

Proyecto CHI – Control Hídrico Integral: Prevención de Inundaciones Urbanas en Bahía Blanca

Introducción

CHI (Control Hídrico Integral) es una propuesta innovadora para prevenir y mitigar las inundaciones urbanas en Bahía Blanca, Argentina, a través de un enfoque multidisciplinario. El proyecto surge tras eventos hídricos extremos recientes que evidenciaron la vulnerabilidad de la ciudad ¹ ². CHI se apoya en **tres ejes complementarios**: (1) **Tecnología e Inteligencia Artificial**, integrando sensores IoT y modelos predictivos avanzados; (2) **Naturaleza y Biotecnología**, aplicando soluciones basadas en la naturaleza como drenajes urbanos verdes y humedales bioactivos; y (3) **Infraestructura y Planificación Urbana**, fortaleciendo las obras hidráulicas (p. ej. el Canal Maldonado) y ordenando el territorio con mapas de riesgo dinámicos. El objetivo es presentar un plan completo, por fases, que combine estas estrategias para lograr una ciudad más resiliente frente a lluvias extremas y crecidas en la próxima década. A continuación, se detallan la justificación técnica del problema, el diagnóstico de riesgo, la propuesta por fases, el impacto esperado, casos internacionales análogos, evaluaciones de viabilidad, fuentes de financiamiento, cronograma tentativo y una visión a 10 años de Bahía Blanca bajo el proyecto CHI.

Justificación del Problema Hídrico en Bahía Blanca



Imagen 1: Vista aérea de un barrio de Bahía Blanca inundado (evento 7-8 de marzo de 2025). Las calles se convierten en canales, evidenciando la insuficiencia del sistema de drenaje actual.¹

Bahía Blanca ha sufrido históricamente inundaciones severas debido a lluvias intensas y crecidas del arroyo Napostá ³ ⁴. Sin embargo, el temporal del **7 de marzo de 2025** fue excepcional: cayeron **290 mm en 12 horas** (210 mm en sólo 6 horas) batiendo el récord histórico de la ciudad (150,9 mm en 1975) ². En total se acumularon 312 mm entre el 4 y 8 de marzo, un evento con período de recurrencia

superior a 100 años ⁵ . Este diluvio súbito provocó el desborde simultáneo del arroyo Napostá y del Canal Maldonado, anegando gran parte de la ciudad baja ⁶ . Las consecuencias fueron trágicas: **al menos 16 fallecidos, 1.400 evacuados y más de 5.000 hogares afectados** . Se trata de **la peor catástrofe hídrica en la historia de Bahía Blanca**, superando incluso a grandes inundaciones de 1933 y 1944 ³ ⁸ .

Varios factores técnicos explican esta vulnerabilidad. **Geográficamente**, la ciudad se asienta en la cuenca baja del arroyo Napostá, recibiendo escorrentías de las sierras aguas arriba y acumulando agua en zonas de pendiente reducida ⁹ . Esto significa que Bahía Blanca no sólo sufre las lluvias locales, sino también el caudal que baja de la cuenca, aumentando el riesgo de inundación en barrios bajos. **Históricamente**, la infraestructura de drenaje resultó insuficiente. Hasta mediados del siglo XX, el cauce natural del Napostá no tenía capacidad para lluvias mayores a 30 mm ⁴ . Tras graves inundaciones en 1933 y 1944 (esta última con ~300 mm de lluvia en dos días ¹⁰), se emprendieron obras hidráulicas: se dragó y ensanchó el Napostá, y se construyó parcialmente el **Canal Aliviador Maldonado** (1948-1951) para desviar flujos excedentes ¹¹ ¹² . El diseño original pretendía evacuar hasta **300 m³/s** (260 m³/s por Maldonado y 40 m³/s por Napostá) ¹³ , e incluía un embalse regulador en el Napostá que nunca llegó a construirse ¹⁴ . Sólo 4 de los 12 puentes proyectados sobre el Maldonado fueron habilitados entonces, dejando la obra inconclusa ¹⁵ . En las décadas posteriores se amplió la red de desagües pluviales urbanos (notablemente en los años 1980) ¹⁶ pero **el sistema sigue dimensionado para tormentas ordinarias** (30-50 mm/h) y no para eventos extremos como el de 2025 ¹⁷ . De hecho, la entrada entubada del arroyo Napostá dentro de la ciudad actúa como cuello de botella; en marzo de 2025, cuando el Maldonado desbordó y el Napostá no pudo entrar completamente al conducto, el agua retomó su cauce histórico sobre la superficie urbana ¹⁸ .

Al problema de infraestructura se suman **factores de planificación**. En décadas recientes, el crecimiento urbano desordenado ocupó tierras bajas naturalmente inundables sin suficientes medidas de mitigación ¹⁹ . Barrios enteros se construyeron en zonas planas y depresiones que actúan como cuenca de inundación del Napostá y Maldonado. La falta de ordenamiento territorial riguroso significa que **muchas viviendas se ubican en áreas que sirven de valle de inundación**, incrementando las pérdidas cuando ocurren crecidas extraordinarias ¹⁹ . Además, la impermeabilización del suelo urbano (por pavimento y construcciones) aumentó significativamente la escorrentía superficial: un estudio relevó casi **200 eventos de lluvias intensas entre 1990 y 2022**, de los cuales el 88,4% produjeron anegamientos en la ciudad ²⁰ . Este cambio en el patrón de lluvias, con precipitaciones torrenciales más frecuentes, está en línea con las proyecciones de **cambio climático**, que pronostican mayor frecuencia de tormentas severas en la región pampeana ²¹ . Argentina reportó ante la CMNUCC que se espera un incremento en eventos de lluvia extrema, lo que podría generar inundaciones más frecuentes e incluso permanentes en zonas costeras del sur bonaerense ²² . Lo ocurrido en Bahía Blanca es un ejemplo de cómo el **clima extremo sobrepasa la infraestructura existente**, subrayando la urgente necesidad de medidas de adaptación ²³ .

En resumen, la justificación técnica del proyecto CHI radica en: **(a)** evidencia histórica y reciente de inundaciones catastróficas en Bahía Blanca (con datos oficiales de lluvia récord y daños humanos/materiales); **(b)** infraestructura hidráulica insuficiente o incompleta (Canal Maldonado subdimensionado, falta de áreas de retención); **(c)** expansión urbana en zonas de riesgo sin la debida planificación; y **(d)** un contexto de cambio climático que agrava la recurrencia de eventos extremos. Estos factores combinados demandan una **respuesta integral y moderna** para proteger a la ciudad en el futuro inmediato.

Diagnóstico del Riesgo de Inundación Urbano

A partir de la justificación anterior, se puede trazar un diagnóstico completo del riesgo de inundación en Bahía Blanca:

- **Áreas Críticas y Amenazas:** Las zonas más vulnerables corresponden a la llanura de inundación del arroyo Napostá y el recorrido del Canal Maldonado. Barrios tradicionales como **Villa Mitre, Tiro Federal, Bella Vista y Villa Obrera**, ubicados cerca de cauces, históricamente sufrieron inundaciones (en 1944 estas áreas quedaron bajo agua con hasta 1 metro en viviendas) ²⁴ ²⁵ . En eventos recientes, sectores bajos del casco urbano y periferia (ej. cuenca del Parque de Mayo, barrios al sur y este) también resultaron anegados ⁶ . El municipio reconoció que **gran parte de la ciudad quedó bajo agua**, especialmente las zonas bajas donde el acceso fue imposible durante la emergencia ⁶ . Un mapa de riesgo actual mostraría como **“zonas rojas”** las adyacentes al arroyo Napostá (gran parte entubado bajo la ciudad) y el trayecto del Maldonado, así como depresiones topográficas donde se acumula el escurrimiento. Además, la expansión urbana hacia áreas costeras planas y antiguos bañados aumenta la exposición.
- **Probabilidad y Frecuencia:** Si bien la lluvia de marzo 2025 fue un evento >100 años de recurrencia ²⁶ ¹⁸ , estudios climatológicos indican que las precipitaciones intensas son cada vez menos raras. De 1990 a 2023 hubo casi 200 tormentas significativas en Bahía Blanca²⁷ . Notablemente, **dos inundaciones mortales ocurrieron en solo 15 meses** (diciembre 2023 y marzo 2025, ambas con 16 víctimas) ²⁸ , tras décadas sin fallecidos por lluvia ²⁹ . Esto sugiere que el **riesgo se ha elevado en los últimos años**, posiblemente por condiciones climáticas más extremas y mayor vulnerabilidad acumulada. Cada temporada de lluvias intensas (primavera-verano) supone una amenaza latente de nuevos episodios.
- **Capacidad de Aguas Corrientes y Drenaje:** El **sistema de drenaje urbano existente** (conductos pluviales, sumideros, canales) se vio ampliamente superado. El Canal Maldonado, diseñado para ~300 m³/s, fue sobrepasado: en 2025 se requirió evacuar entre 400 y 500 m³/s, resultando en su desborde ¹⁸ . Los ductos y alcantarillas de la ciudad están preparados para tormentas moderadas, pero **no dan abasto en lluvias torrenciales concentradas** ⁵ . Esto quedó expuesto en informes técnicos: “ningún diseño contempla la tormenta del viernes” señaló un hidrólogo, enfatizando que obras pensadas para 30-50 mm/h no podían contener 240 mm en 6 horas ¹⁷ ¹⁸ . Por otro lado, la **capacidad de respuesta** mejoró algo con la implementación de alertas meteorológicas (el SMN emitió alertas amarillo/naranja previas al evento) ³⁰ , pero la ciudad carecía de un sistema local de alarma temprana más allá de pronósticos generales. Esto implicó que las evacuaciones y cortes de calles se hicieran de forma reactiva, con poco tiempo.
- **Vulnerabilidad Social y Económica:** Miles de personas residen en viviendas susceptibles, muchas de ellas de construcción modesta. Las inundaciones de 2023-2025 afectaron principalmente a familias de barrios populares en zonas anegadizas, causando pérdidas materiales enormes (se reportaron viviendas con daños irreparables y pertenencias perdidas) ³¹ ³² . Socialmente, existe alta sensibilidad al riesgo: tras 16 muertes, la población está alarmada y exige soluciones. Económicamente, Bahía Blanca es un polo portuario e industrial; las inundaciones interrumpen la logística, dañan infraestructura vial y pueden impactar la producción. Se estimó que la inundación 2025 provocó **pérdidas directas multimillonarias** en infraestructura y actividad (el BID reportó daños por cientos de millones de dólares) ³³ . De ocurrir eventos similares con frecuencia, la **economía local sufriría** (menor inversión, aumento de primas de seguros, etc.).

En síntesis, el diagnóstico revela **alto riesgo actual: peligro** creciente de inundaciones severas (por lluvias extremas más probables), **exposición** amplia de la ciudad (por su ubicación topográfica y expansión sobre zonas inundables), **susceptibilidad** del sistema de drenaje (infraestructura insuficiente para eventos mayores) y **consecuencias potenciales graves** (humanas y económicas). Este panorama refuerza la necesidad de una intervención integral como CHI, que ataque las causas y reduzca cada componente del riesgo (amenaza, exposición, vulnerabilidad) de forma simultánea.

Propuesta Integral del Proyecto CHI

Para enfrentar el riesgo identificado, **CHI plantea una solución integral estructurada en tres ejes**. Cada eje aborda un aspecto clave (tecnológico, natural, estructural) y en conjunto conforman una estrategia robusta. A continuación se describe cada componente, seguido de un plan de implementación por fases que articula estas medidas en el tiempo.

Eje 1: Tecnología e Inteligencia Artificial para Alerta Temprana

El primer pilar de CHI aprovecha herramientas modernas de monitoreo y predicción para **anticipar inundaciones y optimizar la respuesta**. Sus elementos principales son:

- **Red de Sensores IoT:** Se desplegará una red de sensores de bajo costo y en tiempo real en puntos estratégicos: pluviómetros para lluvia, sensores de nivel de agua en el Napostá, Maldonado y pluviales principales, y sensores de humedad de suelo en parques/zonas verdes. Estos dispositivos IoT (Internet de las Cosas) transmitirán datos en vivo a un centro de control municipal. Con una cobertura densa, se obtendrá información granular de dónde y cuánto está lloviendo, y cómo suben los cauces urbanos.
- **Modelos Predictivos con IA (redes neuronales LSTM):** Con los datos históricos y en tiempo real, se entrenarán **modelos de aprendizaje automático** para pronosticar la evolución de las lluvias e inundaciones a corto plazo. En particular, se emplearán **redes neuronales LSTM (Long Short-Term Memory)**, adecuadas para series temporales, que han demostrado alta precisión en predicción de precipitaciones y niveles de agua ³⁴. Estas redes podrán, por ejemplo, anticipar que en las próximas 2-3 horas cierta cuenca barrial alcanzará niveles críticos, dando margen para actuar. La IA complementará a los modelos meteorológicos tradicionales, afinando pronósticos locales más allá de los alertas generales del SMN.
- **Simulaciones hidrodinámicas (HEC-RAS):** Paralelamente, se calibrará un modelo hidráulico de la ciudad utilizando HEC-RAS (Herramienta estándar de análisis de ríos) ³⁵ ³⁶. Con cartografía detallada y datos topográficos, HEC-RAS permitirá simular la propagación del agua en distintos escenarios: crecidas del Napostá, tormentas sobre la ciudad, fallas de drenaje, etc. Es capaz de generar mapas de inundación 2D precisos ³⁷. Integrado con las predicciones de lluvia, el modelo calculará en tiempo real qué calles se inundarían y a qué profundidad. Por ejemplo, ante 50 mm caídos en 1 hora, HEC-RAS podría delinear las áreas anegadas y su profundidad en cada barrio, gracias a su capacidad de modelar flujos complejos urbanos ³⁶ ³⁸.
- **Sistema de Alerta Automatizado:** Toda esta inteligencia se volcará en un **Sistema de Alerta Temprana**. Cuando los sensores e IA detecten umbrales peligrosos (ej. caudal del Maldonado acercándose a desborde, o pronóstico de 100 mm en 3 horas), se activarán alertas automáticas a múltiples niveles: notificaciones a celulares de vecinos (vía una aplicación y SMS), sirenas comunitarias en barrios en riesgo, y avisos a Defensa Civil, bomberos y autoridades. El objetivo es **ganar horas vitales** para evacuar, cortar accesos, proteger bienes y activar operativos de

emergencia. En 2025, el SMN escaló la alerta a naranja un día antes ³⁰, pero con este sistema local se podría, por ejemplo, avisar con 2 horas de anticipación que tal sector de la ciudad recibirá flujo excesivo, permitiendo evacuar esas cuadras con calma.

