diseño de tableros (RIC N°02) [29].
- **Estándares JIS C 3300 Series (Cables y alambres eléctricos):** Corresponden al RIC N°04 [38] (e.g., JIS C 3307, JIS C 3342).

El sistema japonés combina la Ley DENAN (seguridad de producto y acceso al mercado) con los JIS (calidad, rendimiento e instalación, alineados con IEC).

B.5. Reino Unido (BS 7671)

La norma BS 7671, "Requirements for Electrical Installations" (IET Wiring Regulations) [24], es el estándar nacional, publicada por BSI e IET. Sigue de cerca la IEC 60364. La versión vigente es la 18ª Edición con enmiendas (BS 7671:2018+A2:2022).

Capítulos clave de BS 7671 [24] correspondientes a los RICs:

- **Capítulo 53 (Protección, seccionamiento, maniobra, mando y vigilancia):** Corresponde al RIC N°02 [30].

- **Capítulo 52 (Selección y montaje de sistemas de canalización):** Corresponde al RIC N°04 [40].
- **Capítulo 41 (Protección contra los choques eléctricos):** Corresponde al RIC N°05 [51].
- **Capítulo 42 (Protección contra los efectos térmicos):** Relevante para RIC N°05 [52].
- **Capítulo 43 (Protección contra las sobreintensidades):** Relevante para RIC N°05 [53].
- **Sección 443 (Protección contra las sobretensiones transitorias):** Relevante para RIC N°05 [54].
- **Capítulo 54 (Disposiciones de puesta a tierra y conductores de protección):** Corresponde al RIC N°06 [60].

La aplicación práctica de BS 7671 es influenciada por guías de la IET.

C. Equivalencias Temáticas entre Pliegos Técnicos Chilenos y Normativas Internacionales

La Tabla C.1 resume las correspondencias temáticas entre los RIC chilenos y los documentos normativos específicos de cada país, estableciendo el marco para el análisis comparativo.

Tab. C.1: Equivalencias Temáticas entre Pliegos Técnicos Chilenos (RIC) y Normativas Internacionales de Baja Tensión

Pliego Chileno (RIC)	Materia Principal	Alemania (DIN VDE)	EE.UU. (NEC)	España (REBT/ITC)	Japón (JIS/METI)	Reino Unido (BS 7671)
RIC N°02	Tableros Eléctricos	DIN VDE 0660-600 (IEC 61439 Series) [25]	Art. 409 [26]	ITC-BT-17 [27]	JIS C 8480 [28], JIS C 60664-1 [29]	Cap. 53 [30]
RIC N°04	Conductores, Materiales y Sistemas de Canalización	DIN VDE 0298-4 [31], DIN VDE 0100-520 [32]	Art. 310 [33], Cap. 3 [34]	ITC-BT-19 [35], ITC-BT-20 [36], ITC-BT-21 [37]	JIS C 33xx Series [38], JIS C 60364-5-52 [39]	Cap. 52 [40]
RIC N°05	Medidas de Protección contra Tensiones Peligrosas y Descargas Eléctricas	DIN VDE 0100-410 [41], DIN VDE 0100-430 [42]	Art. 240 [43], Art. 250 (parcial) [44], Art. 210.8 (GFCI) [45], Art. 210.12 (AFCI) [46]	ITC-BT-22 [47], ITC-BT-23 [48], ITC-BT-24 [49]	JIS C 60364-4-41 [50]	Cap. 41 [51], Cap. 42 [52], Cap. 43 [53], Sec. 443 [54]
RIC N°06	Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial	DIN VDE 0100-540 [55]	Art. 250 [56]	ITC-BT-18 [57], ITC-BT-26 [58]	JIS C 60364-5-54 [59]	Cap. 54 [60]

Fuente: Elaboración propia.

Existe una notable convergencia en Alemania, España, Japón y Reino Unido debido a la adopción de estándares IEC (especialmente IEC 60364 y IEC 61439). El NEC de EE.UU. [21] sigue una filosofía propia. Las diferencias probablemente residirán en detalles, interpretaciones nacionales y fechas de adopción.

D. Tópicos Específicos de Comparación para el Análisis

Para una comparación sistemática, se definen los siguientes tópicos derivados de los RICs:

D.1. Tópicos para RIC N°02 (Tableros Eléctricos)

- **Construcción:** Envoltentes (tipos, materiales, IP, IK), estructura interna (placas, rieles, barras, compartimentación IEC 61439).

- **Accesibilidad:** Ubicación, espacios de trabajo, altura de montaje.
- **Materiales:** Envolventes (corrosión, autoextinguibilidad, LSZH), barras colectoras, cableado interno.
- **Seguridad:** Protección contra contacto directo (cubiertas, barreras, distancias), etiquetado, dispositivos de protección y maniobra, resistencia a cortocircuitos (SCCR, IEC 61439), puesta a tierra, requisitos específicos por tipo.

D.2. Tópicos para RIC N°04 (Conductores, Materiales y Sistemas de Canalización)

- **Características de Conductores:** Materiales (cobre, aluminio), secciones mínimas (alumbrado, enchufes, alimentadores), aislamientos (PVC, XLPE, LSZH, designaciones), ampacidad (tablas, factores de corrección), requisitos especiales (lugares húmedos, cargas no lineales, lugares de reunión de personas).
- **Canalizaciones:** Tipos (tubos, bandejas, canales), materiales (resistencia mecánica, fuego, ambientales), reglas de instalación (fijación, curvatura, separación, accesibilidad).
- **Identificación:** Código de colores (fases, neutro, protección), marcado de cables y canalizaciones.
- **Nuevas Tecnologías:** Materiales modernos (LSZH), prácticas para FV, VEs.

D.3. Tópicos para RIC N°05 (Medidas de Protección contra Tensiones Peligrosas y Descargas Eléctricas)

- **Esquemas de Conexión a Tierra (ECT):** Definición y aplicación de TN, TT, IT.
- **Protección contra Contactos Directos:** Aislamiento, barreras/envolventes (IP), obstáculos, alejamiento.

- **Protección contra Contactos Indirectos:** Desconexión automática (impedancia bucle de falla, tiempos), equipos Clase II, separación eléctrica, MBTS/SELV, MBTP/PELV, equipotencialidad.
- **Protecciones Diferenciales (RCDs/GFCIs):** Sensibilidad (ej. $\leq 30\text{mA}$), tipos (AC, A, F, B), aplicaciones obligatorias, selectividad.
- **Seguridad General:** Protección sobrecorriente, sobretensiones, arcos eléctricos (AFCI), resistencia de aislamiento.

D.4. Tópicos para RIC N°06 (Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial)

- **Diseño del Sistema de Puesta a Tierra:** Objetivos, configuraciones (TN, TT, IT), resistencia de tierra, tensiones de paso y contacto.
- **Electrodos de Puesta a Tierra:** Tipos (picas, placas, anillos), materiales (cobre, acero), dimensiones, instalación (profundidad).
- **Conductores de Puesta a Tierra y de Protección (PE):** Dimensionamiento (según fases, cálculo adiabático), materiales, identificación. Conductor PEN/PEL/PEM.
- **Conexión Equipotencial:** Principal (MB/HES, elementos a conectar, borne principal), dimensionamiento conductor unión principal. Suplementaria (cuándo, dónde, dimensionamiento).
- **Mediciones y Verificación:** Resistencia de tierra (métodos), continuidad, periodicidad.

Estos tópicos guiarán el análisis comparativo, considerando sus interdependencias.

E. Aspectos Relevantes en Normativas Internacionales para Consideración en Pliegos Chilenos

La comparación internacional permite identificar áreas donde las normativas de referencia abordan temas no explícitamente cubiertos o menos detallados en los RIC N°02, 04, 05 y 06, señalando aspectos para futuras actualizaciones.

■ **Alemania (DIN VDE [20]):**

- *Gestión y Eficiencia Energética:* DIN VDE 0100-801 establece requisitos estructurados para eficiencia energética en instalaciones (perfilado de cargas, minimización de pérdidas, clasificación EIEC), más explícito que los objetivos generales en otras normativas. Podría informar mejoras en RIC N°04 (conductores) o el desarrollo de guías específicas.
- *Requisitos Sísmicos:* Aunque no es comparable a Chile, existen normas para instalaciones críticas (KTA 2201). La falta de requisitos sísmicos explícitos en los RICs para la instalación eléctrica (más allá de la estructura del edificio) es un punto de análisis, relevante para RIC N°02 y N°04.

■ **Estados Unidos (NEC [21]):**

- *Protección contra Arcos Eléctricos (AFCI):* El NEC [46] exige AFCIs en muchos circuitos residenciales para prevenir incendios. Es una exigencia de seguridad significativa sin equivalente obligatorio directo en los RIC chilenos analizados, relevante para RIC N°05.

■ **España (REBT [22]):**

- *Instalaciones Provisionales y Temporales:* El REBT dedica ITCs específicas (ITC-BT-33 obras, ITC-BT-34 ferias) a instalaciones temporales. Los RIC chilenos actuales no tienen pliegos específicos equivalentes, aunque podrían considerarse como adiciones o parte de un RIC de instalaciones especiales.

■ **Japón (JIS/METI [23]):**

- *Resiliencia ante Desastres:* Fuerte enfoque en la resiliencia de infraestructura eléctrica (soterramiento, revisión de estándares). Este enfoque, para un país sísmico como Chile, es de interés para la robustez de los sistemas cubiertos por RIC N°02, N°04, N°06.
- *Integración de Baterías:* Políticas y estándares para integración de almacenamiento, relevante para RIC N°02, N°04, N°05, N°06 y complementario a RIC N°09 (Autogeneración).

■ **Reino Unido (BS 7671 [24]):**

- *Protección contra Sobretensiones (SPD):* BS 7671 (Secciones 443 [54] y 534) tiene un marco detallado para evaluación e implementación de SPDs, con un enfoque en evaluación de riesgos. Podría informar el desarrollo de guías o la actualización del RIC N°05.
- *Emplazamientos Especiales (Parte 7):* Cobertura exhaustiva de múltiples emplazamientos especiales, más granular que el RIC N°11 chileno, ofreciendo un modelo de referencia.

Si bien los RIC chilenos cubren aspectos fundamentales, estas normativas internacionales incorporan detalles o temas emergentes que podrían considerarse para el fortalecimiento de los pliegos nacionales.

F. Elementos Adicionales Transversales para el Análisis Comparativo

Además de los tópicos derivados de los RICs y los aspectos ya identificados, otros elementos transversales enriquecerán el análisis comparativo:

- **Normativas sobre Energías Renovables:** La integración de fuentes como la solar fotovoltaica. Comparar cómo cada marco regula la conexión, inversores,

protección en CC, puesta a tierra (NEC Art. 690, ITC-BT-40 España, BS 7671 Sec. 712). Esto es pertinente para los RIC 02, 04, 05, 06, en apoyo a lo que establece el RIC N°09 chileno.

- **Estándares de Ciberseguridad en Sistemas Conectados:** Protección de tableros inteligentes (RIC N°02) y sistemas de control (RIC N°05) contra ciberataques. Referencia a IEC 62443.
- **Requisitos Ambientales para Materiales Eléctricos:** Revisión de normativas como RoHS, WEEE, REACH (Europa), J-MOSS (Japón) sobre sustancias peligrosas en equipos. Pertinente para materiales en RIC N°02 y N°04.
- **Formación y Certificación de Instaladores Eléctricos:** Explorar modelos de cualificación, formación y certificación. Relevante para la correcta aplicación de todos los RIC (DS N°92 de 1983 en Chile, mencionado en DS N°8 [1]).

La inclusión de estos elementos permitirá una evaluación más holística de la normativa chilena.

G. Conclusión del Capítulo

Este capítulo ha establecido el marco de referencia para el análisis comparativo del Capítulo 3. Se ha contextualizado la normativa chilena (DS N°8 [1] y RIC [2]), destacando la importancia de los RIC N°02, 04, 05 y 06. Se introdujeron los marcos normativos de Alemania, Estados Unidos, España, Japón y Reino Unido, identificando documentos equivalentes y resaltando la convergencia basada en IEC para varios países, y el enfoque distintivo del NEC [21].

Se formalizaron las equivalencias (Tabla C.1) y se detallaron los tópicos específicos de comparación para cada RIC. Además, se identificaron aspectos relevantes de normativas internacionales (eficiencia energética, AFCL, resiliencia, SPDs, etc.) y elementos transversales adicionales (renovables, ciberseguridad, requisitos ambientales,

formación de instaladores) que no están tan explícitamente detallados en los cuatro RICs chilenos analizados, pero que son cruciales para el desarrollo futuro del sector.

Con este marco establecido, el siguiente capítulo procederá a la evaluación comparativa técnica en profundidad.

4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE PLIEGOS TÉCNICOS CHILENOS RIC N°02, N°04, N°05 Y N°06 FRENTE A NORMATIVAS INTERNACIONALES

A. *Introducción y Metodología del Análisis*

Este capítulo constituye el núcleo analítico de la memoria, donde se realiza una comparación exhaustiva entre los Pliegos Técnicos Normativos (RIC) chilenos seleccionados [2] y sus equivalentes en cinco países de referencia industrial: Alemania [20], Estados Unidos [21], España [22], Japón [23] y el Reino Unido [24]. El propósito de este análisis es evaluar la alineación de la normativa nacional con las mejores prácticas globales, identificar brechas, omisiones o áreas de mejora, y sentar las bases técnicas para las recomendaciones que se formularán en el capítulo siguiente.

La metodología empleada es un análisis temático cruzado. Para cada Pliego Técnico (RIC N°02, 04, 05 y 06), se han definido tópicos técnicos clave que son fundamentales para la seguridad y el diseño de las instalaciones. Cada tópico es analizado a través de una matriz comparativa que resume lo que exige la normativa chilena frente a cada una de las normativas internacionales. Este formato permite una visualización directa de las convergencias y divergencias.

Cada sección dedicada a un RIC se organiza de la siguiente manera:

1. **Breve Descripción del Pliego:** Se introduce el objetivo y alcance del RIC chileno.

2. **Análisis Comparativo por Tópicos:** Se presenta una tabla comparativa detallada.
3. **Principales Hallazgos y Brechas Identificadas:** Se resumen las divergencias más significativas detectadas en el análisis.
4. **Buenas Prácticas Internacionales para Considerar:** Se destacan los enfoques de las normativas extranjeras que representan una oportunidad de mejora para Chile.

Este enfoque estructurado busca ofrecer una evaluación clara, sistemática y rigurosa que fundamente sólidamente las propuestas de optimización de la normativa eléctrica chilena.

B. Análisis del RIC N°02: Tableros Eléctricos

B.1. Breve Descripción del Pliego

El Pliego Técnico Normativo RIC N°02 "Tableros Eléctricos" [2] establece los requisitos esenciales de seguridad para el diseño, construcción, montaje y verificación de los tableros eléctricos en instalaciones de consumo. Su alcance cubre desde las especificaciones de las envolventes, el material eléctrico y las distancias de aislamiento, hasta las verificaciones y ensayos requeridos, referenciando a la norma IEC 61439 [25] para tableros de mayor capacidad.

B.2. Análisis Comparativo por Tópicos

La siguiente tabla resume las principales exigencias y enfoques para tableros eléctricos en las normativas analizadas.

Tab. B.1: Matriz Comparativa para Tableros Eléctricos (RIC N°02)

Tópico Técnico	Chile (RIC N°02)	Alemania (DIN VDE / IEC 61439)	EE.UU. (NEC Art. 408/409)	España / UK / Japón	Observación/Divergencia
Grado de Protección (IP)	IP40/IP41 mínimo general para interior.	Se determina por aplicación y evaluación de riesgos según IEC 60529.	Utiliza clasificación NEMA por tipo de ambiente y exige construcción "dead-front".	Se basan en normas de producto (IEC/UNE/BS/JIS) y evaluación de riesgos.	Chile establece un mínimo prescriptivo, mientras el enfoque IEC (Europa/Japón) es más flexible y basado en riesgos. EE.UU. utiliza un sistema diferente (NEMA).
Resistencia a Cortocircuitos (SCCR)	Verificación según IEC 61439 para tableros >100 A, pero sin requisito generalizado de marcado del valor SCCR.	Conformidad con IEC 61439, que incluye ensayos de resistencia a cortocircuitos como parte del diseño verificado.	Requisito explícito y estricto de marcado del SCCR en la placa de características de paneles de control y otros tableros.	Conformidad con la serie IEC 61439, que cubre la resistencia a cortocircuitos.	Brecha importante: El NEC de EE.UU. es mucho más estricto en el marcado del SCCR, proveyendo información de seguridad crítica en terreno que el RIC chileno no exige de forma generalizada.
Reacondicionamiento de Tableros	No abordado explícitamente.	Generalmente no se permite sin una nueva verificación completa según IEC 61439.	Prohibido explícitamente para <i>panelboards</i> (Art. 408.8).	No está permitido si afecta la conformidad original del producto.	Omisión relevante: Chile no cuenta con una prohibición explícita como la del NEC, lo que genera un vacío normativo sobre la seguridad de tableros modificados o antiguos.
Resistencia Sísmica	Sin requisitos explícitos.	No es un foco principal, pero existen normas para instalaciones críticas (KTA).	Requisitos específicos en estados como California (vía CBC y ASCE 7). El NEC base no lo detalla.	No es un requisito generalizado.	Brecha contextual: Dada la sismicidad de Chile, la falta de requisitos para el anclaje y la resistencia estructural de los tableros es una omisión significativa, a diferencia de las prácticas en Japón y California.

Fuente: Elaboración Propia

B.3. Principales Hallazgos y Brechas Identificadas

- **Falta de Marcado de SCCR:** La principal brecha es la ausencia de un requisito explícito para marcar la Capacidad Nominal de Corriente de Cortocircuito (SCCR) en todos los tableros, a diferencia del NEC de EE.UU. [26]. Esta información es vital para garantizar la correcta coordinación de protecciones.
- **Vacío Normativo sobre Reacondicionamiento:** El RIC N°02 no prohíbe ni regula el reacondicionamiento de tableros, lo que crea un riesgo de seguridad al permitir la reutilización de equipos que pueden no cumplir con los estándares vigentes. Esta práctica es explícitamente prohibida en el NEC [21].
- **Ausencia de Requisitos Sísmicos:** Para un país como Chile, la falta de directrices sobre el anclaje y la robustez estructural de los tableros ante sismos es una debilidad notable, especialmente para instalaciones críticas, a diferencia de las prácticas en Japón [23] y las normativas de construcción referenciadas en

California [80].

B.4. Buenas Prácticas Internacionales para Considerar

- **Marcado del SCCR (EE.UU.):** Adoptar el requisito del NEC [26] de marcar el SCCR en la placa de características del tablero mejoraría drásticamente la seguridad, al informar al instalador y fiscalizador sobre la capacidad del equipo.
- **Prohibición de Reacondicionamiento (EE.UU.):** Incorporar una prohibición explícita sobre el reacondicionamiento de tableros, similar al NEC Art. 408.8 [21], aseguraría que solo equipos certificados y probados bajo normas actuales sean instalados.
- **Directrices de Diseño Sísmico (Japón/California):** Desarrollar o referenciar requisitos para la fijación y el diseño sismorresistente de tableros, basándose en prácticas de zonas sísmicas como Japón [23] y California (que referencia ASCE 7 [80]), es una mejora crucial para la resiliencia de las instalaciones.

C. Análisis del RIC N°04: Conductores, Materiales y Sistemas de Canalización

C.1. Breve Descripción del Pliego

El RIC N°04 [2] establece los requisitos de seguridad para los conductores, sus aislaciones y los sistemas de canalización utilizados en instalaciones de consumo. Define desde las secciones mínimas y el código de colores, hasta las características de comportamiento ante el fuego para materiales en lugares de reunión de personas.

C.2. Análisis Comparativo por Tópicos

Tab. C.2: Matriz Comparativa para Conductores y Canalizaciones (RIC N°04)

Tópico Técnico	Chile (RIC N°04)	Alemania/España/UK (Enfoque IEC)	EE.UU. (NEC)	Japón (JIS / METI)	Observación/Divergencia
Código de Colores	Fases: Azul/Negro/Rojo. Neutro: Blanco. PE: Verde o Verde/Amarillo.	Fases: Marrón/Negro/Gris. Neutro: Azul. PE: Verde/Amarillo (Armonizado IEC).	Fases: Negro/Rojo/Azul (común). Neutro: Blanco o Gris. PE (EGC): Verde o Verde/Amarillo.	Comúnmente Fases: Negro/Blanco/Rojo. Neutro: Gris/Blanco.	Divergencia importante: El código chileno no está armonizado con el estándar IEC 60445, utilizado en toda Europa, lo que puede generar confusión y riesgos.
Materiales LSZH (Comportamiento ante el fuego)	Exigidos en "lugares de reunión de personas". Descripción cualitativa (baja emisión de humos, libre de halógenos).	Exigencia de cables con mejor comportamiento al fuego (Euroclases CPR) en rutas de evacuación y lugares específicos.	No prescribe LSZH de forma generalizada, pero sí para lugares específicos (<i>plenums</i>) con clasificaciones propias (ej. CMP).	Estándares JIS específicos para cables con distintas propiedades ante el fuego.	El requisito chileno es positivo pero menos específico que el enfoque europeo, que ha evolucionado hacia las Euroclases del Reglamento de Productos de Construcción (CPR) para una clasificación más detallada.
Dimensionamiento del Neutro (con Armónicos)	Sobredimensionamiento prescriptivo (sección $\geq 1,5$ veces la de fase) si hay cargas no lineales, salvo uso de filtros.	Tratamiento según estándares IEC, que permiten el cálculo detallado de la corriente del neutro.	Aborda el cálculo de la carga del neutro con armónicos (Art. 220.61(C)), permitiendo un diseño basado en la carga real.	Permite justificación por cálculo de ingeniería detallado (ITC-BT-19), ofreciendo flexibilidad.	El enfoque chileno, aunque seguro, es rígido. Otras normativas (España, EE.UU.) permiten un dimensionamiento basado en cálculos de ingeniería, optimizando el diseño.

