

GRUPO DE TRABAJO CIER | CAMBIO CLIMÁTICO

# INTE/ISO 14091:2021

## Adaptación al Cambio Climático y Resiliencia en el Sector Eléctrico

Directrices sobre vulnerabilidad, impactos y evaluación del riesgo  
aplicadas a empresas de generación y distribución adscritas a la CIER



# ¿Qué es la INTE/ISO 14091:2021?



## PROPÓSITO

*"Este documento proporciona directrices para evaluar los riesgos relacionados con los impactos potenciales del cambio climático."*

INTE/ISO 14091:2021, Sección 1

## Familia normativa de referencia

**ISO 14090** Principios y directrices de adaptación

**ISO 14091** Evaluación del riesgo climático

**ISO 31000** Gestión del riesgo

## RELEVANCIA PARA EL SECTOR ELÉCTRICO



Infraestructura expuesta a fenómenos hidrometeorológicos extremos



Continuidad del servicio como responsabilidad pública crítica



Cuencas hidrográficas como activos estratégicos sensibles al clima



Requerimientos ESG/ASG e informes GRI de materialidad climática

# Componentes Críticos del Riesgo Climático



Según INTE/ISO 14091, Sección 4.1:  $R = f(\text{Peligro}, \text{Exposición}, \text{Vulnerabilidad})$  donde  $\text{Vulnerabilidad} = f(\text{Sensibilidad}, \text{Capacidad Adaptativa})$



## PELIGRO

§ 3.8

Eventos físicos o tendencias climáticas con potencial de daño

*Sector eléctrico: sequías severas, tormentas tropicales, inundaciones, olas de calor*



## EXPOSICIÓN

§ 3.9

Presencia de activos en lugares que podrían ser afectados

*Subestaciones, líneas de transmisión y cuencas en zonas de amenaza climática*



## SENSIBILIDAD

§ 3.10

Grado en que el sistema se ve afectado por el cambio climático

*Dependencia hídrica de plantas hidroeléctricas frente a variación pluviométrica*



## CAP. ADAPTATIVA

§ 3.11

Capacidad para ajustarse, aprovechar oportunidades o responder

*Diversificación energética, sistemas SCADA resilientes, planes de contingencia*

# Proceso de Evaluación del Riesgo Climático



## 01 PREPARACIÓN

§§ 5.1 – 5.7

- ▶ Establecimiento del contexto organizacional
- ▶ Identificación de objetivos y resultados esperados
- ▶ Conformación del equipo de proyecto
- ▶ Determinación del alcance, metodología y horizonte temporal
- ▶ Recopilación de información pertinente

*Para CIER: definir sistemas en riesgo (cuencas, redes, subestaciones) y horizonte mínimo de 30 años*

## 02 IMPLEMENTACIÓN

§§ 6.1 – 6.8

- ▶ Exploración e identificación de impactos
- ▶ Desarrollo de cadenas de impacto
- ▶ Identificación y selección de indicadores
- ▶ Adquisición y gestión de datos
- ▶ Evaluación de capacidad adaptativa
- ▶ Interpretación de hallazgos

*Para CIER: cadenas de impacto para generación hídrica, distribución en zonas de riesgo e interdependencias regionales*

## 03 COMUNICACIÓN

§§ 7.1 – 7.3

- ▶ Informe de evaluación del riesgo
- ▶ Comunicación a audiencias objetivo
- ▶ Vinculación con planificación de adaptación
- ▶ Integración en sistemas de gestión (ISO 14001)
- ▶ Divulgación en informes de sostenibilidad GRI

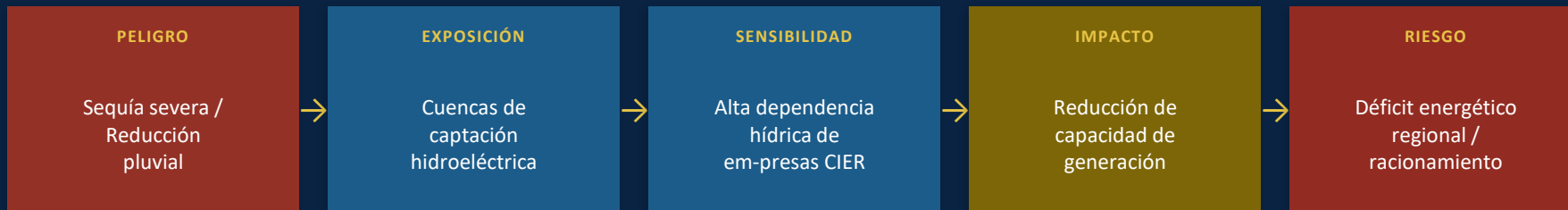
*Para CIER: disseminación entre operadores del MER y alineación con reguladores nacionales de energía*