- **Centro de Control y Toma de Decisiones:** Se creará un Centro de Monitoreo Hidrometeorológico 24/7 en la Municipalidad. Allí confluirán los datos de sensores, los mapas de HEC-RAS y las proyecciones de la IA, mostrados en tiempo real en pantallas (mapas dinámicos de riesgo). Personal entrenado podrá supervisar la situación minuto a minuto. El centro coordinará con el Comité de Emergencia municipal/provincial, facilitando decisiones informadas (p. ej., dónde desplegar bombas móviles, a qué zonas enviar rescatistas primero, cuáles caminos bloquear). Además, la información pública (mapas de calles inundadas, pronóstico) se difundirá por web y medios, para que la población esté informada y actúe en consecuencia.

En resumen, el Eje 1 busca transformar la gestión de inundaciones **de reactiva a proactiva mediante tecnología**. La combinación de *IoT + IA + modelación hidráulica* brinda una **capacidad predictiva inédita** en Bahía Blanca: saber con anticipación dónde habrá problemas y alertar con tiempo. Experiencias internacionales demuestran que la digitalización y el análisis de datos mejoran la resiliencia urbana (por ejemplo, redes de sensores en Reino Unido ya proporcionan información en tiempo real de anegamientos en calles ³⁹). Con CHI, Bahía Blanca sería pionera en Argentina en aplicar inteligencia artificial para la gestión hídrica local, salvando potencialmente vidas y bienes gracias a alertas más tempranas y precisas.

Eje 2: Soluciones basadas en la Naturaleza y Biotecnología

El segundo eje de CHI reconoce que la infraestructura verde y los procesos ecológicos pueden ser grandes aliados para manejar el agua de lluvia. En lugar de solo canalizar rápidamente el agua (enfoque tradicional gris), se propone **retenella, infiltrarla y tratarla** aprovechando la naturaleza. Las acciones incluyen:

- **Drenaje Urbano Verde (SUDS):** Se implementarán *Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible* en toda la ciudad. Esto abarca la construcción de **bioswales o cunetas verdes** en los márgenes de calles críticas – básicamente zanjas ajardinadas con vegetación y sustratos permeables que capturan escorrentía. Al llover, el agua es guiada a estas franjas verdes en lugar de saturar el asfalto; allí se infiltra lentamente en el suelo o se almacena temporalmente, reduciendo picos de caudal. También se crearán **jardines de lluvia** en plazas y terrenos baldíos: depresiones con plantas autóctonas adaptadas al agua, que funcionan como esponjas naturales. Estas intervenciones imitan la función de los ecosistemas pre-urbanización, absorbiendo parte del aguacero in situ y aliviando la carga sobre los desagües.
- **Pavimentos Permeables:** En vías seleccionadas (calles secundarias, estacionamientos municipales, veredas anchas), se reemplazará el pavimento convencional por materiales permeables (adoquines drenantes, hormigón poroso). Los pavimentos permeables permiten que la lluvia se filtre a través de ellos hacia capas de grava y el subsuelo, en lugar de escurrir superficialmente ⁴⁰. Estudios en China demostraron que el concreto permeable correctamente mantenido tiene un desempeño excelente reduciendo escorrentía y filtrando contaminantes urbanos ⁴¹. Esta estrategia, parte del concepto de “ciudad esponja”, convertirá grandes superficies impermeables de Bahía Blanca en superficies absorbentes, disminuyendo significativamente el volumen de agua que corre por las calles durante tormentas.
- **Humedales y Cuencos Biológicos:** Se construirán **humedales artificiales** en puntos bajos estratégicos (por ejemplo, zonas cercanas al entubado del Napostá o lagunas existentes). Estos

humedales serán áreas verdes inundables que, en eventos de lluvia, actuarán como cuencos reguladores: recibirán el excedente de agua, la almacenarán temporalmente y luego la liberarán gradualmente una vez pasada la tormenta. A diferencia de un cuenco de cemento, un humedal tiene vegetación (juncos, cortaderas, etc.) y suelos especiales que **filtran el agua** y eliminan contaminantes mediante acción biológica. Los microorganismos presentes en el sustrato y en las raíces de plantas acuáticas degradan materia orgánica, nitrógeno y otros contaminantes, *regenerando* la calidad del agua pluvial ⁴². Esto es importante en Bahía Blanca, ya que el agua de escorrentía arrastra hidrocarburos, sedimentos y basura urbana hacia el estuario. Con humedales urbanos, no solo se retiene el pico de crecida sino que se mejora la calidad del agua antes de devolverla al arroyo o al mar. Un ejemplo exitoso de este enfoque son las **East Kolkata Wetlands** en India, donde humedales con algas y bacterias tratan aguas urbanas naturalmente a la vez que mitigan inundaciones ⁴³.

- **Microorganismos para Biofiltración:** En conjunción con lo anterior, se investigará la introducción de cepas microbianas beneficiosas para potenciar la filtración y biodegradación en drenajes y suelos inundables. Por ejemplo, bacterias sulfato-reductoras o desnitrificantes en suelos encharcados pueden ayudar a eliminar contaminantes químicos. Asimismo, podría emplearse **biotecnología** como biofiltros con hongos o biochar inoculado para purificar el agua en puntos de vertido. Si bien es un componente menos tradicional, la idea es que la **biotecnología ambiental** sume valor agregado: no solo drenar el agua, sino limpiarla y reutilizarla si es posible (por ejemplo, para riego de parques una vez pasada la tormenta).
- **Reforestación y Suelos Absorbentes:** A mediano plazo, CHI impulsará la siembra de árboles nativos y la restauración de suelos en cuencas arriba de la ciudad (Sierra de la Ventana y campos). La cobertura vegetal mejora la infiltración y reduce la escorrentía que llega a Bahía Blanca. Igualmente, dentro de la urbe, aumentar el arbolado urbano y las áreas verdes permeables (parques, canteros) es clave para absorber parte de los ~650 mm anuales de lluvia ⁴⁴. Metas tentativas serían incrementar en un X% la superficie verde per cápita y en un Y% el índice de infiltración urbana.

En conjunto, este eje de **soluciones basadas en la naturaleza (SbN)** busca recrear la función de una cuenca natural en la trama urbana. Ciudades líderes en resiliencia climática están adoptando estas medidas: **China** con su programa de “ciudades esponja” ha incorporado jardines de lluvia, restauración de humedales y pavimentos permeables en más de 30 ciudades (Wuhan, Chongqing, etc.)⁴⁰, logrando reducir inundaciones a la par que se recargan acuíferos y mejoran espacios públicos. De hecho, la meta china es que para 2030 el 80% de las áreas urbanas actúen como esponja, manejando el agua de forma sostenible ⁴⁵. **Bahía Blanca**, a través de CHI, aplicaría estos mismos principios adaptados a su contexto local. Los beneficios colaterales son numerosos: además de controlar inundaciones, se crean zonas verdes recreativas, se mejora la calidad del aire, se mitiga el calor urbano y se provee hábitat para biodiversidad. Así, el eje de naturaleza/biotecnología no solo reduce el riesgo hídrico sino que **embellece y ecologiza** la ciudad, aportando al desarrollo sostenible.

Eje 3: Infraestructura Física e Integración en la Planificación Urbana

El tercer eje complementa a los anteriores con **obras de infraestructura convencionales (gris)** y políticas públicas de planificación territorial. Reconociendo que la magnitud de ciertos eventos excede la capacidad de la naturaleza y la tecnología por sí solas, se reforzará la infraestructura hidráulica existente y se incorporarán criterios de riesgo en el ordenamiento urbano:

- **Ampliación del Canal Maldonado:** Se ejecutará una **obra hidráulica histórica**: triplicar la capacidad del Canal Maldonado, pasando de conducir ~300 m³/s a **900 m³/s** ⁴⁶. Para ello, el

proyecto técnico (ya anunciado por la provincia) ensanchará el cauce: el lecho del canal pasará de ~12 m a ~21 m de ancho, y la solera superior de 26 m (5 m más ancha que la actual) ⁴⁷. La profundización y revestimiento con hormigón armado permitirán un flujo mucho mayor sin desborde. En esencia, el Maldonado se adecuará para un evento equivalente al de 2025, garantizando que pueda evacuar el volumen extraordinario de agua sin rebasar. Esta obra incluirá la construcción de nuevos puentes (se prevén 16 puentes en total) y el reemplazo de los existentes para adaptarlos al nuevo ancho ⁴⁸. También se prevén mejoras como veredas peatonales continuas a ambos lados del canal (inexistentes hoy) ⁴⁹, integrándolo urbanísticamente. Es importante destacar que, aunque se trata de infraestructura “gris”, el diseño buscará mínima disrupción visual: no se crearán muros altos expuestos, sino taludes y barandas seguras pero discretas ⁵⁰ ⁵¹. Aun así, la ampliación requerirá remover la vegetación arbórea actual en la traza (árboles que hoy crecen en los bordes deberán ser retirados) ⁵², con planes de reforestación compensatoria en parques cercanos. Esta expansión del Maldonado es **la pieza central de ingeniería** para evitar que la ciudad vuelva a “rebasarse” como en 2025.

- **Construcción de Cuencos Reguladores (Reservorios):** Además del Maldonado, se materializará la vieja idea post-1944: un **embalse regulador** en la cuenca del Napostá ³ ¹⁴. Aprovechando terrenos disponibles aguas arriba (por ejemplo, a la altura del puente Canessa, mencionado en los planes originales), se creará un reservorio capaz de retener crecidas del Napostá. En eventos extremos, este embalse temporario laminará la punta de la creciente, liberando caudal gradualmente de modo que, cuando llegue a la ciudad, esté dentro de lo manejable por el cauce. Técnicamente, funcionaría como un **detentor**: una gran depresión con un dique regulable. Junto con este, se construirán **reservorios más pequeños** o cuencos de tormenta en barrios periféricos que habitualmente se inundan. Por ejemplo, en sectores del norte de la ciudad donde convergen pluviales, se podría excavar un parque inundable que reciba el agua excedente y la drene luego con válvulas. Estos cuencos, combinados con los humedales verdes (Eje 2), constituyen la red de “amortiguadores” para eventos extremos, reduciendo la presión sobre el sistema principal.

- **Mejoras en Desagües Pluviales y Alcantarillado:** CHI también contempla la **rehabilitación y ampliación de la red pluvial** urbana. Se revisarán los diámetros de los principales conductos, sumideros y bocas de tormenta en barrios céntricos y zonas críticas. Donde sea necesario, se incorporarán tuberías de mayor sección o incluso conductos aliviadores adicionales. Un mantenimiento intensivo (limpieza de sedimentos, basura y mejoras en rejillas) elevará el rendimiento del sistema existente. Adicionalmente, se construirá un **by-pass pluvial** que conecte directamente áreas de acumulación con el Maldonado o Napostá, evitando que el agua tenga que recorrer largas distancias por calles. Estas obras “menores” suman capacidad y redundancia al drenaje, cerrando brechas que puedan existir en el sistema actual.

- **Mapas de Riesgo Dinámicos y Ordenamiento Territorial:** En paralelo a las obras físicas, se integrará la perspectiva de riesgo hídrico en la planificación urbana. Se elaborará un **Mapa de Inundabilidad** actualizado, basado en las simulaciones de HEC-RAS y en los eventos observados, que identifique claramente las zonas de amenaza (alta, media, baja) ante distintas intensidades de lluvia. Este mapa será **dinámico**: con ayuda del sistema de monitoreo (Eje 1), podrá actualizarse en tiempo real para mostrar qué áreas están comprometidas durante una tormenta en curso. Las autoridades utilizarán esta información para regular el uso del suelo. Por ejemplo: se **restringirá la construcción de nuevas viviendas en zonas de alto riesgo** (declarándolas áreas no edificables o solo para usos compatibles con inundaciones, como parques o estacionamientos temporales). Se promoverá la rezonificación de algunos sectores crónicos para destinarlos a espacios verdes inundables, mediante incentivos o relocalización de familias a terrenos seguros. Asimismo, el código de edificación incluirá normas de **diseño resiliente**:

elevación mínima del umbral de las casas en áreas planas, obligatoriedad de tanques pluviales de retención en techos (para demorar la descarga de agua), y construcción de zanjas de infiltración en nuevos loteos. Estas medidas de planificación aseguran que, con el tiempo, la ciudad **no aumente su vulnerabilidad** sino que la reduzca: las nuevas urbanizaciones deberán ser “a prueba de inundaciones” y las existentes se adaptarán progresivamente.