Fuente: Elaboración Propia

C.3. Principales Hallazgos y Brechas Identificadas

- Código de Colores no Armonizado:** La falta de alineación del código de colores de conductores con el estándar IEC 60445 [82] es una brecha que puede inducir a errores de conexión y riesgos de seguridad.
- Requisitos de LSZH Mejorables:** Si bien el RIC N°04 exige cables LSZH, la normativa podría ser más específica y adoptar clasificaciones de reacción al fuego más detalladas, como las Euroclases del CPR europeo [92], para mejorar la seguridad en caso de incendio.
- Poca Flexibilidad en Dimensionamiento del Neutro:** El requisito prescriptivo de sobredimensionar el neutro en presencia de armónicos es una medida segura pero inflexible. No permite optimizar el diseño mediante cálculos de ingeniería detallados, una práctica aceptada en otras regulaciones avanzadas como la española [35].

C.4. Buenas Prácticas Internacionales para Considerar

- **Armonización del Código de Colores (Europa):** Adoptar el código de colores de la norma IEC 60445 [82] (marrón/negro/gris para fases, azul para neutro) alinearía a Chile con la práctica europea, mejorando la seguridad y facilitando el comercio internacional.
- **Clasificación de Reacción al Fuego (Europa):** Incorporar las Euroclases del Reglamento de Productos de Construcción (CPR) [92] para el comportamiento de los cables ante el fuego permitiría una selección de materiales mucho más precisa y segura para rutas de evacuación.
- **Flexibilidad en Diseño de Neutro (España/EE.UU.):** Permitir, como alternativa al sobredimensionamiento, que el dimensionamiento del conductor neutro se base en un estudio de ingeniería detallado, como se hace en España [35] y EE.UU. [21], daría flexibilidad al diseñador para optimizar la instalación.

D. Análisis del RIC N°05: Medidas de Protección contra Tensiones Peligrosas y Descargas Eléctricas

D.1. Breve Descripción del Pliego

El RIC N°05 [2] es fundamental para la seguridad de las personas, estableciendo las medidas de protección contra contactos directos e indirectos. Describe los esquemas de conexión a tierra (ECT), los tiempos máximos de desconexión y el uso de dispositivos de protección diferencial.

D.2. Análisis Comparativo por Tópicos

Tab. D.3: Matriz Comparativa de Medidas de Protección (RIC N°05)

Tópico Técnico	Chile (RIC N°05)	Alemania/UK (Enfoque IEC)	EE.UU. (NEC Art. 210)	España (REBT)	Observación/Divergencia
Protección Diferencial (RCD/GFCI)	Establece el uso de RCD con sensibilidad ≤ 30 mA como protección complementaria y para ciertos circuitos, sin detallar aplicaciones para otras sensibilidades (ej. 10 mA o 300 mA).	RCDs ≤ 30 mA requeridos para la mayoría de los circuitos de enchufes en viviendas. Guías detallan uso de otras sensibilidades para selectividad o riesgo específico.	GFCI (clase A, 5-6 mA) obligatorio en la mayoría de circuitos de enchufes en viviendas y zonas de riesgo.	Interruptores diferenciales ≤ 30 mA obligatorios para todos los circuitos en viviendas (ITC-BT-25).	Divergencia en especificidad: Si bien el uso de RCDs es exigido, el RIC chileno es menos específico que las normativas europeas en cuanto a la aplicación de distintas sensibilidades (ej. 10 mA, 30 mA, 300 mA) según el tipo de riesgo.
Protección contra Falla de Arco (AFDD/AFCI)	Mención limitada en RIC N°02, pero no es una exigencia generalizada en RIC N°05.	Recomendado en situaciones de alto riesgo de incendio (dormitorios, guarderías) según IEC 60364-4-42.	AFCI *requerido* en la mayoría de los circuitos de 120V en áreas habitables de viviendas (dormitorios, salas de estar, etc.).	Recomendado en locales con riesgo de incendio.	Omisión relevante: El uso de AFDDs, tecnología clave para la prevención de incendios, no es obligatorio en Chile para circuitos residenciales, a diferencia del NEC en EE.UU., que es pionero en esta exigencia.

Fuente: Elaboración Propia

D.3. Principales Hallazgos y Brechas Identificadas

- Falta de Especificidad en la Aplicación de RCDs:** Si bien el RIC N°05 exige la protección diferencial, no detalla con claridad cuándo utilizar distintas sensibilidades (ej. 10 mA para riesgo muy alto, 30 mA para personas, 300 mA para incendios) o los tipos (AC, A, B, F) según la carga, a diferencia de las guías y normas europeas que son más explícitas.
- Adopción Incipiente de AFDDs:** La normativa chilena no exige de forma generalizada el uso de dispositivos de detección de falla de arco, una tecnología probada para reducir el riesgo de incendios y que es mandatoria en EE.UU. para la mayoría de los circuitos en zonas habitables [46].

D.4. Buenas Prácticas Internacionales para Considerar

- Detalle en la Aplicación de Sensibilidades de RCD (Europa):** Incorporar directrices claras sobre la selección de la sensibilidad de los RCDs según la aplicación: muy alta sensibilidad (ej. 10 mA) para zonas de riesgo extremo, alta sensibilidad (30 mA) para protección de personas, y sensibilidades menores (ej. 300 mA) para la protección contra incendios, mejorando la seguridad y permitiendo una correcta selectividad.

- **Implementación de AFDDs (EE.UU.):** Incorporar la exigencia de AFDDs en circuitos finales de viviendas, especialmente en dormitorios y áreas de estar, siguiendo el modelo del NEC [46], representa la mayor oportunidad de mejora para la prevención de incendios de origen eléctrico.

E. Análisis del RIC N°06: Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial

E.1. Breve Descripción del Pliego

El RIC N°06 [2] establece los requisitos para los sistemas de puesta a tierra (SPT) y los enlaces equipotenciales, con el objetivo de garantizar la seguridad de las personas y permitir la correcta operación de las protecciones. Define desde los tipos de electrodos y sus materiales hasta los criterios de medición y el valor de resistencia de referencia.

E.2. Análisis Comparativo por Tópicos

Tab. E.4: Matriz Comparativa de Puesta a Tierra (RIC N°06)

Tópico Técnico	Chile (RIC N°06)	Alemania/UK (Enfoque IEC)	EE.UU. (NEC Art. 250)	España (REBT ITC-BT-18)	Observación/Divergencia
Criterio de Resistencia de Puesta a Tierra	Establece un valor de referencia prescriptivo (ej. ≤ 20 Ohm para servicio).	La resistencia debe ser compatible con los dispositivos de protección (enfoque de desempeño).	No prescribe un valor máximo general. El foco está en crear una trayectoria de falla a tierra de baja impedancia para la operación de la protección.	La resistencia debe ser tal que las tensiones de contacto no superen límites seguros (24V o 50V).	Divergencia de filosofía: El RIC chileno aún enfatiza un valor óhmico de referencia, mientras que el NEC y el enfoque IEC moderno priorizan un enfoque basado en el desempeño.
Tipos de Electrodo Permitidos	Lista conductores, varillas, placas y armaduras de hormigón (de forma condicional).	Varillas, cintas, placas, electrodos en cimentación, mallas, etc. (enfoque IEC).	Lista amplia y detallada de electrodos, incluyendo tuberías de agua, estructuras metálicas, electrodos embebidos en hormigón (Ufer) y anillos de tierra.	Picas, placas, conductores desnudos, anillos y armaduras metálicas en hormigón.	El NEC de EE.UU. es más explícito y detallado en la permisión y uso de electrodos no convencionales como las armaduras de cimentación (Ufer ground).
Enlace Equipotencial Suplementario	No se detalla con especificidad para lugares especiales.	Requisitos detallados en la serie IEC 60364-7 para lugares de alto riesgo como baños y piscinas.	Requisitos específicos para lugares especiales (piscinas, centros de salud).	Requisitos muy detallados en las ITC-BT-27 (baños) e ITC-BT-31 (piscinas).	Omisión: El RIC N°06 carece del nivel de detalle que tienen las normativas europeas para el enlace equipotencial suplementario en lugares de alto riesgo como baños y piscinas.

Fuente: Elaboración Propia

E.3. Principales Hallazgos y Brechas Identificadas

- **Filosofía de Puesta a Tierra:** El RIC N°06 pone un fuerte énfasis en alcanzar un valor de resistencia fijo, lo cual puede ser insuficiente o innecesario. El en-

foque moderno (IEC/NEC) se centra en el desempeño: asegurar una impedancia de bucle de falla lo suficientemente baja para que las protecciones operen [85, 56].

- **Tipos de Electrodo:** La normativa chilena es conservadora y no detalla el uso de electrodos modernos y eficientes como los electrodos de cimentación (tipo Ufer), que son una práctica común y recomendada en EE.UU. [56].
- **Falta de Detalle en Enlace Equipotencial Suplementario:** El pliego carece de especificidad para el enlace equipotencial en lugares de alto riesgo como baños o piscinas, a diferencia de las normativas europeas que dedican secciones enteras a estos emplazamientos [88, 86].

E.4. Buenas Prácticas Internacionales para Considerar

- **Enfoque de Desempeño para Puesta a Tierra (IEC/NEC):** Reorientar la filosofía del RIC N°06 para enfatizar que el objetivo principal de la puesta a tierra es garantizar la operación segura de las protecciones, en lugar de solo cumplir con un valor óhmico [85, 56].
- **Adopción de Electrodo de Cimentación (EE.UU.):** Incorporar y detallar explícitamente el uso de electrodos embebidos en hormigón (Ufer) como un método de puesta a tierra primario y preferente, dada su eficacia y durabilidad [56].
- **Especificación de Enlace Equipotencial Suplementario (España/UK):** Añadir requisitos detallados para el enlace equipotencial suplementario en lugares especiales (baños, piscinas), basándose en la serie IEC 60364-7 [86, 87], para robustecer la protección contra electrocución.

F. Síntesis y Conclusiones del Capítulo

El análisis comparativo realizado en este capítulo ha permitido identificar de manera sistemática las fortalezas y debilidades de los pliegos técnicos chilenos RIC N°02, 04, 05 y 06 en relación con las prácticas internacionales. Si bien la normativa nacional establece una base sólida, se han detectado brechas significativas en áreas clave como el marcado de seguridad en tableros (SCCR), la armonización de códigos de colores, la especificidad en el uso de protecciones diferenciales y la adopción de tecnologías modernas para la prevención de incendios (AFDDs). Asimismo, la filosofía de diseño de la puesta a tierra y la falta de detalle en requisitos para emplazamientos especiales representan claras oportunidades de mejora.

Los hallazgos y las buenas prácticas internacionales aquí documentadas servirán como fundamento directo para las propuestas de modificación, incorporación y retiro que se detallarán en el siguiente capítulo, con el fin de robustecer la normativa chilena y alinearla con los más altos estándares de seguridad y eficiencia a nivel global.

5. OPTIMIZACIÓN DE LA NORMATIVA ELÉCTRICA CHILENA DE BAJA TENSIÓN ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES PARA LOS RIC N°02, 04, 05 Y 06

A. *Introducción, Metodología y Estructura del Capítulo*

Este capítulo representa la fase culminante de la investigación, donde el análisis diagnóstico de los capítulos previos se traduce en propuestas concretas y fundamentadas para la optimización de la normativa eléctrica chilena. Su desarrollo se alimenta directamente de los hallazgos del capítulo anterior, utilizando el análisis comparativo internacional como la base fundamental para identificar y justificar cada una de las mejoras propuestas.

Como se detalló en el capítulo 4, el contraste de los Pliegos Técnicos RIC N°02, 04, 05 y 06 [2] frente a normativas de referencia de Alemania [20], EE.UU. [21], España [22], Japón [23] y Reino Unido [24], reveló que si bien la regulación chilena establece un marco de seguridad robusto, existen importantes oportunidades de mejora. Se identificaron divergencias clave como la falta de una exigencia generalizada de Dispositivos de Detección de Falla de Arco (AFDDs), diferencias en los requisitos de certificación y marcado para tableros (ej. SCCR), un código de colores para conductores no armonizado con el estándar IEC y un enfoque en la resistencia de puesta a tierra que podría priorizar más el desempeño integral del sistema de protección. Estas brechas, junto con las mejores prácticas observadas en los estándares internacionales,

constituyen la materia prima sobre la cual se construyen las recomendaciones de este capítulo.

Para abordar estos hallazgos de manera sistemática, el presente capítulo se organiza de la siguiente forma:

- Se realiza una revisión de la **congruencia entre los distintos Pliegos Técnicos RIC**, para asegurar que las propuestas sean coherentes con el ecosistema regulatorio completo.
- Se evalúa la **cohesión interna dentro de los propios pliegos analizados**, identificando ambigüedades o inconsistencias que requieran clarificación.
- Se detallan las **recomendaciones específicas de incorporación, retiro o modificación** para cada uno de los RIC N°02, 04, 05 y 06, justificando cada propuesta con base en el análisis comparativo.
- Se concluye con una **síntesis de las perspectivas y el impacto esperado** de estas mejoras en la seguridad y eficiencia del sector eléctrico nacional.

B. Revisión de Congruencia entre los 19 Pliegos Técnicos RIC con Impacto en RIC N°02, 04, 05 y 06

La estructura de la reglamentación chilena en 19 Pliegos Técnicos RIC, aunque modular y flexible, conlleva el riesgo de incongruencias o solapamientos que podrían afectar la aplicación de los RIC N°02, 04, 05 y 06. Un análisis de estas interdependencias es crucial. A continuación, se detallan potenciales incongruencias y sus correcciones sugeridas, basadas en el análisis de los 19 pliegos técnicos.

En relación con el **RIC N°02 (Tableros Eléctricos)**, se ha identificado una potencial *falta de armonización en capacidades y protecciones* al interrelacionarse con el

RIC N°01 (Empalmes) y el **RIC N°03 (Alimentadores)**. Específicamente, los requisitos de capacidad de corriente de cortocircuito o características de protección en el empalme (RIC N°01) podrían no estar plenamente coordinados con la capacidad de ruptura o las especificaciones del interruptor general del primer tablero (RIC N°02) o con el dimensionamiento del alimentador (RIC N°03). Para corregir esto, se sugiere asegurar que las capacidades de cortocircuito y los criterios de protección sean consistentes y se coordinen jerárquicamente desde el empalme hasta el tablero principal y los alimentadores, además de clarificar las responsabilidades de coordinación.

Respecto al mismo **RIC N°02 (Tableros Eléctricos)**, en su interacción con el **RIC N°08 (Sistemas de Emergencia)** y el **RIC N°09 (Sistemas de Autogeneración)**, podrían existir *especificaciones inconsistentes para tableros de transferencia o conmutación*. Los requisitos constructivos, de señalización o de enclavamiento para tableros de transferencia automática (TTA) o de conmutación de fuentes en RIC N°08 o N°09 podrían diferir o no complementar adecuadamente los requisitos generales para tableros de RIC N°02. La corrección propuesta es unificar o referenciar cruzadamente los requisitos específicos para tableros de conmutación/transferencia en RIC N°02, o asegurar que RIC N°08 y N°09 remitan consistentemente a RIC N°02 para aspectos constructivos generales, detallando solo las particularidades.

En cuanto al **RIC N°04 (Conductores y Canalizaciones)**, al interrelacionarse con el **RIC N°15 (Infraestructura Recarga VE)**, el **RIC N°11 (Instalaciones Especiales)** y el **RIC N°12 (Ambientes Explosivos)**, se detectaron posibles *requisitos de cableado o canalización no alineados*. Los tipos de conductores, métodos de canalización o requisitos de protección mecánica/ambiental exigidos en pliegos para aplicaciones específicas (ej. recarga VE, piscinas, atmósferas explosivas) podrían no ser totalmente consistentes con las prescripciones generales de RIC N°04 o podrían omitir referencias necesarias. Se sugiere verificar que los pliegos específicos (RIC N°11, 12, 15) referencien claramente al RIC N°04 para los requisitos generales de conducto-

res y canalizaciones, y que cualquier desviación o requisito adicional esté claramente justificado y detallado.

Para el **RIC N°05 (Protección Contra Tensiones Peligrosas)** en conexión con el **RIC N°08 (Sistemas de Emergencia)**, pueden surgir *conflictos en esquemas de conexión a tierra para emergencia*. El RIC N°05 permite sistemas IT. Si un sistema de emergencia (RIC N°08) opera en IT, los requisitos de protección (vigilantes de aislamiento, localización de primera falla) deben estar claramente definidos y ser coherentes entre ambos pliegos. La corrección sugerida es asegurar que los requisitos para sistemas IT en RIC N°05 sean suficientemente detallados para cubrir aplicaciones de emergencia, y que RIC N°08 los referencie adecuadamente o especifique requisitos adicionales sin contradicción.

En lo referente al **RIC N°06 (Puesta a Tierra)** y su relación con el **RIC N°13 (Subestaciones y Salas Eléctricas)**, se observa una posible necesidad de *coordinación de sistemas de puesta a tierra BT y MT*. Los criterios de separación o interconexión de las puestas a tierra de la subestación de transformación (media tensión, MT) y la instalación de consumo en baja tensión (BT) (RIC N°06.10) podrían no estar completamente armonizados con los requisitos de diseño de puesta a tierra para subestaciones en RIC N°13. Se propone establecer una interfaz clara y requisitos coordinados para la puesta a tierra en el punto de acoplamiento MT/BT, asegurando que las responsabilidades y criterios técnicos (ej. control de tensiones transferidas) sean coherentes entre RIC N°06 y RIC N°13.

Finalmente, para el **RIC N°06 (Puesta a Tierra)** en interacción con el **RIC N°15 (Infraestructura Recarga VE)**, podrían existir *requisitos específicos de puesta a tierra para VE* que necesiten mayor alineación. La recarga de vehículos eléctricos puede imponer exigencias particulares al sistema de puesta a tierra (ej. asegurar operación de RCDs, evitar tensiones peligrosas en el vehículo). El RIC N°15 debe ser coherente

con los principios de RIC N°06. Se recomienda verificar que RIC N°15 detalle requisitos específicos de puesta a tierra para puntos de recarga de VE que complementen y no contradigan los principios generales de RIC N°06, especialmente en lo referente a esquemas TT y TN.

Estos desajustes potenciales, si no se abordan, pueden comprometer la seguridad y la correcta aplicación de la normativa.

C. *Revisión de Coherencia y Cohesión Interna en RIC N°02, 04, 05 y 06*

La coherencia (consistencia lógica) y cohesión (claridad estructural y de conexión de ideas) dentro de cada pliego son vitales para su correcta interpretación. A continuación, se evalúan estos aspectos para los RIC N°02, 04, 05 y 06, identificando áreas de mejora.

En el **RIC N°02**, sección 4.1.3, el término “*Accesible fácilmente*” presenta una potencial ambigüedad. Podría interpretarse de diversas maneras según el contexto si no se proporcionan criterios más objetivos o ejemplos ilustrativos para diferentes situaciones de instalación de tableros. Se sugiere añadir una nota aclaratoria o ejemplos que ilustren qué se considera “accesible fácilmente” en contextos comunes (ej. viviendas, locales comerciales, industria) para la inspección, operación o mantenimiento de tableros.

También en el **RIC N°02**, sección 5.3.6, la especificación de “tamaño legible con protección permanente” para el diagrama unilíneal adolece de *falta de claridad* y *criterio objetivo*. Los términos “tamaño legible” y “protección permanente” son subjetivos. No se define qué constituye un tamaño legible ni qué tipo de protección se considera

permanente (ej. plastificado, enmarcado, digital con respaldo). Se propone especificar un tamaño mínimo de letra o formato para el diagrama (ej. A3 o A4 según complejidad) y definir ejemplos de “protección permanente” aceptables (ej. “protegido contra deterioro por humedad y manipulación mediante laminado plástico o contenedor sellado adosado al tablero”).

En la sección 6.1.20 del **RIC N°02**, referente a distancias mínimas, la excepción para “contactos de dispositivos” podría generar una *potencial falta de cohesión por referencia externa*. Se indica que estos “deberán cumplir con las normas específicas respectivas”. Si estas “normas específicas” no están claramente listadas o referenciadas en el Anexo de referencias normativas del RIC N°02 o en el propio punto, el usuario podría no saber a qué atenerse. La corrección es asegurar que todas las “normas específicas respectivas” aludidas estén listadas en la sección de Referencias Normativas (RIC N°02.3) o se indique claramente cómo acceder a dicha información.

