



Consulta Pública sobre El Lago de Nicaragua

24 de septiembre de 2015

HKND GROUP

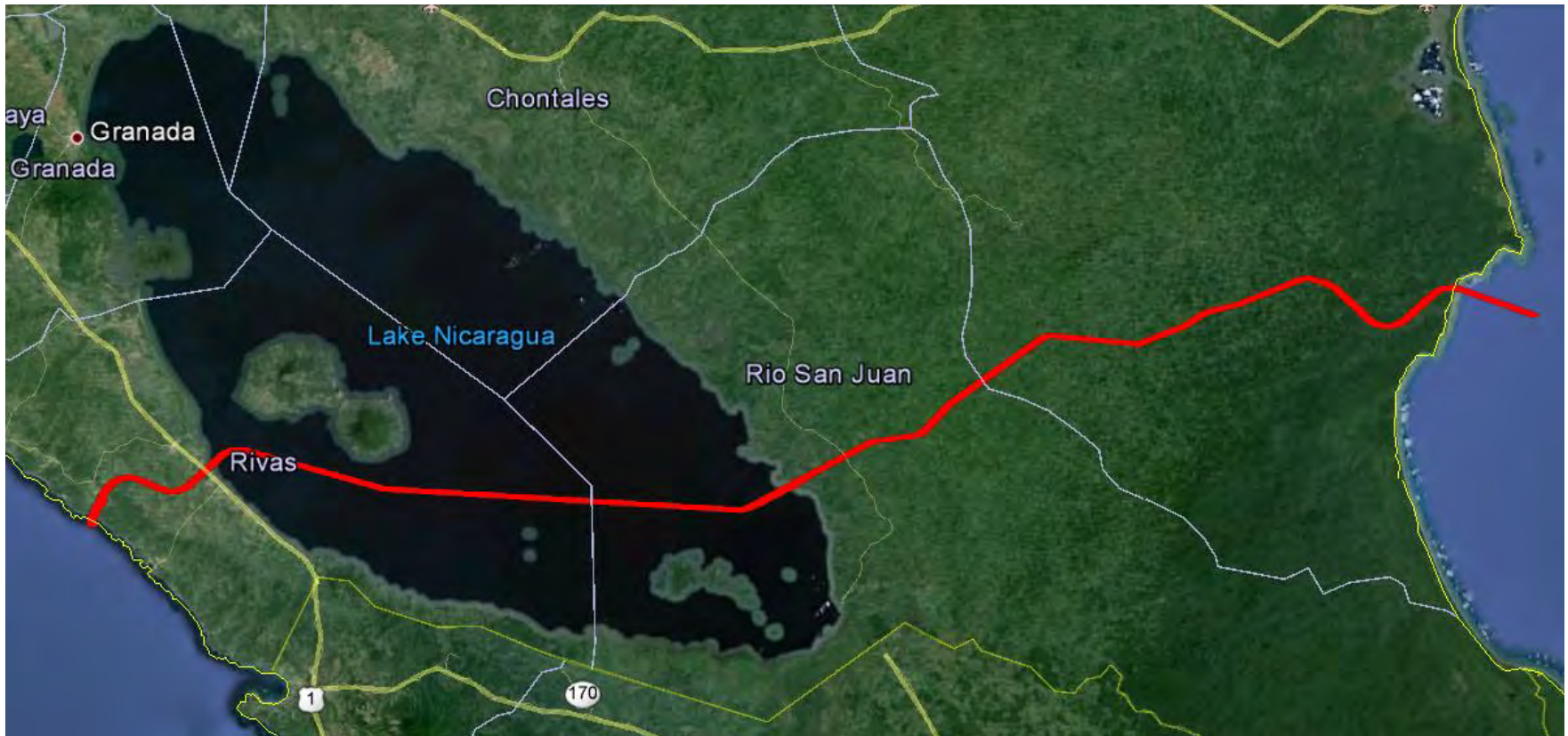


K.W.PANG
Vice-Presidente Ejecutivo

Introducción

- El Lago de Nicaragua es un elemento crucial del Proyecto
- HKND está totalmente consciente de las problemáticas del lago y la preocupación de la gente sobre el impacto del Canal en el mismo
- HKND cree que se pueden manejar con éxito todos los riesgos
- Se emprenderán más estudios técnicos detallados para garantizar que el diseño del proyecto final protegerá al lago

Principal fuente de agua dulce



La mayor preocupación de la comunidad internacional con respecto al lago comprende:

- Balance hídrico
- Intrusión Salina

- Aumento de sedimento
- Riesgo sísmicos
- Seguridad de las esclusas
- Derrame de materiales tóxicos

Situación actual del lago

El lago se deteriora aunque no haya Canal:

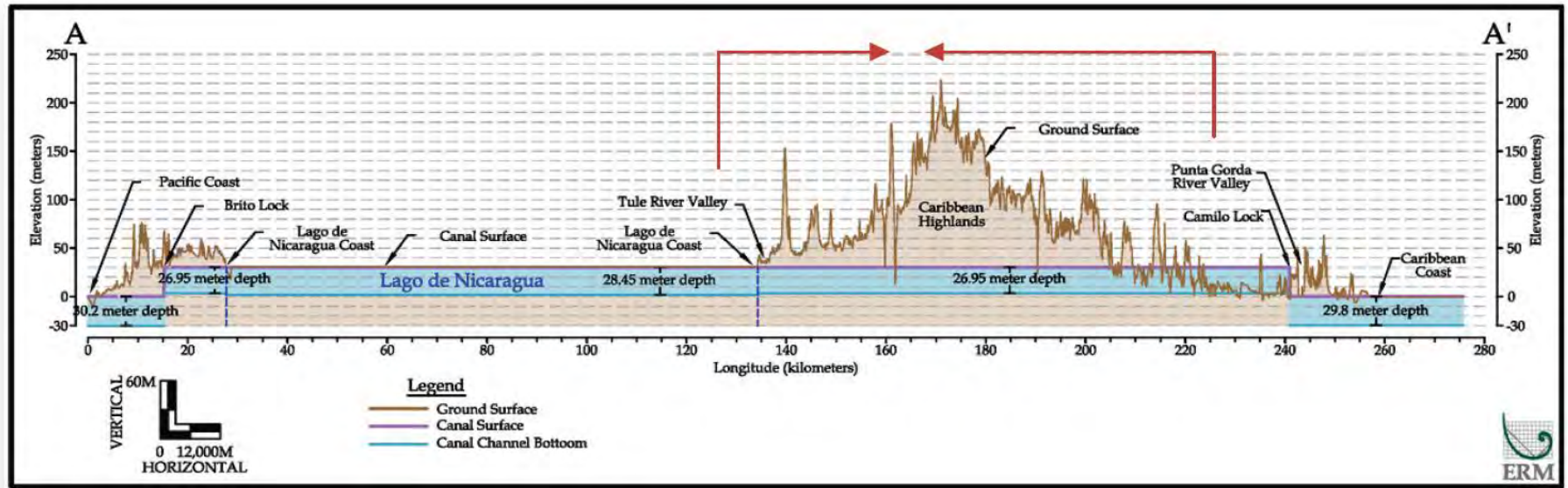
- Aumento en la sedimentación
- La calidad del agua empeora
- Caudales reducidos de agua hacen que baje
- el nivel del lago
- Más consumo de agua por el uso social
- El cambio climático tendrá un impacto mayor en el lago incluso sin el canal

Equilibrio hídrico



- Impacto del Canal en el equilibrio hídrico representa la mayor preocupación
- Con el Canal ,NO habrá USO NETO DEL AGUA DEL LAGO DE NICARAGUA
- El uso de la agua se hace al desviar el agua del Río Punta Gorda hacia el lago
- Con el Canal, se pueden mantener los niveles del agua del lago para reflejar las fluctuaciones de los niveles actuales