# Cadenas de Impacto: Sector de Generación y Distribución Eléctrica

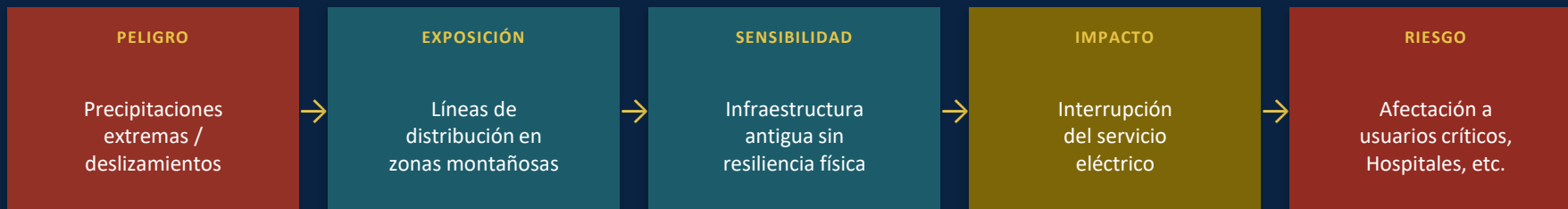


Conforme INTE/ISO 14091 § 6.1.3: "Las cadenas de impacto sirven para comprender mejor, visualizar, sistematizar y priorizar aquellos factores que causan riesgo en el sistema."

## CADENA 1: Sequía → Déficit de Generación Hídrica



## CADENA 2: Lluvias Extremas → Interrupción de Distribución



Nota: La capacidad adaptativa (diversificación, mantenimiento predictivo, automatización) actúa sobre el riesgo final en ambas cadenas — INTE/ISO 14091 § 6.5

# Compromisos que Genera la INTE/ISO 14091 para el Sector Eléctrico



## Evaluación sistemática del riesgo

Implementar evaluaciones periódicas y reproducibles que sean «sistemáticas y reproducibles, permitiendo el aprendizaje dentro y entre las evaluaciones» (§ 0)

§ 5.4 y § 5.7



## Participación de partes interesadas

Involucrar a reguladores, comunidades, gremios y tomadores de decisión en el proceso de evaluación para legitimar resultados

§ 5.9



## Transparencia metodológica

Documentar metodología, fuentes de datos, criterios de priorización, incertidumbres e indicadores utilizados

§ 5.8



## Monitoreo y actualización continua

«Repetir las evaluaciones del riesgo puede ayudar a rastrear cambios con el paso del tiempo y generar conocimientos en la eficacia de la adaptación» (§ 4.2.1)

§ 4.2.1



## Integración en sistemas de gestión

Incorporar los resultados en ISO 14001 (SGA), en planificación estratégica y en informes GRI de sostenibilidad corporativa

§ 7.1 y § 7.2



## Informe de evaluación estructurado

Producir un informe con contexto, metodología, hallazgos (indicadores cuantitativos y cualitativos), y recomendaciones de adaptación

§ 7.1

# Indicadores Propuestos para la Evaluación del Riesgo — Sector Eléctrico CIER



*Adaptado de INTE/ISO 14091 Anexo E (Tabla E.1) | Los indicadores deben ser: específicos, con cobertura espacial y temporal, representativos y replicables (§ 6.2.2)*

Componente	Factor de Riesgo	Indicador Propuesto	Fuente de Datos
<b>Peligro</b>	Variación pluviométrica	Caudal medio mensual en cuencas hidrológicas clave (m <sup>3</sup> /s)	IMN / SENARA / IDEAM
<b>Peligro</b>	Temperatura extrema	Días con temperatura >35°C en zonas de subestaciones	Servicios meteorológicos
<b>Exposición</b>	Infraestructura en riesgo	% de líneas de transmisión en zonas de deslizamiento o inundación	SIG institucional
<b>Sensibilidad</b>	Dependencia hídrica	% de capacidad instalada hidroeléctrica sobre total de generación	CIER / Reguladores
<b>Sensibilidad</b>	Antigüedad de activos	Edad media del parque de distribución en zonas de alta amenaza	Registros de activos
<b>Cap. Adaptativa</b>	Diversificación energética	% capacidad de fuentes no-hídrica sobre total instalado	CIER / Operadores
<b>Cap. Adaptativa</b>	Capacidad organizacional	Existencia y vigencia de Plan de Adaptación Climática institucional	Auditoría interna