Para el **RIC N°04**, existe una *potencial complejidad interpretativa* entre las secciones 5.5 y 5.7 sobre el uso de canalizaciones no metálicas en lugares de reunión de personas. El punto 5.5 establece requisitos estrictos (LSZH, etc.), mientras que el punto 5.7 permite excepciones bajo condiciones específicas (embutido, barrera F90/F120). La interacción y las condiciones exactas para la excepción podrían requerir mayor claridad para evitar interpretaciones erróneas. Se considera útil un diagrama de flujo o una tabla resumen que clarifique cuándo aplican los requisitos estrictos de 5.5 y cuándo y cómo se pueden aplicar las excepciones de 5.7, detallando las condiciones de la barrera térmica y los tipos de edificación.

La terminología usada en el **RIC N°04**, como “retardante a la llama”, “no propagador de incendio” y “autoextinguible”, presenta una *potencial superposición o confusión*. Estos términos, aunque relacionados, tienen significados técnicos distintos y se basan en diferentes ensayos. Es crucial que su uso sea preciso y consistente, y que se

definan claramente o se referencien a normas de ensayo específicas si no se ha hecho ya. Se sugiere incluir en la sección de Terminología (RIC N°04.4) definiciones claras para cada uno de estos términos, o referenciar las normas IEC/UNE/ISO de ensayo que los definen, y asegurar su uso consistente a lo largo del pliego.

En el **RIC N°05**, la sección 6 sobre esquemas de conexión a tierra (TN, TT, IT) podría tener una *potencial falta de claridad en aplicaciones complejas*. Si bien los esquemas se describen, las implicaciones de su elección y los requisitos detallados para instalaciones mixtas o con múltiples fuentes (ej. red + generador) podrían necesitar mayor elaboración o ejemplos. Se propone añadir ejemplos ilustrativos o diagramas simplificados para cada esquema de conexión a tierra, mostrando los componentes clave de protección y las trayectorias de falla, y considerar una subsección sobre la selección del esquema en función del tipo de instalación.

En el **RIC N°06**, sección 9.1, el concepto de “*Puesta a tierra independiente*” podría ser ambiguo en su criterio de independencia. Se define como independiente si una no alcanza >50V cuando por la otra circula la máxima corriente de falla. El método para determinar esta “máxima corriente de falla esperada” y las condiciones de prueba podrían necesitar mayor detalle práctico. Se sugiere especificar o referenciar una metodología clara para calcular o estimar la “máxima corriente de falla esperada” y las condiciones bajo las cuales se debe realizar la verificación de independencia, o bien, proporcionar distancias de separación mínimas más prescriptivas basadas en la resistividad del terreno, como se sugiere en RIC N°06.10.1.c.

Finalmente, para el **RIC N°06**, las *referencias a Anexos* (ej. Anexo 6.7 para dimensionar conductor de protección) deben asegurar la cohesión y accesibilidad. Es fundamental que todos los anexos referenciados sean completos, claros y fáciles de usar. Si un anexo es complejo o requiere cálculos extensos, podría beneficiarse de ejemplos. Se recomienda revisar todos los anexos de los RIC N°02, 04, 05 y 06 para

asegurar su claridad, completitud y facilidad de aplicación, incluyendo ejemplos de cálculo donde sea pertinente (ej. Anexo 6.7 del RIC N°06).

La precisión en las referencias a normas externas y la actualización de estas referencias son también cruciales para la cohesión y relevancia continua de los RIC.

D. Recomendaciones de Incorporación, Retiro o Modificación en los Pliegos RIC N°02, 04, 05 y 06

A partir del análisis comparativo internacional y el diagnóstico de coherencia, se proponen mejoras específicas para cada pliego, buscando optimizar la seguridad, claridad y actualidad de la normativa chilena. Las propuestas son las siguientes:

D.1. Recomendaciones para RIC N°02 (Tableros Eléctricos)

Se propone una **incorporación** para una *nueva sección* (ej. RIC N°02.6.11.X) que consistiría en añadir un requisito que prohíba explícitamente el reacondicionamiento (reutilización de componentes internos principales o envolvente sin recertificación completa) de tableros de distribución, especialmente aquellos destinados a instalaciones residenciales o de uso general por personas no calificadas. Esta medida se justifica en que EEUU (NEC Art. 408.8 [21]) prohíbe el reacondicionamiento de *panelboards* para asegurar que cumplan con las pruebas de diseño y fabricación originales según estándares como UL 67 [64]. El beneficio esperado es aumentar la seguridad asegurando que todos los tableros instalados cumplan íntegramente con los estándares de fabricación y prueba vigentes (IEC 61439 [25]), evitando riesgos asociados a equipos modificados o antiguos.

Para la sección **RIC N°02.5.3.6 (Información Adherida) y/o una Nueva Sección sobre Marcado**, se sugiere una *modificación/incorporación* para especificar con mayor detalle los requisitos para el directorio de circuitos. Se exigiría que sea durable,

legible (ej. tamaño de letra mínimo), permanentemente fijado y que la identificación de los circuitos sea clara, específica y no basada en condiciones transitorias de ocupación. La justificación radica en que EEUU (NEC Art. 408.4(A), 408.56 [21]) establece requisitos estrictos para la identificación de circuitos y la provisión de directorios legibles y permanentes. Esto mejoraría la seguridad en la operación y mantenimiento, facilitando la rápida identificación de circuitos y reduciendo el riesgo de errores.

En la **sección del RIC N°02 sobre Tipos Específicos de Tableros (ej. CCM)**, se recomienda una *incorporación* para considerar la adición de requisitos o recomendaciones específicas para la resistencia sísmica de los soportes, fijaciones y estructura interna de los tableros, especialmente para instalaciones críticas o ubicadas en zonas de alta sismicidad. Esto se basa en prácticas de diseño en Japón (país con alta sismicidad) y en California (EEUU, a través de enmiendas al NEC y el California Building Code, que referencia ASCE 7 para cargas sísmicas [80]). Además, JES 26 05 48.00 [81] indica consideraciones sísmicas. El beneficio sería aumentar la resiliencia y seguridad de las instalaciones eléctricas ante eventos sísmicos, crucial en el contexto chileno.

Para **RIC N°02.6.6.4.2 (Tableros de Distribución en ciertos edificios)**, se propone una *modificación/ampliación* para evaluar la ampliación de la exigencia de Dispositivos de Detección de Falla de Arco (AFDDs) a más circuitos finales en tableros de distribución para viviendas y otros locales con riesgo de incendio o alta concentración de personas, más allá de los casos ya mencionados. La justificación es que EEUU (NEC Art. 210.12 [46]) exige AFCIs en la mayoría de los circuitos de 120V en viviendas, y la IEC 60364-4-42 [70] recomienda AFDDs para la protección contra incendios causados por arcos eléctricos en ciertas situaciones. Esto mejoraría significativamente la protección contra incendios de origen eléctrico, que a menudo no son detectados por protecciones convencionales de sobrecorriente o diferenciales.

Finalmente, para **RIC N°02.5.3.11 (Espacios de Trabajo)**, se sugiere una *modificación* para especificar alturas de montaje para los dispositivos de mando y protección dentro de los tableros, tomando como referencia las alturas mínimas y máximas establecidas en normativas como la española. España (REBT ITC-BT-17 [27]) especifica alturas de montaje para dispositivos generales e individuales de mando y protección entre 1,4 m y 2 m en viviendas, y mínimo 1 m en locales comerciales. El objetivo es mejorar la ergonomía y accesibilidad para la operación y el mantenimiento de los dispositivos en los tableros.

D.2. Recomendaciones para RIC N°04 (Conductores y Canalizaciones)

En relación con **RIC N°04.5.32 (Código de Colores)**, se propone una *modificación/incorporación* para revisar y ampliar la tabla de código de colores. Se busca incluir una guía de correspondencia o equivalencia con los códigos de colores armonizados de IEC 60445 [82] (base para normas europeas como BS 7671 [24] y REBT [22]) y con las prácticas comunes del NEC [21] (EEUU). La justificación es que la armonización de colores, o al menos la provisión de guías de equivalencia, es crucial para la seguridad en un mundo globalizado con movilidad de profesionales y equipos. El beneficio esperado es reducir el riesgo de errores de conexión por confusión de colores, facilitar el trabajo de personal con experiencia internacional y mejorar la seguridad general.

Se sugiere una **incorporación** de una *Nueva Sección en RIC N°04 (Tipos de Cables y Canalizaciones)*. Esta añadiría una sección o anexo que describa y regule tipos específicos de cables y métodos de instalación comunes internacionalmente pero no cubiertos explícitamente o con suficiente detalle en el RIC actual (ej. cables tipo MC, cables armados para uso industrial, requisitos detallados para instalación de cables de datos junto a potencia, canalizaciones subterráneas prefabricadas). Esto se apoya en que EEUU (NEC Cap. 3 [34]) ofrece un catálogo muy extenso de tipos de cables y

canalizaciones con reglas de aplicación específicas, y normas IEC y europeas también cubren una amplia variedad. El objetivo es ampliar las opciones de diseño seguro y eficiente, reconociendo soluciones técnicas probadas internacionalmente y adaptándolas al contexto chileno.

Para **RIC N°04.5.5 (Materiales en Lugares de Reunión de Personas)**, se recomienda una *modificación/fortalecimiento* de los requisitos para materiales de baja emisión de humos y libres de halógenos (LSZH) para conductores y canalizaciones en *todos* los lugares de pública concurrencia y rutas de evacuación. Se debe considerar la adopción de clasificaciones de reacción al fuego según normas europeas (Euroclases bajo CPR [92]) o equivalentes internacionales, en lugar de solo descripciones cualitativas. Normativas europeas (Alemania [20], España [22], UK [24]) están cada vez más alineadas con el Reglamento de Productos de Construcción (CPR [92]), que establece Euroclases para el comportamiento ante el fuego de los cables. BS 7671 [24] y DIN VDE [20] tienen requisitos estrictos para estos entornos. El beneficio es mejorar drásticamente la seguridad de las personas en caso de incendio, reduciendo la opacidad del humo, la toxicidad de los gases y la propagación de la llama.

En **RIC N°04.5.3 (Dimensionamiento del Neutro con Armónicos)**, se propone una *modificación/clarificación*. Si bien el requisito de sobredimensionar el neutro (sección $\geq 1.5 \times$ Fase) es positivo, se debe clarificar si esta es la única opción o si se aceptan cálculos de ingeniería detallados (como sugiere REBT ITC-BT-19 [35]) que justifiquen una sección diferente bajo supervisión de un profesional competente. También se debe especificar cuándo se considera que una carga es “no lineal” de forma que active este requisito. España (REBT ITC-BT-19 [35]) permite justificación por cálculo, y el NEC 220.61(C) [21] y otras secciones abordan el cálculo de la carga del neutro con armónicos. Esto permitiría mantener la seguridad pero ofrecer flexibilidad de diseño basada en ingeniería, evitando sobredimensionamientos innecesarios si se demuestra analíticamente que no son requeridos.

D.3. Recomendaciones para RIC N°05 (Medidas de Protección contra Tensiones Peligrosas)

Referente a **RIC N°05.7.8.2 (Uso de DCR como protección complementaria)**, se sugiere una *modificación/ampliación* para extender la obligatoriedad del uso de Dispositivos de Corriente Residual (DCR) de alta sensibilidad ($I\Delta n \leq 30$ mA). Esta protección debería cubrir todos los circuitos de tomacorrientes de uso general en viviendas, así como otros circuitos específicos en lugares con mayor riesgo (ej. exteriores, baños, cocinas), alineándose con las prácticas más exigentes. Esta recomendación se basa en que EEUU (NEC Art. 210.8 [45]) exige GFCIs (5mA) en numerosas ubicaciones de viviendas; España (REBT [22], ej. ITC-BT-25 [69]) exige diferenciales de 30mA para todos los circuitos en viviendas; y UK (BS 7671 Cap. 41 [51]) tiene requisitos extensos para RCDs ≤ 30 mA. El beneficio esperado es aumentar significativamente la protección contra electrocución por contacto indirecto y como protección adicional contra contacto directo.

Se propone la **incorporación** de una *Nueva Sección en RIC N°05 (Protección contra Fallas de Arco)*. Esta sección establecería los requisitos para la selección e instalación de Dispositivos de Detección de Falla de Arco (AFDDs) como medida de protección adicional contra incendios originados por arcos eléctricos en circuitos finales de viviendas y otros locales con riesgo de incendio o bienes de alto valor. Se debería referenciar la norma de producto IEC 62606 [83]. La justificación es que EEUU (NEC Art. 210.12 [46]) tiene requisitos consolidados para AFCIs en viviendas, y la IEC 60364-4-42 [70] recomienda AFDDs en situaciones específicas de riesgo de incendio. El objetivo es reducir el riesgo de incendios de origen eléctrico que no son detectados por protecciones convencionales, mejorando la seguridad global de las instalaciones.

Para **RIC N°05.8.7.6** y **Tabla N°5.1 (Tiempos Máximos de Desconexión)**, se recomienda una *modificación/verificación*. Se debe verificar y, si es necesario, actualizar los tiempos máximos de desconexión para los diferentes esquemas de conexión a tierra (TN, TT) y tensiones nominales, asegurando su plena alineación con los valores más recientes y las condiciones especificadas en IEC 60364-4-41 [84]. Es crucial que los valores del RIC sean consistentes con la IEC 60364-4-41 [84] (base para normativas europeas), que especifica tiempos máximos de desconexión para garantizar la seguridad en caso de falla. Esto asegurará que los tiempos de operación de las protecciones garanticen la seguridad de las personas según los estándares internacionales actuales.

Finalmente, para la **Sección 7 del RIC N°05 (Protección contra Contactos Directos)**, se sugiere una *incorporación* para añadir requisitos específicos para la protección por medio de obstáculos y por puesta fuera de alcance en locales de acceso restringido a personal cualificado. Se deben detallar las condiciones y dimensiones mínimas, tomando como base IEC 60364-4-41 [84] y sus aplicaciones en DIN VDE 0100-410 [41] o BS 7671 [51]. Normas europeas como DIN VDE 0100-410 [41] y BS 7671 Cap. 41 [51] detallan estas medidas, aplicables en entornos industriales o técnicos específicos. El beneficio es proveer un marco normativo claro para situaciones donde estas medidas de protección son aplicables, asegurando su correcta implementación.

D.4. Recomendaciones para RIC N°06 (Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial)

En relación con **RIC N°06.6.1, 6.7.1, 7.3 (Valores de Resistencia de Puesta a Tierra)**, se propone una *modificación/reenfoque*. Si bien mantener valores de referencia (ej. 20 Ohms para servicio) puede ser útil, se debe enfatizar que el criterio fundamental para la puesta a tierra de protección es asegurar la correcta operación de los dispositivos de protección (coordinación con RIC N°05) y el control de las tensiones

de contacto y de paso a valores seguros, en lugar de depender únicamente de un valor óhmico fijo del electrodo. Esta visión se alinea con EEUU (NEC Art. 250 [56]), que se enfoca en crear una trayectoria de falla efectiva para la operación de protecciones de sobrecorriente, y con IEC 60364-5-54 [85] y sus derivados (DIN VDE [20], REBT [22], BS 7671 [24]), que también vinculan la resistencia de tierra a la operación segura de las protecciones y al control de tensiones de contacto. El objetivo es promover un diseño de puesta a tierra más integral y basado en el desempeño de seguridad, en lugar de la simple consecución de un valor de resistencia que podría no ser suficiente o ser innecesariamente bajo en todos los casos.

Para **RIC N°06.11 (Medición de Resistencia de Puesta a Tierra)** y **Anexo 6.3**, se sugiere una *incorporación/ampliación*. Se deben añadir al cuerpo del pliego o al anexo directrices más detalladas y prácticas sobre los métodos de medición de la resistividad del terreno (ej. método Wenner) y de la resistencia de puesta a tierra de electrodos (ej. método de caída de potencial con picas auxiliares). Esto debe incluir diagramas de conexión, precauciones y criterios de aceptación de la medición. IEEE Std 81 [74] (referenciado en RIC N°06.11.1) es una guía exhaustiva, y normas como BS 7671 (Guidance Note 3) [24] o guías de aplicación de VDE [20] ofrecen interpretaciones prácticas de los métodos de IEC 61557-5 [75]. Esto facilitaría la correcta ejecución e interpretación de las mediciones de puesta a tierra, cruciales para verificar la seguridad de la instalación.

Se recomienda una **incorporación** de una *Nueva Sección o Ampliación en RIC N°06 (Enlace Equipotencial Suplementario)*. Se deben detallar los requisitos para el enlace equipotencial suplementario en lugares o emplazamientos especiales donde el riesgo de shock eléctrico es mayor (ej. baños, duchas, piscinas, recintos con equipos médicos, locales agropecuarios), especificando qué partes deben ser conectadas y los requisitos para los conductores. IEC 60364-7 (Partes específicas como 701 para baños [86], 702 para piscinas [87]) y sus derivados nacionales (REBT ITC-BT-27 [88], -31

[89]; BS 7671 Secciones 701, 702 [24]; DIN VDE 0100-701 [90], -702 [91]) detallan estos requisitos. El beneficio es aumentar la seguridad en ubicaciones de alto riesgo mediante la reducción de diferencias de potencial entre partes conductoras accesibles simultáneamente.

Finalmente, para **RIC N°06.8 (Electrodos de Puesta a Tierra)**, se propone una *modificación/ampliación* para la lista de tipos de electrodos de puesta a tierra permitidos y sus especificaciones. Se deben considerar opciones comunes en la práctica internacional como los electrodos embebidos en hormigón (Ufer ground en EEUU) o los anillos de tierra perimetrales, detallando sus criterios de diseño e instalación. EEUU (NEC 250.52 [56]) lista una variedad de electrodos permitidos, y la IEC 60364-5-54 [85] también describe diversos tipos de electrodos. Esto ofrecería mayor flexibilidad en el diseño de sistemas de puesta a tierra eficientes y duraderos, adaptados a diferentes tipos de terreno y construcciones.

E. Conclusiones Finales y Perspectivas

Los Pliegos Técnicos RIC N°02, 04, 05 y 06 constituyen una base sólida para la seguridad de las instalaciones eléctricas de consumo en Chile. La alineación con principios IEC es una fortaleza notable. Sin embargo, el análisis comparativo ha identificado áreas significativas para la modernización y el perfeccionamiento, incluyendo la adopción de tecnologías de protección avanzadas, la mayor especificidad en ciertos requisitos y la continua armonización con estándares internacionales en evolución.

La normalización es un proceso dinámico. El proceso de actualización de pliegos ya iniciado por la SEC [3] es fundamental. Para asegurar la relevancia continua de la normativa chilena, se sugiere:

- Fomentar mecanismos de retroalimentación continua con los actores del sector.

- Mantener una vigilancia tecnológica y normativa permanente de estándares internacionales clave (IEC, NEC [21], BS 7671 [24], DIN VDE [20]).
- Buscar un equilibrio entre la armonización internacional y la consideración de las particularidades y la realidad técnica y económica de Chile.

Desafíos futuros como la digitalización, la generación distribuida, el almacenamiento de energía y la resiliencia ante el cambio climático deberán ser abordados progresivamente por la normativa. Las recomendaciones aquí presentadas buscan contribuir al objetivo último de proteger a las personas y los bienes, y asegurar la calidad, seguridad y eficiencia del suministro eléctrico en el país. La implementación de estas mejoras, junto con el desarrollo de guías de aplicación y programas de capacitación, será crucial para materializar plenamente los beneficios de una normativa robusta y actualizada.

Bibliografía

- [1] MINISTERIO DE ENERGÍA, CHILE. Decreto N°8. Aprueba Reglamento de Seguridad de las Instalaciones de Consumo de Energía Eléctrica. Publicado en Diario Oficial el 05 de marzo de 2020, 2019.
- [2] SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES (SEC), CHILE. Resolución Exenta N° 33.877. Dicta Pliegos Técnicos Normativos RIC N°01 al 19 del Reglamento de Seguridad de las Instalaciones de Consumo de Energía Eléctrica. Publicada en Diario Oficial el 12 de enero de 2021, 2020.
- [3] REVISTA ELECTRICIDAD. SEC inició proceso de actualización de pliegos técnicos de instalaciones eléctricas interiores [en línea]. Santiago, Chile. 12 de septiembre de 2022. <https://www.revistaei.cl/sec-inicio-proceso-de-actualizacion-de-pliegos-tecnicos-de-instalaciones-electricas-interiores/> [consulta: 28 abril 2025].
- [4] DECRETO LEY N°1665. Primera Ordenanza Eléctrica, 1904.
- [5] MINISTERIO DE OBRAS Y VÍAS PÚBLICAS, CHILE. Decreto Ley N°252. Primera Ley General de Servicios Eléctricos, 1925.
- [6] DFL N°244. Ley General de Servicios Eléctricos (Segunda), 1931.
- [7] MINISTERIO DEL INTERIOR, CHILE. Decreto N°3386. Aprueba el Reglamento de Explotación de Servicios Eléctricos de Alumbrado y Fuerza Motriz, 1935.