Sistema hídrico del Canal

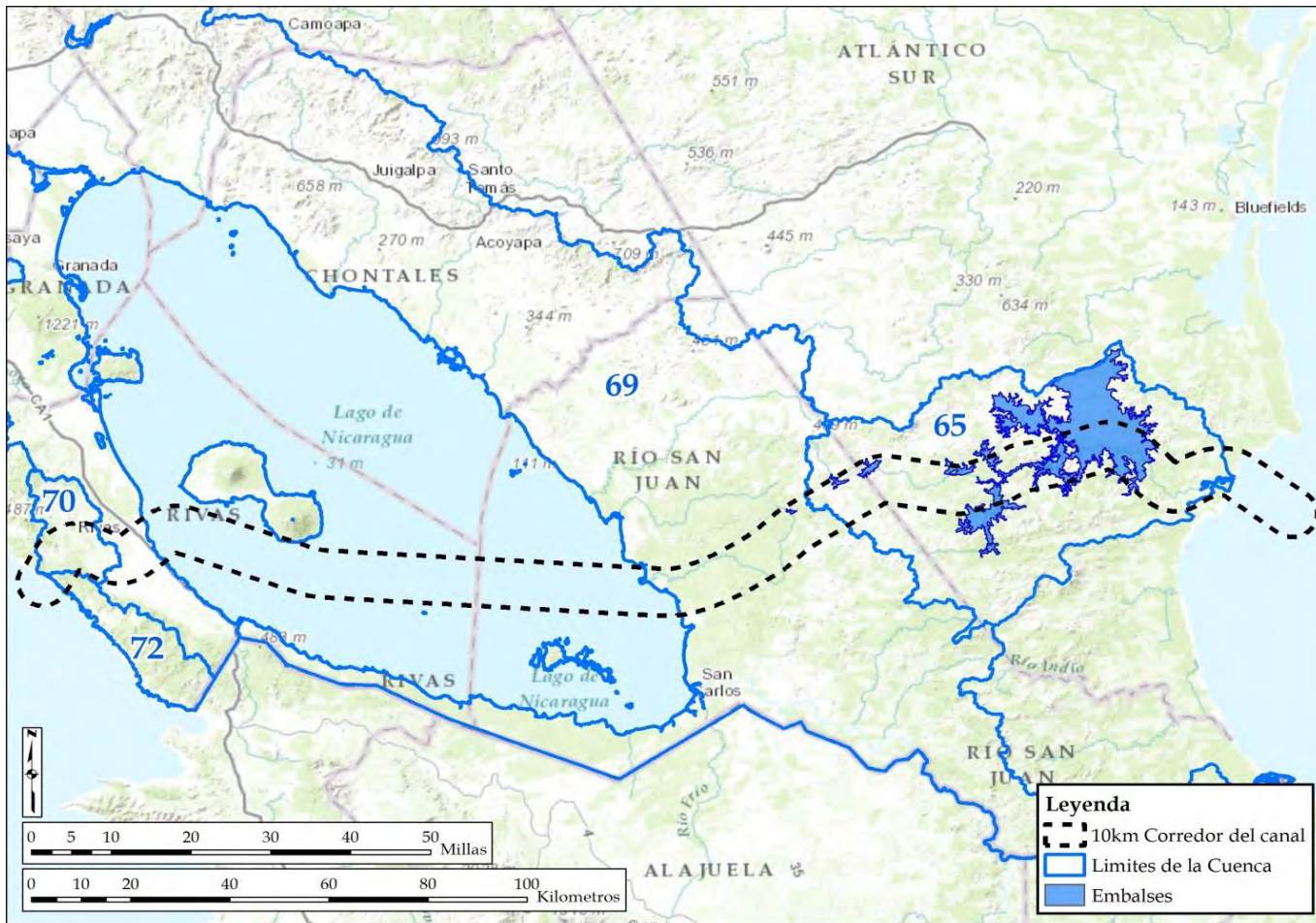


- El Canal utilizará agua de la cuenca Punta Gorda que actualmente fluye hacia el mar Caribe
- La Reserva Agua Zarca almacenará agua adicional para enfrentar el fenómeno de El Niño y el cambio climático
- El agua desviada del este hacia el oeste mantendrá los niveles del agua del lago.

Table 2-2 Lake Nicaragua hydrologic characteristics (source: ERM, 2014)

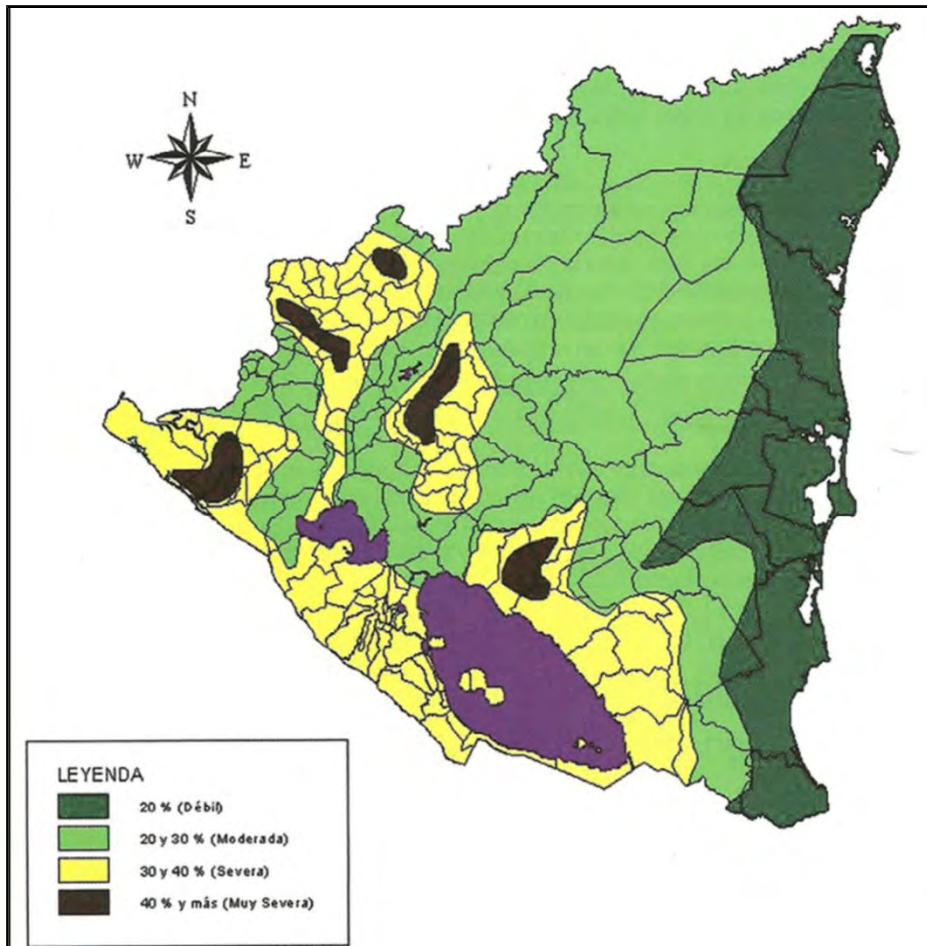
Aspect	Units	Value
Average annual evaporation rate	mm/year	2,389
Average annual precipitation	mm/year	2,229
Calculated total annual outflow	10 ⁶ m ³ /year	12,858
Annual average outflow to Rio San Juan as measured at Loma del Gallo gauge	10 ⁶ m ³ /year	10,358

Cuenca del Río San Juan



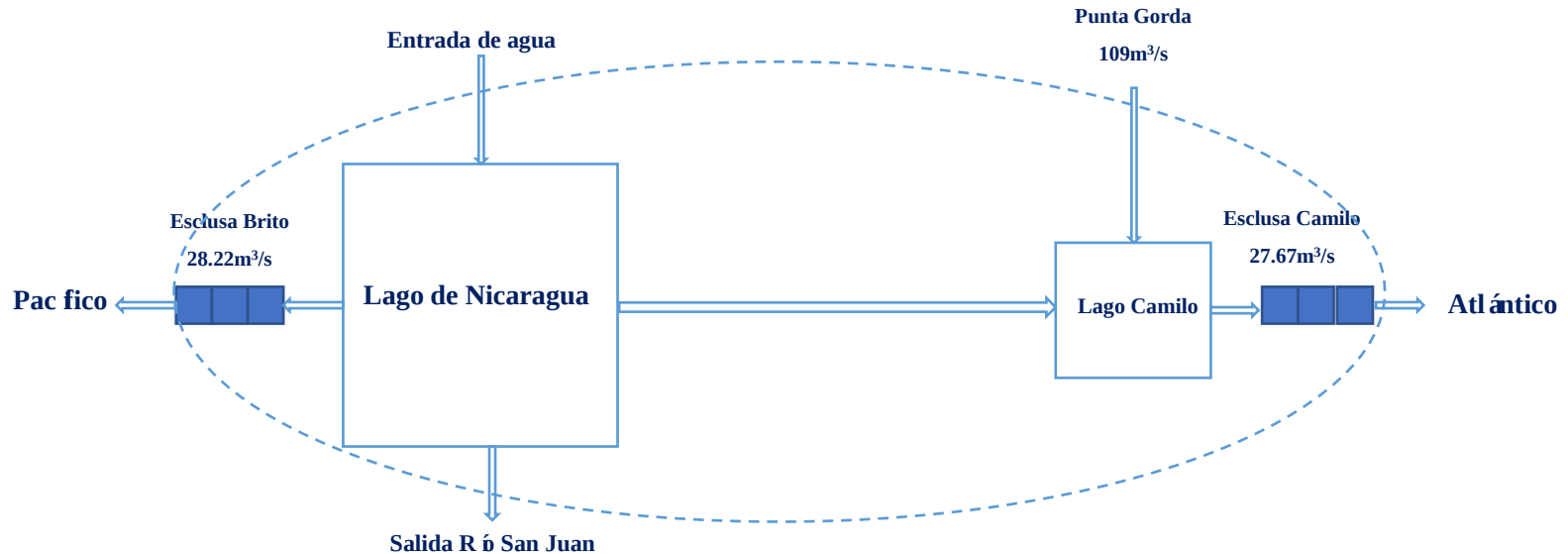
- La cuenca del Río San Juan es aproximadamente la misma que la cuenca del lago
- Con el Canal, se agregará la cuenca del Río Punta Gorda
- Más agua disponible para el control del nivel del lago.

