



Proyecto ProCLIM-AR

Promover vías de desarrollo bajas en carbono
y resilientes al clima para Argentina



COMPONENTE 3 TRANSPORTE SOSTENIBLE

Cuando el clima se vuelve costo
*Decisiones operativas para proteger continuidad, seguridad y
margen en el transporte de cargas.*

Consultor: Sergio M. Cruz Zárate

OBJETIVOS

Apoyar a Argentina para que:

- Reduzca sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de acuerdo con sus compromisos internacionales,
- Logre mayor resiliencia frente a sus riesgos climáticos,
- Transforme su economía de forma beneficiosa para su población y su ambiente.

COOPERACIÓN
Argentina-Alemania

DURACIÓN
03/2023 – 02/2028

Abordaje MACRO,
MESO Y MICRO

ProCLIM-AR

Promover vías de desarrollo bajas en carbono y resilientes al clima para Argentina

COMPONENTES



1. Restauración
de paisajes
forestales



2. Eficiencia
de recursos



3. Transporte
sostenible



4. Gobernanza y
financiamiento
climático

→ A NIVEL NACIONAL, SUBNACIONAL (PROVINCIA), LOCAL



Secretaría de Turismo,
Ambiente y Deportes
Jefatura de Gabinete de Ministros

Subsecretaría
de Ambiente



Fundación
Avina

Universidad
Nacional
de San Martín

**NEW
CLIMATE**
INSTITUTE

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Fomentado por:



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección del Clima,
Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear

IKI INTERNATIONAL
CLIMATE
INITIATIVE

en virtud de una decisión
del Bundestag alemán

ProCLIM-AR

Promover vías de desarrollo bajas en carbono y resilientes al clima para Argentina



3. Transporte sostenible

OBJETIVO

Se implementan acciones integradas en el marco del Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (PNAyMCC)

PAQUETES DE TRABAJO

- Fortalecimiento de la eficiencia energética en el transporte de cargas.
- Apoyo a la innovación en el sector transporte. Creación de la Plataforma Observatorio Nacional de Transporte Sostenible (PONTs).
- Apoyo a la implementación de medidas de adaptación en el marco del Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (PNAyMCC).
- Desarrollo de metodologías y capacidades de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV).



Secretaría de Turismo,
Ambiente y Deportes
Jefatura de Gabinete de Ministros

Subsecretaría
de Ambiente



Fundación
Avina

Universidad
Nacional
de San Martín

**NEW
CLIMATE**
INSTITUTE

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Fomentado por:



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección del Clima,
Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear

IKI INTERNATIONAL
CLIMATE
INITIATIVE

en virtud de una decisión
del Bundestag alemán

Agenda

- 1. Problema operativo**
- 2. Gatillos, coordinación y KPIs**
- 3. Del evento al impacto económico**
- 4. Cuánto cuesta decidir tarde**
- 5. Hoja de ruta**

1

Problema operativo

¿Qué problema estamos enfrentando?



Secretaría de Turismo,
Ambiente y Deportes
Jefatura de Gabinete de Ministros

Subsecretaría
de Ambiente



Universidad
Nacional
de San Martín



Fomentado por:



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección del Clima,
Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear



INTERNATIONAL
CLIMATE
INITIATIVE

en virtud de una decisión
del Bundestag alemán

Está pasando: No es un escenario futuro



Inundaciones, Santa Fe, 16 de enero de 2017

Caos en la Autopista Rosario-Córdoba por fuertes ráfagas: más de diez camiones volcaron

19 febrero, 2026 NdA



Autopista Rosario-Córdoba, 19 de febrero de 2026

Por qué el tema importa

Impacto en tiempos y costos (Productividad)

- ~12% de las demoras de camiones en corredores clave se deben al clima.
- Reducción de hasta un 30% en capacidad y caídas severas de velocidad.
- Impacto directo en cumplimiento de entregas (OTIF) y costo por km.

Seguridad y protección de activos (Riesgo Operacional)

- 77% de los incidentes por clima ocurren con lluvia/llovizna común.
- 13% de los siniestros con daños materiales están ligados al clima.
- El riesgo es diario: exige monitoreo, capacitación y rutas adaptadas.

Fuente: FHWA (2023)

El riesgo climático no es estacionario: frecuencia, severidad y duración pueden cambiar; el histórico por sí solo no siempre es una guía suficiente

De evento climático a resultado económico

- La pregunta no es sólo si existe un protocolo.
- Sino cuánto cuesta no activar la respuesta adecuada a tiempo.
- Cada hora detenida, kilómetro extra, penalidad o reclamo erosiona margen y confiabilidad.
- La adaptación operativa se presenta como protección de las personas, los equipos, del margen, del SLA y de la continuidad operacional.

Anticipar no elimina el evento; reduce pérdida esperada y exposición a pérdidas extremas.