- [8] MINISTERIO DEL INTERIOR, CHILE. Decreto Supremo N°4188. Aprueba el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes, 1955.
- [9] MINISTERIO DEL INTERIOR, CHILE. Decreto N°1261. Aprueba el Reglamento de Cruces y Paralelismos de Líneas Eléctricas, 1957.
- [10] DFL N°4. Aprueba el texto de la Ley General de Servicios Eléctricos (Tercera), 1959.
- [11] NORMA NSEG 5 E.n. 71. Electricidad. Instalaciones eléctricas de corrientes fuertes, 1971.
- [12] MINISTERIO DEL INTERIOR, SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS ELÉCTRICOS, DE GAS Y DE TELECOMUNICACIONES, CHILE. Resolución Exenta N°692. Declara Norma Oficial NCh Elec 5 E.n.71 (NSEG 5 E.n. 71) y otras, 1971.
- [13] MINISTERIO DE MINERÍA, CHILE. Decreto Ley N°2.224. Crea Comisión Nacional de Energía (CNE), 1978.
- [14] MINISTERIO DE MINERÍA, CHILE. DFL N°1. Ley General de Servicios Eléctricos (Cuarta), 1982.
- [15] NORMA CHILENA NCh Elec 4/84. Electricidad. Instalaciones interiores en baja tensión, 1984.
- [16] MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN, CHILE. Decreto Supremo N°91. Oficializa NCh Elec 4/84 y otras, 1984.
- [17] LEY N°18.410. Crea la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), 1985.
- [18] NORMA CHILENA NCh Elec 4/2003. Electricidad. Instalaciones de consumo en baja tensión, 2003.

- [19] MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN, CHILE. Decreto Supremo N°115. Aprueba Norma Técnica NCh.Elec. 4/2003 y deroga Decreto N°91 en lo pertinente, 2004.
- [20] DIN VDE. Normativa eléctrica general alemana.
- [21] NEC / NFPA 70. National Electrical Code, 2023.
- [22] REBT / ITC-BT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, 2002.
- [23] JIS / METI. Normas Industriales Japonesas para instalaciones eléctricas.
- [24] BS 7671. Requirements for Electrical Installations, IET Wiring Regulations, 2022.
- [25] DIN VDE 0660-600. Conjuntos de aparamenta de baja tensión (Serie IEC 61439), 2021.
- [26] NEC ARTÍCULO 409. Paneles de control industrial, 2023.
- [27] ITC-BT-17. Instalaciones de enlace. Cuadros generales de mando y protección, 2020.
- [28] JIS C 8480. Conjuntos de aparamenta de conexión y control de baja tensión, 1995.
- [29] JIS C 60664-1. Coordinación de aislamiento para equipos en sistemas de baja tensión - Parte 1: Principios, requisitos y ensayos (IEC 60664-1), 2023.
- [30] BS 7671 CAPÍTULO 53. Protección, seccionamiento, maniobra, mando y vigilancia, 2022.
- [31] DIN VDE 0298-4. Utilización de cables y líneas flexibles para instalaciones de energía. Intensidades admisibles.

- [32] DIN VDE 0100-520 (IEC 60364-5-52). Instalación de equipos eléctricos de baja tensión - Parte 5-52: Selección y montaje de equipos eléctricos - Canalizaciones.
- [33] NEC ARTÍCULO 310. Conductores para alambrado general, 2023.
- [34] NEC CAPÍTULO 3. Métodos y Materiales de Alambrado, 2023.
- [35] ITC-BT-19. Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales, 2002.
- [36] ITC-BT-20. Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación, 2002.
- [37] ITC-BT-21. Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras, 2002.
- [38] JIS C 3300 SERIES. Cables y alambres eléctricos.
- [39] JIS C 60364-5-52 (IEC 60364-5-52). Instalaciones eléctricas de baja tensión - Parte 5-52: Selección y montaje de material eléctrico - Canalizaciones.
- [40] BS 7671 CAPÍTULO 52. Selección y montaje de sistemas de conducción, 2022.
- [41] DIN VDE 0100-410 (IEC 60364-4-41). Instalación de equipos eléctricos de baja tensión - Parte 4-41: Protección para la seguridad - Protección contra los choques eléctricos.
- [42] DIN VDE 0100-430 (IEC 60364-4-43). Instalación de equipos eléctricos de baja tensión - Parte 4-43: Protección para la seguridad - Protección contra las sobrecargas.
- [43] NEC ARTÍCULO 240. Protección contra sobrecorriente, 2023.
- [44] NEC ARTÍCULO 250 (parcial). Puesta a tierra y enlace, 2023.
- [45] NEC ARTÍCULO 210.8. Protección de personal mediante interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI), 2023.

- [46] NEC ARTÍCULO 210.12. Protección mediante interruptor de circuito por falla de arco (AFCI), 2023.
- [47] ITC-BT-22. Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobreintensidades, 2002.
- [48] ITC-BT-23. Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones, 2002.
- [49] ITC-BT-24. Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos, 2002.
- [50] JIS C 60364-4-41 (IEC 60364-4-41). Instalaciones eléctricas de baja tensión - Parte 4-41: Protección para la seguridad - Protección contra los choques eléctricos, 2022.
- [51] BS 7671 CAPÍTULO 41. Protección contra los choques eléctricos, 2022.
- [52] BS 7671 CAPÍTULO 42. Protección contra los efectos térmicos, 2022.
- [53] BS 7671 CAPÍTULO 43. Protección contra las sobreintensidades, 2022.
- [54] BS 7671 SECCIÓN 443. Protección contra las sobretensiones transitorias de origen atmosférico o debidas a maniobras, 2022.
- [55] DIN VDE 0100-540 (IEC 60364-5-54). Instalación de equipos eléctricos de baja tensión - Parte 5-54: Selección y montaje de equipos eléctricos - Puestas a tierra, conductores de protección y conductores equipotenciales de protección.
- [56] NEC ARTÍCULO 250. Puesta a tierra y enlace, 2023.
- [57] ITC-BT-18. Instalaciones de puesta a tierra, 2002.
- [58] ITC-BT-26. Instalaciones interiores en viviendas. Número de circuitos y características, 2002.

- [59] JIS C 60364-5-54 (IEC 60364-5-54). Instalaciones eléctricas de baja tensión - Parte 5-54: Selección y montaje de material eléctrico - Tomas de tierra, conductores de protección y conductores de equipotencialidad de protección.
- [60] BS 7671 CAPÍTULO 54. Disposiciones de puesta a tierra y conductores de protección, 2022.
- [61] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 60529: Degrees of protection provided by enclosures (IP Code). Geneva: IEC.
- [62] ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (UNE). UNE-EN 60439-3: Aparata de baja tensión. Parte 3: Requisitos particulares para la aparata de baja tensión destinada a ser instalada en lugares accesibles a personas no cualificadas durante su utilización. Cuadros de distribución (DBO). (Versión oficial EN 60439-3:1991 + A1:1993 + A2:2001). (Nota: Norma obsoleta, reemplazada por la serie IEC 61439).
- [63] VDE VERLAG. DIN VDE 0100-729: Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 7-729: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art - Aufstellbereiche von elektrischen Anlagen.
- [64] UNDERWRITERS LABORATORIES. UL 67: Standard for Panelboards. Northbrook, IL: UL.
- [65] UNDERWRITERS LABORATORIES. Estándares UL para productos eléctricos. (Nota: Referencia general a los estándares de UL).
- [66] MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, ESPAÑA. ITC-BT-16: Instalaciones interiores en viviendas. Grado de electrificación. Previsión de cargas. Parte del REBT, 2002.
- [67] ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (UNE). UNE-IEC/TS 60479-1: Efectos de la corriente en el ser humano y en los animales domésticos. Parte 1: Aspectos generales. (IEC/TS 60479-1).

- [68] MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, ESPAÑA. ITC-BT-08: Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica. Parte del REBT, 2002.
- [69] MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, ESPAÑA. ITC-BT-25: Instalaciones interiores en viviendas. Prescripciones generales de instalación. Parte del REBT, 2002.
- [70] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 60364-4-42: Low-voltage electrical installations - Part 4-42: Protection for safety - Protection against thermal effects. Geneva: IEC.
- [71] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 62305 (Series): Protection against lightning. Geneva: IEC.
- [72] NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 780: Standard for the Installation of Lightning Protection Systems. Quincy, MA: NFPA.
- [73] INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. IEEE Std 80: IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding. New York, NY: IEEE.
- [74] INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. IEEE Std 81: IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System. New York, NY: IEEE.
- [75] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 61557-5: Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. - Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures - Part 5: Resistance to earth. Geneva: IEC.
- [76] JAPANESE INDUSTRIAL STANDARDS COMMITTEE (JISC). JIS A 4201: Lightning Protection Systems. Tokyo: Japanese Standards Association.

- [77] VDE VERLAG. DIN VDE 0185-305 (Series): Protection against lightning (IEC 62305 series).
- [78] ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (UNE). UNE-EN 62305 (Series): Protección contra el rayo (IEC 62305 series).
- [79] BRITISH STANDARDS INSTITUTION (BSI). BS EN 62305 (Series): Protection against lightning (IEC 62305 series). London: BSI.
- [80] AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS (ASCE). ASCE/SEI 7: Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures. Reston, VA: ASCE. (Se recomienda usar la edición más reciente disponible, ej. ASCE/SEI 7-22).
- [81] JAPANESE ENGINEERING STANDARDS. JES XXXXX: [Nombre del estándar específico, ej. Seismic Design for Electrical Equipment]. (Nota: El texto original menciona JES 26 05 48.00, se necesita la referencia completa para una cita formal).
- [82] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 60445: Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification - Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors. Geneva: IEC. (Se recomienda usar la edición más reciente).
- [83] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 62606: General requirements for arc fault detection devices. Geneva: IEC. (Se recomienda usar la edición más reciente).
- [84] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 60364-4-41: Low-voltage electrical installations - Part 4-41: Protection for safety - Protection against electric shock. Geneva: IEC. (Se recomienda usar la edición más reciente).

- [85] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 60364-5-54: Low-voltage electrical installations - Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment - Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors. Geneva: IEC. (Se recomienda usar la edición más reciente).
- [86] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 60364-7-701: Low-voltage electrical installations - Part 7-701: Requirements for special installations or locations - Locations containing a bath or shower. Geneva: IEC. (Se recomienda usar la edición más reciente).
- [87] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 60364-7-702: Low-voltage electrical installations - Part 7-702: Requirements for special installations or locations - Swimming pools and similar basins. Geneva: IEC. (Se recomienda usar la edición más reciente).
- [88] MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, ESPAÑA. ITC-BT-27: Instalaciones interiores o receptoras. Locales que contienen una bañera o ducha. Parte del REBT, 2002.
- [89] MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, ESPAÑA. ITC-BT-31: Instalaciones interiores o receptoras. Instalaciones con fines especiales. Piscinas y fuentes. Parte del REBT, 2002.
- [90] DIN VDE 0100-701 (IEC 60364-7-701): Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 7-701: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art - Räume mit Badewanne oder Dusche. (Se recomienda usar la edición más reciente).
- [91] DIN VDE 0100-702 (IEC 60364-7-702): Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 7-702: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen be-

sonderer Art - Becken von Schwimmbädern, Springbrunnen und Wasserbecken.
(Se recomienda usar la edición más reciente).

[92] Comisión Europea. Reglamento Delegado (UE) 2016/364. Sobre la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción (Euroclases bajo CPR), 2016.

Apéndice

A. Resumen Ejecutivo

Análisis Comparativo y Propuestas de Mejora para Pliegos Técnicos de la Normativa Eléctrica Chilena de Baja Tensión

Esta memoria presenta un análisis exhaustivo de los Pliegos Técnicos Normativos (RIC) N°02 (Tableros Eléctricos), N°04 (Conductores, Materiales y Sistemas de Canalización), N°05 (Medidas de Protección contra Tensiones Peligrosas y Descargas Eléctricas) y N°06 (Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial) de la normativa eléctrica chilena de baja tensión. El objetivo principal es evaluar su alineación con estándares internacionales y proponer mejoras concretas para optimizar la seguridad, claridad y actualidad de la regulación nacional.

Marco Regulatorio Chileno y Justificación del Estudio

Las instalaciones eléctricas de consumo en Baja Tensión (BT) en Chile se rigen por el Decreto Supremo (DS) N°8 del Ministerio de Energía y los Pliegos Técnicos Normativos (RIC) asociados, que reemplazaron a la norma NCh Elec 4/2003. Esta modernización busca adaptar la regulación a los avances tecnológicos, los nuevos desafíos en seguridad y eficiencia energética, y la integración de tecnologías emergentes. La seguridad de las personas y los bienes, así como la continuidad y calidad del suministro eléctrico, son primordiales.

La transición a un reglamento marco complementado por diecinueve RIC específicos introduce mayor detalle técnico, facilitando actualizaciones futuras, pero también demanda una interpretación coordinada. Esta memoria se enfoca en los RIC N°02, 04, 05 y 06, pilares para la seguridad, modernización tecnológica y sostenibilidad del sector eléctrico de consumo. El estudio surge de la necesidad de evaluar la claridad, precisión, completitud, alineación internacional, adaptabilidad tecnológica y coheren-

cia interna y externa de estos pliegos.

Contexto Normativo Internacional y Metodología

Para realizar el análisis comparativo, se tomaron como referencia las normativas eléctricas de baja tensión de cinco países con reconocida trayectoria: Alemania (DIN VDE), Estados Unidos (NEC/NFPA 70), España (REBT/ITC-BT), Japón (JIS/METI) y Reino Unido (BS 7671). La metodología se basó en un análisis temático cruzado, examinando cómo cada normativa internacional aborda los aspectos clave de los RIC seleccionados, identificando divergencias, omisiones y mejores prácticas. Se constató una notable convergencia en las normativas de Alemania, España, Japón y Reino Unido debido a la adopción de estándares IEC (especialmente IEC 60364 e IEC 61439), mientras que el NEC de EE.UU. presenta un enfoque distintivo.

Principales Hallazgos del Análisis Comparativo

El análisis comparativo de los RIC N°02, 04, 05 y 06 reveló que, si bien establecen un marco de seguridad robusto y alineado con principios internacionales, existen áreas de mejora y divergencias significativas:

RIC N°02: Tableros Eléctricos

- **Construcción y Envolventes:** Mientras el RIC N°02 exige resistencia mecánica, eléctrica y térmica, y grados IP mínimos (IP40/IP41), normativas como la alemana (IEC 61439) detallan más la determinación del IP según evaluación de riesgos. El NEC de EE.UU. se enfoca en la adecuación al ambiente (NEMA Type) y construcción "dead-front".
- **Estructura Interna:** El RIC N°02 menciona el montaje en bastidores y la compartimentación se infiere de la referencia a IEC 61439 para alta capacidad. Nor-

mas como IEC 61439 (Alemania) son más explícitas sobre formas de compartimentación.

- **Resistencia a Cortocircuitos (SCCR):** El NEC (EE.UU.) pone un fuerte énfasis en el marcado del SCCR en paneles de control industrial, un aspecto que podría reforzarse en el RIC.
- **Reacondicionamiento:** El NEC prohíbe el reacondicionamiento de panelboards, un tema no abordado directamente por el RIC N°02.
- **Resistencia Sísmica:** Se observa una ausencia de requisitos explícitos para la resistencia sísmica de tableros en el RIC N°02, un aspecto relevante para Chile y considerado en Japón y California.

RIC N°04: Conductores, Materiales y Sistemas de Canalización

- **Materiales y Secciones Mínimas:** El RIC N°04 se centra en cobre y establece secciones mínimas específicas. El NEC permite aluminio y tiene secciones mínimas que pueden diferir (ej. 14 AWG \approx 2,08 mm²).
- **Aislamientos (LSZH):** El RIC N°04 exige materiales LSZH en lugares de reunión de personas. Normativas europeas (Alemania, España, Reino Unido) avanzan hacia la clasificación CPR (Euroclases) para comportamiento ante el fuego, siendo más detalladas.
- **Ampacidad y Factores de Corrección:** Si bien el RIC N°04 provee tablas y factores, el NEC y BS 7671 ofrecen enfoques exhaustivos con múltiples tablas y factores detallados.
- **Código de Colores:** El código de colores del RIC N°04 (Azul, Negro, Rojo para fases; Blanco para neutro; Verde o Verde/Amarillo para protección) difiere del armonizado IEC (Marrón/Negro/Gris para fases; Azul para neutro) y del NEC (Negro/Rojo/Azul común para fases; Blanco o Gris para neutro).

- **Canalizaciones:** El NEC detalla una mayor variedad de tipos de canalizaciones y sus usos específicos en comparación con el RIC N°04.

RIC N°05: Medidas de Protección contra Tensiones Peligrosas y Descargas Eléctricas

- **Esquemas de Conexión a Tierra (ECT):** El RIC N°05 describe TN, TT, IT y establece TT para instalaciones desde redes públicas BT. El NEC no usa prominentemente esta terminología, enfocándose en si el sistema está puesto a tierra y cómo.
- **Protección contra Contactos Indirectos y Tiempos de Desconexión:** El RIC N°05 establece condiciones ($Z_s \cdot I_a \leq U_L$ para TN, $R_A \cdot I_a \leq U_L$ para TT) y tiempos de desconexión. Las normativas europeas basadas en IEC 60364 siguen principios similares, aunque los tiempos pueden variar ligeramente. El NEC se basa más en la operación de protecciones de sobrecorriente y GFCIs sin especificar tiempos de la misma manera.
- **Dispositivos de Corriente Diferencial Residual (RCDs/GFCIs):** Si bien el RIC N°05 exige el uso de RCDs con sensibilidad ≤ 30 mA, se identifica una falta de especificidad en comparación con las normativas europeas. Estas últimas detallan con mayor precisión la aplicación de distintas sensibilidades (ej. 10 mA para riesgo muy alto, 30 mA para protección de personas, o 300 mA para riesgo de incendio) según el tipo de riesgo o la selectividad requerida en la instalación.
- **Protección contra Arcos Eléctricos (AFCI/AFDD):** El RIC N°02 menciona AFDDs para ciertos tableros, pero el RIC N°05 no generaliza su uso. El NEC exige AFCIs en la mayoría de los circuitos de 120V en viviendas, y normativas IEC recomiendan AFDDs en situaciones de riesgo de incendio.

Si bien el RIC N°05 exige el uso de RCDs con sensibilidad ≤ 30 mA, se identifica una falta de especificidad en comparación con las normativas europeas. Estas

últimas detallan con mayor precisión la aplicación de distintas sensibilidades (ej. 10 mA para riesgo muy alto, 30 mA para protección de personas, o 300 mA para riesgo de incendio) según el tipo de riesgo o la selectividad requerida en la instalación.

RIC N°06: Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial

- **Valor de Resistencia de Puesta a Tierra:** El RIC N°06 establece valores de referencia (ej. ≤ 20 Ohm para servicio). El NEC no prescribe un valor máximo general (excepto 25 Ohms para electrodos únicos no complementados), enfocándose en la baja impedancia de la trayectoria de falla. Normas IEC vinculan la resistencia a la operación segura de protecciones y control de tensiones de contacto.
- **Electrodos de Puesta a Tierra:** El RIC N°06 lista tipos permitidos. El NEC y normas IEC incluyen opciones como electrodos embebidos en hormigón (Ufer) o anillos perimetrales, que podrían considerarse con más detalle.
- **Conductores de Puesta a Tierra y Protección (PE):** El dimensionamiento en el RIC N°06 se basa en la sección de fase (Anexo 6.7). El NEC lo basa en la capacidad de la protección de sobrecorriente.
- **Medición y Verificación:** Si bien el RIC N°06 menciona la medición, podría beneficiarse de directrices más detalladas sobre métodos, como se encuentra en IEEE Std 81 o guías de VDE y BS 7671.

Recomendaciones para la Optimización de los RIC

Basado en el análisis, se proponen las siguientes recomendaciones clave:

Para RIC N°02 (Tableros Eléctricos):

1. **Prohibir Reacondicionamiento:** Añadir un requisito que prohíba explícitamente el reacondicionamiento de tableros sin recertificación completa, similar al NEC Art. 408.8.
2. **Detallar Directorio de Circuitos:** Especificar con mayor detalle los requisitos de durabilidad, legibilidad e identificación clara para el directorio de circuitos, tomando como referencia el NEC Art. 408.4(A).
3. **Incorporar Resistencia Sísmica:** Añadir requisitos o recomendaciones para la resistencia sísmica de tableros y sus fijaciones, especialmente en instalaciones críticas, basándose en prácticas de Japón y California (ASCE 7).
4. **Ampliar Exigencia de AFDDs:** Evaluar la ampliación de la exigencia de Dispositivos de Detección de Falla de Arco (AFDDs) a más circuitos finales en viviendas y locales con riesgo de incendio, alineándose con NEC Art. 210.12 e IEC 60364-4-42.
5. **Especificar Alturas de Montaje:** Detallar alturas de montaje para dispositivos de mando y protección dentro de los tableros, referenciando normativas como la española (REBT ITC-BT-17) para mejorar ergonomía y accesibilidad.