Severidad de la sequía inducida por El Niño



- Sequía de 1972
 - La más grande en la historia; deficit de precipitación del 35%
 - Muy severa en la region norte del Pacífico y la Región Central
- Cambio climático
 - Debido al cambio climático, la precipitación general podría verse reducida en un 15%
- La reserva Agua Zarca proporcionará el agua “compensatoria”

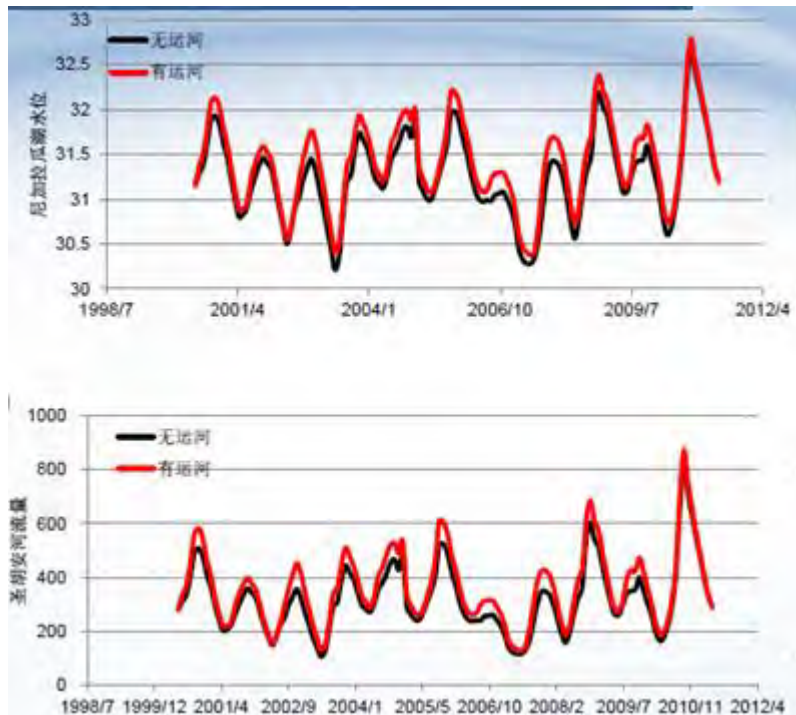
Modelización del Suministro Hídrico



El escurrimiento promedio anual encima de la esclusa de barco Camilo del Río Punta Gorda es de 111 m³/s (2000.1~2012.12). Al remover el uso social y económico de la cuenca, quedan aproximadamente 109 m³/s volúmenes de escurrimientos para satisfacer el funcionamiento de las esclusas de barco del canal. En la estación seca del mes de enero al mes de abril, la tasa de caudal o flujo promedio representa sólo 25.8 m³/s, así que se necesitará utilizar el almacenamiento disponible del lago de Nicaragua y de la reserva Camilo a fin de satisfacer la demanda de las esclusas de barco.

$$W_{T2} = W_{T1} + W_{NLin} + W_{PGin} - W_{NLout} - W_{NC} - W_{Env} - W_{Eco} - W_{ET}$$

Niveles de agua del lago y del Río San Juan



Con el Canal, los niveles de agua y las fluctuaciones reflejarán las condiciones actuales

(3) 尼加拉瓜湖影响分析/Influence Analysis of Lake Nicaragua

尼加拉瓜湖水位 (m)
Water level of Lake Nicaragua (m)

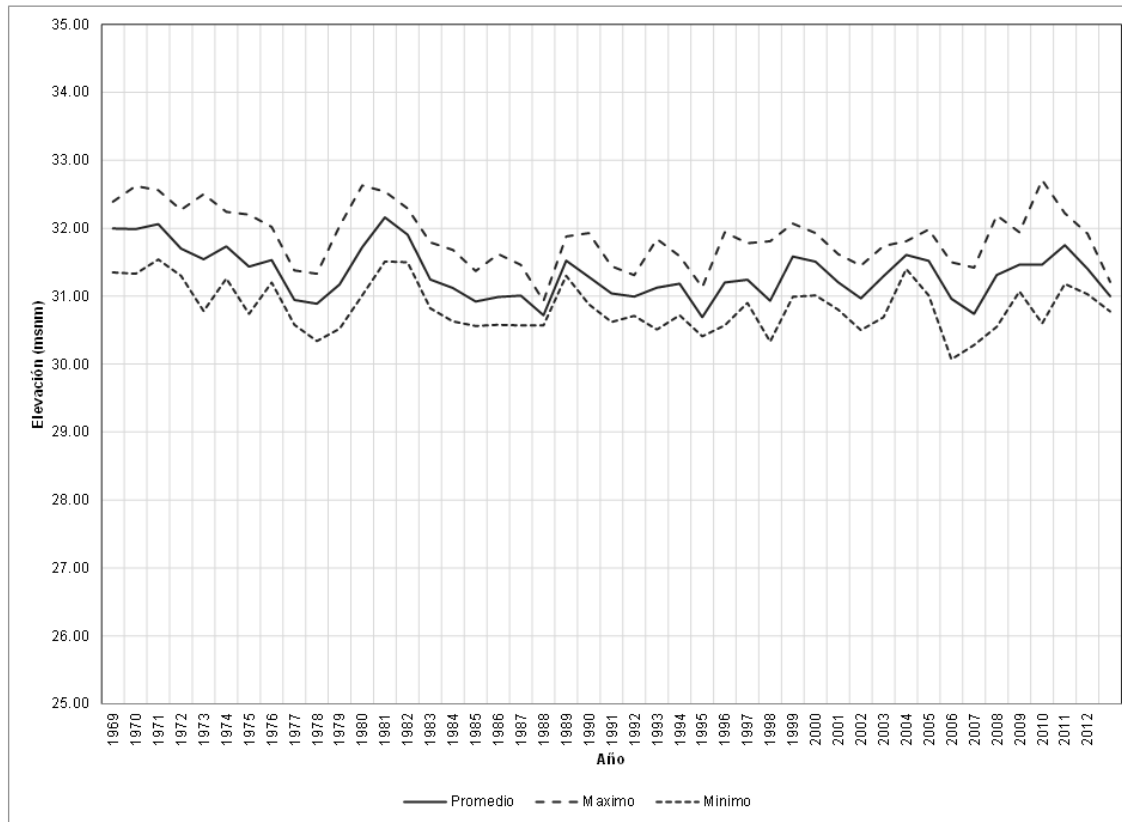
	无运河 original	有运河 With canal	有无对比 comparison
最大 max	32.69	32.8	+0.11
最小 min	30.21	30.38	+0.17
平均 avg	31.26	31.42	+0.16

12/4

圣胡安河流量 (m³/s)
Runoff of San Juan River(m³/s)

	无运河 original	有运河 With canal	有无对比 comparison
最大 max	822	874	+52
最小 min	105	128	+23
平均 avg	319	363	+44

Niveles hídricos históricos del lago



Source: Data from INETER

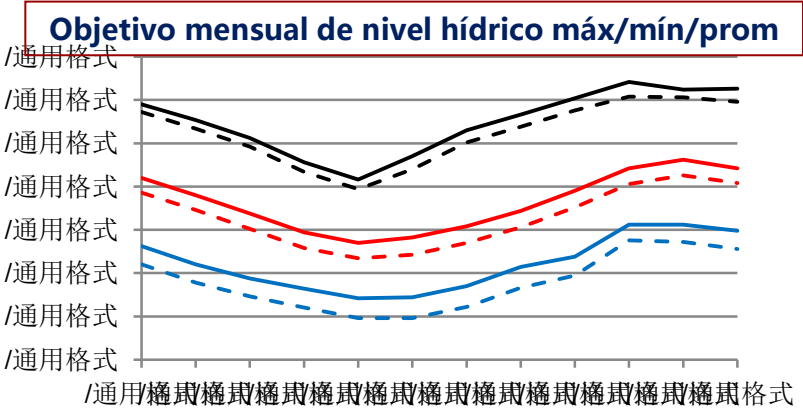
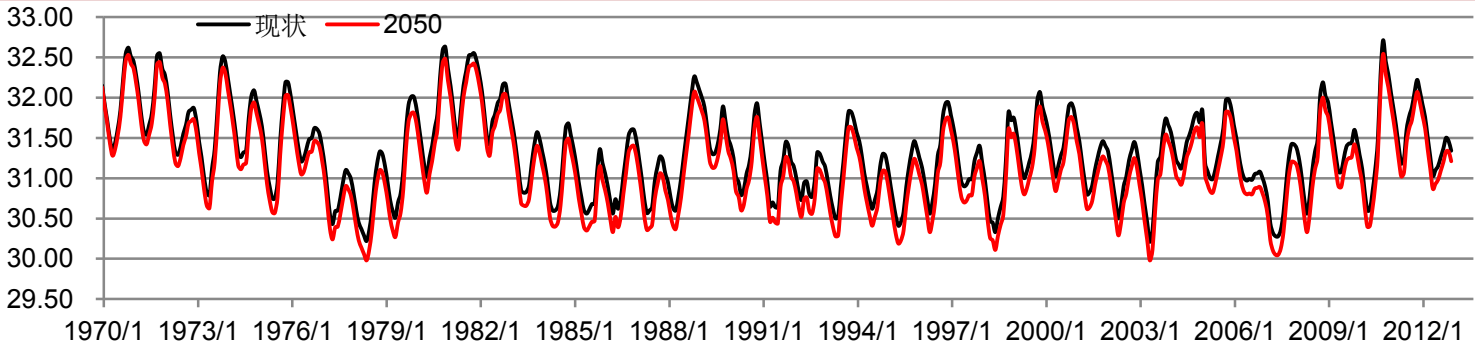
Figure 5.7-46: Lago de Nicaragua Water Surface Elevation (1969-2013)

- Las máximas históricas no excederán en los fenómenos de precipitación alta de manera que no se aumenten los niveles de agua del Río San
- Los niveles de agua se ajustan al liberar el agua para el lavado de sal y caudales ambientales de ríos

Impacto de la demanda de agua social en niveles hídricos – sin Canal

	单位/unidades	2012年	2050年	增加需水量/aumento en requerimientos de agua
人口población	万人（10 miles）	309	394	
用水指标 índice de consumo hídrico	m³/人.年（por persona por） año	300	600	
需水量 demand de agua	亿（0.1 mil millón m³）	9.27	23.64	14.37

Tamando en consideración el incremento del consumo hídrico social y económico, la regulación de series mensuales(1970.1~2012.12) del Lago de Nicaragua se calcula de la siguiente manera.