- **Medidas de Contingencia y Cultura de Riesgo:** Finalmente, en este eje se incluyen acciones “blandas” esenciales. Se implementarán **protocolos de emergencia actualizados**: rutas de evacuación señalizadas (y elevadas si es posible), centros de evacuados seguros en cotas altas, equipamiento de bombeo móvil, etc. Y muy importante, se fomentará la **educación y participación ciudadana** en la gestión del riesgo. Campañas vecinales enseñarán qué hacer en caso de alerta, cómo auto-proteger sus viviendas (ej. con barreras temporales en puertas), y se involucrará a la comunidad en simulacros anuales de inundación. Un ciudadano informado y preparado reduce el impacto social de los desastres.

En suma, el Eje 3 provee la **columna vertebral física** y normativa del plan CHI. Amplía drásticamente la capacidad de conducción de aguas (con el nuevo Maldonado y reservorios), cierra el círculo de la infraestructura pluvial, y fundamentalmente **incorpora la variable climática en la planificación urbana futura**. Esto último garantiza que Bahía Blanca, al crecer, lo haga de manera resiliente, evitando repetir errores del pasado donde barrios enteros se asentaron en sitios inundables. Combinado con los ejes de tecnología y naturaleza, se logra un **enfoque integral**: obras grises para contener lo extraordinario, soluciones verdes para manejar lo frecuente de modo sostenible, y sistemas inteligentes para operar todo eficientemente.

Implementación por Fases (Plan de Acción)

La propuesta CHI se ejecutará en **fases escalonadas** a lo largo de 10 años, permitiendo abordar prioridades inmediatas sin descuidar el desarrollo de soluciones de largo plazo. A continuación se detalla un plan faseado, incluyendo fundamentos técnicos, acciones de implementación y los recursos necesarios en cada etapa:

Fase 1 – Preparación y Primeras Intervenciones (Años 1-2): “Sentando las bases”. En esta etapa inicial (2025-2026 aprox.), se enfocará en estudios detallados, diseño de proyectos ejecutivos, y acciones tempranas de alto impacto pero menor escala.

- **Estudios y diseños técnicos:** Se conformará un equipo interdisciplinario (ingenieros hídricos, urbanistas, expertos en TI, ecólogos) para realizar el **Proyecto Ejecutivo** de las grandes obras. Se terminará de modelar la cuenca con HEC-RAS para diferentes escenarios y se calibrarán los modelos LSTM con datos históricos locales (incluyendo el evento 2025 como caso de validación). También se identificará la ubicación óptima de humedales y cuencos reguladores mediante estudios topográficos. Se elaborarán pliegos y documentos para licitaciones de obras mayores (Canal Maldonado, reservorios), asegurando un análisis de impacto ambiental exhaustivo y participación pública en la revisión de los proyectos.
- **Instalación de Red de Monitoreo:** En el primer año se adquirirán e instalarán la mayoría de los **sensores IoT**. Prioridad a estaciones pluviométricas automáticas (p.ej. 20 unidades para cubrir distintos barrios) y sensores de nivel en el Napostá y Maldonado. Esto requiere recursos tecnológicos (sensores, repetidores, software) y capacitación del personal municipal para su mantenimiento. Se podría buscar cooperación con universidades locales (UNS, UTN) para

implementar estos sistemas. Para fines del año 1, una sala provisional de monitoreo en Defensa Civil ya podría estar recibiendo datos en vivo de las lluvias y niveles, probando el sistema.

- **Desarrollo del Sistema de Alerta y Modelos IA:** En paralelo, desarrolladores y científicos de datos construirán la plataforma de **alerta temprana**. Se integrarán fuentes de datos (sensores, radar meteorológico del SMN, etc.) y se comenzará a entrenar el modelo LSTM. Hacia el final de la Fase 1, se aspira a lanzar una versión piloto de una **app móvil de alerta** para un grupo de prueba de vecinos, afinando su funcionamiento. Recursos requeridos: servidores, licencias de software, consultoría en IA; posiblemente financiado a través de subvenciones de innovación o apoyo de empresas tecnológicas (se puede gestionar un convenio con el Ministerio de Ciencia o empresas de telecomunicaciones que aporten a modo de RSE).
- **Obras tempranas “rápidas”:** Mientras se planifican las grandes obras, se ejecutarán intervenciones de **impacto inmediato y costo relativamente bajo**. Por ejemplo, en estos 1-2 años se puede: construir **bioswales en 4-5 puntos críticos** (calles que se anegan frecuente, convirtiendo sus cunetas en zanjas verdes de absorción), instalar **pavimento permeable piloto** en alguna cuadra representativa para evaluar su desempeño, y acondicionar un primer **parque inundable** (quizás adaptando un parque existente con ligeras depresiones y plantaciones de absorción). Estas acciones sirven de demostración a la comunidad y adelantan beneficios. También se intensificará la **limpieza de desagües** y la eliminación de obstrucciones en el Maldonado y Napostá para recuperar toda la capacidad existente de drenaje (un esfuerzo de mantenimiento profundo apoyado por cuadrillas municipales y cooperativas).
- **Financiamiento y marco institucional:** Durante la Fase 1 se asegura el financiamiento básico del proyecto. Ya se cuenta con compromisos iniciales: el **BID aprobó un crédito de US\$200 millones** para la emergencia e inicio de reconstrucción ³³, y la Provincia anunció una inversión de \$273.000 millones (ARS) combinando créditos, subsidios y obras públicas ⁵³. En esta fase se gestionará la formalización de esos fondos y se tocarán otras puertas: posibles préstamos del Banco Mundial (que ha apoyado a Argentina con >US\$2000 millones en gestión de inundaciones históricamente ⁵⁴) y del CAF, así como fondos climáticos internacionales. Institucionalmente, se creará la **Unidad Ejecutora CHI** dentro del municipio (o provincia), que coordinará todas las acciones y reportará a un Consejo Asesor multisectorial. Este consejo (ya existente post-inundación de marzo) integrará a especialistas, universidades, ONGs ambientales y vecinos, para asegurar transparencia y participación en la toma de decisiones.

En resumen, al concluir la Fase 1, **Bahía Blanca estará lista para iniciar las grandes obras** con proyectos terminados y fondos asegurados. Además, ya habrá mejoras palpables: sensores funcionando, alertas piloto, y algunas soluciones verdes en marcha mitigando lluvias menores. Esta base cimentará el éxito de fases posteriores.

Fase 2 – Ejecución de Obras Mayores e Implementación Generalizada (Años 3-5): “*Construcción e instalación a gran escala*”. En el periodo medio (2027-2029), el foco será materializar las obras de envergadura y desplegar ampliamente las soluciones en la ciudad.

- **Construcción del Nuevo Canal Maldonado:** Se prevé que para inicios del año 3 esté adjudicada la obra de ampliación del Maldonado, iniciándose la construcción. Esta obra se extenderá por al menos 2-3 años dada su complejidad (trabajos lineales a lo largo de varios kilómetros urbanos, reubicación de servicios, etc.). Requerirá coordinación logística para minimizar molestias (desvíos de tránsito, protección de zonas de obra). Los hitos técnicos incluirán: ensanche y excavación tramo por tramo, colado de nuevos revestimientos, edificación de puentes y alcantarillas, y pruebas hidráulicas parciales. Hacia el año 5, gran parte del canal expandido

debería estar operativa, triplicando ya la capacidad de drenaje antes de su finalización total ⁴⁶. El recurso económico principal aquí son los fondos de infraestructura (provinciales/nacionales y probablemente un préstamo multilateral específico); la mano de obra será intensiva, generando empleo local significativo.

- **Construcción de Reservorios y Obras Complementarias:** En paralelo al Maldonado, arrancará la construcción del **embalse regulador del Napostá**. Esto podría implicar expropiar o acondicionar terrenos aguas arriba; la obra de un dique o compuerta requerirá unos 2 años. De igual modo, se ejecutarán 1 o 2 **cuencos reguladores** dentro del ejido urbano (quizá transformando algún predio grande municipal en estanque de tormenta). Estas obras se escalonarán para poder manejar las aguas durante la construcción (ej. terminar un reservorio antes de iniciar otro, para no perder capacidad de almacenamiento transitoria). También en esta fase se harán mejoras clave de la red pluvial urbana: instalación de nuevas tuberías en avenidas críticas, sumideros adicionales en calles con déficit, etc., de modo que al concluir la fase 2, la ciudad tenga un sistema de drenaje renovado y más robusto.
- **Expansión de Soluciones Basadas en la Naturaleza:** Aprovechando que las obras grises estarán en marcha (con sus propios plazos), se masificará la implementación de **infraestructura verde**. Con apoyo de programas nacionales (por ejemplo, el Plan Nacional de Forestación Urbana) y ONGs ambientales, se podrían plantar **miles de árboles** en la ciudad (priorizando aquellos sitios donde brindan sombra y absorción de agua). Se ampliarán las **bioswales** a decenas de kilómetros de calles secundarias, se construirán **jardines de lluvia en todas las plazas barriales** y se incentivará a vecinos a crear mini-jardines pluviales en sus veredas mediante pequeños subsidios o concursos. Asimismo, se continuarán sumando pavimentos permeables: hacia el año 5, se podría tener, por ejemplo, el 20% de las áreas de estacionamiento público ya convertidas a superficies permeables. Los **humedales urbanos** empezarán a tomar forma: quizá se termine al menos un humedal grande (por ej. en Parque de Mayo u otro, conectado al Napostá) totalmente operativo con plantas establecidas, sirviendo tanto de pulmón verde como de alveolo hidráulico. Esto requerirá coordinación con viveros locales, ingenieros agrónomos y voluntarios, pues la construcción verde suele involucrar a la comunidad (lo cual es positivo para la apropiación social del proyecto).
- **Puesta en marcha del Sistema de Alerta Temprana:** Para la mitad del período de Fase 2 (año ~4) el **Centro de Monitoreo y Alerta** debe estar plenamente funcional. La infraestructura de datos (servidores, redes) se consolidará posiblemente en un edificio dedicado (por ejemplo, en el Centro de Operaciones de Emergencias municipal). El modelo de IA LSTM estará refinado tras iteraciones con datos reales de 1-2 temporadas de lluvia, aumentando su confiabilidad. Se lanzará la aplicación de alerta temprana al público general, promoviendo su descarga e instruyendo a los ciudadanos en su uso. En paralelo, se integrará la comunicación tradicional: por ejemplo, un sistema de sirenas o altavoces en barrios que suenen cuando se active alerta roja local. Durante esta fase, seguramente ocurrirán algunos eventos de lluvia fuerte (aunque no tan extremos como 2025, esperemos). Cada evento servirá para **probar el sistema en vivo**: si, por ejemplo, en 2027 cae un aguacero de 80 mm, la meta es que el sistema CHI logre anticipar inundaciones y que las nuevas obras/naturación en curso mitiguen notablemente los impactos, en comparación con la situación previa. Esas “pruebas de fuego” permitirán ajustes: calibrar umbrales de alarma, corregir fallos de dispositivos, etc.
- **Educación y participación en comunidad:** En la Fase 2 se intensificarán las actividades con la población. A medida que las soluciones verdes se extienden, muchos se involucrarán (juntas vecinales adoptando una bioswale en su cuadra, escuelas midiendo lluvia con pequeños pluviómetros, etc.). Se institucionalizará un programa educativo en escuelas sobre cambio

climático y prevención de inundaciones, para que niños y jóvenes comprendan estos esfuerzos y difundan prácticas (no tirar basura que tape desagües, por ejemplo). La cultura de prevención empezará a arraigarse: simulacros anuales de inundación con sirenas y evacuación organizada se podrían llevar a cabo cada primavera, con participación de fuerzas vivas (ejército, bomberos voluntarios, Cruz Roja). Esto es esencial para que, llegado un evento severo real, la respuesta comunitaria sea rápida y ordenada.

Al finalizar la Fase 2, **gran parte de CHI estará ejecutado o en funcionamiento**. Las obras principales hidráulicas estarían cerca de completarse o recién terminadas, las SbN ampliamente diseminadas, y el sistema de alerta operando con eficacia. En términos de recursos, esta fase habrá demandado el grueso de la inversión financiera (millones en infraestructura) y recursos humanos (obreros, técnicos, profesionales). Se espera contar con la continuación del apoyo provincial/nacional e internacional, dado que a mitad de camino ya se podrán mostrar resultados concretos (por ejemplo, quizás **ninguna inundación grave ocurrió desde 2025**, o si ocurrió, el daño fue sustancialmente menor gracias a CHI). Mantener el impulso y la financiación es clave en esta fase intermedia para no dejar obras inconclusas.

Fase 3 – Consolidación, Evaluación y Visión a Futuro (Años 6-10): “Ciudad resiliente en plenitud”. En los años finales (2030-2035), el objetivo es terminar lo pendiente, afinar el sistema y hacerlo sustentable a largo plazo.