Para RIC N°04 (Conductores y Canalizaciones):

1. **Revisar Código de Colores:** Incluir una guía de correspondencia o equivalencia con los códigos de colores armonizados de IEC 60445 y prácticas comunes del NEC para reducir errores y mejorar la seguridad.
2. **Ampliar Tipos de Cables y Canalizaciones:** Regular tipos específicos de cables y métodos de instalación comunes internacionalmente pero no cubiertos en detalle (ej. cables MC, armados, para datos junto a potencia), tomando como ejemplo el NEC Cap. 3.

3. **Fortalecer Requisitos LSZH:** Adoptar clasificaciones de reacción al fuego (Euroclases bajo CPR) para materiales LSZH en lugares de pública concurrencia y rutas de evacuación, en línea con normativas europeas.
4. **Clarificar Dimensionamiento del Neutro con Armónicos:** Especificar si el sobredimensionamiento del neutro ($1.5 \times$ Fase) es la única opción o si se aceptan cálculos de ingeniería detallados, como sugiere REBT ITC-BT-19 y el NEC.

Para RIC N°05 (Medidas de Protección):

1. **Extender Obligatoriedad de DCRs ≤ 30 mA:** Ampliar la exigencia de DCRs de alta sensibilidad para cubrir todos los tomacorrientes de uso general en viviendas y otros circuitos de riesgo, alineándose con NEC, REBT y BS 7671.
2. **Incorporar Requisitos para AFDDs:** Establecer requisitos para la selección e instalación de AFDDs como medida adicional contra incendios por arcos en circuitos finales de viviendas y locales de riesgo, referenciando IEC 62606 y prácticas del NEC e IEC 60364-4-42.
3. **Verificar Tiempos Máximos de Desconexión:** Asegurar la plena alineación de los tiempos máximos de desconexión con los valores más recientes de IEC 60364-4-41.
4. **Detallar Protección por Obstáculos y Alejamiento:** Añadir requisitos específicos para estas medidas en locales de acceso restringido a personal cualificado, basándose en IEC 60364-4-41 y aplicaciones en DIN VDE o BS 7671.

Para RIC N°06 (Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial):

1. **Reenfocar Criterio de Resistencia de Puesta a Tierra:** Enfatizar que el criterio fundamental es asegurar la correcta operación de protecciones y el control de tensiones de contacto/paso, en lugar de un valor óhmico fijo, alineándose con NEC e IEC 60364-5-54.

2. **Detallar Métodos de Medición:** Añadir directrices prácticas sobre métodos de medición de resistividad del terreno y resistencia de electrodos (ej. Wenner, caída de potencial), referenciando IEEE Std 81 e IEC 61557-5.
3. **Detallar Enlace Equipotencial Suplementario:** Especificar requisitos para este enlace en lugares especiales (baños, piscinas, etc.), basándose en IEC 60364-7 y derivados nacionales.
4. **Ampliar Tipos de Electrodo Permitidos:** Considerar opciones como electrodos embebidos en hormigón (Ufer) o anillos de tierra perimetrales, detallando criterios de diseño e instalación, según NEC 250.52 e IEC 60364-5-54.

Adicionalmente, se identificó la necesidad de revisar la congruencia entre los 19 pliegos técnicos RIC para evitar solapamientos o contradicciones, por ejemplo, en la coordinación de capacidades de cortocircuito entre RIC N°01, N°02 y N°03, o en los requisitos para tableros de transferencia entre RIC N°02, N°08 y N°09. También es crucial mejorar la coherencia interna de los pliegos, clarificando términos ambiguos (ej. "accesible fácilmente" en RIC N°02) y asegurando la precisión de las referencias a normas externas.

Conclusiones y Perspectivas Futuras

Los Pliegos Técnicos RIC N°02, 04, 05 y 06 constituyen una base sólida para la seguridad eléctrica en Chile, con una notable alineación con principios IEC. No obstante, el análisis comparativo ha revelado oportunidades significativas para su modernización y perfeccionamiento. Estas incluyen la adopción de tecnologías de protección avanzadas (como AFDDs), una mayor especificidad en ciertos requisitos (como códigos de colores y tipos de canalización), y una continua armonización con los estándares internacionales en evolución.

El proceso de actualización de pliegos ya iniciado por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) es fundamental. Para mantener la relevancia de la normativa chilena, se sugiere fomentar la retroalimentación continua con el sector, mantener una vigilancia tecnológica y normativa internacional, y buscar un equilibrio entre la armonización global y las particularidades nacionales. Desafíos como la digitalización, la generación distribuida, el almacenamiento de energía y la resiliencia climática deberán ser abordados progresivamente. La implementación de estas mejoras, junto con guías de aplicación y capacitación, será crucial para materializar una normativa eléctrica robusta y actualizada que proteja a las personas y bienes, y asegure la calidad, seguridad y eficiencia del suministro eléctrico.

B. Recomendaciones RIC N°2

Modificación Punto 4.1.3

Accesible fácilmente: Son aquellas canalizaciones o equipos accesibles que pueden ser alcanzados sin necesidad de trepar, quitar obstáculos, etc., para repararlos, inspeccionarlos u operarlos.

Cambia por:

Accesible fácilmente: Se refiere a canalizaciones o equipos que pueden ser alcanzados para su inspección, operación, mantenimiento o reparación sin necesidad de trepar, remover obstáculos fijos, o recurrir a herramientas especializadas para su acceso. Para evitar ambigüedades, esta condición debe evaluarse en el contexto específico de la instalación.

- **En viviendas:** Un tablero se considera accesible fácilmente si está ubicado en un área común y no obstruido por mobiliario fijo pesado o que requiera ser desmontado. Considerando una altura mínima de 1,4 metros y una altura máxima de 2 metros.
- **En locales comerciales:** Un equipo es accesible fácilmente si el personal autorizado puede llegar a él durante el horario de funcionamiento sin interrumpir significativamente la actividad comercial o mover grandes expositores. Considerando una altura mínima de 1 metro.
- **En la industria:** Una canalización o equipo es accesible fácilmente si personal de mantenimiento calificado puede acceder de forma segura con las herramientas habituales, sin necesidad de parar líneas de producción no relacionadas o desmontar maquinaria compleja que no sea parte del equipo en cuestión. Altura según funciones.

Modificación Punto 5.3.6

5.3.6 Todos los tableros deberán tener adherida la siguiente información:

5.3.6.1 Cuadro indicador y rotulado para identificar los circuitos, su número y su función.

5.3.6.2 Diagrama unilineal actualizado, de tamaño legible, y con protección permanente para mantener su condición.

Cambia por:

5.3.6 Todos los tableros deberán tener adherida la siguiente información:

5.3.6.1 Cuadro Indicador y Rotulado: Deberá incluir un cuadro indicador y rotulado para identificar los circuitos, su número y su función.

5.3.6.2 Diagrama Unilineal Actualizado: El diagrama unilineal deberá cumplir con los siguientes requisitos de formato, legibilidad y protección para mantener su condición a lo largo del tiempo:

a) Para tableros en instalaciones residenciales (casas):

- **i. Para tableros con hasta 3 circuitos finales:** El diagrama unilineal deberá tener un formato mínimo **A7**. Se deberá utilizar un tipo de letra y un tamaño que aseguren su completa legibilidad en dicho formato (Se sugiere un tamaño de letra mínimo equivalente a Arial 8 puntos).
- **ii. Para tableros con 4 o más circuitos finales:** El diagrama unilineal deberá tener un formato mínimo **A6**. Se deberá utilizar un tipo de letra y un tamaño que aseguren su completa legibilidad. (Se sugiere un tamaño de letra mínimo equivalente a Arial 9 puntos)
- **iii. En ambos casos (i y ii):** El diagrama deberá estar firmemente adherido al tablero en un lugar visible.

b) Para tableros de mayor capacidad, complejidad, o aquellos en instalaciones no residenciales, o cuando por la cantidad de circuitos la legibilidad no pueda ser garantizada en los formatos anteriores:

- **i.** El diagrama unilineal deberá tener un tamaño mínimo de formato **A4**.
- **ii.** Se deberá utilizar un tipo de letra y un tamaño que aseguren que toda la información contenida sea fácilmente legible a una distancia normal de inspección. (Se sugiere un tamaño de letra mínimo equivalente a Arial 9 puntos)
- **iii.** El diagrama deberá estar firmemente adherido al tablero en un lugar visible o dispuesto en un receptáculo o portadocumentos solidario y accesible en el tablero.

c) Protección, durabilidad y contenido (aplicable a todos los tableros):

- **i.** El diagrama unilineal deberá estar fabricado e instalado utilizando materiales y técnicas que aseguren su protección permanente y lo hagan resistente a los efectos del clima (como humedad, condensación, y exposición a radiación UV si estuviera en exteriores o expuesto a la luz solar directa), al polvo, a la manipulación normal y al desgaste natural del tiempo.
- **ii.** Ejemplos de protección permanente aceptables incluyen, pero no se limitan a: laminado plástico de alta resistencia, impresión en materiales sintéticos durables y resistentes al agua, o su disposición dentro de un contenedor o cubierta transparente sellada y adosada o incorporada al tablero.
- **iii.** La información contenida en el diagrama deberá ser clara, precisa, indeleble y mantenerse legible durante toda la vida útil esperada del tablero. Deberá representar fielmente la instalación eléctrica que el tablero controla.

Modificación Punto 6.1.20

Las distancias mínimas entre partes desnudas energizadas dentro de un tablero serán determinadas de acuerdo con la tabla N°2.2. Se exceptúan de esta exigencia a las distancias entre contactos de dispositivos de protección y de maniobra las cuales deberán cumplir con las normas específicas respectivas.

Cambia por:

Las distancias mínimas entre partes desnudas energizadas dentro de un tablero eléctrico deberán cumplir con los valores establecidos en la Tabla N°2.2. Se exceptúan de esta exigencia las distancias entre contactos de dispositivos de protección (como interruptores automáticos o diferenciales) y de maniobra (como contactores o seccionadores), las cuales deberán cumplir con las especificaciones técnicas establecidas en las siguientes normas internacionales o sus equivalentes nacionales adoptadas:

- IEC 60947-1, IEC 60947-2 y IEC 60947-3 para dispositivos de maniobra y control, incluyendo interruptores automáticos, contactores y seccionadores.
- IEC 60898 para interruptores automáticos destinados a la protección contra sobrecorrientes en instalaciones domésticas y similares.
- IEC 61008 para interruptores diferenciales de corriente residual sin protección contra sobrecorriente.

Incorporación Punto 6.11

6.11 Prohibición de reacondicionamiento de tableros de distribución.

6.11.1 No se permitirá el reacondicionamiento de tableros de distribución, entendido como la reutilización de componentes internos principales (como barras, interruptores o sistemas de conexión) o de la envolvente sin una recertificación completa conforme a las normas de diseño y fabricación vigentes.

6.11.2 Esta prohibición aplica especialmente a tableros destinados a instalaciones residenciales o de uso general por personas no calificadas, con el fin de garantizar la seguridad eléctrica y prevenir riesgos asociados a equipos modificados o antiguos.

Incorporación Punto 6.12 y Anexo Explicativo 2.4

6.12 Anclaje y fijación de celdas metálicas y tableros

6.12.1 Los requisitos de anclaje y fijación aplican a celdas metálicas auto-soportadas y tableros de distribución eléctrica, incluyendo celdas de maniobra de media y baja tensión, así como tableros generales y de distribución.

6.12.2 Verificación estructural y fijación de componentes:

- **Estructura soportante:** Se deberá verificar la capacidad de la estructura soportante de celdas o tableros, considerando las masas de los elementos contenidos y las cargas sísmicas aplicables.
- **Fijación interna:** Los componentes internos de las celdas o tableros, especialmente aquellos con un peso superior a 40 daN, deberán estar adecuadamente fijados para garantizar su estabilidad bajo condiciones sísmicas.

6.12.3 Sistemas de anclaje a la fundación o piso:

- **Diseño de anclaje:** El sistema de anclaje a la fundación o estructura de piso

debe diseñarse considerando las cargas estáticas y dinámicas, incluyendo un análisis detallado de la base de anclaje y las zonas de alojamiento de pernos.

- **Pisos técnicos elevados:** No se permitirá el anclaje directo de equipos a pisos técnicos elevados. Los equipos deberán fijarse a una base estructural independiente, anclada a la fundación principal del edificio o sala, con una rigidez mínima de 30 Hz.
- **Materiales de anclaje:** Los pernos de anclaje deberán ser de materiales certificados con propiedades mecánicas adecuadas, como ductilidad y tenacidad, para resistir las cargas sísmicas. El diámetro mínimo de los pernos será de 16 mm, salvo que un análisis técnico justifique otro valor.

6.12.4 Interconexión de celdas adyacentes: Las celdas o tableros adyacentes deberán estar atornillados lateralmente entre sí para garantizar un comportamiento solidario y rígido del conjunto, minimizando desplazamientos relativos durante eventos sísmicos.

6.12.5 Consideraciones ambientales y sísmicas: Cuando las celdas o tableros se instalen dentro de una sala o edificio, se deberán considerar las condiciones específicas de la estructura, incluyendo posibles amplificaciones de movimientos sísmicos.

6.12.6 El diseño y montaje de los sistemas de anclaje y fijación deberán estar respaldados por memorias de cálculo y planos detallados, que incluyan, como mínimo:

- Peso total y posición del centro de gravedad del equipo.
- Detalle del sistema de fijación o anclaje, incluyendo cotas de pernos.
- Especificaciones de diámetro, calidad y propiedades mecánicas de los pernos de anclaje.

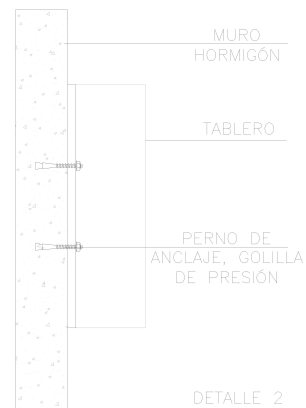
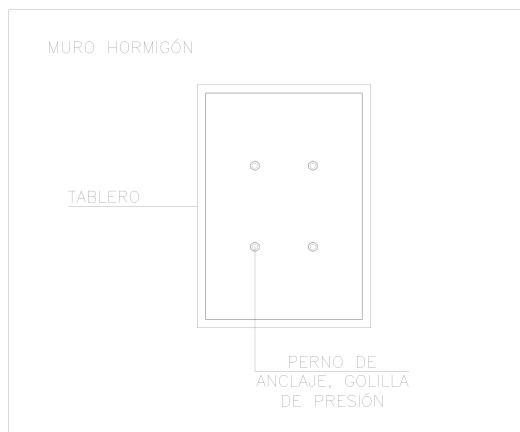
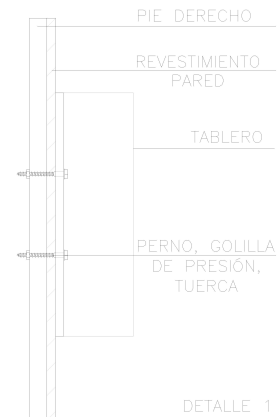
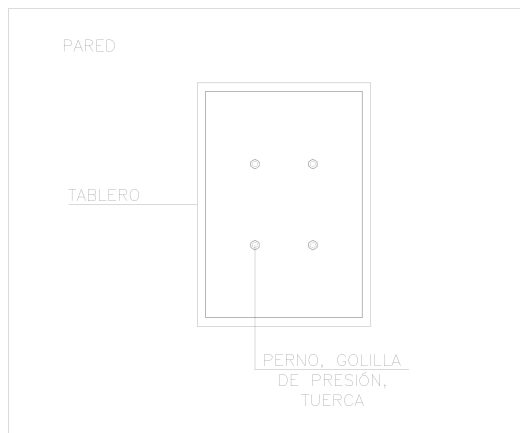
Dicha documentación deberá estar presente en la memoria explicativa.

6.12.7 Inspección y mantenimiento: El diseño de los sistemas de anclaje deberá facilitar la inspección periódica y el eventual reemplazo de sus componentes, asegurando el cumplimiento continuo de las especificaciones establecidas en esta norma.

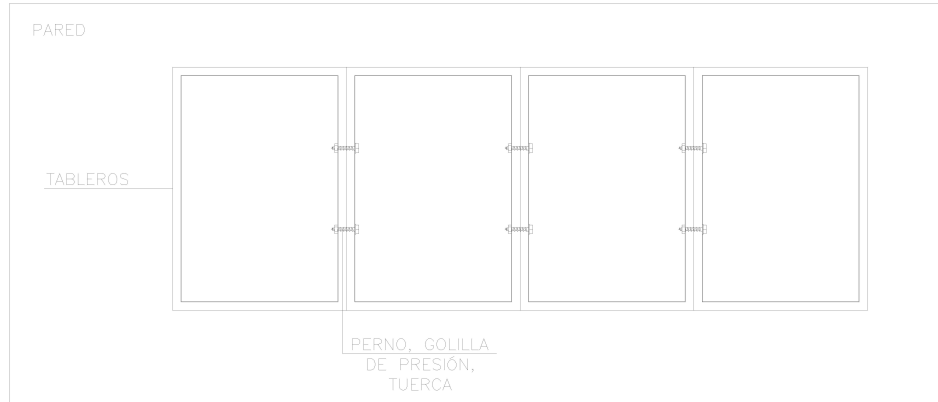
ANEXO 2.4

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA MONTAJE E INSTALACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS

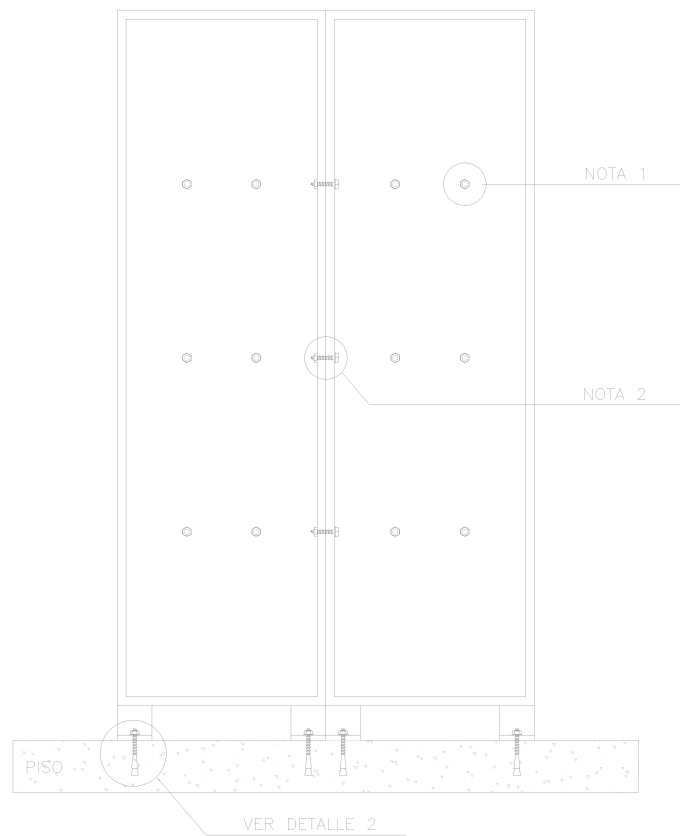
MONTAJE DE TABLERO ELÉCTRICO

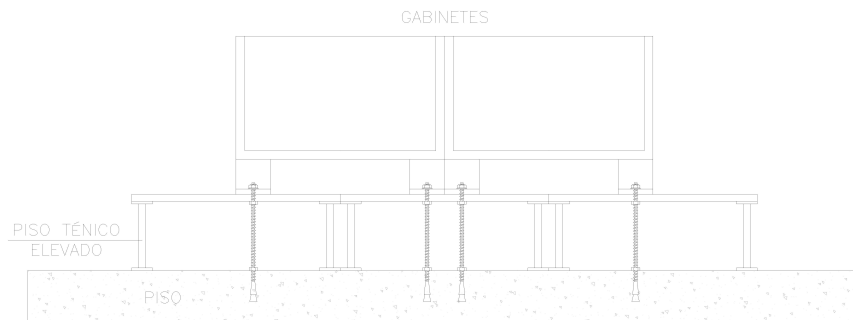


INTERCONEXIÓN DE TABLEROS ADYACENTES



MONTAJE DE TABLEROS AUTOSOPORTADOS





NOTA 1: VER MONTAJE DE TABLERO ELÉCTRICO

NOTA 2: VER INTERCONEXIÓN DE TABLEROS ADYACENTES

NOTA 3: DIMENSIONAMIENTO DE TUERCAS, PERNOS,
GOLLILLAS Y OTROS; DADOS POR INGENIERÍA DE DETALLES

Incorporación Punto 6.13 e Eliminación Punto 6.6.4.2

6.13 Uso de dispositivos de detección de falla de arco (AFDDs)

6.13.1 Los tableros de distribución eléctrica en instalaciones de servicios críticos, servicios comunes de edificios (SSCC), industriales, residenciales y otros locales con riesgo de incendio o alta concentración de personas deberán incorporar dispositivos de detección de falla de arco (AFDDs). Estos dispositivos son obligatorios para detectar y mitigar arcos eléctricos que puedan causar incendios, los cuales no siempre son identificados por protecciones convencionales de sobrecorriente o diferenciales.