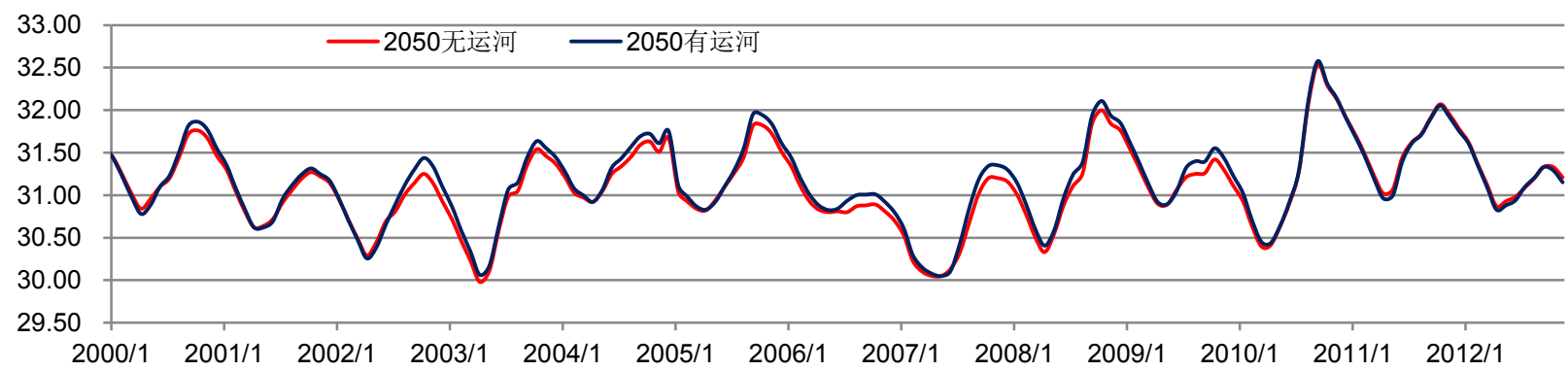


Objetivo de nivel de agua máx/mín/prom

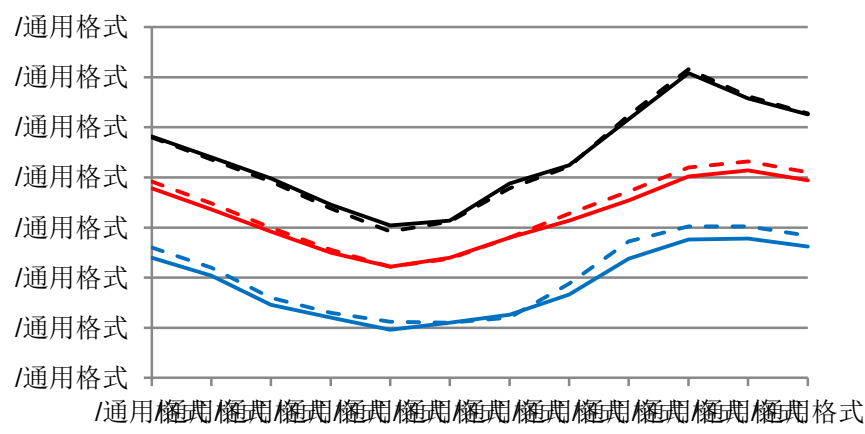
	最大máx	最小mín	平均prom
现状present	32.71	30.21	31.32
2050年	32.54	29.98	31.11
变化change	-0.17	-0.23	-0.18

Impacto de la demanda de agua social en niveles hídricos – sin Canal

Basado en el resultado del cálculo de equilibrio hídrico del Lago de Nicaragua(desde 2000.1~2012.12, tamando en consideración el incremento del consumo hídrico social y económico), se analiza a continuación la influencia que el canal tendría en los niveles de agual del Lago de Nicaragua.



Comparación entre el nivel hídrico máx/mín/prom en cada mes



Comparación entre nivel de agua máx/mín/prom

	最大máx	最小mín	平均prom
无运河	32.54	29.98	31.11
Con canal			
有运河	32.58	30.05	31.17
Sin canal			
增加	+0.04	+0.07	+0.05
Aumento			

Diseño de tina de ahorro de agua



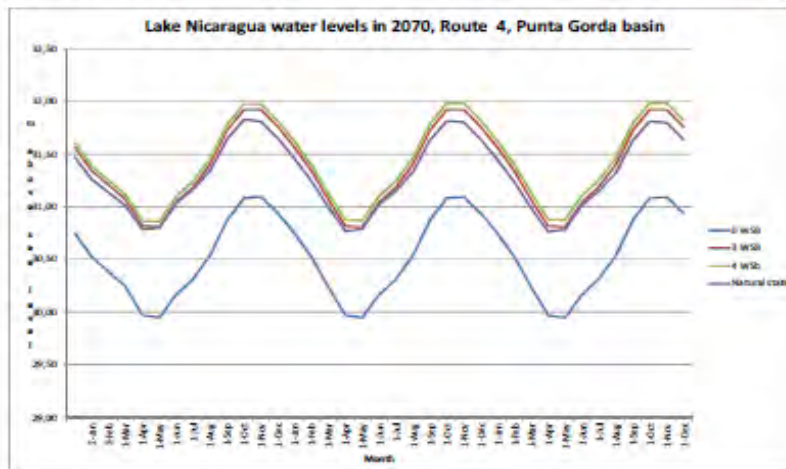
- 3 tinas de ahorro de agua por cámara de esclusa requerida
- 60 % menos consumo de agua que sin tinas de ahorran agua (WSBs)

Fenómenos de El Niño

Extreme event (El Niño) with canal with full gravity-driven natural inflow from Atlantic basins

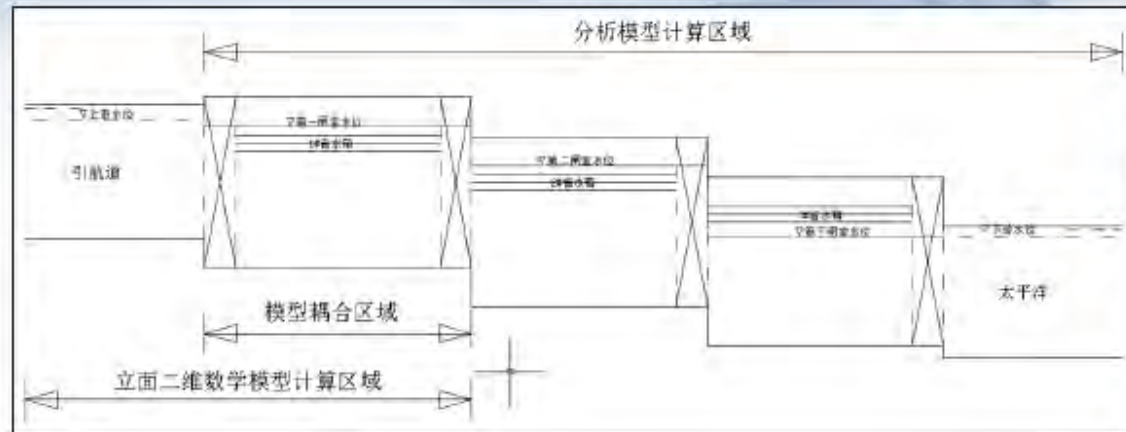
- Balance model, Route 4

	Equilibrium levels 2070			
Lock configuration	0 WSB	3 WSB	4 WSB	Natural State
Water use [m ³ /s]	190.3	76.1	63.4	0
Eq. level [masl]	30.54	31.38	31.44	31.31
Min. level [masl]	29.95	30.81	30.88	30.76
Ave. delta level [m]	-0.77	0.07	0.13	0.00
Max. delta level [m]	-1.36	-0.50	-0.43	-0.54
Ave. surface area [km ²]	6717	8447	8581	8274
Q average San Juan [m ³ /s]	160	339	357	319

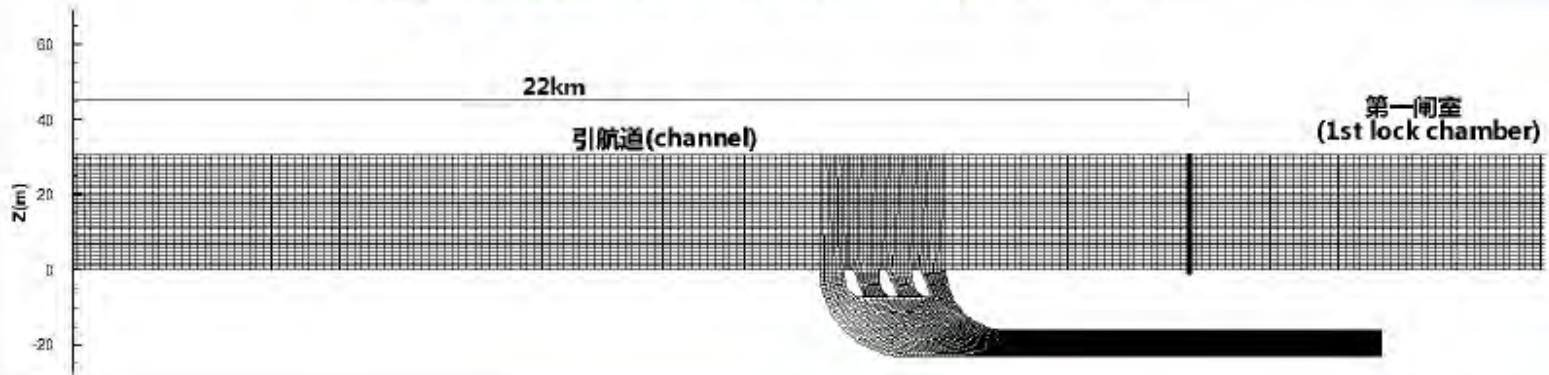


- 3 estanques con ahorro de agua
- El estudio SBE no muestra impactos de niveles hídricos significativos de un fenómeno de El Niño