- **Finalización y puesta a punto de obras:** Para el año 6 o 7, todas las obras de gran escala (Maldonado, embalses, etc.) deberán estar finalizadas y en operación. Se hará una **inauguración oficial** de la “nueva infraestructura hídrica” de Bahía Blanca. A partir de allí, los esfuerzos se vuelcan a la **operación y mantenimiento**: establecer protocolos para el manejo del embalse (cuándo abrir/cerrar compuertas), rutinas de limpieza periódica del canal ampliado, monitoreo de la integridad estructural de diques y muros. En estos años se puede construir alguna **obra adicional** identificada durante la marcha: por ejemplo, si se detectó una zona aún problemática, se podría añadir un conducto extra o pequeño aliviador local. Pero en general, la infraestructura dura ya estará lista para afrontar eventos mayores con holgura.
- **Optimización del sistema tecnológico:** Las herramientas de IA y monitoreo continuarán mejorando. Se puede incorporar, por ejemplo, **visión por computadora** con cámaras en puentes para medir niveles y flujos mediante análisis de imágenes (complementando sensores). O integrar pronósticos meteorológicos globales (modelos numéricos) directamente en el sistema para extender la anticipación a varios días. Si surgen nuevas técnicas (p. ej. algoritmos tipo *Transformer* aplicados a predicción hidrológica), se explorará adoptarlas para mantener el sistema de alerta actualizado con lo último. También se evaluará la interoperabilidad con sistemas regionales: conectar la alerta de Bahía Blanca con la Plataforma SINAGIR nacional, de modo que haya respaldo redundante.
- **Monitoreo de resultados e indicadores:** La Fase 3 enfatiza la **evaluación de impacto**. Se definirán indicadores clave de desempeño (KPIs) para medir el éxito de CHI: reducción en áreas inundadas (m²) para cierta lluvia, tiempo de respuesta de emergencias, número de eventos con alertas exitosas, disminución de pérdidas económicas promedio, aumento de superficies verdes permeables, etc. Por ejemplo, se puede constatar que “*ahora un aguacero de 100 mm causa solo anegamientos menores y evacuaciones muy puntuales, vs. miles de evacuados que hubiese causado antes*”. Estos datos serán recopilados y publicados, mostrando a la ciudadanía y financiadores los logros. Un hito podría ser obtener una **certificación internacional** (como del programa *Making Cities Resilient* de la ONU) reconociendo a Bahía Blanca como ciudad resiliente modelo.

- **Institucionalización y continuidad:** Hacia el año 10, el proyecto CHI deja de ser un “proyecto” para ser parte del funcionamiento normal de la ciudad. El mantenimiento del sistema deberá estar asegurado presupuestariamente (fondos anuales municipales para limpieza de bioswales, calibración de sensores, etc.). Es posible la creación de una **Entidad de Cuenca** o Consorcio interjurisdiccional que gestione integralmente el arroyo Napostá y el sistema Maldonado de forma permanente (incluyendo otros municipios aguas arriba si los hay). Políticamente, se buscará que las políticas de uso de suelo resistente al clima queden firmes por ordenanzas y leyes, de modo que no puedan revertirse. Adicionalmente, se planificará la **próxima década:** CHI 2035-2045, quizá enfocada en adaptación a escenarios de cambio climático más acentuados o en integrar otras cuestiones (sequías, manejo de aguas para abastecimiento). La visión es que Bahía Blanca tenga un ciclo de mejora continua en gestión hídrica, más allá de la emergencia que dio origen a CHI.

Durante la Fase 3, los recursos invertidos disminuyen en obras (ya ejecutadas) pero se mantienen en operación y mantenimiento. Podría ser financiada en mayor parte con fondos locales ya que la gran inversión externa se destinó a la construcción. No obstante, se pueden canalizar nuevos fondos hacia proyectos complementarios (ej. una segunda etapa de naturaleza urbana, o cooperación internacional para intercambio de conocimiento con otras ciudades inundables).

Hitos Técnicos y Cronograma Resumido:

- 2025: Unidad CHI creada; red de sensores instalada; comienzo del diseño Canal Maldonado ampliado.
- 2026: Modelos IA y HEC-RAS operativos en beta; pilotos de pavimento permeable y bioswales implementados; licitación de obras mayores.
- 2027: Inicio obras Canal Maldonado y embalse; lanzamiento oficial del sistema de alerta temprana al público; primer humedal urbano construido.
- 2028: 50% del Canal Maldonado ampliado; cuenco regulador principal terminado; red pluvial renovada en zonas críticas; varias zonas verdes convertidas en “parques inundables”.
- 2029: Finalización de obras hidráulicas grandes; pruebas integrales del sistema ante eventos climáticos; adopción de nuevo Plan de Ordenamiento Urbano con zonificación de riesgo.
- 2030: Ciudad opera con sistema CHI completo; capacitación masiva a la población logrando cero muertes en eventos desde 2025; se alcanzan metas como +X% de superficie permeable y -Y% de escorrentía urbana.
- 2035: Evaluación final: Bahía Blanca resiliente, con infraestructura capaz de manejar lluvias extremas sin desastre. Visión a futuro formulada para seguir elevando el estándar (ej: protegerse contra escenarios 1 en 500 años, etc.).

En síntesis, el plan por fases de CHI es **ambicioso pero factible**. Escalonar las acciones permite primeramente reducir el riesgo de inmediato (alertas, limpieza, pequeñas obras), luego atacar las soluciones de fondo (gran infraestructura y cambio urbano), y finalmente ajustar y asegurar la sostenibilidad. Cada fase se construye sobre la anterior, y juntas convergen en el logro de la meta principal: *que Bahía Blanca nunca más sufra una inundación devastadora como la de 2025.*

Impacto Esperado: Social, Ambiental y Económico

La implementación exitosa de CHI traerá **beneficios cuantificables** en múltiples dimensiones para Bahía Blanca. A continuación, se describen los impactos previstos en el tejido social, el medio ambiente y la economía local, acompañados de indicadores realistas para medirlos:

- **Impacto Social (Seguridad y Calidad de Vida):** El mayor logro esperado es proteger la vida y el bienestar de la población. Con CHI en funcionamiento, se proyecta **reducir a cero las víctimas fatales por inundaciones** en la próxima década. Las alertas tempranas y evacuaciones planificadas pretenden que, aun en eventos extremos, nadie quede atrapado sin aviso. Asimismo, se estima una **disminución drástica de evacuados**: por ejemplo, frente a una tormenta severa, evacuar del orden de decenas de personas de zonas particularmente vulnerables, en lugar de miles como ocurrió en 2025 ⁷. Esto implica menos familias en centros de evacuación y menos disrupción comunitaria. La seguridad hídrica también mejorará la salud pública, evitando brotes de enfermedades asociadas a aguas estancadas o contaminadas post-inundación. A mediano plazo, la población vivirá con mayor tranquilidad al saber que existe un sistema de alerta y contención; la **ansiedad colectiva** ante cada alerta meteorológica disminuirá al confiar en CHI.

Además, las mejoras urbanas elevarán la calidad de vida: la incorporación de espacios verdes inundables y arbolado brindará nuevos lugares de esparcimiento, deporte y encuentro. Por ejemplo, un humedal urbano puede convertirse en parque educativo y recreativo, embelleciendo barrios antes degradados. Indicadores sociales concretos podrían ser: *cantidad de nuevos espacios públicos verdes creados* (meta: +X hectáreas), *porcentaje de población capacitada en planes de emergencia* (meta: 100% de escuelas realizando simulacros anuales), *nivel de satisfacción ciudadano con la gestión de inundaciones* medido en encuestas (meta: aumentar significativamente). En resumen, socialmente CHI busca transformar a Bahía Blanca en una **comunidad resiliente**, informada y participativa, donde la convivencia con el agua de lluvia sea segura.

- **Impacto Ambiental (Ecosistemas Urbanos y Cambio Climático):** CHI aportará mejoras ambientales sustanciales. La creación de infraestructura verde (bioswales, humedales, arbolado) implica **renaturalizar la ciudad**, incrementando la biodiversidad local. Los humedales y bioswales proveerán hábitat a aves, anfibios y plantas nativas, convirtiendo espacios urbanos en pequeños ecosistemas. Un indicador clave será el *incremento de la superficie verde permeable* en la ciudad (p. ej., elevarla del actual ~10% a un 20% del área urbana en 10 años). También se medirá la *capacidad de absorción de agua nueva*: cuántos mm de lluvia se pueden infiltrar localmente que antes escurrían; la meta podría ser absorber localmente el 70% de la lluvia de eventos ordinarios, alineado con la filosofía de “sponge city” ⁴⁵.

Otro impacto es la **mejora en la calidad del agua**. Gracias a la filtración biológica en humedales y suelos, el agua que termine en el estuario saldrá más limpia, reduciendo cargas contaminantes (menos sólidos, menos químicos de arrastre urbano). Esto beneficia al ecosistema costero y a la actividad pesquera. Podría monitorearse indicadores como *reducción de DBO/DQO en aguas de escorrentía tratadas* o *biodiversidad acuática en arroyos urbanos* pre vs. post-CHI. Además, más verde urbano implica mejor calidad del aire y mitigación de la isla de calor urbano, contribuyendo al bienestar general y a la adaptación climática.

Desde la perspectiva global, CHI es en sí una medida de **adaptación al cambio climático**, por lo que posiciona a Bahía Blanca en línea con los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible), especialmente el ODS 11 de ciudades resilientes ⁴⁵. La ciudad estaría reduciendo su vulnerabilidad a eventos climáticos extremos esperados en un clima cambiante. Este liderazgo ambiental podría atraer reconocimientos y

financiamiento climático adicional. Finalmente, plantar miles de árboles y conservar suelos húmedos contribuye marginalmente a la **mitigación** (secuestrando CO₂), aunque el enfoque principal es adaptativo. Un posible indicador: *toneladas de CO₂ absorbidas por el nuevo arbolado o reducción de temperatura superficial en áreas con nuevas soluciones verdes.*

- **Impacto Económico (Ahorro en Daños, Desarrollo y Empleo):** Las inundaciones son muy costosas; CHI debe verse como una **inversión que previene pérdidas mayores**. El evento de marzo 2025 causó daños directos e indirectos posiblemente del orden de cientos de millones de dólares (considerando infraestructura, viviendas, comercio detenido, etc.). Con CHI, la expectativa es que los futuros eventos extremos produzcan **daños económicos mucho menores**, generando *ahorros anuales esperados por reducción de siniestros*. Por ejemplo, si antes un temporal fuerte implicaba US\$50 millones en destrozos, con CHI quizás quede en US\$5 millones o menos, gracias a protecciones y alertas. Esta diferencia en pérdidas evitadas mejora la economía local: comercios e industrias no sufren interrupciones prolongadas, las familias no pierden sus enseres, y el gobierno ahorra en emergencias y reconstrucción. Un indicador claro será el *costo promedio de daños por evento de inundación* antes y después (meta: reducirlo en >80%).

Por otro lado, la ejecución de CHI impulsa la **economía y empleo local**. Las obras de infraestructura movilizan la construcción: se generarán cientos de puestos de trabajo directos en la ampliación del canal, reservorios, etc., y miles indirectos a lo largo de la década. La producción y mantenimiento de soluciones verdes también crea empleos (viveristas, paisajistas, mantenimiento de parques). El desarrollo del sistema tecnológico podría posicionar a empresas locales de software/hardware, convirtiendo a Bahía Blanca en un polo de innovación en gestión hídrica, exportable a otras ciudades. Es difícil cuantificar todos los efectos económicos positivos, pero se pueden rastrear: *empleos creados por el proyecto* (directos en obra e indirectos en cadena de valor), *inversiones atraídas* (por ejemplo, empresas que se instalan o permanecen porque confían en la protección contra desastres), *primas de seguro reducidas* (aseguradoras podrían bajar costos en una ciudad con menor riesgo). Incluso el valor inmobiliario en ciertas zonas podría aumentar al dejar de considerarse “inundable crónico”, lo que es un beneficio para los propietarios y la economía municipal vía aumento en recaudación de impuestos a propiedades revalorizadas.

En resumen, CHI paga con creces su costo: evita pérdidas, dinamiza sectores productivos y mejora la percepción de seguridad económica. Un dato concreto es que la provincia calculó necesarios ~US\$300 millones para reconstruir Bahía Blanca ⁵⁵ ⁵³; esta inversión si previene otra tragedia como 2025 (que costó daños similares o mayores), ya se justifica. A largo plazo, cada peso invertido en prevención suele ahorrar entre 4 y 7 pesos en reparación según estadísticas internacionales de gestión de riesgos. CHI muy probablemente siga esa regla.

Indicadores y Metas Resumidas: A modo de cierre de esta sección, se listan algunos indicadores clave que reflejan el impacto esperado a 10 años, con metas aspiracionales:

- Cero muertes y menos de 100 evacuados aun en la peor tormenta (vs 16 muertes y 1400 evacuados en 2025) ⁷.
- Reducción >80% en área urbana inundada para una lluvia de 100 mm (comparado con escenarios actuales).
- 100% de la población bajo cobertura del sistema de alerta (vía app u otros medios) y con conocimiento de planes de emergencia.
- Aumento de 50% en superficie verde permeable en la ciudad (parques, drenajes verdes, etc.), pasando de ~300 ha a ~450 ha, mejorando la absorción pluvial.