6.13.2 La instalación de AFDDs es obligatoria en los siguientes casos:

- Instalaciones residenciales, para todos los circuitos de 220 V.
- Edificios con alta concentración de personas, incluyendo, pero no limitándose a, centros comerciales, hospitales, escuelas y teatros.
- Instalaciones industriales donde la presencia de equipos eléctricos o materiales combustibles incrementa el riesgo de incendio.
- Servicios críticos, incluyendo sistemas de emergencia y aquellos esenciales para la seguridad pública.
- SSCC, como sistemas de iluminación, ascensores y otros circuitos compartidos en edificaciones.

6.13.3 Los AFDDs deberán garantizar su capacidad para detectar arcos en serie y en paralelo. Los dispositivos deberán integrarse en los tableros de distribución de manera compatible con las protecciones existentes, como interruptores automáticos y diferenciales, y su instalación debe seguir estrictamente las indicaciones del fabricante.

C. Recomendaciones RIC N°4

Modificación Sección 5.5 y 5.7

Sección 5.5: Los materiales de la aislación y/o cubierta de los conductores y las canalizaciones no metálicas como tuberías, bandejas y similares, destinadas a servir recintos, sectores, zonas, consideradas como lugares de reunión de personas, deberán ser:

- **Retardante de llama**
- **No propagador de incendio**
- **De baja emisión de humos**
- **Libre de halógenos**
- **De baja toxicidad**

Sección 5.7: En instalaciones en las que se exige la utilización de canalizaciones de las características detalladas en el punto 5.5 de este pliego, como lo son los lugares de reunión de personas, se podrá utilizar canalizaciones no metálicas que se exceptúen de estos requerimientos, siempre que se cumpla con las siguientes condiciones:

Sección 5.7.1: Solo se podrá utilizar canalizaciones que sean instaladas en forma embutida, preembutida u oculta, en paredes o pisos, que contengan una barrera térmica de un material con clasificación de resistencia al fuego del acabado de 90 minutos (F 90) como mínimo y en edificaciones de altura mayor a 5 pisos de 120 minutos (F 120)

Sección 5.7.2: Solo se podrán utilizar estas canalizaciones en tendidos de circuitos finales y no en canalizaciones destinadas a alimentadores o subalimentadores, ni en circuitos de emergencias.

Sección 5.7.3: Estas canalizaciones no podrán cruzar o estar ubicadas en ductos de ventilación.

Cambia por:

Sección 5.5: En recintos, sectores o zonas clasificados como **lugares de reunión de personas**, los materiales de aislamiento y/o cubierta de los conductores, así como las canalizaciones no metálicas (tuberías, bandejas y similares), deberán cumplir obligatoriamente con las siguientes características técnicas:

- **Retardante de llama:** Materiales que resistan la propagación de llamas, conforme a normas técnicas reconocidas.
- **No propagador de incendio:** Materiales que no contribuyan a la extensión del fuego.
- **De baja emisión de humos:** Materiales que, al combustionarse, generen una cantidad mínima de humo.
- **Libre de halógenos:** Materiales sin contenido de halógenos en su composición.
- **De baja toxicidad:** Materiales que, en caso de combustión, no emitan gases tóxicos en niveles peligrosos.

Estos requisitos son aplicables a todas las canalizaciones no metálicas en lugares de reunión de personas, salvo que se cumplan las condiciones de excepción detalladas en la sección 5.7.

Sección 5.7: En instalaciones ubicadas en **lugares de reunión de personas**, donde se exige el cumplimiento de las características de la sección 5.5, se permitirá el uso de canalizaciones no metálicas que no cumplan con dichos requisitos, siempre y cuando se satisfagan **todas** las siguientes condiciones:

1. Forma de instalación:

- Las canalizaciones deberán instalarse de manera **embutida, preembutida u oculta** en paredes o pisos.

- Deberán estar protegidas por una **barrera térmica** con una clasificación de resistencia al fuego del acabado de:
 - **90 minutos (F 90)** como mínimo, en edificaciones de hasta 5 pisos.
 - **120 minutos (F 120)** en edificaciones de más de 5 pisos.

2. Uso restringido:

- Solo podrán emplearse en **tendidos de circuitos finales**. Quedan excluidas las canalizaciones destinadas a alimentadores, subalimentadores o circuitos de emergencia.

3. Ubicación:

- Las canalizaciones no podrán cruzar ni estar situadas en **ductos de ventilación**.

Si alguna de estas condiciones no se cumple, se deberán aplicar los requisitos estrictos de la sección 5.5 sin excepción.

Tab. C.1: Resumen de Aplicación de Requisitos y Excepciones

Criterio	Requisitos Estrictos (Sección 5.5)	Excepciones Permitidas (Sección 5.7)
Tipo de lugar	Lugares de reunión de personas	Lugares de reunión de personas
Materiales requeridos	Retardante de llama, no propagador de incendio, baja emisión de humos, libre de halógenos, baja toxicidad	No es necesario cumplir con 5.5, si se cumplen las condiciones de excepción
Condiciones de excepción	No aplica	Instalación embutida, preembutida u oculta; barrera térmica: F 90 (5 pisos) o F 120 (>5 pisos); solo circuitos finales; no en ductos de ventilación
Aplicación en circuitos	Todos los circuitos (alimentadores, subalimentadores, emergencias, finales)	Solo circuitos finales
Edificaciones específicas	Todas las edificaciones en lugares de reunión de personas	Edificaciones con altura 5 pisos (F 90) o >5 pisos (F 120)

Modificación en Terminología Punto 4.9 y 4.10

Punto 4.9: Cable retardante a la llama: Cable que podría quemarse al estar en contacto con fuego directo, pero en el cual las llamas se extinguen por sí solas en un tiempo determinado después de ser retirada la fuente de fuego. Para el alcance de este pliego, los cables retardantes de llama son aquellos que cumplen lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos, respectivo aprobado por la Superintendencia.

Punto 4.10: Cable retardante a la llama: Cable que podría quemarse al estar en contacto con fuego directo, pero en el cual las llamas no se propagan y se extinguen por sí solas, en un tiempo determinado después de ser retirada la fuente de fuego. Para el alcance de este pliego, los cables no propagadores de incendio son aquellos que cumplen lo definido en el protocolo de análisis y/o ensayos de seguridad de productos

eléctricos, respectivo aprobado por la Superintendencia.

Cambia por:

Punto 4.9: Cable retardante a la llama: Cable diseñado para limitar la propagación de la llama en su superficie cuando se expone a fuego directo, extinguiéndose por sí solo en un tiempo determinado tras retirar la fuente de ignición. Debe cumplir con el ensayo IEC 60332-1-2 y los protocolos de seguridad aprobados por la Superintendencia.

Punto 4.10: Cable no propagador de incendio: Cable que, además de ser retardante a la llama, impide la propagación del fuego en instalaciones con múltiples cables, cumpliendo con el ensayo IEC 60332-3 y los protocolos de seguridad aprobados por la Superintendencia.

Modificación Sección 5.32

5.32 Los conductores de una canalización eléctrica se identificarán según el siguiente código de colores:

Función del Conductor	Color
Conductor de la fase 1	Azul
Conductor de la fase 2	Negro
Conductor de la fase 3	Rojo
Conductor de neutro y tierra de servicio	Blanco
Conductor de protección	Verde o Verde/Amarillo

Cambia por:

5.32: Identificación de Conductores Eléctricos

5.32.1: Los conductores de una canalización eléctrica se identificarán, como regla general y obligatoria para la instalación fija, según el siguiente código de colores nacional:

Función del Conductor	Color
Conductor de la fase 1	Azul
Conductor de la fase 2	Negro
Conductor de la fase 3	Rojo
Conductor de neutro y tierra de servicio	Blanco
Conductor de protección	Verde o Verde/Amarillo

5.32.2: No obstante lo establecido en el punto 5.32.1, para cordones flexibles multiconductores (tales como, pero no limitados a, tipos RV-K, RZ1-K, H05VV-F, H07RN-F, SOOW, SJOW, entre otros) de dos o más conductores, que se utilicen para la conexión de equipos, aparatos móviles, extensiones o en tramos finales de alimentación, se permitirá que la codificación de colores de sus conductores internos corresponda a los estándares internacionales IEC o NEC.

La utilización de un código de colores internacional (IEC o NEC) para los conductores internos de dichos cordones flexibles deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Será claramente indicada en la memoria explicativa del proyecto eléctrico.
- b) La memoria explicativa deberá incluir una tabla de equivalencias o una descripción precisa de la función de cada color de conductor del cordón flexible (ej. Fase(s), Neutro, Conductor de Protección) y su correcta correspondencia con los conductores de la instalación fija que sigue el código nacional.
- c) Se deberá garantizar una correcta, segura e inequívoca identificación y conexión en todos los puntos de terminación, empalme o conexión del cordón flexible con la instalación fija o con los equipos alimentados. El método de conexión y la identificación en los puntos de transición deberán ser detallados si existe la posibilidad de confusión.

Incorporación Tabla N°4.2.1

Tabla N°4.2.1: Aplicaciones y Entornos de Uso de Conductores Eléctricos

Conductor	Ejemplos de Uso	Entornos de Instalación Recomendados
H07V-U	Circuitos de iluminación y enchufes en viviendas	Instalaciones residenciales embutidas, oficinas pequeñas
H07V-R	Circuitos mixtos, subalimentadores, alimentadores	Edificios comerciales, residenciales, uso en tuberías y bandejas
H07V-K	Circuitos flexibles en instalaciones interiores	Equipos móviles, conexiones internas en aparatos
H07Z1-U	Circuitos de iluminación y enchufes en lugares de reunión	Hospitales, escuelas, libre de halógenos, baja emisión de humos
H07Z1-K	Circuitos flexibles en lugares de reunión	Centros comerciales, teatros, libre de halógenos, alta seguridad
THHN	Circuitos de potencia, alimentadores, subalimentadores	Instalaciones industriales y comerciales, ambientes secos
THWN	Circuitos de potencia en ambientes húmedos	Instalaciones exteriores, sótanos, áreas con humedad
THWN-2	Alimentadores y subalimentadores en ambientes húmedos o secos	Plantas industriales, edificios con alta exposición ambiental

Continúa en la siguiente página...

Tabla 4.2.1 continúa de la página anterior

Conductor	Ejemplos de Uso	Entornos de Instalación Recomendados
RV	Circuitos de iluminación y enchufes	Viviendas, oficinas, instalaciones embutidas de baja complejidad
RV-K	Circuitos de potencia, alimentadores	Edificios comerciales, uso en bandejas y escalerillas
RZ1	Alimentadores, subalimentadores, circuitos críticos	Hospitales, data centers, libre de halógenos, alta seguridad
RZ1-K	Circuitos de potencia flexibles	Instalaciones industriales, libre de halógenos, alta flexibilidad
RZ1-K (AS+)	Circuitos de enchufes, alumbrado, alimentadores, subalimentadores	Red inerte, hospitales, edificios públicos, máxima seguridad
H03VV-F	Conexiones de aparatos portátiles ligeros	Electrodomésticos pequeños, oficinas, uso no industrial
H03VVH2-F	Conexiones de aparatos portátiles ligeros, secciones planas	Iluminación portátil, extensiones domésticas
H05VV-F	Conexiones de aparatos portátiles de mayor potencia	Equipos de oficina, electrodomésticos medianos
H05VVH2-F	Conexiones de aparatos portátiles, secciones planas	Extensiones en oficinas, uso doméstico no intensivo
H05RR-F	Circuitos portátiles en ambientes moderadamente exigentes	Talleres, uso temporal en exteriores, resistente a aceites
H05RN-F	Circuitos portátiles en ambientes húmedos	Jardines, obras en construcción, resistente a humedad

Continúa en la siguiente página...

Tabla 4.2.1 continúa de la página anterior

Conductor	Ejemplos de Uso	Entornos de Instalación Recomendados
H07RN-F	Circuitos portátiles en condiciones severas	Equipos industriales pesados, exteriores, alta resistencia mecánica
NYIFY	Circuitos de iluminación y enchufes embutidos	Viviendas, edificios residenciales, instalación en mampostería
SPT-1	Conexiones de lámparas y aparatos ligeros	Iluminación decorativa, uso doméstico de baja potencia
SPT-2	Conexiones de aparatos de mediana potencia	Electrodomésticos, extensiones domésticas, uso no industrial
SF-1	Conexiones internas en aparatos eléctricos	Equipos electrónicos, electrodomésticos pequeños
SF-2	Conexiones internas en aparatos en ambientes calientes	Motores, equipos con alta temperatura, uso industrial
H1Z2Z2-K	Circuitos en instalaciones fotovoltaicas	Sistemas solares, exteriores, resistente a UV y humedad
MC	Circuitos de potencia en instalaciones industriales y comerciales	Fábricas, edificios comerciales, resistente a daños mecánicos
XHHW-2	Alimentadores, subalimentadores, circuitos de potencia	Instalaciones industriales, comerciales, resistente a humedad y calor
USE-2	Instalaciones subterráneas directas	Redes de distribución subterráneas, resistente a UV y humedad

Continúa en la siguiente página...

Tabla 4.2.1 continúa de la página anterior

Conductor	Ejemplos de Uso	Entornos de Instalación Recomendados
NM-B	Circuitos de iluminación y enchufes en viviendas	Casas, apartamentos, instalaciones embutidas en ambientes secos
H05Z1Z1-F	Conexiones de aparatos portátiles en lugares de reunión	Hospitales, auditorios, libre de halógenos, baja toxicidad
TFFN	Conexiones internas en equipos eléctricos	Tableros, aparatos electrónicos, alta flexibilidad

Modificación Sección 5.3

Sección 5.3: En los circuitos trifásicos que sirvan cargas no lineales que generen armónicas en el conductor neutro, éste se dimensionará de modo tal, que su sección sea a lo menos un 50 % mayor que la sección de los conductores de fase. Se excluyen de esta exigencia las instalaciones que cuenten con filtros armónicos especialmente diseñados para este fin, instalados directamente en la carga no lineal y que eviten la propagación de la contaminación armónica al resto de la instalación.

Cambia por:

Sección 5.3 Dimensionamiento del Conductor Neutro en Circuitos Trifásicos con Cargas No Lineales

Sección 5.3.1: Las disposiciones de este punto se aplicarán a los circuitos trifásicos de cuatro conductores (tres fases y neutro) que alimenten cargas no lineales que, individualmente o en conjunto, puedan generar corrientes armónicas de secuencia cero que resulten en una corriente significativa por el conductor neutro.

A efectos de esta sección, se considerarán cargas no lineales susceptibles de generar dichas corrientes armónicas, entre otras:

- a) Equipos de procesamiento de datos y ofimática (ej. computadores, servidores, impresoras) que utilicen fuentes de alimentación conmutadas monofásicas.
- b) Variadores de frecuencia o velocidad para motores, especialmente aquellos sin corrección de armónicos en la entrada.
- c) Sistemas de iluminación basados en balastos electrónicos para lámparas fluorescentes, de descarga o LED, que no incorporen medidas efectivas para la mitigación de armónicos de corriente.
- d) Hornos de inducción o soldadoras que operen con rectificadores.
- e) Cualquier otro equipo trifásico o monofásico conectado a un sistema trifásico con neutro, cuya corriente de entrada no sea sinusoidal y contenga componentes armónicas de secuencia cero.

La determinación de si un circuito está sujeto a estas disposiciones deberá ser evaluada por el profesional competente durante la fase de diseño del proyecto, basándose en la naturaleza y cantidad de las cargas a conectar.

Sección 5.3.2: En los circuitos identificados según el punto 5.3.1, el conductor neutro deberá dimensionarse para transportar la corriente máxima RMS esperada, incluyendo los componentes armónicos, sin exceder su temperatura de servicio máxima admisible. Para ello, se podrá optar por uno de los siguientes criterios:

- a) *Regla Prescriptiva de Sobredimensionamiento:* Como método simplificado, y si se desea evitar un cálculo de ingeniería detallado para la corriente de neutro por armónicos, la sección del conductor neutro (S_{Neutro}) deberá ser, como mínimo, un 50 % mayor que la sección de los conductores de fase (S_{Fase}) del circuito correspondiente.

Es decir:

$$S_{Neutro} \geq 1,5 \times S_{Fase}$$

Este método se considerará suficiente para la mayoría de las instalaciones comerciales y de oficinas con presencia de las cargas mencionadas en 5.3.1.

b) Dimensionamiento Basado en Estudio de Ingeniería Detallado: Como alternativa a la regla prescriptiva, se permitirá el dimensionamiento del conductor neutro basándose en un estudio técnico detallado, realizado y suscrito por un profesional competente. Este estudio deberá:

- i. Determinar, mediante cálculo o simulación justificada, la corriente RMS máxima esperada en el conductor neutro, considerando el efecto acumulativo de las corrientes armónicas generadas por todas las cargas no lineales conectadas al circuito. Se prestará especial atención a las armónicas de secuencia cero.
- ii. Seleccionar la sección del conductor neutro de modo que su capacidad de transporte de corriente nominal, afectada por los factores de corrección aplicables (temperatura, agrupamiento, y por contenido armónico si el fabricante del cable así lo especifica o si es requerido por la norma de instalación), no sea inferior a la corriente RMS máxima calculada en el punto anterior.
- iii. La metodología de cálculo y los supuestos utilizados deberán estar debidamente justificados y documentados.
- iv. El estudio completo, sus resultados y la justificación de la sección del neutro seleccionada deberán incluirse y quedar registrados en la memoria explicativa del proyecto eléctrico.

Sección 5.3.3: Se excluyen de las exigencias de dimensionamiento específico del neutro por efectos de armónicos (según 5.3.2.a y 5.3.2.b) aquellas instalaciones que implementen y utilicen de forma continua sistemas para la mitigación efectiva de

las corrientes armónicas en el conductor neutro. Estos sistemas pueden incluir, entre otros:

- a) Filtros de armónicos (pasivos, activos o híbridos) específicamente diseñados y dimensionados para las cargas no lineales presentes.
- b) Transformadores de aislamiento con configuraciones especiales.
- c) Uso de equipos o cargas no lineales que intrínsecamente presenten una baja generación de armónicas de corriente hacia el neutro.

D. Recomendaciones RIC N°5

Modificación Sección 7.8.2

Sección 7.8.2: El empleo de protectores diferenciales, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento (sensibilidad) sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

Cambia por:

Sección 7.8.2: El empleo de Protectores Diferenciales (DCR) es una medida de protección **obligatoria** en las instalaciones eléctricas objeto de este pliego técnico, destinada a complementar las medidas de protección contra contactos directos señaladas en las secciones 7.4 a 7.7. La selección de su corriente diferencial asignada de funcionamiento (sensibilidad, $I_{\Delta n}$) se realizará según los siguientes criterios:

- a) *La instalación de DCR con sensibilidad igual o inferior a 30 mA es **obligatoria** para la protección de las personas contra los riesgos de choque eléctrico.*

1. **Alta Sensibilidad ($I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$):** Esta sensibilidad es el estándar requerido para la protección contra contactos indirectos y como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios. Se aplicará en todos los circuitos terminales y aquellos que presenten riesgo de contacto humano con partes activas o que alimenten equipos en entornos donde dicho riesgo sea significativo.
2. **Muy Alta Sensibilidad ($I_{\Delta n} < 30 \text{ mA}$, ej. 10 mA):** Se requerirá o recomendará en zonas o aplicaciones de riesgo eléctrico excepcionalmente alto para las personas, tales como recintos con condiciones de humedad extrema, algunas aplicaciones médicas específicas, o instalaciones destinadas a la primera infancia, según análisis de riesgo o normativa específica.

b) Se permitirá el uso de DCR con sensibilidad superior a 30 mA (ej. 100 mA, 300 mA) exclusivamente en los siguientes casos:

1. Para la protección contra riesgos de incendio de origen eléctrico (generalmente con $I_{\Delta n} \geq 300 \text{ mA}$).
2. Para la protección de alimentadores principales, equipos o máquinas con corrientes de fuga operativa intrínsecamente elevadas, donde el objetivo principal no sea la protección personal directa por este dispositivo.
3. Para fines de selectividad amperimétrica y/o cronométrica con otros DCR instalados en la instalación.