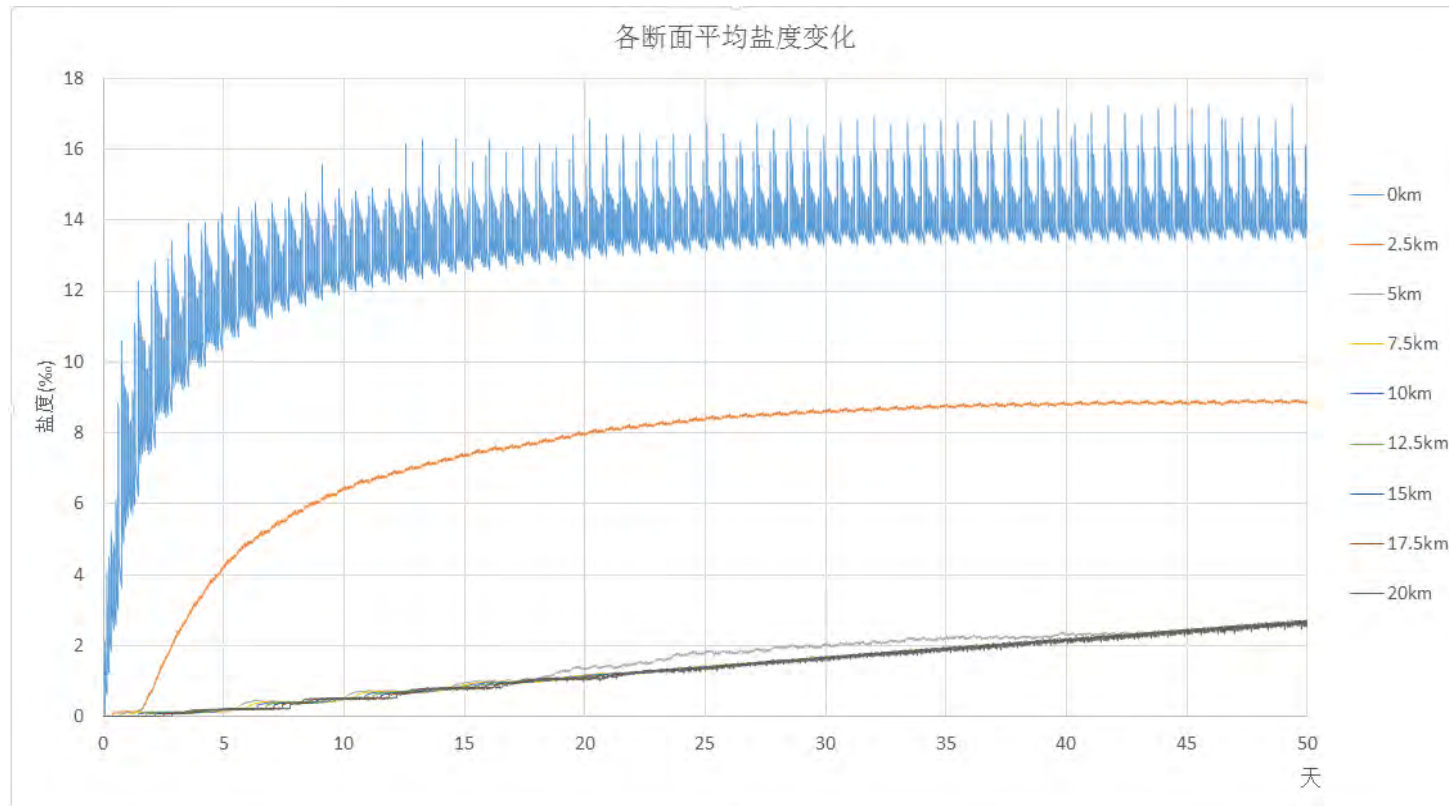
Modelización de intrusión salina – modelo de cálculo



垂面二维模型/ vertical 2D mathematical model

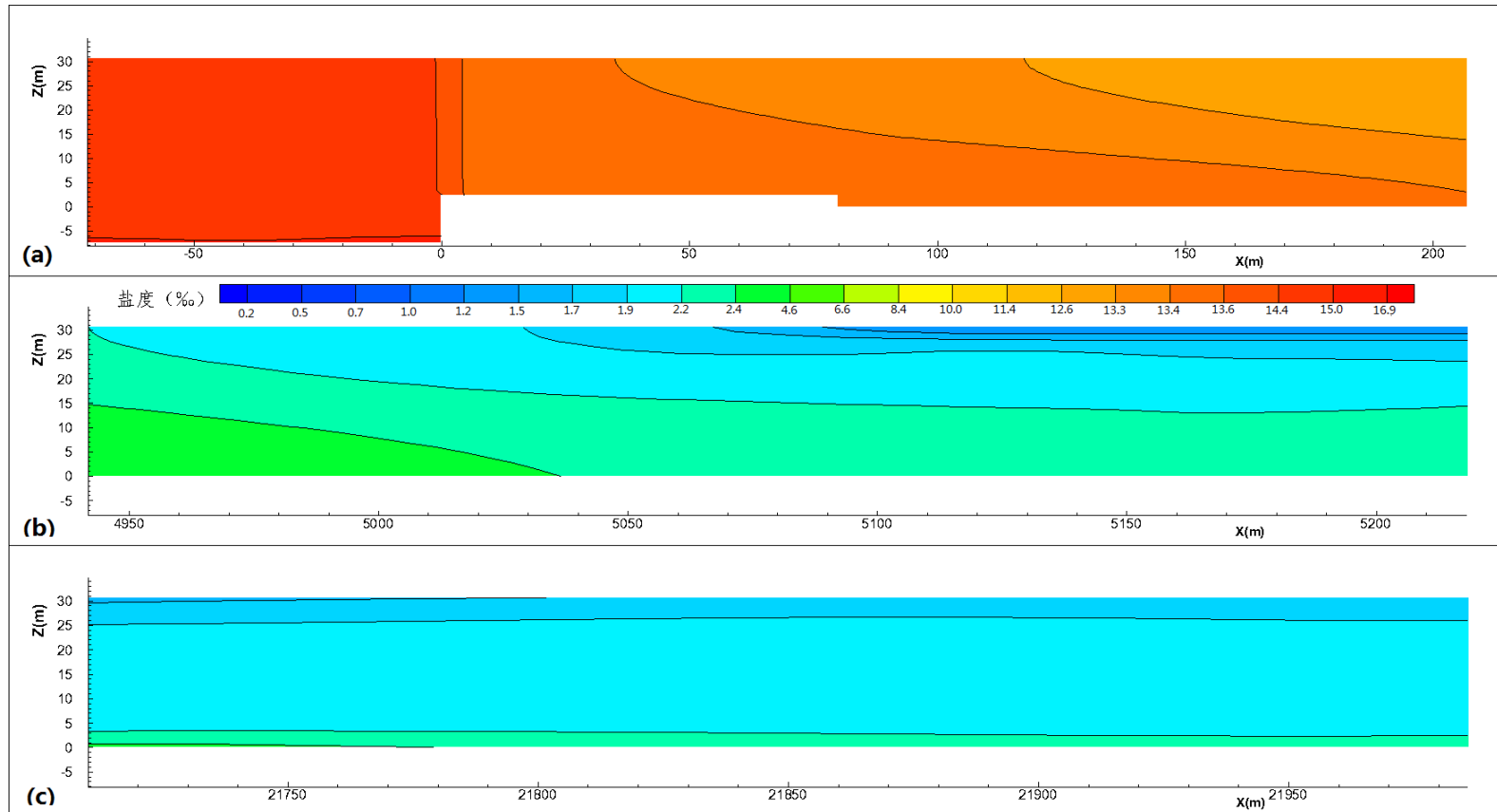


Modelización de intrusión salina – sin mitigación



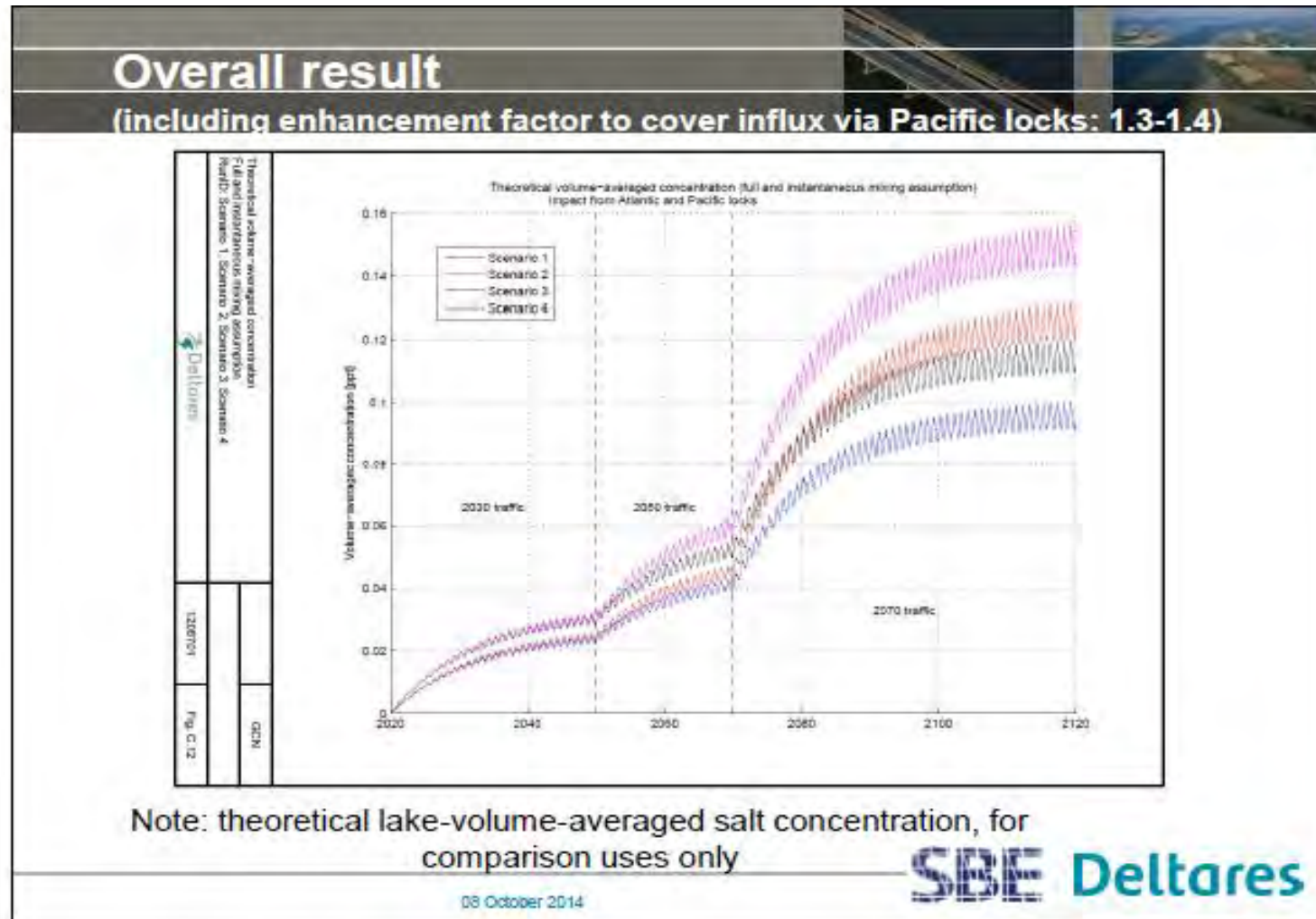
- Simulaciones de ChangJiang muestran que la salinidad significativa aumenta durante los primeros 10 días
- La salinidad se estabiliza a partir de los 40 días
- A los 5 kms aguas arriba el aumento de salinidad es mínimo
- A los 5 kms aguas arriba se estabiliza la salinidad en 2.0‰ después de 37 días