De la reacción experta a una práctica repetible

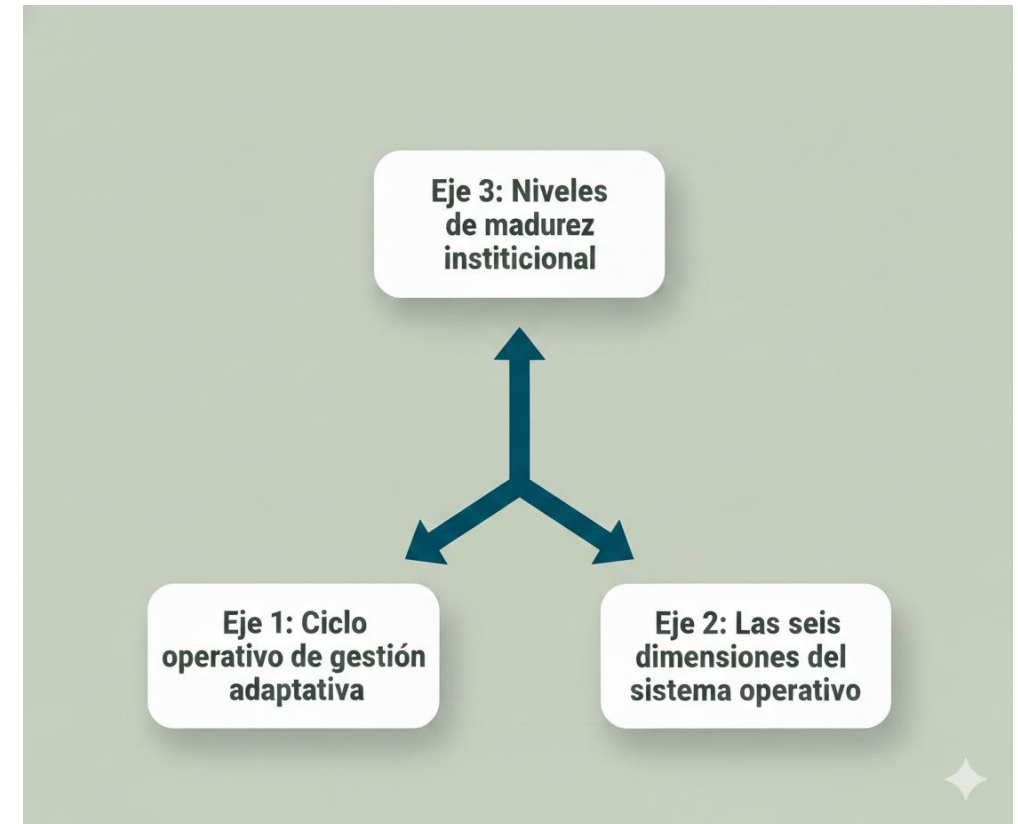
Respuesta ad hoc	Capacidad operativa estandarizada
▪ Información dispersa entre chofer, despacho, cliente y autoridad ▪ Decisión basada en experiencia individual ▪ Desvío o espera definidos durante la crisis ▪ Tratamiento variable de flota tercerizada ▪ El evento termina cuando se reabre la ruta	▪ Fuente validada y mensaje operativo único ▪ Gatillos, umbrales y responsable de decidir ▪ Rutas, puntos seguros y contactos preacordados ▪ Reglas operativas y económicas incorporadas al contrato ▪ Registro, revisión post-evento y ajuste del protocolo

La estandarización no reemplaza el juicio experto: asegura que, bajo presión, todos decidan con la misma información, autoridad y regla. La estandarización permite comparar decisiones, no sólo documentarlas.



La adaptación operativa se traduce en decisiones concretas en terreno

- No es solo diagnóstico, es decisión operativa en contexto
- Impacta rutas, tiempos, flota y seguridad
- Requiere criterios claros y compartidos
- Depende de información oportuna y confiable
- Se valida en la práctica, no solo en el diseño



Eje 1: Ciclo operativo – 5 pasos

Antes del evento:

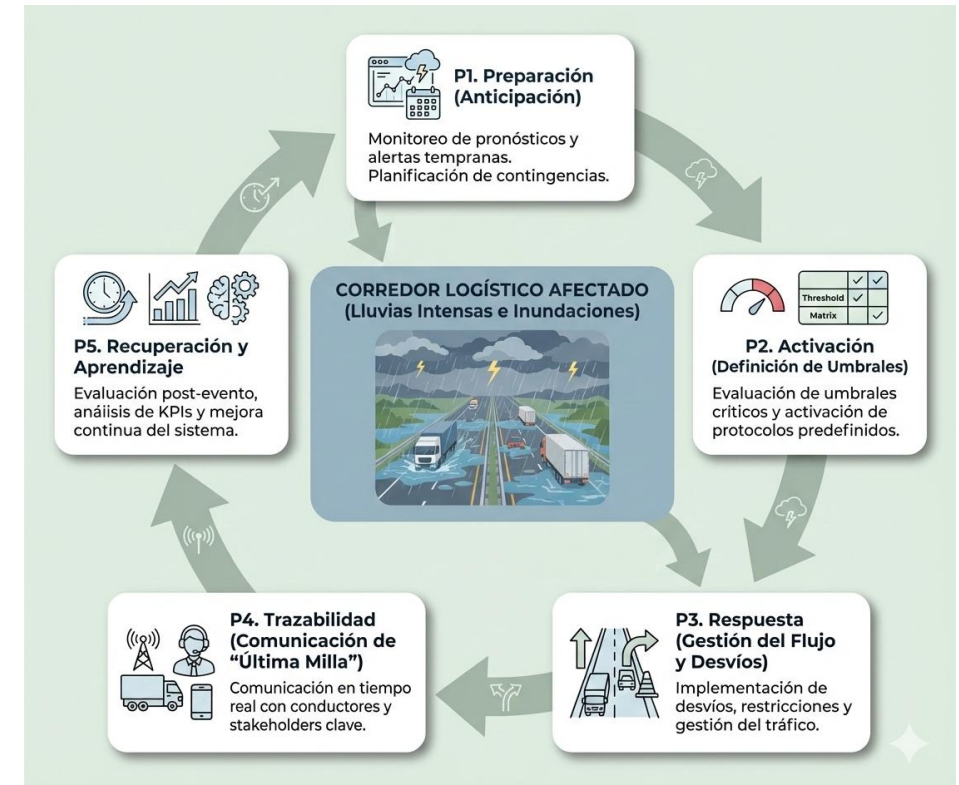
- P1. Preparación (Anticipación)
- P2. Activación (*parte preventiva*)