Modificación Tabla 5.1

Tabla 5.1

U_0 (V)	Tiempos de interrupción (s)	
	CA	CC
220	0,4	5
380	0,2	0,4
>380	0,1	0,1

Cambia por:

*Tabla 5.1: Tiempos Máximos de Desconexión para Esquemas TT
(Corriente Alterna y Corriente Continua)*

U_0 (V)	Tiempos máximos de interrupción (s)	
	CA	CC
220	0,2	0,4
380	0,07	0,2
>380	0,04	0,1

Incorporación Sección 7.6.5

Sección 7.6.5: Adicionalmente a lo indicado en los puntos 7.6.1 a 7.6.4, los obstáculos utilizados como medida de protección contra contactos directos en locales o recintos de servicio eléctrico accesibles únicamente a personal cualificado o debidamente instruido, deberán cumplir con lo siguiente, en concordancia con los principios de IEC 60364-4-41:

1. Los obstáculos deben estar firmemente asegurados para impedir su remoción involuntaria, pero podrán ser desmontables sin necesidad de llave o herramienta solo si se garantiza que su reposición es inmediata y obligatoria tras la intervención que motivó su remoción.
2. Deberán ser capaces de soportar los esfuerzos mecánicos previsibles en su lugar de instalación.
3. No deberán utilizarse como apoyo para objetos ni ser sometidos a esfuerzos para los cuales no fueron diseñados.
4. Si el obstáculo no provee una protección completa equivalente a una barrera (es decir, no alcanza un grado de protección como IPXXB), deberá estar dimensionado y ubicado de tal forma que impida el acercamiento del cuerpo o de extensiones (ej. herramientas manipuladas) a las partes activas, manteniendo las distancias mínimas de seguridad especificadas para la protección por puesta fuera de alcance (ver sección 7.7 y Anexo 5.1 de este pliego).
5. Se deberá señalar claramente la presencia de peligro eléctrico en la proximidad del obstáculo y la restricción de acceso, conforme al Pliego Técnico Normativo RIC N°08.

Modificación Sección 7.7.4

Sección 7.7.4: El volumen de accesibilidad de las personas se define como el situado alrededor de los emplazamientos en los que pueden permanecer o circular personas, y cuyos límites no pueden ser alcanzados por una mano sin medios auxiliares, este volumen está limitado conforme a lo indicado en el anexo 5.1 de este pliego, entendiendo que la altura que limita el volumen es 2,5 m.

Cambia por:

Sección 7.7.4: El volumen de accesibilidad de las personas, mencionado en 7.7.3, es el espacio limitado por las superficies que una persona puede alcanzar con la mano, en cualquier dirección, sin medios auxiliares, desde cualquier punto donde pueda permanecer o circular (superficie S). Conforme a lo indicado en el Anexo 5.1 de este pliego y en alineación con IEC 60364-4-41, las distancias mínimas que delimitan este volumen desde la superficie S son:

1. Hacia arriba (límite vertical superior): 2,50 metros.
2. Lateralmente (límite horizontal): 1,25 metros.
3. Hacia abajo (límite vertical inferior, aplicable si la superficie S está elevada respecto a otra superficie accesible): 0,75 metros.
4. En casos donde se prevea la manipulación de objetos conductores voluminosos o de gran longitud, estas distancias deberán incrementarse de acuerdo a las dimensiones de dichos objetos, tal como se indica en 7.7.6.
5. Si el espacio donde las personas permanecen o circulan está limitado por un obstáculo (por ejemplo, listón de protección, barandillas, panel enrejado) que presenta un grado de protección inferior al IP2X o IPXXB, el volumen de accesibilidad se medirá a partir de dicho obstáculo, conforme a 7.7.5.

Las partes activas simultáneamente accesibles no deberán encontrarse dentro de este volumen si presentan tensiones diferentes o entre una parte activa y una masa accesible, si la tensión entre ellas puede superar los límites de seguridad (50 V o 24 V según corresponda, conforme al punto 5.8 de este pliego).

E. Recomendaciones RIC N°6

Modificación Sección 9.1

Sección 9.1: Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V, cuando por la otra circula la máxima corriente de falla a tierra prevista.

Cambia por:

Sección 9.1: Criterios y Verificación de Independencia de Tomas de Puesta a Tierra

Sección 9.1.1: Se considerará que una toma de tierra es eléctricamente independiente con respecto a otra, cuando la primera toma de tierra no presente una elevación de potencial superior a 50 V con respecto a una tierra de referencia (potencial cero), como consecuencia de la circulación de la "máxima corriente de falla a tierra prevista" por la segunda toma de tierra (denominada "fuente").

Sección 9.1.2: La "máxima corriente de falla a tierra prevista" (I_f) que se utilizará para la verificación de independencia se determinará según el caso:

1. Para la influencia entre dos sistemas de puesta a tierra de baja tensión (BT), I_f corresponderá a la máxima corriente de falla monofásica a tierra calculada para el circuito asociado al sistema de puesta a tierra que actúa como "fuente" de la potencial interferencia.
2. Para la influencia de un sistema de puesta a tierra de media tensión (MT) o alta tensión (AT) sobre un sistema de puesta a tierra de BT. Este valor deberá ser proporcionado por la empresa eléctrica de distribución o transmisión, o calculado mediante un estudio técnico específico.

3. En otras configuraciones o para sistemas particulares (ej. protección contra rayos, sistemas de telecomunicaciones), I_f será la máxima corriente que se prevea disipar por la puesta a tierra "fuente", determinada mediante un análisis de ingeniería justificado y documentado.

Sección 9.1.3: La verificación de la independencia entre tomas de puesta a tierra, conforme al criterio establecido en 9.1.1, se podrá realizar mediante uno de los siguientes métodos:

1. **Verificación por Cálculo Analítico de Elevación de Potencial:** Este método implica calcular la elevación de potencial (U_v) en la toma de tierra "víctima" debido a la dispersión de la corriente I_f por la toma de tierra "fuente". Se deben modelar ambas tomas de tierra, considerar sus geometrías, profundidades de enterramiento, la resistividad del terreno (obtenida según Anexo 6.6 de este pliego), y la separación entre ellas. El cálculo debe demostrar que $U_v \leq 50$ V. Los detalles del cálculo, modelo y parámetros utilizados deberán incluirse en la memoria explicativa del proyecto.
2. **Verificación Mediante Pruebas en Terreno:** Cuando sea técnicamente factible y seguro, se podrán realizar pruebas de inyección de corriente en la toma de tierra "fuente" y medir directamente la elevación de potencial en la toma de tierra "víctima".
 - a) Estas pruebas deberán seguir metodologías normalizadas, utilizando instrumentación calibrada y adecuada.
 - b) Si se inyecta una corriente de prueba (I_p) inferior a I_f , la elevación de potencial medida (U_{vp}) deberá extrapolarse linealmente para estimar la elevación de potencial a la corriente I_f , siempre que se justifique la linealidad del comportamiento del terreno en el rango de corrientes aplicado. La extrapolación ($U_v = U_{vp} \times I_f / I_p$) deberá ser menor o igual a 50 V.

3. **Verificación Mediante Distancias de Separación Mínimas Prescriptivas:** Como una alternativa simplificada, cuando un cálculo analítico detallado (literal a) o una prueba en terreno (literal b) no sean practicables o se busque un método más directo, se considerarán independientes dos tomas de tierra si se respeta una distancia de separación mínima (D) entre los bordes más próximos de los electrodos que las conforman. Esta distancia (D , en metros) se podrá estimar mediante la siguiente fórmula general, u otra técnicamente equivalente y justificada:

$$D \geq k \cdot \frac{\rho \cdot I_f}{U_{lim}}$$

Donde:

- D : distancia de separación mínima entre los bordes más próximos de las tomas de tierra (m).
- ρ : Resistividad media del terreno en la zona de influencia ($\Omega \cdot m$), determinada según Anexo 6.6 de este pliego.
- I_f : Máxima corriente de falla a tierra prevista que puede circular por la toma de tierra "fuente"(A), según lo determinado en 9.1.2.
- U_{lim} : Tensión límite de 50 V, según el criterio de 9.1.1.
- k : Factor geométrico y de acoplamiento. Para una estimación conservadora y simplificada, y en ausencia de un análisis más detallado, se podrá considerar un valor de $k = 1/(2\pi)$ (aproximadamente 0,16), resultando en la expresión:

$$D \geq \frac{\rho \cdot I_f}{2 \cdot \pi \cdot 50}$$

El uso de este factor simplificado debe considerar la forma y extensión de los electrodos. Para configuraciones complejas o extensas, se requerirá un análisis más detallado del factor k o la aplicación preferente del método de cálculo de elevación de potencial (9.1.3.a).

Modificación Sección 6.1

Sección 6.1: Las puestas a tierra de servicio deben ser diseñadas de forma que aseguren el funcionamiento correcto de los equipos y de la instalación. El diseño deberá garantizar que, en el caso de circulación de una corriente de falla permanente, la tensión de cualquier conductor activo con respecto a tierra no sobrepase los 250 V y el valor resultante de la puesta a tierra de servicio no debe superar los 20 Ohm.

Cambia por:

Sección 6.1: Las puestas a tierra de servicio deben ser diseñadas de forma que aseguren el funcionamiento correcto de los equipos y de la instalación y, fundamentalmente, que contribuyan a la seguridad global del sistema conforme a los principios establecidos en el punto 5.2 de este pliego.

El diseño deberá garantizar que, en el caso de circulación de una corriente de falla permanente a través de la puesta a tierra de servicio, la tensión de cualquier conductor activo con respecto al potencial de tierra no sobrepase los 250 V.

Para alcanzar estos objetivos, el valor de la resistencia de puesta a tierra de servicio (R_{TS}) deberá ser lo suficientemente bajo como para asegurar la correcta operación de los dispositivos de protección (en coordinación con el Pliego Técnico Normativo RIC N°05) y el control efectivo de las tensiones de contacto y de paso dentro de los límites seguros establecidos en el Pliego Técnico Normativo RIC N°05. Si bien el cumplimiento de estos criterios de desempeño es el requisito primordial, se podrá tomar como referencia un valor de $R_{TS} \leq 20$ Ohm para el electrodo de puesta a tierra de servicio en instalaciones de baja tensión, siempre y cuando este sea avalado con cálculos justificativos incluidos en la memoria de cálculo.

Incorporación de la Sección 14

Sección 14: Enlace Equipotencial Suplementario en Lugares o Emplazamientos de Riesgo Incrementado

Sección 14.1: Objetivo y Alcance

Sección 14.1.1: El objetivo de esta sección es establecer los requisitos técnicos y de seguridad para la implementación del enlace equipotencial suplementario en instalaciones, lugares o emplazamientos especiales donde el riesgo de choque eléctrico para las personas o animales es significativamente mayor que en condiciones normales. Esto puede deberse a factores como la disminución de la resistencia eléctrica del cuerpo humano (ej. por humedad o inmersión), el aumento de la probabilidad de contacto del cuerpo con el potencial de tierra, o la naturaleza particular de los equipos y actividades realizadas.

Sección 14.1.2: Las disposiciones de esta sección son de aplicación obligatoria, como mínimo, a los siguientes lugares o emplazamientos especiales:

1. Locales que contienen bañeras o duchas, incluyendo cuartos de baño, aseos con ducha y zonas adyacentes, según la clasificación de sus volúmenes o zonas.
2. Piscinas, fuentes ornamentales, estanques y otras cubetas artificiales de agua a las que las personas puedan tener acceso.
3. Locales para uso médico, tales como hospitales, clínicas, consultorios médicos y dentales, salas de tratamiento y diagnóstico, según la clasificación de sus grupos (Grupo 0, 1 ó 2).
4. Instalaciones, edificios o recintos destinados a usos agrícolas, hortícolas o ganaderos, donde se alojen animales.
5. Saunas.
6. Instalaciones eléctricas en obras en construcción, demolición y excavación.

7. Otros lugares donde un análisis de riesgo, realizado por un profesional competente, identifique condiciones que incrementen sustancialmente el riesgo de choque eléctrico y justifiquen la necesidad de un enlace equipotencial suplementario.

Sección 14.1.3: Los requisitos establecidos en esta sección son complementarios y, en algunos casos, adicionales a los requisitos generales para el enlace equipotencial de protección principal estipulados en la Sección 8 de este Pliego Técnico Normativo.

Sección 14.2: En los lugares o emplazamientos especificados en el punto 14.1.2, el enlace equipotencial suplementario tiene por finalidad crear una zona equipotencial local. Esto se logra interconectando eléctricamente todas las masas de los equipos eléctricos fijos (partes conductoras accesibles que pueden quedar bajo tensión en caso de falla) y todas las partes conductoras ajenas accesibles simultáneamente (elementos metálicos que no forman parte de la instalación eléctrica pero que pueden introducir un potencial, generalmente el de tierra). Al reducir al mínimo las diferencias de potencial entre estas partes dentro de la zona de riesgo, se disminuye drásticamente el riesgo de que una persona o animal quede sometido a tensiones de contacto peligrosas.

Sección 14.3: Requisitos Generales para los Conductores y Conexiones del Enlace Equipotencial Suplementario

Sección 14.3.1: Los conductores utilizados para el enlace equipotencial suplementario deberán ser de cobre.

Sección 14.3.2: La sección transversal mínima de los conductores de enlace equipotencial suplementario será:

1. 2,5 mm² Cu, si el conductor dispone de protección mecánica contra daños físicos.
2. 4 mm² Cu, si el conductor no dispone de protección mecánica.

En locales para uso médico (Grupo 1 y 2), los conductores de enlace equipotencial suplementario y los conductores de protección de los equipos conectados a dicho enlace,

tendrán una sección mínima de 4 mm² Cu, pudiendo requerirse secciones mayores según la norma específica (ver 14.4.3).

Sección 14.3.3: Cuando un conductor de enlace equipotencial suplementario conecte una masa de un equipo eléctrico al conductor de protección del circuito que alimenta dicho equipo, su sección transversal deberá cumplir con lo establecido en el Anexo 6.7 de este pliego para conductores de protección. Sin embargo, para el enlace entre dos masas o entre una masa y una parte conductora ajena dentro de la zona equipotencial local, no será necesario que la sección del conductor de enlace equipotencial suplementario exceda los 25 mm² de cobre o su equivalente.

Sección 14.3.4: Las conexiones de los conductores de enlace equipotencial suplementario a las masas y a las partes conductoras ajenas deberán ser mecánicamente robustas, asegurar una continuidad eléctrica duradera y de baja resistencia, y estar protegidas contra la corrosión. No deberán ser susceptibles de aflojamiento accidental y deberán ser accesibles para inspección y mantenimiento, en la medida de lo posible.

Sección 14.4: Para las particularidades del enlace equipotencial suplementario, incluyendo la identificación detallada de las partes a conectar, la delimitación de zonas de riesgo y otros requisitos específicos. Como mínimo, se considerará:

Sección 14.4.1: Locales que Contienen Bañeras o Duchas

El enlace equipotencial suplementario local deberá conectar entre sí y a los conductores de protección de los equipos eléctricos fijos situados en las zonas 0, 1 y 2, todas las siguientes partes conductoras accesibles situadas en dichas zonas:

1. Masas de todos los equipos eléctricos fijos.
2. Partes conductoras ajenas, tales como:
 - a) Tuberías metálicas de alimentación y desagüe de agua, gas, calefacción, climatización.
 - b) Bañeras y platos de ducha metálicos.
 - c) Marcos metálicos de puertas y ventanas si están al alcance y pueden entrar

en contacto con potencial de tierra o masas.

- d) Estructuras metálicas accesibles de la construcción, incluyendo armaduras metálicas del hormigón si son accesibles y su conexión es factible y segura.
- e) Otras partes conductoras susceptibles de introducir un potencial, incluyendo el de tierra.

Sección 14.4.2: Piscinas, Fuentes y Otras Cubetas

Se realizará un enlace equipotencial suplementario en las zonas 0, 1 y 2 definidas alrededor de la piscina o cubeta. Este enlace conectará las masas de los equipos eléctricos y las partes conductoras ajenas accesibles (ej. escaleras metálicas, barandillas, trampolines, bordes y estructuras metálicas, tuberías, sumideros metálicos, armaduras metálicas del hormigón) a los conductores de protección de los equipos eléctricos fijos situados en estas zonas.

Sección 14.4.3: Locales para Uso Médico

En locales de Grupo 1 y Grupo 2 (salas de operación, unidades de cuidados intensivos, etc.), se requiere un enlace equipotencial suplementario de alta fiabilidad. Todas las masas de los equipos fijos (incluyendo bases de enchufes con contacto de protección) y todas las partes conductoras ajenas accesibles dentro del entorno del paciente deben conectarse a una barra de enlace equipotencial mediante conductores de cobre de sección adecuada (generalmente no inferior a 6 mm^2 si no forman parte de un equipo). La resistencia entre la barra de enlace equipotencial y las conexiones a las masas y partes conductoras ajenas no deberá exceder 0,1 Ohm. Se seguirán rigurosamente las especificaciones de la norma aplicable.

Sección 14.4.4: Instalaciones Agrícolas y Hortícolas – Zonas de Animales

Se debe prestar especial atención al enlace equipotencial en zonas donde se alojen animales para minimizar las tensiones de paso y contacto a las que estos puedan estar sometidos. Esto incluye la conexión de todas las partes metálicas fijas accesibles por los animales (ej. estructuras metálicas de los establos, bebederos, comederos, tuberías, suelos o rejillas metálicas) y los conductores de protección de los equipos.

Modificación Sección 8.3

Se reemplaza la actual por la siguiente:

Sección 8.3: Tipos de Electrodo de Puesta a Tierra y Configuraciones Permitidas

Sección 8.3.1: La elección del tipo y configuración del electrodo de puesta a tierra deberá realizarse considerando las características específicas del terreno (particularmente su resistividad, estratificación y corrosividad), la magnitud y duración de la corriente de falla a disipar, el valor de resistencia de puesta a tierra objetivo (determinado según los principios del punto 5.2 y las exigencias de los puntos 6.1 y 7.3 de este pliego), la durabilidad requerida (mínimo 15 años según punto 8.4), el espacio físico disponible y la naturaleza de la instalación a proteger.

Se podrán utilizar uno o una combinación de los tipos de electrodos descritos en esta sección.

Todos los electrodos y sus componentes deberán cumplir con los requisitos de materiales, dimensiones mínimas, resistencia a la corrosión y protección mecánica establecidos en la Tabla N°6.1 y los puntos 8.1, 8.2, y 8.4 a 8.12 de este pliego.

Sección 8.3.2: Electrodo Verticales o Hincados (ej. barras, tubos, perfiles metálicos)

1. La longitud mínima de enterramiento para barras o tubos será típicamente de 2,4 metros, a menos que se encuentre roca sólida, en cuyo caso se permitirán otras disposiciones o longitudes menores con la debida justificación técnica.
2. Si para obtener la resistencia de puesta a tierra exigida es necesario enterrar más de un electrodo vertical, la distancia de separación entre ellos deberá ser, como mínimo, igual a su longitud de enterramiento, siendo preferible una separación de al menos dos veces dicha longitud para optimizar su eficacia.
3. El conductor de unión entre electrodos verticales interconectados no deberá ser

de una sección inferior a 16 mm² de cobre.

Sección 8.3.3: Conductores Enterrados Horizontalmente (Cintas, Cables o Alambres)

1. La profundidad mínima de enterramiento será de 0,5 metros, y deberá aumentarse en terrenos con variaciones significativas de humedad o propensos a congelamiento, para asegurar un contacto estable con el terreno.
2. Configuraciones comunes incluyen:
 - a) **Electrodos Radiales:** Conductores que se extienden en forma radial desde un punto de conexión central (ver Anexo 6.2 de este pliego).
 - b) **Anillos de Tierra Perimetrales (Electrodos Anulares):** Un conductor cerrado que rodea perimetralmente una estructura, edificio o área designada. Es particularmente efectivo para el control de gradientes de potencial y para la equipotencialización en la periferia de la zona protegida. Deberá instalarse a una profundidad no inferior a 0,5 m.
 - c) **Conductores en Zanjas (Contrapeso):** Conductores lineales extendidos, a menudo siguiendo el trazado de canalizaciones eléctricas subterráneas o perímetros de instalaciones.

Sección 8.3.4: Electrodos de Placa

1. Las dimensiones mínimas recomendadas para estas planchas son de 0,5 m x 1 m y 4 mm de espesor si son de acero galvanizado, o espesor según Tabla N°6.1 para otros materiales.
2. Si es necesario colocar varias planchas para obtener la resistencia de puesta a tierra exigida, la distancia mínima entre los centros de planchas adyacentes será preferiblemente de 3 metros.

Sección 8.3.5: Electrodo Embebidos en Hormigón (Tipo Ufer o en Fundaciones)

1. El conductor o conjunto de barras de refuerzo utilizadas como electrodo deberá tener una longitud mínima de contacto con el hormigón de 15 metros y un diámetro no inferior a 10 mm para barras de refuerzo, o una sección equivalente para conductores de cobre.
2. Deberán estar embebidos al menos 5 cm dentro del hormigón y el hormigón deberá estar en contacto directo con el terreno. La profundidad de enterramiento de la fundación no será inferior a 0,75 metros.
3. Las conexiones entre las barras de refuerzo (si se utilizan varias para lograr la continuidad o longitud requerida) y la conexión del conductor principal de puesta a tierra a estas armaduras o al conductor embebido, se realizarán mediante soldadura de alto punto de fusión (ej. exotérmica) o con conectores mecánicos certificados para uso en hormigón y para asegurar una conexión eléctrica duradera y resistente a la corrosión. Dichas conexiones deberán ser accesibles para inspección antes del vertido del hormigón.

Sección 8.3.6: Mallas de Puesta a Tierra

1. La profundidad de enterramiento no será inferior a 0,5 metros.
2. El diseño (separación de conductores, sección, uso de barras verticales auxiliares) dependerá de la resistividad del terreno, las corrientes de falla y los límites de tensión de paso y contacto admisibles (ver Anexo 6.1 de este pliego). Una configuración típica se muestra en Anexo 6.2.