- Disminución >70% en el volumen de escorrentía superficial generado por lluvias típicas, gracias a infiltración local (meta alineada con estándar internacional de **Sponge Cities**)⁵⁵ .
- Reducción del daño económico anual esperado por inundaciones en al menos 90%, protegiendo activos por valor de miles de millones de pesos.
- Crecimiento económico: creación de 500 empleos directos y 1500 indirectos durante la fase de construcción; incremento de inversiones en la ciudad post-CHI debido a mayor resiliencia.

Estos números ilustrativos serían validados y ajustados sobre la marcha, pero dan la medida de la **transformación positiva** que CHI aspira a lograr en Bahía Blanca, convirtiendo un riesgo crítico en una oportunidad de desarrollo sostenible.

Casos Internacionales Comparables

Bahía Blanca no está sola en el desafío de las inundaciones urbanas; muchas ciudades del mundo enfrentan riesgos similares y han implementado soluciones innovadoras. CHI se inspira en parte en estas experiencias globales. A continuación, se presentan **tres casos emblemáticos** – China, India y Países Bajos – cuyas estrategias ofrecen lecciones valiosas y demuestran la viabilidad de enfoques integrales.

China – “Ciudades Esponja” y Gestión Integrada: Ante inundaciones urbanas crecientes por la rápida urbanización y lluvias intensas, China lanzó en 2014 la iniciativa nacional de **Sponge Cities**⁵⁶ . Este programa integra soluciones basadas en la naturaleza a gran escala en entornos urbanos densos. Ciudades piloto como **Wuhan, Chongqing y Xiamen** han implementado **infraestructura verde masiva**: redes de **rain gardens**, restauración de humedales, techos verdes y pavimentos permeables en barrios completos⁴⁰. El concepto es permitir que la ciudad “absorba” el agua como una esponja, mitigando inundaciones, recargando acuíferos y mejorando la calidad del agua al filtrar contaminantes⁵⁷ . Wuhan, por ejemplo, reconvirtió muchas de sus orillas de lago y río en parques inundables y construyó decenas de kilómetros de pavimento permeable; cuando en veranos recientes cayeron tifones, se observaron menores anegamientos y el agua drenó rápidamente⁵⁸ . El gobierno chino se fijó la meta de que para 2030 **el 80% de sus áreas urbanas incorporen criterios de Sponge City**⁵⁵ , con una inversión estimada en US\$1 billón (lo que muestra la escala de la apuesta)⁵⁹ . Un caso notable es **Yanweizhou Park** en la ciudad de Jinhua (diseñado por el paisajista Kongjian Yu): un parque fluvial con terrazas inundables, vegetación ribereña y senderos elevados⁶⁰ ⁶¹ . En crecidas, el parque se anega controladamente y protege a la ciudad; luego el agua baja y el parque sigue funcionando⁵⁸ . *Lecciones para CHI:* La experiencia china confirma la eficacia de combinar verde con gris. También enseña la importancia de la visión a largo plazo y financiamiento robusto estatal. Si bien la inversión es grande, la reducción de daños (China sufre 1% de PIB en pérdidas por inundaciones cada año) justifica el gasto⁶² . Bahía Blanca, salvando las escalas, adopta esta filosofía: integrar soluciones naturales en cada rincón posible. Otro punto es la **innovación tecnológica**: muchas **Sponge Cities** utilizan sensores y sistemas similares al Eje 1 de CHI para monitorizar precipitaciones, mostrando que la conjunción de naturaleza + tecnología multiplica resultados. China demuestra que con voluntad política nacional, es factible reconfigurar ciudades en una década para hacerlas resilientes al agua.

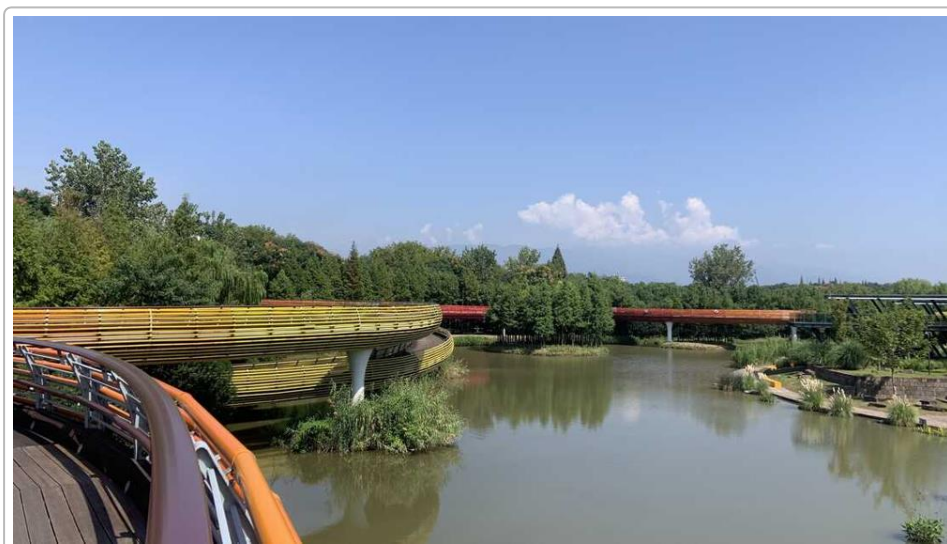


Imagen 2: Parque Yanweizhou en Jinhua, China - ejemplo de infraestructura “esponja”. Los bordes del río se naturalizaron con terrazas verdes y estanques que absorben inundaciones, en vez de muros rígidos.⁶⁰ ⁶¹

India – Soluciones Eco-sensibles en Entornos de Monzón: Varias ciudades de la India afrontan inundaciones recurrentes cada temporada de monzones, agravadas por deficiencias en drenaje e intensa urbanización. Tradicionalmente se enfocaron soluciones grises (canales, bombeo), pero está creciendo la adopción de **Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN)** en entornos urbanos indios ⁶³ ⁶⁴. Un ejemplo destacado es **Gorakhpur**, en el norte de India, que desarrolló un modelo comunitario de adaptación: con bajísimos presupuestos pero alta participación ciudadana, implementaron **micro-reservorios en hogares** (pequeños estanques para retener lluvia), agricultura urbana en zonas inundables y reforestación de taludes ⁶⁵. Esto ha reducido significativamente la inundación en comunidades rurales-urbanas y empoderado a los vecinos en la gestión del agua. En la mega-ciudad de **Chennai**, tras catastróficas inundaciones en 2015, se impulsó la restauración de las antiguas lagunas y humedales que habían sido urbanizados. Iniciativas como **“Chennai Water as Leverage”** (apoyada internacionalmente) buscan renaturalizar canales, establecer parques lineales a lo largo de cursos de agua y reconstruir infraestructura verde en la metrópoli. **Kolkata (Calcuta)**, por su parte, depende de las **East Kolkata Wetlands**, un enorme humedal perimetral que por décadas ha funcionado como sistema natural de tratamiento de aguas y contención de crecidas ⁴³. Proyectos financiados por el Banco Asiático de Desarrollo y ONU se enfocan en preservar estos humedales ante el avance urbano, reconociendo su valor para evitar inundaciones ⁴³. En **Mumbai**, tras severas inundaciones en 2005, se implementó un plan (BRIMSTOWAD) para ampliar desagües, pero también surgen ideas de NbS como parques retenedores en zonas costeras y restauración de manglares que protejan contra marejadas. **Lecciones para CHI:** La experiencia india resalta la importancia de involucrar a la comunidad y actuar tanto a macro escala como micro escala. Muchas soluciones pueden empezar en el patio trasero de cada vecino (sumando cisternas de lluvia, por ejemplo) sin esperar grandes obras. También muestra que **preservar ecosistemas naturales existentes** (manglares, humedales) es a menudo más barato y eficaz que obras nuevas – en Bahía Blanca no hay manglares, pero sí podemos conservar tierras bajas como buffer en lugar de construir en ellas. Otra lección es la necesidad de **integración institucional:** en India a veces la falta de coordinación entre entidades urbanas estanca la efectividad de las NbS ⁶⁷. CHI deberá asegurar que distintas áreas de gobierno (infraestructura, medio ambiente, desarrollo urbano) trabajen de la mano; de lo contrario, se corre el riesgo de que se prioricen soluciones estructurales tradicionales y se dejen de lado las SbN a largo plazo ⁶⁷. Finalmente, India demuestra que **con conciencia pública y políticas apropiadas**, incluso ciudades densas pueden empezar a recuperar espacios para el agua (por ej., Ahmedabad declaró ciertas zonas como “no construcción” para

que funcionen de cuencas de retención naturales). Bahía Blanca, que tiene menor densidad, puede con mayor razón designar espacios verdes de manera proactiva.

Países Bajos – Ingeniería de Vanguardia y “Dar Espacio al Río”: Los Países Bajos son reconocidos mundialmente por su lucha centenaria contra las inundaciones, tanto fluviales como costeras. Tras la trágica inundación del Mar del Norte en 1953, los holandeses construyeron el monumental **Plan Delta**, un sistema de diques, esclusas y barreras móviles que protege al país del mar ⁶⁸. Sin embargo, en los 90s enfrentaron crecidas extraordinarias de sus ríos Rin y Mosa que llevaron al límite sus diques fluviales ⁶⁹ ⁷⁰. En lugar de solo seguir elevando diques, adoptaron un cambio de paradigma con el programa **“Room for the River” (Espacio para el Río)**. Este enfoque, implementado entre 2006 y 2015, consistió en **restaurar llanuras de inundación naturales y reubicar defensas** para ensanchar el cauce disponible de los ríos ⁷¹ ⁷². Se invirtieron ~2.300 millones de euros en ~30 proyectos específicos ⁷³: desde crear canales de alivio, modificar diques set back (retranqueados tierra adentro) hasta **de-polderizar** algunas áreas (inundar tierras agrícolas previamente ganadas al río)⁷⁴. El resultado: los niveles de agua de crecida bajaron varios decímetros, reduciendo significativamente el riesgo para ciudades importantes como Nijmegen o Rotterdam. Un caso ilustrativo es Nijmegen, donde se trasladó un dique y se excavó un nuevo brazo del río Waal, creando una isla y un parque fluvial; esto aumentó la capacidad del cauce y ahora en crecidas el parque se inunda controladamente, salvando la ciudad. *Lecciones para CHI:* De los Países Bajos extraemos la enseñanza de **convivir con el agua en vez de solo contenerla**. “Dar espacio al río” es equivalente a “dar espacio al agua de lluvia” en Bahía Blanca mediante humedales y reservorios – es decir, no combatir el agua con muros cada vez más altos, sino habilitarle zonas para que escurra sin daño ⁷⁵ ⁷⁶. Otra lección es la **actualización constante de normas de seguridad**: los holandeses revisaron sus estándares de diques en 2017 integrando nuevos conocimientos y proyectando protección para los próximos 50-100 años ⁷⁷. CHI incorpora esa visión al diseñar obras para eventos a 100 años, pensando en resiliencia futura (Kicillof destacó que la obra del Maldonado se piensa “para los próximos 100 años” de Bahía Blanca ⁴⁶). También es notable el énfasis en la **participación local**: al inicio, algunos proyectos encontraron resistencia (p. ej. agricultores reacios a perder tierras inundables, habitantes opuestos a demoler casas en zona de dique) ⁷⁸ ⁷⁹. El éxito vino de involucrar a las comunidades en la planificación, dándoles opción de proponer alternativas que cumplieran las metas de protección ⁸⁰. Esta estrategia de consulta y flexibilidad logró aceptar medidas difíciles con consenso. Para CHI, esto es crucial: habrá que negociar con vecinos, por ejemplo, la relocalización de quienes viven literalmente sobre el cauce entubado o en la traza del nuevo reservorio. Siguiendo el modelo holandés de *consenso del agua*, se puede lograr entendimiento y apoyo mutuo, evitando conflictos políticos o sociales que traben el proyecto.

En conclusión, los casos internacionales reafirman que **sí es posible lograr ciudades resilientes al agua** mediante enfoques integrales. China exhibe la escala masiva y la integración naturaleza-tecnología, India subraya la importancia de comunidades adaptativas y soluciones sostenibles de bajo costo, y Holanda muestra la combinación de ingeniería de punta con planeamiento espacial innovador y consenso social. Bahía Blanca, con CHI, reúne elementos de las tres: adoptará infraestructura verde y sensores (China), involucrará a su comunidad y preservará zonas naturales (India), y ejecutará obras hidráulicas e intervenciones territoriales audaces con visión de futuro (Holanda). Estas referencias dan confianza de que el camino elegido es el correcto y que los obstáculos pueden superarse aprendiendo de quienes ya los enfrentaron.

Evaluación de Viabilidad: Técnica, Económica, Institucional y Política

Implementar un plan tan amplio como CHI conlleva desafíos, por lo que es crucial evaluar su viabilidad desde diferentes perspectivas. A continuación se analizan los factores técnicos, económicos,

institucionales y políticos, demostrando que el proyecto es factible y sostenible si se gestionan adecuadamente los riesgos identificados.