Durante el evento:

- P2. Activación
- P3. Respuesta
- P4. Trazabilidad

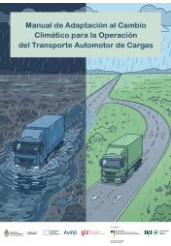
Después del evento:

- P5. Recuperación y Aprendizaje



Antes = preparo y defino condiciones de activación
Durante = actúo

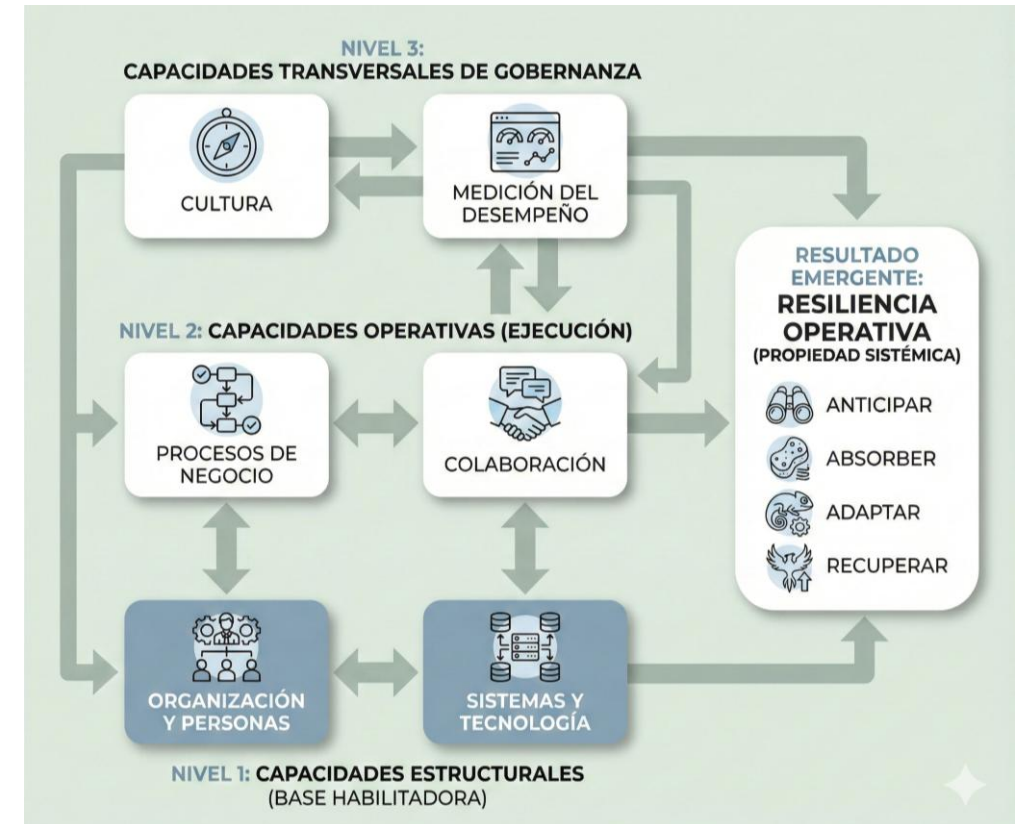
Después = dejo evidencia y mejoro



Eje 2 Seis dimensiones de la organización

Lista de control de qué puede fallar:

- Organización y personas
- Sistemas y tecnología
- Colaboración
- Procesos de negocio
- Medición del desempeño
- Cultura



Eje 3: Modelo de madurez operativa

- Permite diagnosticar “dónde estamos” y priorizar mejoras
- Enfoque incremental: de reactivo a anticipatorio y trazable
- Se aplica a autoridades, nodos y empresas (roles diferenciados)





¿Estamos listos para la próxima interrupción?

- Viento: pérdida de control lateral, vuelcos, detenciones preventivas.
- Lluvias intensas: agua sobre calzada, baja visibilidad, cortes y colas.
- Alta montaña: nieve, hielo, cierres preventivos y dependencia de terceros.
- El evento meteorológico se convierte rápidamente en un problema de flota, clientes y caja.

El costo aparece cuando la decisión llega tarde.

El tipo de amenaza importa, pero el costo se materializa a través de decisiones operativas. La incertidumbre entra por frecuencia, severidad, duración y simultaneidad de eventos.