*La selección de indicadores es un proceso iterativo que debe ajustarse a la disponibilidad de datos y los recursos de la organización — INTE/ISO 14091 § 6.2.2*

# Capacidad Adaptativa en Empresas Eléctricas de la CIER



*"La evaluación de la capacidad de una organización para tratar con los impactos potenciales del cambio climático permite una evaluación más realista de los riesgos que está enfrentando." — INTE/ISO 14091 § 6.5*

## Capacidad Organizacional

- ✓ Planes institucionales de adaptación climática
- ✓ Roles formales para gestión del riesgo climático
- ✓ Integración en sistemas ISO 14001 e ISO 45001
- ✓ Compromisos de alta dirección y gobierno corporativo

## Capacidad Técnica

- ✓ Sistemas SCADA con resiliencia ante eventos extremos
- ✓ Diversificación hacia solar, eólica y geotérmica
- ✓ Infraestructura física adaptada a nuevos umbrales climáticos
- ✓ Tecnologías de almacenamiento y redes inteligentes

## Capacidad Financiera

- ✓ Presupuesto asignado a medidas de adaptación climática
- ✓ Acceso a fondos verdes (GCF, BID, CAF)
- ✓ Análisis costo-beneficio de intervenciones de adaptación
- ✓ Seguros ante riesgos climáticos para activos críticos

## Capacidad del Ecosistema

- ✓ Gestión de cuencas hidrográficas y recarga de acuíferos
- ✓ Programas de reforestación en áreas de captación
- ✓ Corredores biológicos que protegen infraestructura energética
- ✓ Monitoreo de cambios en caudales y calidad del agua

# Hoja de Ruta de Implementación — Empresas Eléctricas CIER



## FASE 1

Año 1



- Conformar equipo de proyecto multidisciplinario
- Definir alcance y sistema en riesgo
- Recopilar datos hidrometeorológicos y de activos
- Capacitación en INTE/ISO 14091

## FASE 2

Años 1–2



- Desarrollar matriz de exploración de riesgos
- Construir cadenas de impacto por área de negocio
- Seleccionar indicadores y recopilar datos
- Evaluar capacidad adaptativa actual

## FASE 3

Años 2–3



- Priorizar impactos y brechas adaptativas
- Elaborar informe de evaluación completo
- Integrar resultados en plan estratégico
- Comunicar hallazgos a partes interesadas

## FASE 4

Continuo



- Monitorear indicadores seleccionados
- Actualizar evaluación cada 3–5 años
- Integrar en reportes GRI y ESG
- Compartir aprendizajes en la red CIER

# Conclusiones y Compromisos Institucionales



## MENSAJES CLAVE PARA EL SECTOR ELÉCTRICO CIER

- 01** La INTE/ISO 14091 provee el marco metodológico para que las empresas eléctricas de la CIER evalúen de forma sistemática y comparable su exposición al riesgo climático.
- 02** La norma genera compromisos explícitos: evaluación documentada, participación de partes interesadas, transparencia metodológica e integración en sistemas de gestión.
- 03** La construcción de cadenas de impacto para la generación hídrica y la distribución en zonas de riesgo es el núcleo analítico de la implementación sectorial.
- 04** La capacidad adaptativa organizacional, técnica, financiera y del ecosistema debe ser evaluada y fortalecida como parte del proceso de gestión del riesgo climático.
- 05** La colaboración regional vía CIER facilita el benchmarking de indicadores, el intercambio metodológico y la armonización de planes de adaptación en el MER.

## PRÓXIMOS PASOS

- 1.** Validar alcance con alta dirección
- 2.** Integrar en agenda CIER 2025-2026
- 3.** Piloto en 2-3 empresas voluntarias
- 4.** Desarrollar guía técnica sectorial

## NORMATIVA APLICABLE

- ▶ INTE/ISO 14091:2021 — Evaluación del riesgo
- ▶ INTE/ISO 14090:2019 — Principios de adaptación
- ▶ INTE/ISO 14001:2015 — SGA (integración)
- ▶ INTE/ISO 31000:2018 — Gestión del riesgo
- ▶ GRI 201/302 — Materialidad climática ESG