Modelización de intrusión salina - distribución



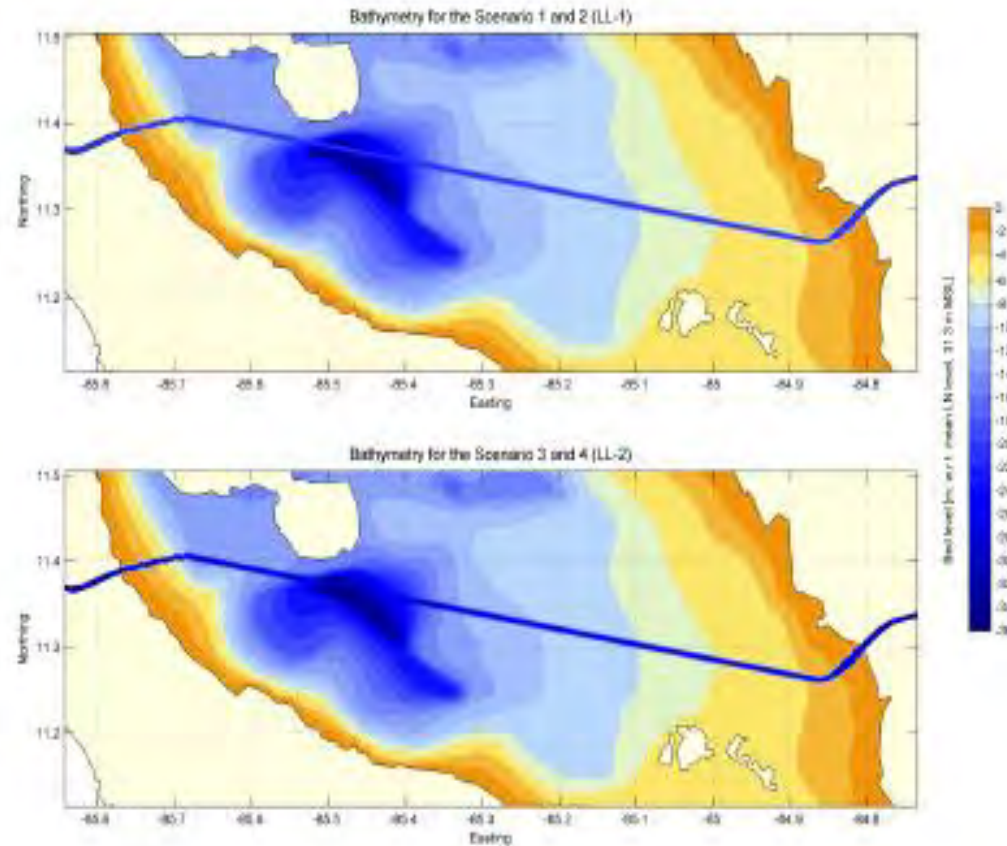
5 kms aguas arriba, la sal se asienta en el fondo

Modelización de intrusión salina – sin mitigación



Impacto del volumen de tráfico aumentado (2030, 2050, 2070)

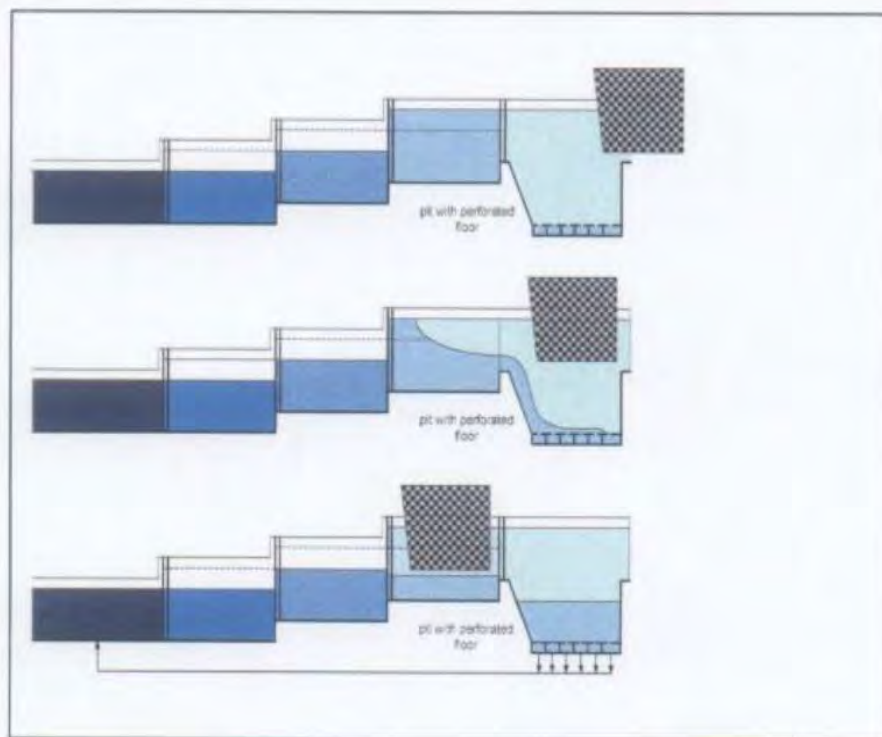
Modelización de intrusión salina



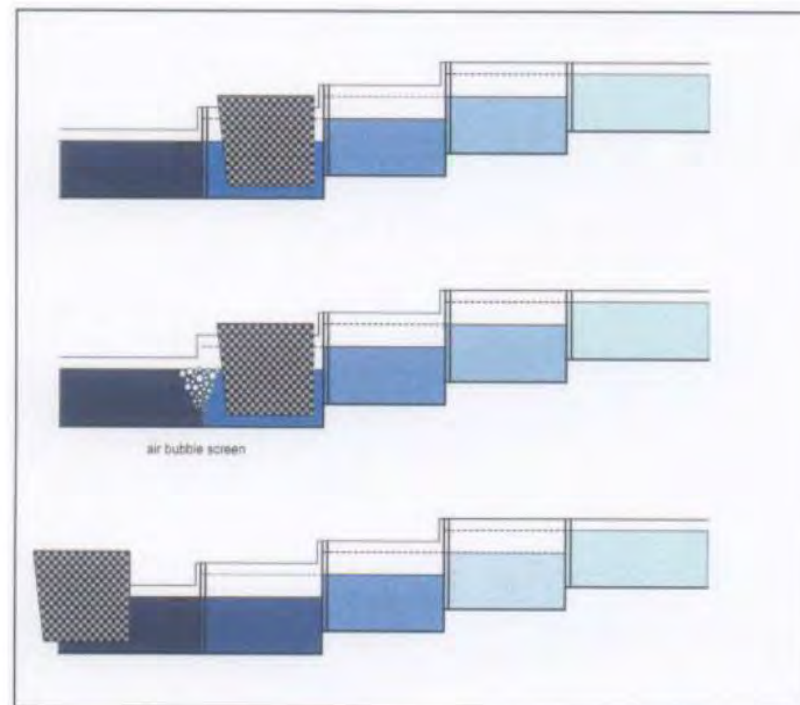
SBE Deltares

- Mayores concentraciones alrededor de áreas de entrada
- Las secciones más profundas recibirán más del agua salada más pesada
- “Puntos fuertes” de sal (en el Canal y el lago)

Medidas de Mitigación de Salinidad - alternativas



Flushing of salt water from pit with perforated floor

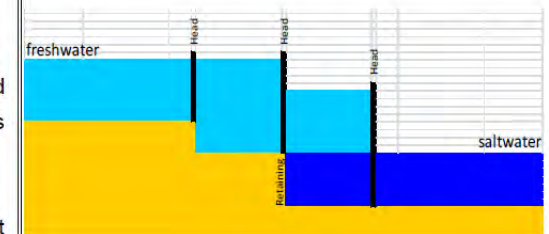
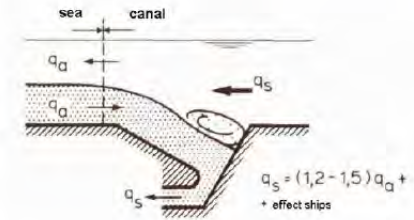