2

Gatillos, coordinación y KPIs



Secretaría de Turismo,
Ambiente y Deportes
Jefatura de Gabinete de Ministros

Subsecretaría
de Ambiente



Universidad
Nacional
de San Martín



Fomentado por:



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección del Clima,
Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear



INTERNATIONAL
CLIMATE
INITIATIVE

en virtud de una decisión
del Bundestag alemán

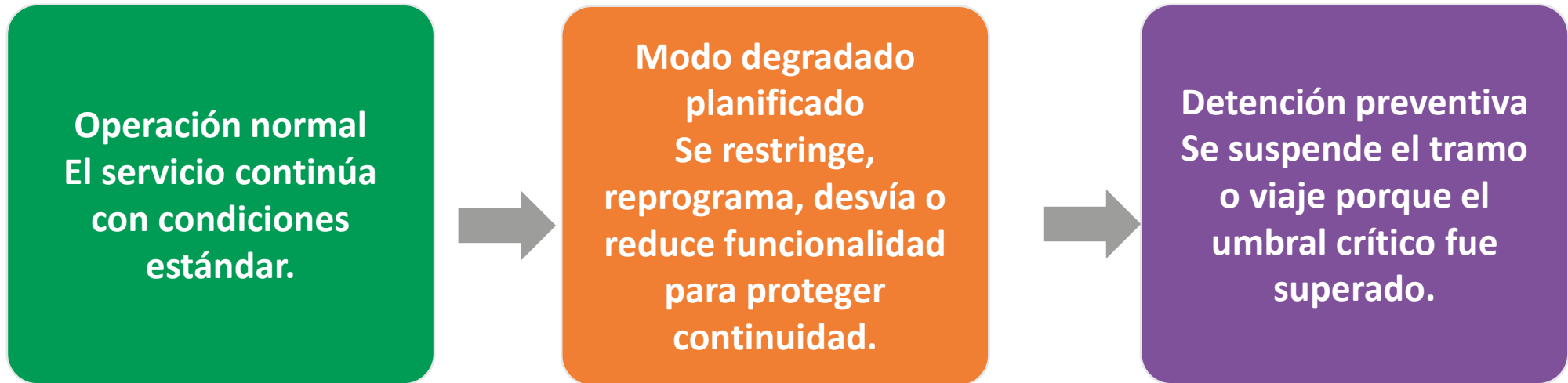


Gatillos: activar antes de que el costo escale

- Un gatillo combina información externa —alerta, pronóstico, estado vial— con exposición operativa — vehículos, carga, ventanas y rutas.
- Un gatillo convierte datos climáticos y operativos en una acción predefinida.
- Ejemplos: alerta oficial, pronóstico por corredor, reporte de calzada, cierre parcial, cola en nodo.
- La decisión se toma antes de que todos los camiones queden expuestos.
- En una trayectoria adaptativa, un gatillo puede cambiar no sólo el modo de operación, sino también la estrategia de adaptación.
- El valor económico está en reducir tiempo de reacción y ambigüedad.

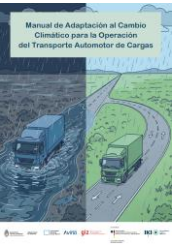
Regla práctica
Cada gatillo debería decir
quién decide, qué comunica y
qué registra.

Operar, operar degradado o detener



El error frecuente es tratar todas las situaciones como si fueran operación normal con más presión. El método introduce umbrales para decidir cuándo cambiar de modo.

Colaboración: el costo de decidir aislados



- La empresa no controla todo el sistema: autoridad vial, policía, nodos, clientes y otros operadores inciden en la continuidad.
- Mensajes contradictorios producen esperas, rutas improvisadas y saturación de nodos.
- ¿Quién valida el corte?, ¿quién informa al cliente?, ¿quién autoriza el desvío?, ¿quién asume el costo?
- La coordinación reduce incertidumbre y tiempos muertos.
- La incertidumbre se reduce compartiendo información validada, no multiplicando fuentes.
- Un protocolo de mensajería unificada, como Pathfinder, descrito en el Manual de Operación, traduce coordinación en una instrucción única, validada y registrable.
- Es decir: instrucción breve, canal definido y confirmación cerrada: quien recibe repite decisión, ubicación y ETA.

Principio:
La resiliencia no se compra sólo con tecnología; se construye con acuerdos operativos.



KPIs mínimos para gestión económica de la resiliencia

US\$/evento, US\$/viaje
afectado y costo evitado vs.
caso base

Activación por gatillo
% de decisiones tomadas
según regla predefinida

Horas o días improductivos
Camión-día detenido por
corredor

Desvíos
km extra planificados vs
improvisados

Cumplimiento SLA
% entregas fuera de ventana por
clima
y variabilidad del tiempo de viaje
en corredores críticos

Tiempo alerta - decisión
minutos desde alerta a instrucción

Aprendizaje post-evento
% eventos con registro y revisión

La primera mejora no es comprar más datos; es cerrar la brecha entre dato, decisión y registro.
Medir también exposición y eventos evitados —detenciones oportunas, desvíos y cuasi-incidentes— aunque
no se les asigne un valor monetario.