Sección 8.3.7: Otras Configuraciones Comprobadas

Se podrán utilizar otras configuraciones, arreglos metálicos enterrados o electrodos especiales (ej. electrodos químicos o de grafito) siempre que su idoneidad, eficacia, durabilidad y método de instalación estén técnicamente justificados, documentados y demostrados mediante cálculos y/o ensayos de acuerdo a normas reconocidas, y que cumplan con los principios de seguridad de este pliego.

F. Anexos

Tab. F.3: Distancias entre partes energizadas desnudas dentro de un tablero.

Tensiones de servicio [V]	Distinta polaridad tendido al aire	Distinta polaridad montada sobre la	Partes energizadas con respecto a tierra
	[mm]		
		misma superficie	
0 a 200	15	20	15
201 a 400	20	35	15
401 a 1000	30	50	30

Fuente: Tabla N°2.2 del RIC N°02.

Tab. F.4: VERIFICACIONES DE DISEÑO Y PRUEBAS DE RUTINA PARA TABLERO

TABLEROS >Pruebas, Verificaciones y Documentación		
Ítem	Descripción	Descripción
1.0 REQUISITOS GENERALES		
1.1	Conformidad según los planos	* cantidad y tipo de elementos
1.2	Verificación de equipos	* rango (corriente, cc, aislación sensibilidad)
1.3	Conformidad de equipos especificados	* comprobar que cumple con EETT (marca formato)
1.4	Funcionamiento eléctrico (potencia)	* energizar y verificar continuidad hasta el último punto
1.5	Funcionamiento eléctrico (comando)	* energizar y probar funcionamiento de control
1.6	Verificación de aparatos de medida	* energizar y verificar tensión de llegada
<i>Continúa en la página siguiente...</i>		

Tab. F.4: ANEXO 2.3: (Continuación)

TABLEROS >Pruebas, Verificaciones y Documentación		
Ítem	Descripción	Descripción
1.7	Certificado de fabricante de envolvente	* Diseño de acuerdo a requerimientos de especificación técnica IP, IK, grado de aislación y compartimentación
1.8	Código de colores	Código de colores en conformidad al pliego N°4
1.9	Bornes para conductores externos y/o barras de llegada o salida	Inspección visual
1.10	Presencia de placa de datos (Rotulado)	Inspección visual
1.11	Plano unilineal del tablero	* en el tablero
1.12	Presencia de documentación (Mínimo: Planos construcción, esquema eléctrico y control, listado de circuitos, listado de materiales, certificado de calidad)	* entregar según convenido con mandante
1.13	Recomendaciones de izaje y/o transporte	* cuando amerite, según peso, tamaño, transporte y disposición final.
2.0 REQUISITOS PARA CONTROLAR CALENTAMIENTO		
2.1	Verificación de torques de apriete	NOTA: Se requiere normalizar tabla de torque en el reglamento
2.2	Verificación del calibre del cableado conforme a diseño	* límite de corriente por calibre
2.3	Sistema de ventilación según especificaciones y uso de tablero	* verificación de condiciones de diseño del conjunto (caudal, materialidad)
<i>Continúa en la página siguiente...</i>		

Tab. F.4: ANEXO 2.3: (Continuación)

TABLEROS >Pruebas, Verificaciones y Documentación		
Ítem	Descripción	Descripción
2.4	Verificación de juegos de barra	dimensión, materialidad y tratamiento superficial
3.0 PRUEBAS DIELECTRICAS		
3.1	Test dieléctrico de tensión (fábrica)	* una vez realizado el montaje, se debe verificar nuevamente
3.2	Verificación de distancias dieléctricas	* entre: partes conductoras, fases, fase-tierra.
4.0 VERIFICACIÓN DE AISLAMIENTO		
4.1	Verificación de la conexión efectiva de masas	* todas las partes metálicas están unidas por un conductor a la tierra
4.2	Verificación con testar de continuidad.	* verificación punto a punto
4.3	Resistencia de aislación no inferior 500V. Valor mínimo medido	* según pliego 19.
5.0 DESEMPEÑO MECÁNICO		
5.1	Verificación de la conservación del grado de protección IP	* verificar sellos de equipos incorporados
5.2	Verificación del funcionamiento mecánico	
6.0 EFICACIA DE POTENCIA		
6.1	Test de dispositivos diferenciales	

Fuente: RIC N°2, Anexo 2.3.

Nota: La siguiente Tabla 4.2 del Pliego Técnico Normativo RIC N°04 se presenta como una serie de imágenes debido a su complejidad y extensión.

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material aislamiento	Material cubierta exterior
				Sección nominal [mm²]	Espesor [mm]			
Conductor eléctrico unipolar, construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; sólido clase 1, cableado clase 2, flexible clase 5, con aislación de policloruro de vinilo PVC/C.	H07V-U	Apto para ser instalado en ductos y molduras o bandejas tipo liviana en ambiente seco. En circuitos de baja tensión en instalaciones fijas.	70	1,5	0,7	450/750	PVC	No tiene
	H07V-R			2,5	0,8			
	H07V-K			4 a 6	0,8			
				10 a 16	1,0			
				25 a 35	1,2			
50 a 70	1,4							
Conductor eléctrico unipolar aislado, sin cubierta, no propagador del incendio, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos cuando están expuestos al fuego; construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; sólido clase 1, cableado clase 2 y flexible clase 5, con aislación de material termoplástico del tipo TI 7.	H07Z1-U	Apto para ser usado en lugares de reunión de personas. Puede ser instalado en ductos y molduras o bandejas tipo liviana. En circuitos de baja tensión en instalaciones fijas, en ambiente seco. No Puede ser utilizados como alimentador, ni subalimentador.	70	1,5	0,7	450/750	Termoplástico o libre de halógenos, retardante a la llama, de baja emisión de humos.	No Tiene
	H07Z1-R			2,5	0,8			
				4 a 6	0,8			
				10 a 16	1,0			
	H07Z1-K			25 a 35	1,2			
				50 a 70	1,4			
				95 a 120	1,6			
				150	1,8			
				185	2,0			
240		2,2						
Conductor eléctrico unipolar, construido con cobre recocido, cableado, compactado o comprimido; con aislación de policloruro de vinilo PVC, con cubierta o chaqueta de nylon.	THHN	Apto para ser instalado en ductos, molduras y bandejas (solo tipo THHN/TC a partir del calibre 1/0 AWG). En ambientes secos. La cubierta lo hace resistente a la acción de aceites, grasas, ácidos y gasolina.	90	2,08 a 3,31	0,38	600	PVC	Nylon o similar
				5,26	0,51			
				8,37 a 13,3	0,76			
				21,2 a 33,6	1,02			
				42,4 a 107	1,27			
				126,7 a 253	1,52			
304 a 506	1,78							
Conductor eléctrico unipolar, construido con cobre recocido, cableado, compactado o comprimido; con aislación de policloruro de vinilo PVC, con cubierta o chaqueta de nylon.	THWN-2	Apto para ser instalado en ductos, molduras y bandejas (solo tipo THHN/TC a partir del calibre 1/0 AWG). En ambientes secos y húmedos. La cubierta lo hace resistente a la acción de aceites, grasas, ácidos y gasolina.	90	2,08 a 3,31	0,38	600	PVC	Nylon o similar
				5,26	0,51			
				8,37 a 13,3	0,76			
				21,2 a 33,6	1,02			
				42,4 a 107	1,27			
				126,7 a 253	1,52			
304 a 506	1,78							

Tabla 4.2 (Parte 1 de 7)

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material aislamiento	Material cubierta exterior
				Sección nominal [mm²]	Espesor [mm]			
Conductor eléctrico unipolar, construido con cobre recocido, cableado, compactado o comprimido; con aislación de policloruro de vinilo PVC, con cubierta o chaqueta de nylon.	THWN	Apto para ser instalado en ductos, molduras y bandejas (solo tipo THHN/TC a partir del calibre 1/0 AWG). En ambientes secos. La cubierta lo hace resistente a la acción de aceites, grasas, ácidos y gasolina.	75	2,08 a 3,31	0,38	600	PVC	Nylon o similar
				5,26	0,51			
				8,37 a 13,3	0,76			
				21,2 a 33,6	1,02			
				42,4 a 107	1,27			
				126,7 a 253	1,52			
Conductor eléctrico unipolar o multipolar, sin armadura ni pantalla; construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; sólido clase 1 o cableado clase 2 cableado, con aislación de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta termoplástica de cloruro de polivinilo (PVC) tipo ST2.	RV	Apto para ser instalado en ductos, en bandejas, en canastillo, en escalerillas (solo tipo /TC) y al aire libre. En circuitos de distribución en baja tensión, como alimentador o subalimentador.	90	1,5 a 16	0,7	600/1000	XLPE	PVC
				21,2 a 35	0,9			
				42,2 a 53,5	1,0			
				67,4 a 95	1,1			
				107 a 127	1,2			
				150	1,4			
				177 a 185	1,6			
				240 a 253	1,7			
				300	1,8			
				380 a 400	2,0			
				500 a 630	2,2			
Conductor eléctrico unipolar o multipolar, sin armadura ni pantalla; construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; flexible clase 5, con aislación de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta termoplástica de cloruro de polivinilo (PVC) designación ST2.	RV-K	Apto para ser instalado directamente enterrado, en ductos, en bandejas, en canastillo, en escalerillas (solo tipo /TC) y al aire libre. En circuitos de distribución en baja tensión, como alimentador o subalimentador flexible para tendido fijo.	90	1,5 a 16	0,7	600/1000	XLPE	PVC
				21,2 a 35	0,9			
				42,2 a 53,5	1,0			
				67,4 a 95	1,1			
				107 a 127	1,2			
				150	1,4			
				177 a 185	1,6			
				240 a 253	1,7			
				300	1,8			
				380 a 400	2,0			
				500 a 630	2,2			

Tabla 4.2 (Parte 2 de 7)

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material aislamiento	Material cubierta exterior
				Sección nominal [mm²]	Espesor [mm]			
Conductor eléctrico unipolar o multipolar, sin armadura ni pantalla, retardante a la llama, no propagador de incendio, con baja emisión de gases tóxicos, baja opacidad de humos y bajo índice de acidez de los gases de combustión; construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; cableado, con aislación de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de material termoplástico tipo ST8, libre de halógenos.	RZ1	Apto para ser usado en lugares de reunión de personas. Puede ser instalado en ductos, en bandejas, en escalerillas en canastillo, al aire libre y subterráneo. En circuitos de distribución en baja tensión, como alimentador o subalimentador.	90	1,5 a 16	0,7	600/1000	XLPE	Termoplástico libre de halógenos, retardante a la llama, de baja emisión de humos.
				21,2 a 35	0,9			
				42,2 a 53,5	1,0			
				67,4 a 95	1,1			
				107 a 127	1,2			
				150	1,4			
				177 a 185	1,6			
				240 a 253	1,7			
				300	1,8			
				380 a 400	2,0			
500 a 630	2,2							
Conductor eléctrico unipolar o multipolar, sin armadura ni pantalla, retardante a la llama, no propagador de incendio, con baja emisión de gases tóxicos, baja opacidad de humos y bajo índice de acidez de los gases de combustión; construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; flexible clase 5, con aislación de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de material termoplástico tipo ST8, libre de halógenos.	RZ1-K	Apto para ser usado en lugares de reunión de personas. Puede ser instalado en ductos, en bandejas, en escalerillas, en canastillo, al aire libre y subterráneo. En circuitos de distribución en baja tensión, como alimentador o subalimentador flexible para instalación fija.	90	1,5 a 16	0,7	600/1000	XLPE	Termoplástico libre de halógenos, retardante a la llama, de baja emisión de humos.
				21,2 a 35	0,9			
				42,2 a 53,5	1,0			
				67,4 a 95	1,1			
				107 a 127	1,2			
				150	1,4			
				177 a 185	1,6			
				240 a 253	1,7			
				300	1,8			
				380 a 400	2,0			
500 a 630	2,2							

Tabla 4.2 (Parte 3 de 7)

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material aislamiento	Material cubierta exterior
				Sección nominal [mm²]	Espesor [mm]			
Conductor eléctrico multipolar o multipolar, sin armadura ni pantalla, retardante a la llama, no propagador de incendio, resistente al fuego, con baja emisión de gases tóxicos, baja opacidad de humos y bajo índice de acidez de los gases de combustión; construido de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; flexible clase 5, con aislación de cinta de mica y polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de material termoplástico tipo ST8, libre de halógenos	RZ1-K (AS+)	Apto para instalaciones de equipos de seguridad que deban mantenerse en servicio durante un incendio y en locales donde se requiera una baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Apto para instalaciones en lugares de reunión de personas.	90	1,5 a 16	0,7	600/1000	Cinta Mica + XLPE	Termoplástico libre de halógenos, retardante a la llama, de baja emisión de humos.
		Puede ser instalado en ductos, en bandejas, en escalerías, en canastillo, al aire libre y subterráneo.		21,2 a 35	0,9			
				42,2 a 53,5	1,0			
				67,4 a 95	1,1			
				107 a 127	1,2			
				177 a 185	1,6			
Conductor eléctrico tipo cordón flexible; circular o plano, construido con 2 o 3 conductores de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; clase 5, con aislación de policloruro de vinilo PVC/D para temperatura de servicio de 70 °C, con cubierta o revestimiento de PVC/ST5 y rango de voltaje de 300/300 volts.	H03VV-F	Apto para ser usado en instalaciones móviles domiciliarias y para alimentación de electrodomésticos con un esfuerzo mecánico ligero. Puede ser usado en interior, en recintos secos y/o húmedos (no apto para instalación fija o sumergido).	70	0,5	0,5	300/300	PVC	PVC
	H03VVH2-F			0,75	0,5			
Conductor eléctrico tipo cordón flexible, construido con 2, 3, 4 o 5 conductores de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; cableados, clase 5, con aislación de policloruro de vinilo PVC/D para temperatura de servicio de 70 °C, con cubierta o revestimiento de PVC/ST5 y rango de voltaje de 300/500 volts.	H05VV-F	Apto para ser usado en instalaciones móviles domiciliarias y para alimentación de electrodomésticos con un esfuerzo mecánico medio. Puede ser usado en interior, en recintos secos y/o húmedos (no apto para instalaciones sumergidas)	70	0,75	0,6	300/500	PVC	PVC
				1,0	0,6			
	1,5			0,7				
	2,5			0,8				
H05VVH2-F	4	0,8						

Tabla 4.2 (Parte 4 de 7)

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material aislamiento	Material cubierta exterior
				Sección nominal [mm²]	Espesor [mm]			
Conductor eléctrico de formación tipo cordón flexible, construido con 2, 3, 4 o 5 conductores de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; cableados, clase 5, con aislamiento de compuesto de goma etileno-propileno o materiales equivalentes, tipo IE4; con cubierta o revestimiento de compuesto de goma tipo SE3.	H05RR-F	Apto para ser usado en dispositivos eléctricos ligeros que no estén sometidos a grandes tensiones mecánicas; equipos de mano, electrodomésticos de uso ligero. Puede ser usado en salas secas y húmedas. Solo uso temporal en el exterior. No apto para instalaciones industriales/comerciales o agrícolas. No indicado para alimentar herramientas eléctricas industriales.	60	0,75	0,6	300/500	EPR, EPDM o similar	EPR, EPDM o similar
				1,0	0,6			
				1,5	0,8			
				2,5	0,9			
Conductor eléctrico de formación tipo cordón flexible, construido con 2, 3, 4 o 5 conductores de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; cableados, clase 5, con aislamiento de compuesto de goma etileno-propileno o materiales equivalentes, tipo IE4; con cubierta o revestimiento de compuesto de policloropreno u otro elastómero sintético equivalente, tipo SE4.	H05RN-F	Apto para alimentar dispositivos ligeros de bajo estrés mecánico. Puede ser usado permanentemente en el exterior, con esfuerzo mecánico normal.	60	0,75	0,6	300/500	EPR, EPDM o similar	Neopreno o similar
				1,0	0,6			
				1,5	0,8			
				2,5	0,9			
Conductor eléctrico de formación tipo cordón flexible, construido con 2, 3, 4 o 5 conductores de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; cableados, clase 5, con aislamiento de compuesto de goma etileno-propileno o materiales equivalentes, tipo IE4; con cubierta o revestimiento de compuesto de	H07RN-F	Apto para ser usado en equipos industriales en servicio móvil, para esfuerzo mecánico medio. Puede ser usado en ambiente seco o húmedo así como exteriores. Puede ser usado en instalaciones provisionales.	60	1,5	0,8	450/750	EPR, EPDM o similar	Neopreno o similar
				2,5	0,9			
				4 y 6	1,0			
				10 y 16	1,2			
				25 y 35	1,4			
				50 y 70	1,6			
				95 y 120	1,8			
				150	2,0			
185	2,2							

Tabla 4.2 (Parte 5 de 7)

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material aislamiento	Material cubierta exterior
				Sección nominal [mm²]	Espesor [mm]			
policloropreno u otro elastómero sintético equivalente, tipo SE4.				240	2,4			
				300	2,6			
				400	2,8			
Conductor eléctrico plano, construido con 2 o 3 conductores de cobre recocido sólidos, con aislación de PVC y cubierta de PVC para temperatura de servicio de 70 °C, para un rango de voltaje de 380 volts máximo.	NYIFY	Apto para ser usado en instalaciones domiciliarias en ambientes interiores, sobrepuesto, no necesitan ducto.	70	2x1,5	0,4	380	PVC	PVC
				3x1,5	0,4			
				2x2,5	0,5			
				3x2,5	0,5			
				2x4	0,6			
Conductor eléctrico flexible; plano, construido con 2 o 3 conductores de cobre recocido, desnudo flexible, con aislación integral de policloruro de vinilo para temperatura de servicio de 70 °C, para un rango de voltaje de 300 volts máximo.	SPT-1 SPT-2	Apto para ser usado en instalaciones móviles domiciliarias con un esfuerzo mecánico ligero. No puede ser usado en circuitos de instalación fija interior o exterior, no debe ser engrapado o clavado a las estructuras sólidas de la instalación o edificación, no debe ser usado en extensiones para enchufes	70	0,52	0,76	300	PVC	No Tiene
				0,82	0,76			
				1,31	1,14			
Conductor cableado o alambre de cobre de temple duro, clase 1, aislación de compuesto Polietileno extruido de color negro, y resistencia a la intemperie	Acometidas	En servicios aéreos como líneas de distribución y en acometidas de empalme	75	4 a 21,2	0,76	600	PE	No Tiene
				25 a 50	1,14			
				53,5 a 185	1,52			
Conductor eléctrico unipolar, construido de cobre recocido, desnudo o estañado; sólido o 7 hebras, cableado clase B, con aislación de silicona y malla de fibra de vidrio.	SF-1	Cableado del Enclavamiento de Puertas de Montacargas, resistentes a las llamas y adecuado para una temperatura no menor a 200 °C.	200	18	0,38	300	Silicona para temperatura de 200C	Malla fibra de vidrio
Conductor eléctrico unipolar, construido de cobre recocido, desnudo o estañado; sólido o 7 hebras, cableado clase B, con aislación de silicona y malla de fibra de vidrio.	SF-2	Cableado del Enclavamiento de Puertas de Montacargas, resistentes a las llamas y adecuado para una temperatura no menor a 200 °C.	200	18	0,76	600	Silicona para temperatura de 200C	Malla fibra de vidrio
				16				
				14				
Cables para instalaciones solares fotovoltaicas que han sido diseñados	H1Z2Z2-K	Cables flexibles aptos para servicios móviles y para instalación fija en		1x1,5	4,3	1800 V DC	Elastómero termoestabl	Elastómero termoestabl

Tabla 4.2 (Parte 6 de 7)

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [°C]	Espesor de aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material aislamiento	Material cubierta exterior
				Sección nominal [mm²]	Espesor [mm]			
para resistir las exigentes condiciones ambientales que se producen en cualquier tipo de instalación fotovoltaica, ya sea fija, móvil, sobre tejado o de integración arquitectónica, conductor de cobre electrolítico estañado, clase 5 flexible, aislación libre de halógenos, cubierta ignífuga, resistencia a los impactos, a las grasas y aceites, resistencia a abrasión, resistencia a temperaturas ambientales extremas, rayos ultravioletas y al agua. No propagación de la llama Resistencia a los ataques químicos, Temperatura mínima de servicio: -40°C Temperatura máxima del conductor: 120°C Temperatura máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s)		tejado o de integración arquitectónica. Adecuados para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. No puede ser usado en instalaciones Subterráneas.	90	1x2,5	5	600/1000 V AC	e libre de halógenos (Z) o Goma libre de halógenos (tipo XLEVA según UL / tipo E16 según TÜV).	e libre de halógenos (Z) o Goma ignífuga (tipo XLEVA según UL / tipo EM8 según TÜV).
				1x4	5,8			
				1x6	6,6			
				1x10	8			
				1x16	8,8			
				1x25	10,5			
				1x35	11,8			

Tabla 4.2 (Parte 7 de 7)

Fuente: Tabla N°4.2 del RIC N°04