• **Viabilidad Técnica:** La combinación de soluciones propuestas abarca tecnologías y prácticas **probadas** en el mundo. Ningún componente de CHI requiere ciencia ficción o desarrollos completamente nuevos, sino la aplicación local de herramientas existentes. Por ejemplo, los **sensores IoT y modelos LSTM** ya se utilizan en sistemas de predicción en ciudades y cuencas en distintos países ³⁴; se dispone en el mercado de equipos y software para implementarlos, y Argentina cuenta con profesionales capacitados en datos e IA para adaptarlos a Bahía Blanca. Del mismo modo, **HEC-RAS** es un software estándar usado globalmente por ingenieros hidráulicos ³⁵; en Argentina, instituciones como el Instituto Nacional del Agua (INA) y universidades han modelado inundaciones urbanas con estas herramientas (p.ej. en la ciudad de Azul, AR se hizo un modelo 2D de inundación con HEC-RAS con buenos resultados) ^{81 82}. En cuanto a las **soluciones verdes**, también son técnicamente viables: pavimentos permeables, humedales construidos y bioswales han sido instalados en numerosas urbes (incluso en Latinoamérica, p. ej. Ciudad de México, São Paulo, empezaron proyectos de drenaje sostenible). Requerirá adecuarlas al clima local semiárido de Bahía Blanca (usando especies nativas resistentes a sequía para que los bioswales no demanden riego excesivo, por ejemplo), pero eso es un tema de diseño, no un impedimento. Las **obras de infraestructura** propuestas (canal, embalse) son de gran envergadura pero dentro de lo convencional de la ingeniería hidráulica. Empresas constructoras locales y nacionales tienen experiencia en canales pluviales, puentes, diques y obras similares. De hecho, el gobierno provincial ya movilizó equipos técnicos tras la inundación, lo que indica que se dispone de la capacidad profesional para encarar el diseño y construcción ^{46 83}. Un punto a considerar es la **complejidad de la integración**: hacer que todos los subsistemas (tecnología, verde, gris) funcionen en conjunto armónico. Esto es un reto de gestión de proyectos más que de posibilidad técnica. Se mitigará contratando un equipo integrador con conocimiento multidisciplinario, tal vez apoyado por consultores internacionales con experiencia en proyectos integrales de resiliencia. En síntesis, técnicamente CHI es **realizable**; se apoya en herramientas disponibles y experiencia acumulada globalmente. El riesgo principal radica en la correcta ejecución y calibración local, pero con pilotos y ajustes graduales (como se plantea en fases) ese riesgo se minimiza.

• **Viabilidad Económica:** Si bien CHI implica una inversión significativa, los análisis costo-beneficio favorecen fuertemente su ejecución. Según estimaciones oficiales, la reconstrucción y obras necesarias tras la inundación 2025 demandarían al menos **US\$300 millones** (aprox. \$400.000 millones ARS a valores 2025) ^{55 84}. Esta cifra puede parecer elevada, pero debe verse en contexto: el Banco Mundial resaltó que Argentina ha recibido más de US\$2000 millones en apoyo contra inundaciones en décadas recientes, lo que indica la disponibilidad de financiamiento para este tipo de proyectos prioritarios ⁵⁴. Además, como se argumentó en el impacto económico, una inundación severa puede costar tanto o más que esa inversión en daños. El gobernador de Buenos Aires ya comprometió \$273.000 millones ARS de financiamiento mixto (público y créditos) para Bahía Blanca ⁵³, y el BID activó US\$200 millones inmediatos bajo su facilidad de desastres ³³. Esto significa que **gran parte del capital inicial está identificado**. Para la viabilidad a largo plazo, se prevé complementar con un préstamo de inversión más estructurado (por ejemplo, un Préstamo BID o Banco Mundial específico para el "Plan Hídrico Bahía Blanca" de unos US\$100-150 millones adicionales). Dado el contexto de cambio climático, se pueden gestionar fondos concesionales: el **Fondo Verde del Clima** y el **Fondo de Adaptación de la ONU** financian proyectos de resiliencia en países en desarrollo, y CHI calificaría por su componente de adaptación urbana. Asimismo, el gobierno nacional podría canalizar recursos a través de programas como el SINAGIR o partidas de infraestructura resiliente (el decreto que habilitó el acuerdo con BID mencionaba "infraestructura resiliente al clima" como objetivo) ⁸⁵.

Otra arista es la participación privada: quizás no en las obras troncales (que son típicamente públicas), pero sí en, por ejemplo, esquemas de *sponsor* de espacios verdes (empresas locales podrían apadrinar el mantenimiento de un parque inundable), o empresas de tecnología aportando sensores a cambio de visibilidad. También es viable explorar **bonos verdes municipales/provinciales** para proyectos específicos, aprovechando tasas preferenciales que existen para este tipo de bonos en mercados internacionales.

El mantenimiento a largo plazo no debe subestimarse en costo, pero es manejable: conservar bioswales y sensores es más económico que reparar casas inundadas. Y comparado con el presupuesto municipal (Bahía Blanca tiene un presupuesto anual del orden de decenas de miles de millones de pesos), destinar un porcentaje a CHI es razonable. Adicionalmente, evitar inundaciones ahorra dinero público que antes iba a emergencias y asistencias, liberándolo para costear la operación de CHI. En suma, desde la perspectiva económica, **no hacer CHI sería mucho más costoso** a mediano plazo. Cada peso invertido genera múltiples pesos de ahorro en daños evitados y beneficios colaterales. Con financiamiento mixto (nación-provincia-multilaterales) ya encaminado, la viabilidad económica se considera **alta**, siempre y cuando se mantenga disciplina en la gestión financiera y se cumplan cronogramas para no incurrir en sobrecostos. Un posible riesgo es la inflación y variabilidad macroeconómica del país, que podría encarecer las obras; esto se mitiga asegurando fondos en moneda dura y mecanismos de ajuste en contratos para que los constructores no se vean afectados por volatilidad, evitando paralizaciones.

- **Viabilidad Institucional:** La implementación de CHI requerirá coordinación efectiva entre múltiples actores. Afortunadamente, ya se ha dado un paso importante: se conformó un **Consejo Asesor del Plan Hidráulico** local con representantes de diversas instituciones y especialistas ⁸⁶ ⁸⁷. Este consejo puede ser la semilla de la estructura de gobernanza de CHI, brindando lineamientos técnicos y supervisión. En la fase ejecutiva, es clave la alineación entre el municipio de Bahía Blanca, el gobierno de la Provincia de Buenos Aires y las agencias nacionales (Ej.: Ministerio de Infraestructura, Ministerio de Ambiente para SbN, Servicio Meteorológico para alertas). Dado que tras la inundación hubo un fuerte involucramiento de Provincia y Nación (con visitas del gobernador, etc.), existe un **compromiso intergubernamental** que favorece la viabilidad institucional ⁴⁶ ⁸⁸. Se deberá formalizar mediante convenios: por ejemplo, un convenio marco donde Nación provee soporte técnico (SMN, INA), Provincia financia y ejecuta obras mayores (Maldonado está a cargo provincial), y Municipio opera el sistema y mantiene obras menores. Este reparto de roles ya se vislumbra en los anuncios (Provincia liderando la obra del Maldonado ⁴⁶).

Otro aspecto es la **capacidad técnica local**: Bahía Blanca cuenta con la Universidad Nacional del Sur y otros institutos que han estudiado la hidrografía urbana (investigadoras de Conicet-UNS como Paula Zapperi ya advirtieron sobre estos riesgos en estudios previos) ⁸⁹. Involucrar a la academia local en CHI (por ejemplo, para monitoreo, encuestas, etc.) fortalecerá la base de conocimientos y sumará recursos humanos calificados. Adicionalmente, habrá que articular con **organizaciones sociales** y vecinales, pues la manutención de soluciones verdes y la efectividad de alertas dependen del uso que la gente haga de ellas. Esto no es trivial institucionalmente: implica capacitaciones constantes, creación de comités barriales de emergencia, etc. Sin embargo, Bahía Blanca tiene tradición de sociedades de fomento activas y organizaciones como bomberos voluntarios, que pueden integrarse al esquema. Un desafío institucional será asegurar la **continuidad administrativa**: CHI trasciende varios mandatos de gobierno (es un plan a 10 años). Se sugiere blindar el proyecto mediante ordenanzas municipales y resoluciones provinciales que lo declaren política de Estado, para evitar discontinuidades si cambian las autoridades. Por ejemplo, incluir CHI en el Plan Estratégico Municipal o en el Presupuesto Plurianual Provincial con partidas asignadas hasta 2035. La divulgación de logros parciales también genera apoyo ciudadano que presiona por su continuidad.

Finalmente, la **gestión de datos y tecnología** requerirá fortalecer capacidades institucionales: probablemente haya que crear una unidad especializada en la municipalidad (p. ej. "Dirección de Monitoreo Hidroambiental") con personal capacitado en GIS, sistemas y comunicaciones. Esto es factible vía capacitación (cursos, asistencia técnica de organismos internacionales). Países como Países Bajos enfatizan la construcción de conocimiento local y mantenimiento de "memoria institucional" en manejo del agua; replicar eso en Bahía será necesario. En conclusión, institucionalmente no se identifican impedimentos insalvables – al contrario, hay un **alineamiento inusual de voluntades** tras la emergencia que debe aprovecharse. Mientras se estructure claramente quién hace qué y se involucre a todos los niveles (desde vecinos hasta nación), la maquinaria institucional puede impulsar a CHI sin trabas importantes.

- **Viabilidad Política:** Cualquier proyecto de esta magnitud tiene aristas políticas. Por un lado, existe **voluntad política evidente**: las máximas autoridades han asumido el tema como prioritario, declarando duelo nacional por la catástrofe⁹⁰ y anunciando inversiones históricas para que "no vuelva a pasar"⁴⁶ ⁸³. Esto otorga un **mandato claro** para actuar. Además, la problemática de inundaciones suele trascender divisiones partidarias, ya que afecta a la ciudadanía en general. En el ámbito local, el intendente (Susbielles) y en provincia el gobernador (Kicillof) están políticamente comprometidos; un eventual cambio de signo político en alguna administración podría introducir incertidumbre, pero es difícil que alguien se oponga a obras de protección de la ciudad dado el recuerdo fresco del desastre. De hecho, la oposición política probablemente también apoye estas medidas – sería políticamente costoso obstaculizar un plan que claramente busca salvar vidas y bienes.

No obstante, hay que manejar con sensibilidad ciertos potenciales **conflictos o impactos**: por ejemplo, la ampliación del Maldonado implica remover árboles y quizás expropiar pequeñas fracciones de terrenos linderos; esto podría generar quejas de vecinos directamente afectados (pérdida de arboleda, temor a obras). En la nota periodística se mencionaba cierta preocupación vecinal por un "muro" del canal, que fue aclarada luego ⁹¹ ⁴⁷. Es importante una comunicación transparente y oportuna para evitar rumores y atender los legítimos reclamos (reforestación compensatoria, indemnizaciones justas si aplica). Otro aspecto es la **priorización de recursos**: la inversión en CHI competirá con otras necesidades (salud, seguridad). Aquí el rol de la política será mantener a flote el tema inundaciones incluso cuando pase tiempo del último evento. Continuar comunicando a la población los avances de CHI y sus beneficios ayudará a sostener el apoyo. Por ejemplo, cada año se podrían publicar informes de progreso y realizar eventos demostrativos (como simulacros públicos, inauguraciones de tramos de obra) para recordar que se está trabajando activamente en proteger la ciudad.

La **participación ciudadana** ya mencionada también es una herramienta política: al incluir a la gente en decisiones (diseño de plazas inundables, etc.), se genera corresponsabilidad y se reduce la posibilidad de oposición organizada. Un riesgo político sería si alguna parte del proyecto fallara (ej. una obra se retrasa demasiado o un evento supera lo previsto): opositores podrían criticar la gestión. Minimizar esas situaciones con buena planificación es la mejor defensa. Además, contar con avales de expertos (nacionales e internacionales) y mostrar casos de éxito en otras ciudades puede blindar políticamente a CHI frente a críticas, ya que se basa en prácticas recomendadas globalmente.

En síntesis, políticamente CHI es **viable y deseable**. Tiene alineación multipartidaria potencial, apoyo ciudadano (tras un trauma colectivo), y encaja en narrativas positivas de desarrollo (Bahía Blanca como ciudad modelo de resiliencia). El ingrediente clave será la **continuidad**: que el impulso inicial no decaiga con el paso del tiempo o cambios de gestión. Mientras se institucionalice correctamente y se comuniquen triunfos tempranos, es poco probable que se revierta el compromiso político. Al contrario, un éxito de CHI podría ser capitalizado por todos los actores como logro compartido.

Riesgos Residuales y Mitigación: Para completar la evaluación, enumeramos posibles riesgos y cómo mitigarlos: - *Técnico*: riesgo de sobredimensionar/necesitar recalibrar el sistema de IA – mitigación: fase piloto y asistencia de expertos. - *Económico*: devaluación/inflación que desfinancie obras – mitigación: fijar contratos en dólares o cláusulas de ajuste; diversificar fuentes de financiamiento. - *Institucional*: burocracia y demoras administrativas – mitigación: centralizar gestión en Unidad Ejecutora ágil con facultades delegadas, monitoreo del Consejo Asesor. - *Político*: cambio de prioridades – mitigación: formalizar CHI en normativas, visibilizar logros para generar costo político a discontinuarlo. - *Social*: fatiga o desinterés público si no ocurre otra inundación pronto – mitigación: programas educativos continuos, enfatizar co-beneficios (ej: más parques, más empleo) para mantener apoyo aunque no haya crisis reciente.