3

Del evento al impacto económico



Secretaría de Turismo,
Ambiente y Deportes
Jefatura de Gabinete de Ministros

Subsecretaría
de Ambiente



Universidad
Nacional
de San Martín



Fomentado por:



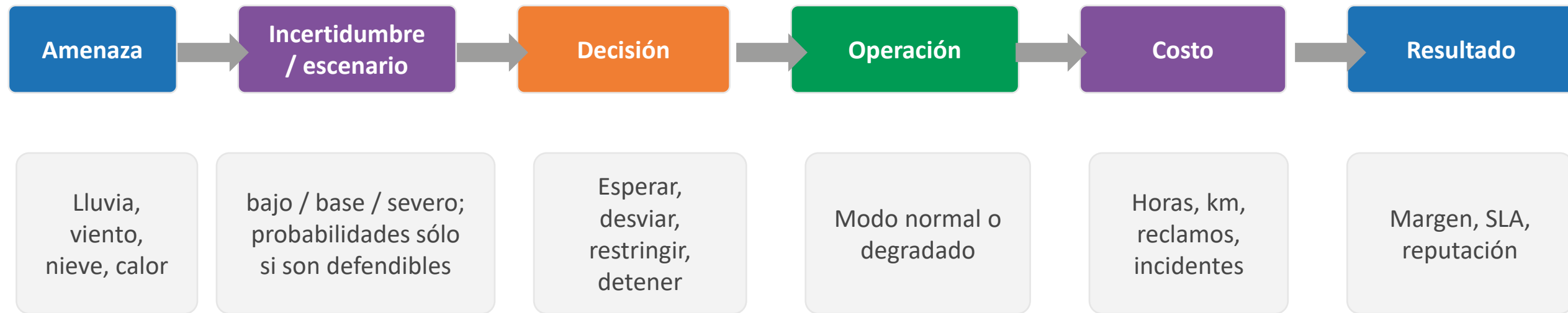
Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección del Clima,
Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear



INTERNATIONAL
CLIMATE
INITIATIVE

en virtud de una decisión
del Bundestag alemán

La cadena de impacto económico



La gestión adaptativa reduce pérdidas cuando transforma alertas en decisiones operativas trazables.

Dónde se esconde el costo de la disrupción

Indisponibilidad de capacidad
Camión parado, conductor, turnos, pérdida de
utilización

Kilómetros y combustible
Desvíos, peajes, consumo, neumáticos, mantenimiento

Servicio y clientes
Penalizaciones, ventanas perdidas, recotización spot

Riesgo e incidentes
Carga afectada, auxilio, seguros, daño reputacional

$$C_{\text{total_evento}} = \sum_{v=1}^V (T_{\text{espera},v} \cdot C_{\text{idle},v} + T_{\text{extra},v} \cdot W_{\text{overtime},v} + \Delta D_v \cdot C_{\text{var_km},v} + C_{\text{penal},v} + C_{\text{oportunidad},v})$$

La adaptación como caso de negocio

- Un protocolo no es un costo administrativo si reduce pérdidas repetidas.
- El valor surge de decidir antes, coordinar mejor y registrar evidencia.
- El retorno se mide comparando costo actual versus costo con medidas de adaptación.
- La empresa no necesita modelación sofisticada para empezar: necesita una línea base y registros consistentes.
- La comparación debe hacerse contra una línea base: qué habría ocurrido con la misma demanda y sin la medida.

**El objetivo es transformar
experiencia operativa en
números defendibles.**

El método depende de datos y de incertidumbre



Ubicación orientativa: los métodos pueden combinarse y no pertenecen exclusivamente a un cuadrante.

Cinco niveles para evaluar el impacto económico

a) Medición y comparación operativa:

- Nivel 1: Costo incremental por evento;
- Nivel 2: Comparación sin medida / con medida;

b) Priorización e inversión:

- Nivel 3: Pérdida anual esperada y sensibilidad;
- Nivel 4: Caso de negocio de inversión y ciclo de vida.

c) Incertidumbre y flexibilidad:

- Nivel 5: Simulación por escenarios y trayectorias adaptativas.

Mensaje
El objetivo es transformar experiencia operativa en números defendibles.

4

Cuánto cuesta decidir tarde



**Secretaría de Turismo,
Ambiente y Deportes**
Jefatura de Gabinete de Ministros

**Subsecretaría
de Ambiente**



**Universidad
Nacional
de San Martín**



Fomentado por:



**Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección del Clima,
Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear**



**INTERNATIONAL
CLIMATE
INITIATIVE**

en virtud de una decisión
del Bundestag alemán

Método 1: costo incremental por evento

Costo_evento = (camiones × días parados × US\$150) + (km extra × costo/km) + penalidades + auxilios + carga afectada

Costo monetizable del evento = costo directo + costo de oportunidad + costo contractual + incidentes

- Unidad de análisis: viaje - corredor - evento.
- Comparar operación caso base reactivo vs. alternativa con activación anticipada.
- Evitar doble conteo: no sumar dos veces combustible, conductor o costo de oportunidad.
- Puede aplicarse tanto a flota propia como a transporte tercerizado.
- US\$150/día es sólo un valor ilustrativo; no representa una tarifa sectorial.

Datos mínimos para empezar a medir

Operación

- viaje
- ruta/corredor
- origen/destino
- ventana comprometida

Evento

- fecha y hora
- tipo de amenaza
- tramo afectado
- gatillo activado

Impacto

- días/horas detenido
- km extra
- entregas tardías
- carga afectada

Costos

- costo de indisponibilidad de capacidad
- costo/km
- penalidades
- auxilios y reclamos

Servicios tercerizados:

- tarifa adicional
- compensación
- diferencia de flete
- espera facturada
- penalidad transferida o absorbida

Para análisis de escenarios: agregar rango bajo/base/severo o probabilidades, sólo cuando puedan justificarse.