Pneumatic barrier at the entrance to lower and upper lock chamber

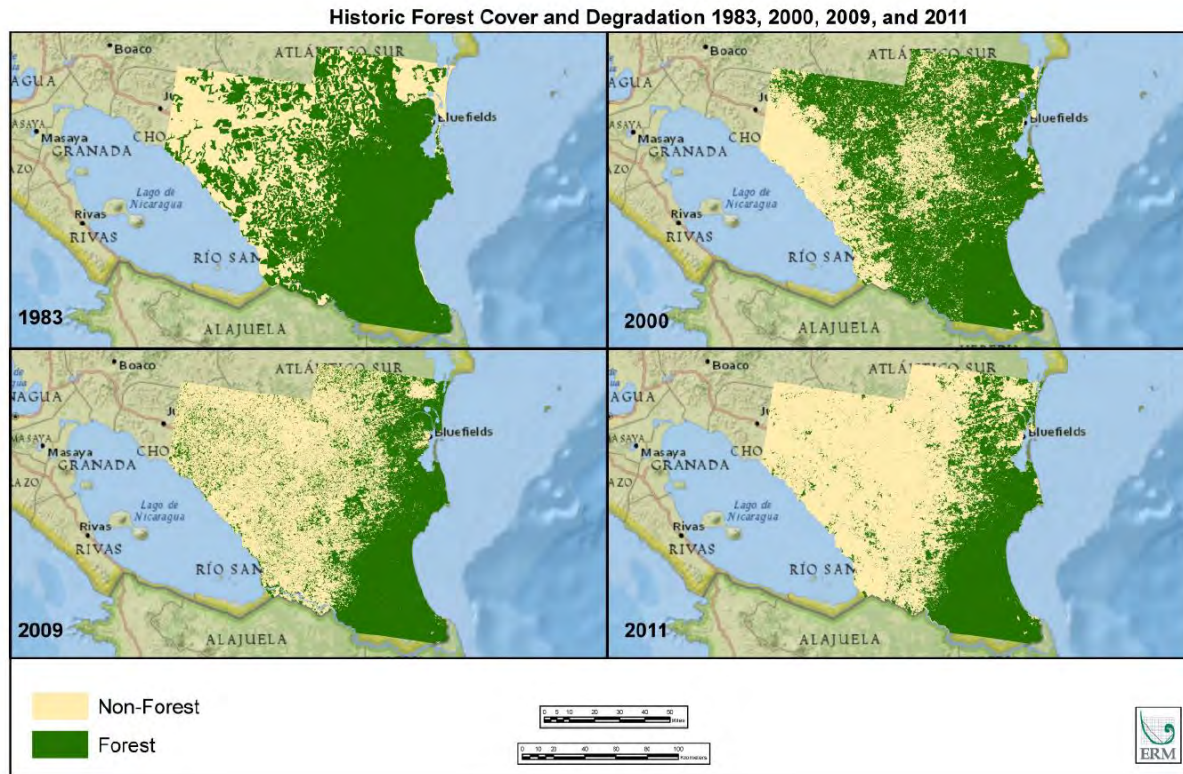
Efectividad de medidas potenciales de mitigación

Medidas de Mitigación de Salinidad - alternativas

measure	Effectiveness of prevention of salt intrusion	range	remarks
Flushing collected water, selective withdrawal	Good effectiveness	Salt intrusion max 20 – 30% of upper lock chamber content above the level of the upward step in the bottom (1008 kg/m³, brackish water) Freshwater loss = 180 - 220% of lock chamber content. idem If combined with pneumatic barrier: salt intrusion max 15– 20%; about same freshwater loss.	Probably no time loss. Result very much depends on a well-designed and well-operated flushing system.
Retaining wall concept	High effectiveness	Salt intrusion 5 – 15% of (double head) lock chamber content (1024 kg/m³, salt water) Freshwater loss = 10 – 20% of (double head) lock chamber content.	Probably no additional time loss for a single passing vessel, but the frequency of lockages of lower lock will be lower. Forces on vessels need attention (pneumatic barriers are advised) Still requires significant efforts in development and for verification of feasibility.



Sedimentación – temas de pérdidas forestales



- Sin el Canal, la sedimentación aumentará por el desmonte de tierra
- En los últimos 30 años, la cuenca del Lago de Nicaragua ha perdido mucho su cobertura forestal debido a la crianza de ganado y a la agricultura.
- Esto y las pendientes de la cuenca aumentan el escurrimiento y la erosión del suelo.
- El Banco Mundial (2013a) estima 13.3 toneladas de sedimento generadas por hectárea
- Mayor erosión y escurrimiento provocan mayor carga de nutrientes en el lago

Sedimentación – cargas de sedimento riverero



- Actualmente los ríos que desembocan en el lago todos llevan grandes cargas de sedimentos
- Sin Canal, seguirá la sedimentación del lago

Sedimentación – problemáticas



- Hoy por hoy, el lago enfrenta serios problemas de sedimento
- El sedimento destruye la vida animal y vegetación
- El sedimento reduce la penetración de la luz solar

Sedimentación – circulación hídrica en el Lago de Nicaragua

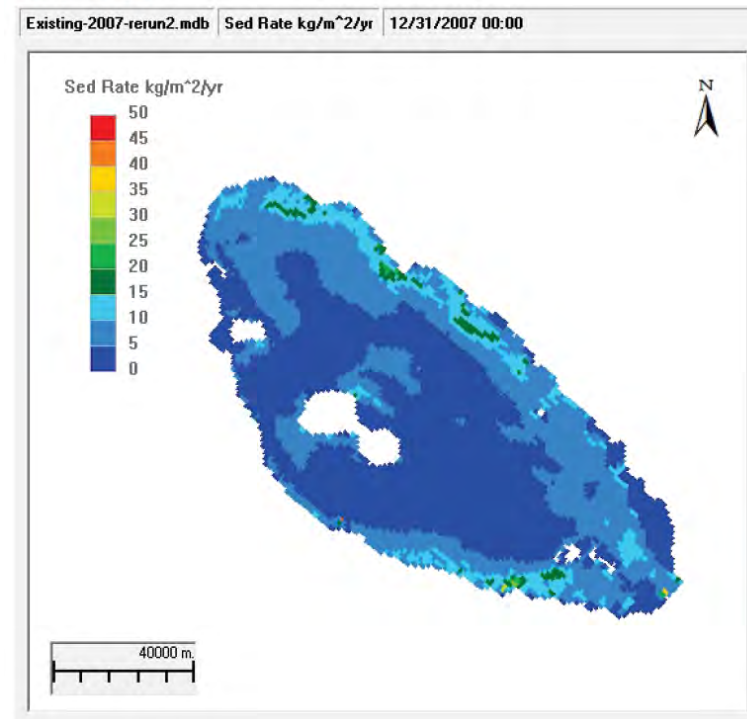


El patrón natural de circulación norte–sur empuja el sedimento hacia la parte sur del lago

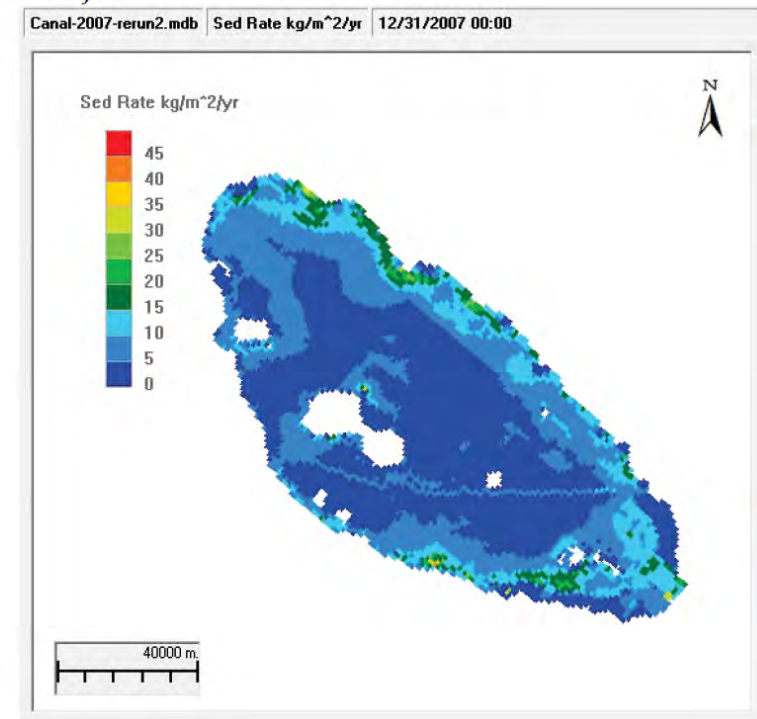
Sedimentación – con el Canal

Figure 4-12 Net sedimentation rate on Dec 31, existing and with project

Baseline

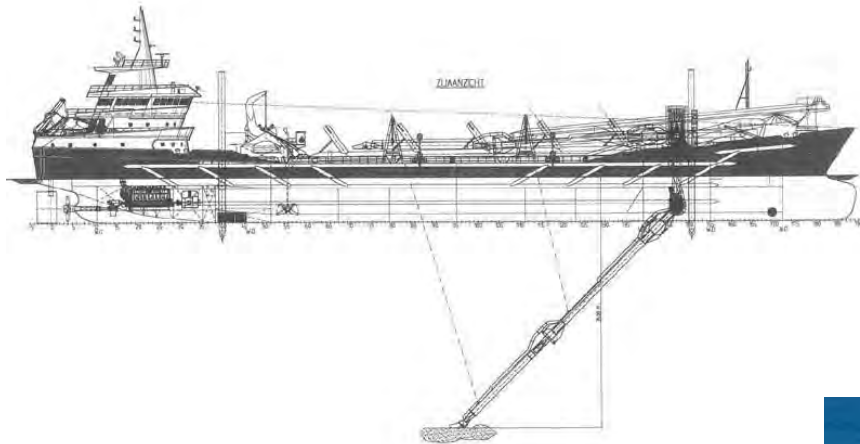


Project



- El Canal no aumentará la sedimentación del lago
- Con el Canal, se reducirá la sedimentación debido al programa de reforestation