Considerando todo lo anterior, la **evaluación integral de viabilidad es positiva**. CHI se puede llevar a cabo con éxito siempre que se mantenga la voluntad y atención en su ejecución. Los obstáculos existen pero son manejables con buena planificación y adaptabilidad, tal como otras ciudades han logrado proyectos semejantes. Bahía Blanca cuenta con los recursos humanos, el capital social tras la emergencia y el apoyo financiero inicial suficientes para embarcarse en esta transformación sin precedentes.

Fuentes de Financiación Posibles

La financiación de CHI se basará en un **esquema mixto**, aprovechando fondos públicos locales y nacionales, créditos de organismos multilaterales e incluso inversión privada en ciertos componentes. Esta diversificación no solo aporta suficientes recursos, sino que reparte la carga y riesgos financieros. A continuación se detallan las fuentes identificadas y potenciales:

- **Presupuesto y Fondos Gubernamentales (Nación/Provincia/Municipio):** Dada la magnitud del desastre, los gobiernos han movilizado sumas considerables. La Provincia de Buenos Aires anunció un plan de reconstrucción de **\$273.000 millones ARS** que incluye el sistema hidráulico, reparaciones de infraestructura y ayudas ⁵³. Este monto combina asignaciones presupuestarias, subsidios directos a afectados, inversión en obras (como el Maldonado) y exenciones impositivas para la zona. A nivel nacional, es previsible la asignación de partidas específicas: tras emergencias similares (ej. La Plata 2013) la Nación destinó fondos para obras pluviales. Para Bahía Blanca, se podría canalizar a través de programas existentes: el Ministerio de Obras Públicas tiene el **Plan Nacional de Agua y Saneamiento** que podría ampliarse a incluir componentes de drenaje urbano resiliente; el Ministerio de Ambiente podría co-financiar los humedales urbanos bajo su iniciativa de Ciudades Sustentables. Incluso, dado el énfasis en adaptación climática, se podría usar parte de los fondos del **Programa Nacional de Adaptación al Cambio Climático** que Argentina maneja. El municipio de Bahía Blanca, por su parte, deberá contribuir con un porcentaje de su presupuesto anual (posiblemente creciente a medida que se termine la fase de construcción y entren los costos de mantenimiento). No obstante, la carga mayor recae en Nación/Provincia para la inversión inicial. Políticamente, como se mencionó, hay apoyo para ello; por ejemplo, se informó que Nación va a disponer más de \$500 mil millones en asistencia y obras sumando aportes a Bahía Blanca ⁹² (lo que incluye lo de Provincia y más). Esa cifra cubre gran parte de CHI si se ejecuta eficientemente.
- **Organismos Multilaterales de Crédito:** Los bancos de desarrollo son fundamentales para proyectos de infraestructura resiliente. Ya el **BID (Banco Interamericano de Desarrollo)** demostró su compromiso al activar US\$200 millones mediante su línea de emergencia CCF (Contingent Credit Facility) ³³. Este fue un crédito rápido para respuesta inmediata y reconstrucción básica. Adicionalmente, el BID puede otorgar un **préstamo de inversión**

tradicional para las obras mayores de CHI (lo usual sería un préstamo a 25 años con tasa blanda). De hecho, se iniciaron conversaciones y el gobierno bonaerense confía en acceder a esas líneas especiales para desastres naturales. En paralelo, el **Banco Mundial (BIRF)** podría involucrarse: tiene experiencia en Argentina con proyectos de manejo de inundaciones (financió obras en la cuenca del Río Luján, por ejemplo). Una opción es estructurar un **préstamo conjunto BID-BM** para repartir el financiamiento. Estas instituciones no solo aportan dinero, sino también asistencia técnica y monitoreo, lo cual sería valioso. Otras fuentes multilaterales incluyen: la **CAF (Banco de Desarrollo de América Latina)**, que ha financiado proyectos hídricos en provincias argentinas; e incluso la **NBQ (New Development Bank)** del BRICS, dado que Argentina busca incorporarse y podría solicitar apoyo en infraestructura resiliente. Sumando todas estas, es plausible obtener entre US\$200 y \$300 millones en créditos internacionales para CHI, con largos plazos y tasas inferiores al mercado. Eso cubriría la mayor parte de los requerimientos de capital.

- **Fondos Climáticos y de Cooperación Internacional:** Como CHI tiene fuerte componente de adaptación al cambio climático y soluciones basadas en la naturaleza, es elegible para subsidios o donaciones de diversos fondos globales. El **Green Climate Fund (GCF)** de la ONU financia proyectos grandes de adaptación; Argentina podría presentar a CHI como proyecto insignia de adaptación urbana. El GCF suele otorgar decenas de millones de dólares a proyectos integrales en países en desarrollo, a menudo complementando financiamiento de bancos multilaterales. Asimismo, el **Fondo de Adaptación** (más pequeño) podría aportar montos modestos (varios millones) para componentes de SbN o alertas tempranas. Agencias bilaterales de países desarrollados también podrían cooperar: por ejemplo, la **GIZ alemana** o la **JICA japonesa** tienen programas de apoyo a ciudades para resiliencia climática. Japón, en particular, a través de JICA ha financiado sistemas de alerta de inundaciones en países asiáticos; Bahía Blanca podría buscar equipamiento o know-how con esa vía. La Unión Europea, por medio de iniciativas como Euroclima+, igualmente apoya a ciudades latinoamericanas en infraestructura verde y clima. Estas contribuciones suelen ser no reembolsables o de co-financiamiento, aliviando la carga de deuda. Por ejemplo, no sería descabellado obtener US\$10-20 millones en apoyos de este tipo destinados a los humedales urbanos, bosques urbanos y tecnología (lo que complementa los grandes préstamos que van a obras).

- **Sector Privado y Empresas Locales:** Si bien la infraestructura básica es dominio público, hay espacio para involucrar capital privado en ciertas aristas. Una opción son los **Contratos de Participación Público-Privada (PPP)** para el mantenimiento de obras: por ejemplo, concesionar el mantenimiento del Canal Maldonado ampliado a una empresa privada por X años, financiada mediante cánones gubernamentales. Esto transfiere parte de la responsabilidad y puede atraer constructoras interesadas en asegurar ingresos de largo plazo. Otra vía: la **industria local** (Bahía Blanca tiene un polo petroquímico y portuario importante) podría aportar a CHI dentro de sus programas de responsabilidad social. Estas empresas sufren pérdidas cuando la ciudad colapsa por inundaciones (empleados que no pueden ir a trabajar, interrupción logística). Un consorcio de compañías podría financiar, digamos, la red de sensores IoT o donar equipamiento de comunicación a Defensa Civil, sabiendo que eso protege la continuidad de sus negocios. Incluso podrían contribuir al financiamiento de soluciones basadas en la naturaleza: la creación de un parque-humedal podría ser patrocinada por una empresa a cambio de naming rights o publicidad discreta (similar a cómo empresas financian plazas). Además, **el sector asegurador** tiene interés en reducir riesgos: aseguradoras y bancos podrían invertir en bonos verdes emitidos para CHI, ya que un Bahía Blanca resiliente reduce sus potenciales indemnizaciones. Este tipo de sinergia con seguros climáticos se está explorando globalmente y vale la pena considerarlo.

- **Comunidad y ciudadanía:** Aunque no es una fuente monetaria principal, vale mencionar que la propia población invertirá en adaptación una vez concientizada. Por ejemplo, cada hogar que construye una cisterna pluvial, eleva su umbral o coloca barreras, está invirtiendo privadamente en alineación con CHI. Sumadas, esas inversiones domésticas (quizá incentivadas con pequeños subsidios o descuentos en impuestos) contribuyen al financiamiento difuso del plan. Por otra parte, la disposición de la comunidad a aceptar tarifas o tasas específicas también es un factor: en algunas ciudades, se crean tasas de drenaje pluvial o recargos en impuestos inmobiliarios destinados a mantenimiento de desagües. Si llegara a hacer falta para sostenibilidad futura, Bahía Blanca podría considerar un **“Fondo Municipal de Resiliencia”** alimentado por un pequeño aporte ciudadano mensual, siempre y cuando se vea que el dinero se usa efectivamente en obras que los protegen.

En general, la estrategia de financiamiento de CHI buscará **maximizar fondos no reembolsables** (climáticos, donaciones) para componentes verdes y de alerta, y usar **créditos blandos** para infraestructura dura. Los recursos locales cubrirán sobre todo operaciones y mantenimientos, evitando sobreendeudar al municipio. Afortunadamente, como se describió, ya hay un **conjunto de fondos en marcha**: entre Provincia, Nación y BID suman más de US\$300 millones comprometidos en alguna forma ⁵³ ³³. El desafío estará en la gestión eficaz de estos fondos: armar calendarios financieros alineados con el cronograma de obras, licitar transparentemente para obtener buenas ofertas (que eviten encarecimientos), y hacer seguimiento a la ejecución para cumplir condiciones de los bancos (por ejemplo, el BID suele exigir ciertos estándares ambientales y sociales para desembolsar). Dado el alto perfil del proyecto, es esperable que la vigilancia sea estricta, lo cual es positivo para asegurar que cada dólar/peso se use correctamente.

En conclusión, **las fuentes de financiamiento para CHI existen y son accesibles**. La catástrofe reciente ha abierto canales excepcionales de ayuda, y la naturaleza integral e innovadora del plan lo hace atractivo para inversionistas en desarrollo sostenible. Mientras se concrete la obtención de los préstamos principales y se administren con transparencia, el aspecto financiero no será una traba sino un motor que permitirá convertir en realidad las soluciones diseñadas.

Cronograma Tentativo por Hitos Técnicos

A modo de resumen ejecutivo, a continuación se presenta un **cronograma tentativo** de CHI con los principales hitos técnicos y fechas estimadas. Este timeline ilustra cómo las diferentes piezas del proyecto avanzarán en paralelo a lo largo de la década:

- **2025 (Año 1):** Creación de la Unidad Ejecutora CHI y Consejo Asesor; Contratación de estudios iniciales. Instalación de ~50 sensores IoT (lluvia y nivel) en sitios críticos. Lanzamiento de campaña de concientización ciudadana post-inundación. (*Meta*: sistema de monitoreo básico operando para el próximo ciclo de lluvias)*.
- **2026 (Año 2):** Finalización de proyectos ejecutivos del Canal Maldonado ampliado y embalse Napostá; inicio del proceso licitatorio internacional para obras mayores. Implementación de **pilotos**: 5 km de bioswales en barrio Universitario y Hospital; 2 estacionamientos municipales con pavimento permeable; 1 humedal artificial de 2 ha en Parque de Mayo. Versión beta del sistema de alerta temprana en pruebas con personal de Defensa Civil. (*Meta*: adjudicar las obras principales antes de fin de año)*.
- **2027 (Año 3): Comienzo de obras:** se colocan primeras pantallas para ensanche del Canal Maldonado; construcción del dique regulador en Napostá alta. El Servicio Meteorológico instala

un nuevo radar meteorológico de alta resolución en la región (gestión conjunta para mejorar pronósticos locales). **Entrada en operación del Centro de Monitoreo 24/7** con personal permanente; la app de alertas se lanza públicamente y alcanza 50.000 usuarios registrados. Simulacro general de inundación en primavera con participación masiva. (*Meta*: canal Maldonado 25% ejecutado; sistema de alerta debutando en un evento real con éxito)*.