Regla de simplicidad

Si hoy no puede medirse con datos disponibles de despacho, GPS y facturación, probablemente no conviene ponerlo en la primera versión del KPI.

Método 2: comparar decisiones ante el mismo evento

- Caso base: decisión reactiva; alternativa: activación anticipada.
- Corredor con alerta de lluvia intensa y riesgo de agua sobre calzada.
- Cierre efectivo del tramo crítico durante dos días.
- 12 viajes programados en un corredor afectado.
- Sin protocolo: 12 unidades alcanzan el corte, 6 terminan desviándose tarde y 5 incumplen ventanas.
- Con protocolo: 6 viajes se desvían antes de ingresar al tramo crítico; 2 unidades esperan en punto seguro; 4 viajes son retenidos antes de la salida y reprogramados sin costo incremental relevante.
- Supuesto de costo: camión parado = US\$150 por día. Valor ilustrativo, no una tarifa sectorial. Cada empresa puede definir su propio “camión-día” o costo contractual equivalente.
- Objetivo: comparar decisión reactiva versus activación anticipada del protocolo.

Decisión a mostrar
¿Conviene esperar
información perfecta o
activar un modo
degradado con desvíos y
reprogramación?

Caso: operación caso base reactivo

Partida	Cálculo	US\$
Camiones detenidos	12 camiones × 2 días × US\$150	3.600
Penalizaciones SLA	5 entregas × US\$100	500
Desvío tardío	6 camiones × 70 km × US\$0,90/km	378
Gestión de crisis	Horas extra administrativas	No monetizado
Total estimado		4.478

Nota: El total de US\$4.478 excluye costos no monetizados

Sin criterios previos, la flota llega al corte y el costo queda capturado por la detención. La comparación supone los mismos 12 viajes y el mismo cierre; cambia el momento en que se toma la decisión.

Caso: costo con activación anticipada

Partida	Cálculo	US\$
Espera segura	2 camiones × 1 día × US\$150	300
Desvío planificado	6 camiones × 90 km × US\$0,90/km	486
Penalizaciones residuales	1 entrega × US\$100	100
Coordinación y comunicación	Activación del protocolo	100
Total estimado		986

El protocolo no elimina todos los costos; evita que el cierre capture a toda la flota.
Los 4 viajes retenidos en origen se reprograman: se preserva la demanda, pero se evita exponer capacidad al corte.

Resultado económico del caso

US\$3.492

Costo evitado por evento

- Costo sin protocolo: US\$4.478.
- Costo con protocolo: US\$986.
- Reducción ilustrativa del costo incremental: 78%.
- El ahorro proviene de menos días parados, menos penalidades y mayor previsibilidad.

La adaptación no hace que cada viaje sea más barato. Reduce el costo total esperado de operar bajo disrupción.

Nota: Este ejemplo es determinista; luego se puede repetir bajo escenarios de frecuencia, duración y flota expuesta.

Método 3: pérdida anual esperada

Pérdida anual esperada = Σ [frecuencia de cada tipo de evento $\times$ costo promedio incremental]

- Permite pasar del caso aislado al presupuesto anual de resiliencia.
- Sirve para priorizar corredores, clientes o tipos de carga.
- Es suficientemente simple para iniciar con planillas internas.
- Luego puede evolucionar a escenarios o simulaciones.
- Los registros propios son el punto de partida, pero deben actualizarse: no asumir que la frecuencia histórica permanece constante.
- Cuando las probabilidades son defendibles, utilizarlas; cuando no lo son, trabajar con rangos y escenarios.

Método 4: caso de negocio de la inversión

Concepto	Cálculo	US\$
Pérdida anual actual	6 eventos × US\$4.478	26.868
Pérdida anual con protocolo	6 eventos × US\$986	5.916
Beneficio bruto anual	Diferencia	20.952
Costo anual de mantenimiento	Simulaciones, datos, revisión	1.500
Beneficio neto anual		19.452

Supuesto: inversión inicial de US\$6.000 para diseñar, probar y capacitar; mantenimiento anual de US\$1.500 para datos, simulaciones y revisión.

Con una inversión inicial de US\$6.000 y un beneficio neto anual estimado de US\$19.452, el repago simple es cercano a 3,7 meses (ejemplo ilustrativo).

Para inversiones relevantes: $VPN = -CAPEX + \sum [(daño\ evitado_t - OPEX_t) / (1+r)^t]$
Además del repago simple, evaluar VPN y relación beneficio/costo durante la vida útil.

Sensibilidad: no todos necesitan el mismo nivel de inversión

Baja exposición
2 eventos/año
Beneficio bruto:
US\$6.984

Caso base
6 eventos/año
Beneficio bruto:
US\$20.952

Alta exposición
10 eventos/año
Beneficio bruto:
US\$34.920

- La frecuencia esperada cambia el retorno de la medida.
- También probar duración del corte, flota expuesta, costo de indisponibilidad y penalidades.
- La priorización debe hacerse por corredor, cliente crítico, tipo de carga o nodo expuesto.
- La primera inversión debería concentrarse donde el costo evitado sea más claro.
- Usar escenarios bajo/base/alto, no una única estimación.

5

Hoja de ruta



**Secretaría de Turismo,
Ambiente y Deportes**
Jefatura de Gabinete de Ministros

**Subsecretaría
de Ambiente**



**Universidad
Nacional
de San Martín**



Fomentado por:



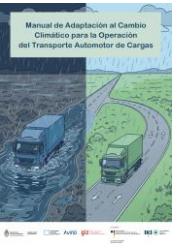
**Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección del Clima,
Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear**

en virtud de una decisión
del Bundestag alemán



**INTERNATIONAL
CLIMATE
INITIATIVE**

Hoja de ruta 30 - 60 - 90 días



30 días

- elegir un corredor
- levantar eventos disponibles de los últimos 24–36 meses, según disponibilidad (sin asumir que la frecuencia histórica permanecerá constante)
- definir costo camión-día y costo/km

60 días

- definir gatillos
- preaprobar desvíos
- crear plantilla de mensaje único
- revisar cláusulas críticas con transportistas y clientes

90 días

- simular un evento y realizar una revisión post-evento de 30 minutos
- ¿qué se esperaba?, ¿qué ocurrió?, ¿por qué?, ¿qué regla cambia?
- probar escenarios bajo/base/extremo
- medir KPIs
- ajustar protocolo
- preparar caso de negocio

Compromiso mínimo: identificar un problema que hoy genera pérdidas, una decisión que hoy no tiene criterio y una acción simple para activarla antes.

¡MUCHAS GRACIAS!



ProCLIM-AR

Promover vías de desarrollo bajas en carbono y resilientes al clima para Argentina

Contacto

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Cooperación Alemana al Desarrollo

info@plataformaonts.org



Subsecretaría
de Ambiente



Fomentado por:



en virtud de una decisión
del Bundestag alemán

La resiliencia también se contrata

- Incorporar alertas, detenciones preventivas, espera segura y desvíos preautorizados en órdenes de transporte y contratos.
- Cláusulas de activación climática y asignación de costos extraordinarios.
- Acordar quién decide, quién informa y cómo se reconocen costos extraordinarios.
- Evitar que el transportista asuma incentivos para continuar una operación insegura o que el operador logístico descubra el evento cuando ya perdió la ventana.
- Medir el costo en la cadena completa, aunque la factura la emita otro actor.
- La regla debe proteger la seguridad, aun cuando el costo se distribuya entre distintos contratos.

Tres mensajes para llevarse

1

**El clima se vuelve costo
cuando la decisión llega
tarde.**

2

**Medir costo por evento y
comparar alternativas
permite justificar
adaptación con lenguaje
de negocio.**

3

**Gatillos, coordinación,
escenarios y KPIs
convierten experiencia
operativa en resiliencia
medible.**

Gestionar la incertidumbre

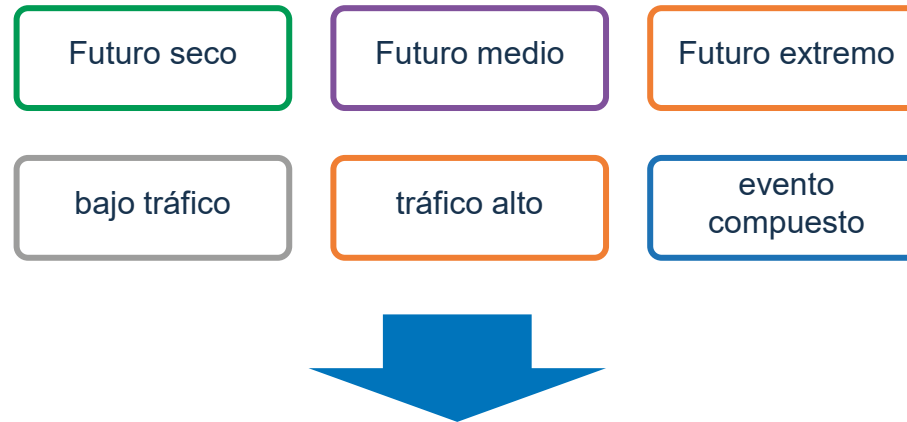
ENFOQUE DETERMINISTA



Riesgo: si el futuro difiere, la opción puede quedar sobredimensionada o frágil

El futuro se representa con un único escenario central

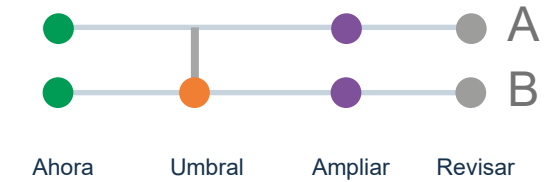
MÚLTIPLES FUTUROS / ROBUSTEZ



Evaluar arrepentimiento, punto de equilibrio y desempeño mínimo aceptable

Buscar una decisión aceptable en muchos futuros

TRAYECTORIA ADAPTATIVA



Permite hacer algo costo-efectivo ahora, reservar flexibilidad y activar medidas o inversiones mayores solo al cruzar señales observables.