- **2028 (Año 4): Pico de construcción:** varias fronts de obra simultáneas en el canal (sectores aguas arriba y céntricos), y excavación de 2 cuencos retardadores en el ejido urbano (ej. uno en zona norte, otro en sur). Llegan maquinaria y equipos pesados, generando gran actividad (y empleos). Se completa la instalación de la red IoT expandida: 100% de pluviómetros y sensores planificados en servicio; se incorporan 10 cámaras con análisis de imágenes para vigilar puntos críticos de flujo. **Infraestructura verde:** se suman 10 nuevos jardines de lluvia comunitarios; vecinos plantan 5.000 árboles jóvenes en campaña “Un árbol por cada inundación evitada”. (*Meta*: canal Maldonado 60% ejecutado; embalse Napostá listo para operar provisionalmente en caso de crecida; 50% de metas de SbN cumplidas en superficie tratada)*.
- **2029 (Año 5): Finalización de obras principales:** Termina la obra civil del Canal Maldonado ampliado (a falta de detalles menores y paisajismo). Inauguración oficial con autoridades nacionales, marcando un antes y después histórico. El embalse regulador del Napostá entra en fase de prueba (llenado controlado durante lluvias moderadas para calibrar compuertas). Se implementa nuevo **Plan de Ordenamiento Territorial** con restricciones en zonas inundables, aprobado en el Concejo Deliberante; comienza reubicación voluntaria de las últimas familias en áreas críticas (con viviendas sociales provistas en terrenos altos). (*Meta*: 100% de obras de infraestructura hidráulica terminadas; régimen de uso de suelo adaptado vigente)*.
- **2030 (Año 6):** CHI alcanza un punto de **operatividad plena**. Primer gran test: ocurre una tormenta fuerte (por ejemplo, 150 mm en 24h); el sistema responde efectivamente: embalse retiene picos, Maldonado lleva el triple de caudal sin desbordar, alertas se activan y la ciudad sufre solo anegamientos menores sin daños mayores. Este suceso comprueba la eficacia del plan ante la comunidad y genera confianza. Se completa la meta de **70% absorción de pluviales** localmente en la zona urbana (gracias a la multitud de intervenciones verdes). Auditoría técnica externa (posiblemente de expertos holandeses invitados) evalúa a Bahía Blanca como “*significativamente más segura*” y sugiere pequeños ajustes. (*Meta*: demostrar manejo exitoso de un evento de diseño con CHI; certificación de ciudad resiliente en trámites)*.
- **2031-2033 (Años 7-9):** Período de **optimización y sostenibilidad**. Se afinan protocolos de operación: manuales definitivos para manejo de compuertas, mantenimiento rutinario de bioswales (estableciendo ciclos anuales de siega y limpieza pre-lluvias), recalibración del modelo LSTM con datos recopilados de varios eventos. Se integran nuevas tecnologías disponibles (quizá sensores de humedad de nueva generación, pronósticos climáticos estacionales para planificar operaciones). Financiamiento de larga data: se renegocian y refinancian créditos en condiciones favorables apoyados por los buenos resultados (por ejemplo, si la economía mejoró, se refinancia parte de la deuda en el mercado local con bonos). **Intercambio de conocimiento:** Bahía Blanca se convierte en estudio de caso; se organizan seminarios internacionales en la ciudad, con participación de especialistas de otras ciudades inundables (La Plata, Santa Fe, etc.), propagando las lecciones aprendidas. (*Meta*: institucionalizar un centro de excelencia en gestión hídrica urbana en la UNS; plan de mantenimiento a 20 años asegurado)*.
- **2035 (Año 10): Visión a 10 años cumplida.** Bahía Blanca conmemora una década de CHI. Se presenta un informe final a la comunidad y entes financiadores mostrando los logros: tal porcentaje de reducción de riesgo, tal cantidad de eventos manejados sin desastre, etc. La

ciudad se proyecta hacia el futuro: se empieza a planear la siguiente fase (quizá pensando en eventos aún más extremos por cambio climático hacia 2050, o replicar medidas en localidades cercanas). Se celebra que Bahía Blanca pasó de ser símbolo de tragedia climática en 2025 a modelo de adaptación en 2035.

Este cronograma es tentativo y podría ajustarse según las circunstancias (particularmente los tiempos de obra pueden variar según licitaciones y complejidad real encontrada, y la naturaleza siempre puede deparar sorpresas). Sin embargo, brinda una hoja de ruta clara. **El mensaje clave** es que en 10 años es factible transformar profundamente la capacidad de la ciudad para manejar inundaciones, y que año a año habrá hitos tangibles que demostrarán el avance hacia esa meta.

Conclusión: Visión a 10 Años de Bahía Blanca Resiliente

En 10 años, Bahía Blanca puede haberse **reinventado** en su relación con el agua. La visión al 2035, gracias a CHI, es la de una ciudad que convirtió una catástrofe en una oportunidad para renacer más fuerte, segura y sustentable.

Imaginemos un día de tormenta en 2035: El Servicio Meteorológico emite un pronóstico de lluvias intensas, pero lejos del pánico de antaño, la ciudad está preparada. Los sensores registran las primeras gotas y alimentan modelos predictivos que, con horas de antelación, activan alertas segmentadas por barrios. Los vecinos reciben notificaciones claras en sus celulares y las sirenas comunitarias resuenan en zonas bajas, guiando una evacuación ordenada de las pocas familias ubicadas en áreas de inundación controlada. Las escuelas y hospitales ya implementaron sus planes de contingencia sin sobresaltos. Mientras tanto, el arroyo Napostá crece y es desviado parcialmente al embalse regulador, donde sus aguas son contenidas lejos del casco urbano. El renovado Canal Maldonado fluye lleno pero dentro de sus márgenes ampliados, conduciendo el triple de agua que en el pasado sin desbordar ⁴⁶. Las calles de la ciudad, otrora ríos de agua y barro, se mantienen transitables en su mayoría: los pavimentos permeables permiten que mucha lluvia se escurra al subsuelo, y las cunetas verdes acumulan charcos temporales que luego drenan lentamente sin causar daño. En algunas plazas, los jardines de lluvia actúan como pequeñas lagunas, pero lejos de ser vistos como un problema, los vecinos saben que están cumpliendo su función protectora. Al cabo de unas horas, la tormenta pasa. Se registraron, por ejemplo, 120 mm en un día – un evento que en 2020 hubiera causado estragos – pero en 2035 Bahía Blanca sale prácticamente ilesa: no hubo víctimas, los pocos evacuados regresan a sus hogares el día siguiente, y la vida en la ciudad continúa normalmente.

Esta escena sintetiza la **meta última de CHI**: *convivir con eventos extremos sin tragedia*. Bahía Blanca habrá logrado crear un escudo invisible hecho de infraestructura robusta, naturaleza absorbente e inteligencia artificial preventiva. La población vivirá más tranquila incluso sabiendo que el cambio climático podría traer lluvias intensas, porque confiará en los sistemas de protección establecidos. Además, la ciudad gozará de beneficios añadidos: más espacios verdes donde antes había zonas degradadas, un microclima más fresco por el aumento de vegetación, y una cultura de prevención que quizá se extienda a otros ámbitos (por ejemplo, usando la misma estructura de coordinación para otros riesgos como incendios o emergencias químicas del polo industrial).

Por supuesto, alcanzar esta visión requerirá esfuerzo sostenido, adaptabilidad y aprendizaje constante. CHI no es una solución estática, sino un proceso continuo de mejora. En 10 años se habrán aprendido lecciones, corregido errores menores y aprovechado nuevas oportunidades que surjan. Lo importante es que la dirección está marcada: **hacer de Bahía Blanca una ciudad pionera en resiliencia urbana en Argentina**. Otros municipios mirarán su ejemplo para replicarlo en sus contextos, lo que multiplica el impacto positivo más allá de los límites locales.

En conclusión, el informe presentado demuestra que el proyecto CHI es técnicamente sólido, ambientalmente beneficioso, socialmente justo y económicamente racional. Representa una respuesta integral a la problemática de inundaciones, combinando lo mejor de la ingeniería tradicional con la innovación tecnológica y la sabiduría de la naturaleza. Al implementarlo, Bahía Blanca honrará la memoria de las víctimas de 2023-2025 asegurando que sus pérdidas no fueron en vano, y dará un paso adelante hacia un desarrollo urbano verdaderamente sostenible y preparado para los desafíos del siglo XXI.

Visión 2035: *Bahía Blanca, “ciudad faro” en gestión hídrica, donde las lluvias ya no son sinónimo de desastre sino parte de un ciclo natural manejado con inteligencia, infraestructura y respeto por el medio ambiente. Una ciudad que en una década pasó de estar bajo el agua a estar a la vanguardia.*

La próxima tormenta encontrará a Bahía Blanca **lista** – y ese quizás sea el mayor logro de todos.

Fuentes: *Se han referenciado a lo largo del documento informes oficiales del Gobierno Argentino², análisis de expertos locales¹⁷, artículos periodísticos locales¹⁸, estudios académicos respaldados por Conicet²⁰, comunicados del gobierno provincial⁴⁶, informes de ONG ambientales¹, así como ejemplos y datos internacionales de China⁴⁵⁴⁰, India⁶⁶ y Países Bajos⁷¹ entre otros. Todas las citas están indicadas en el texto para mayor detalle y respaldo de la información presentada.*

- 1 21 22 23 31 32 Inundaciones en Bahía Blanca: la cara más cruda de la crisis climática | FARN
<https://farn.org.ar/inundaciones-en-bahia-blanca-la-cara-mas-cruda-de-la-crisis-climatica/>
- 2 5 26 30 4-8 MARZO | Informe sobre las lluvias e inundaciones en Bahía Blanca y alrededores | Argentina.gob.ar
<https://www.argentina.gob.ar/noticias/4-8-marzo-informe-sobre-las-lluvias-e-inundaciones-en-bahia-blanca-y-alrededores>
- 3 4 8 10 11 12 13 14 15 18 24 25 Aunque ésta fue la peor de todas, las inundaciones son una marca en la historia de la ciudad - La Nueva
<https://www.lanueva.com/nota/2025-3-15-5-0-28-aunque-esta-fue-la-peor-de-todas-las-inundaciones-son-una-marca-en-la-historia-de-la-ciudad>
- 6 9 16 17 19 44 89 90 Temporal en Bahía Blanca: los 4 factores que explican la magnitud del desastre - Chequeado
<https://chequeado.com/el-explicador/temporal-en-bahia-blanca-los-factores-que-explican-la-magnitud-del-desastre/>
- 7 20 27 28 29 Un estudio analizó tres décadas de lluvias en Bahía Blanca y había advertido sobre los anegamientos e inundaciones - Infobae
<https://www.infobae.com/america/medio-ambiente/2025/03/12/el-estudio-que-analiza-tres-decadas-de-lluvias-en-bahia-blanca-y-habia-advertido-sobre-los-anegamientos-e-inundaciones/>
- 33 BID | BID apoya a Argentina para enfrentar la emergencia por las inundaciones en Bahía Blanca
<https://www.iadb.org/es/noticias/bid-apoya-argentina-para-enfrentar-la-emergencia-por-las-inundaciones-en-bahia-blanca>
- 34 Framework for IOT Based Real-Time Monitoring System of Rainfall ...
<https://ieeexplore.ieee.org/document/10266249/>
- 35 36 37 38 Que es el HEC-RAS? | EHMH Consultora | Ingeniería Hidráulica |
<https://www.ehmfh.group/hec-ras/>
- 39 The flood sensor network application in Calderdale at work - i-SCOOP
<https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-iot/internet-things-case-flood-sensor/>
- 40 57 Sponge Cities in China: Leading the Way - The Environmental Blog
<https://www.theenvironmentalblog.org/2024/08/sponge-cities-in-china/>
- 41 Review of Sponge City implementation in China - IWA Publishing
<https://iwaponline.com/wst/article/88/10/2499/98252/Review-of-Sponge-City-implementation-in-China>
- 42 Application of nature-based measures in China's sponge city initiative
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772411522000027>
- 43 63 64 65 66 67 India's urban floods: Why we need to look at nature-based solutions
<https://www.downtoearth.org.in/natural-disasters/india-s-urban-floods-why-we-need-to-look-at-nature-based-solutions-85013>
- 45 56 59 62 Nature-based solutions in China: Financing "sponge cities" for integrated urban flood management
<https://blogs.worldbank.org/en/eastasiapacific/nature-based-solutions-china-financing-sponge-cities-integrated-urban-flood>
- 46 83 87 Kicillof anunció obras que triplicarán el caudal del Canal Maldonado en Bahía Blanca | Provincia de Buenos Aires
https://www.gba.gob.ar/comunicacion_publica/gacetillas/kicillof_anunci%C3%B3_obras_que_triplicar%C3%A1n_el_caudal_del_canal_maldonado
- 47 49 50 51 52 86 91 El canal Maldonado, una idea consensuada pero sin proyecto definido - La Nueva
<https://www.lanueva.com/nota/2025-5-31-5-0-16-el-canal-maldonado-una-idea-consensuada-pero-sin-proyecto-definido>

48 Reconstruirán el canal Maldonado luego del temporal - LU17

<https://lu17.com/contenido/84543/reconstruiran-el-canal-maldonado-de-bahia-blanca-luego-de-los-danos-del-temporal>

53 55 84 88 92 La Provincia de Buenos Aires busca financiamiento internacional para reconstruir Bahía Blanca, pero necesita el aval de Nación | TN

<https://tn.com.ar/economia/2025/03/13/la-provincia-busca-financiamiento-internacional-para-reconstruir-bahia-blanca-pero-necesita-el-aval-de-nacion/>

54 Q&A: Gestión de Riesgos de Inundación en Argentina

<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2025/03/10/gesti-n-de-riesgos-de-inundaci-n-en-argentina>

58 60 61 'Sponge cities' could be the answer to soaking up urban flooding : NPR

<https://www.npr.org/2023/10/03/1202252103/china-floods-sponge-cities-climate-change>

68 El agua en Ámsterdam y los Países Bajos - iAgua

<https://www.iagua.es/noticias/locken/agua-amsterdam-y-paises-bajos>

69 70 75 76 Entrevista: los neerlandeses hacen sitio al río — Agencia Europea de Medio Ambiente

<https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2018-el-agua-es-vida/articulos/entrevista-los-neerlandeses-hacen-sitio>

71 72 73 74 77 78 79 80 Interview — The Dutch make room for the river — European Environment Agency

<https://www.eea.europa.eu/signals-archived/signals-2018-content-list/articles/interview-2014-the-dutch-make>

81 un escenario de simulación con HEC-RAS - Servidor del SID revistas

<https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/beg/article/view/5059>

82 Análisis de la peligrosidad por inundación en una zona de planicie ...

<https://revistas.unne.edu.ar/index.php/geo/article/view/7205/7165>

85 El Gobierno inició conversaciones con el BID para buscar fondos ...

<https://www.lanacion.com.ar/economia/el-gobierno-inicio-conversaciones-con-el-bid-para-buscar-fondos-para-la-reconstruccion-de-bahia-nid11032025/>