Aprender sobre la marcha y mantener las opciones abiertas

Caso breve: viento intenso y umbral crítico

- No todo riesgo se gestiona optimizando la ruta.
- Con viento extremo la decisión puede ser binaria: operar o detener.
- El costo visible es la detención; el costo evitado es el vuelco, la carga dañada, el auxilio y la exposición legal.
- Detener también puede tener valor económico cuando reduce la probabilidad de una pérdida catastrófica.
- El umbral no debe definirse sólo por velocidad del viento; depende también de tipo de vehículo, altura, carga, tramo expuesto y experiencia operacional.

Mensaje para gerencia
La seguridad operacional
también protege resultados
financieros.

Caso breve: cierre de alta montaña

Escenario	Cálculo simple	US\$
Flota expuesta	$25 \text{ camiones} \times 4 \text{ días} \times \text{US\$}150$	15.000
Con alerta y espera ordenada	$\text{Costo residual supuesto} = 60\% \times \text{US\$}15.000$	9.000
Costo evitado	Menos detención no planificada	6.000
Valor adicional	Menos exposición de conductor y carga	No monetizado

Reducción ilustrativa, a validar con eventos históricos y reglas de posicionamiento de flota.
Cuando el corredor depende de terceros, anticipar y posicionar flota puede reducir significativamente el costo respecto de reaccionar tarde.

El beneficio se logra reteniendo unidades antes del corredor o en puntos seguros.

4

Métodos avanzados: escenarios, robustez y trayectorias adaptativas



Secretaría de Turismo,
Ambiente y Deportes
Jefatura de Gabinete de Ministros

Subsecretaría
de Ambiente



Universidad
Nacional
de San Martín



Fomentado por:



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección del Clima,
Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear

en virtud de una decisión
del Bundestag alemán



Quando el promedio no alcanza

- La pérdida esperada puede ocultar eventos poco frecuentes de alto impacto.
- Probar frecuencia, duración, flota expuesta y costo de indisponibilidad.
- Evaluar al menos tres futuros: bajo / base / severo.
- Comparar retorno, pérdida máxima tolerable y nivel mínimo de servicio.

No buscamos predecir exactamente el próximo evento. Buscamos decisiones que sigan funcionando bajo futuros distintos.

Cuatro métodos para decidir bajo incertidumbre

Monte Carlo
¿Qué distribución de
resultados puedo obtener?

RDM / EMA
¿En qué futuros falla mi
decisión?

Opciones reales
¿Cuánto vale esperar,
escalar o cambiar?

DAPP
¿Qué hago ahora y qué
gatillo activa el siguiente
paso?

*Robust Decision Making /
Exploratory Modeling & Analysis*

Dynamic Adaptive Policy Pathways

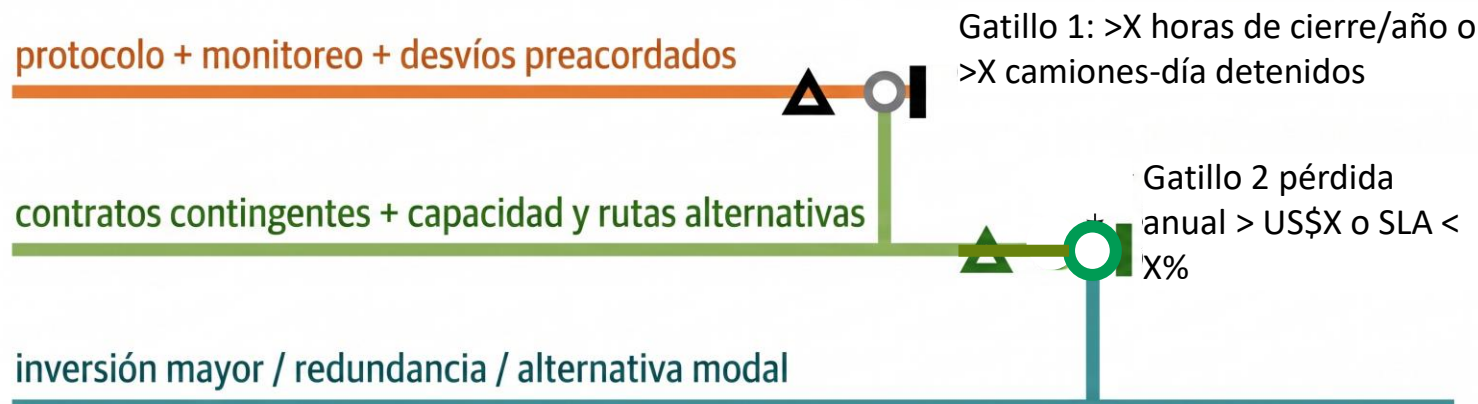
No reemplazan el caso de negocio: amplían el tratamiento de CAPEX/OPEX y daños evitados.

De una medida aislada a una trayectoria adaptativa

- No siempre es necesario decidir hoy cuál será la solución final durante todo el horizonte de inversión.
- Se puede comenzar con medidas de bajo costo, reversibles y de rápida implementación.
- Al mismo tiempo se definen señales observables que indican cuándo esa solución deja de ser suficiente.

DAPP no busca elegir hoy una única medida “óptima”; busca preparar una secuencia de decisiones y saber cuándo cambiar.

Ejemplo ilustrativo: los umbrales deben calibrarse con datos propios.



Monitorear → aprender → revisar umbrales → mantener opciones abiertas

LEYENDA



Punto de
transferencia



Umbral



Señal



Acción efectiva