Excavación en el lago – equipos



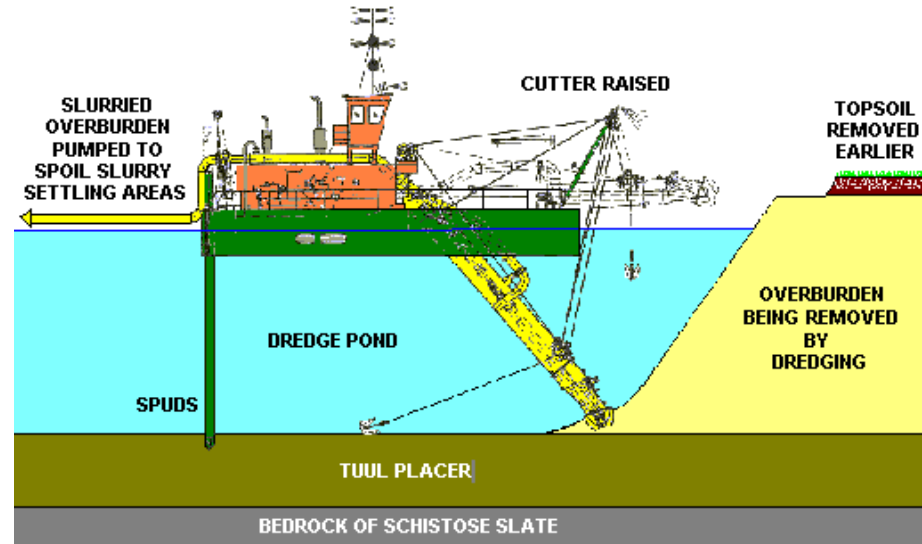
- Moderno remolque de succión tolva draga
- Aspira el material hidraúlicamente hacia el barco para el transporte

- Barco descarga el material para formar una isla

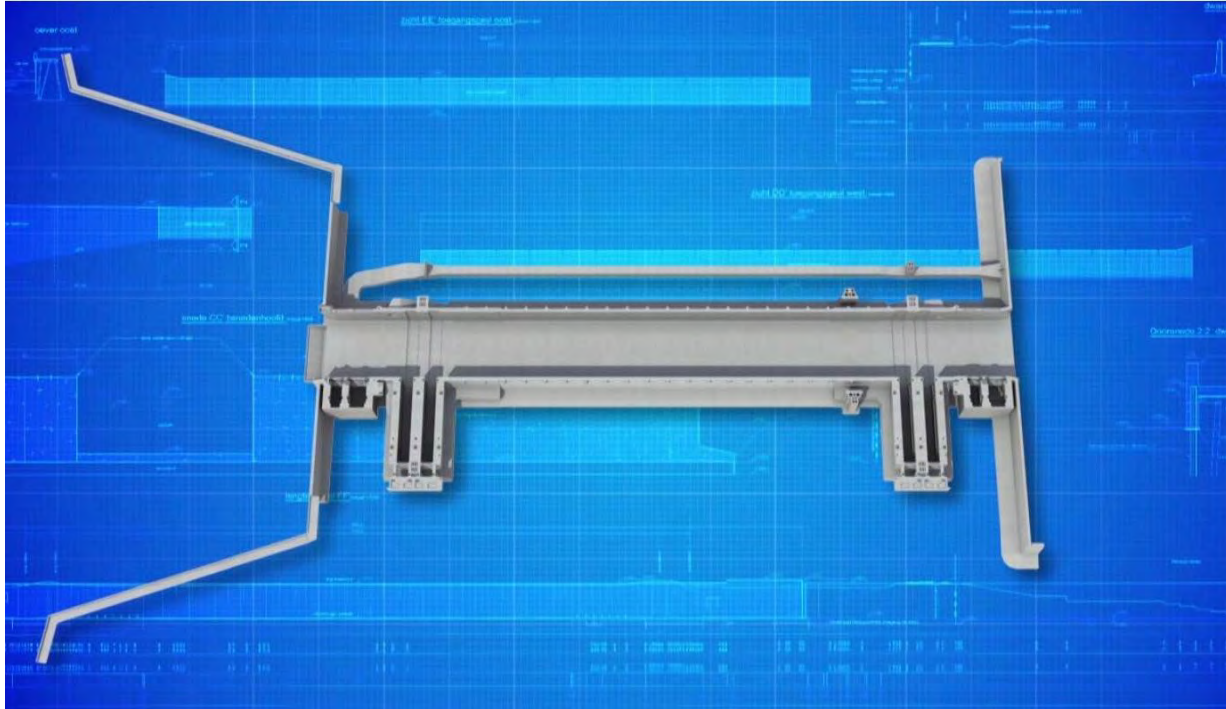


Excavación en el lago - sin voladuras

Modernas dragas cortadoras pueden excavar roca suave con dureza de 40.

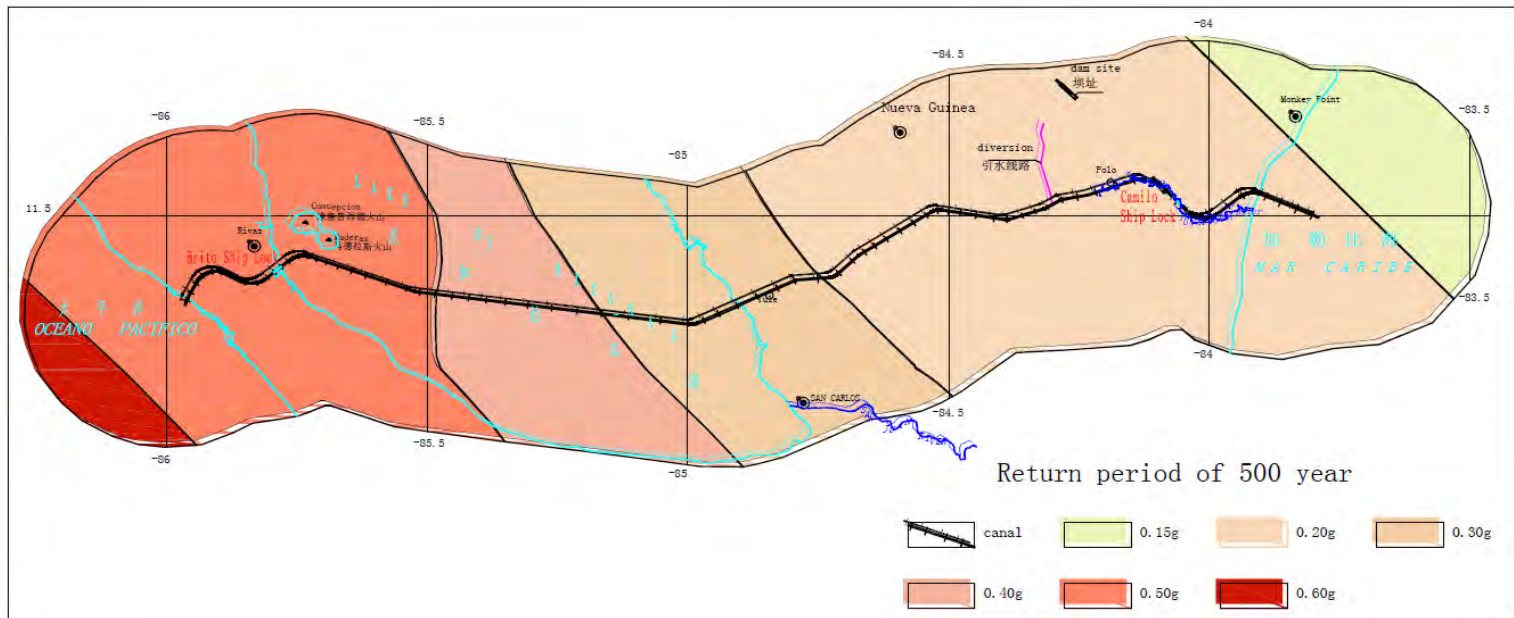


Riesgos de las esclusas – diseño



- Esclusas diseñadas para acontecimiento de riesgo catastrófico para 1 en 10,000 años
- Diseño sísmico en relación a la mejor práctica mundial
- Tecnología probada

Riesgos de esclusas – Terremoto



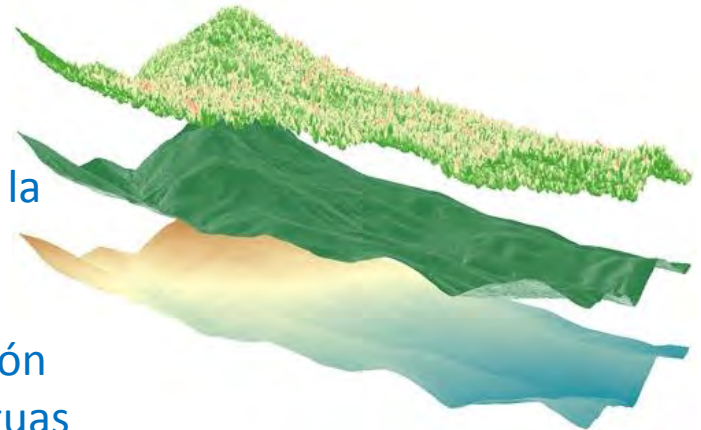
Mapa de zonificación de aceleración máxima de terreno horizontal en la probabilidad excesiva del 10% en 50 años a lo largo del Canal.

- Los eventos sísmicos constituyen el mayor riesgo
- La parte oeste del Canal está en la zona más sísmica

Levantamiento topográfico – LiDAR



- El escaneo del radar LiDAR “ve” debajo de la vegetación
- Niveles de superficies muy precisos
- Puede hacer un mapa del tipo de vegetación
- Puede hacer una batimetría del lago en aguas poco profundas
- Puede indicar aguas subsuperficiales

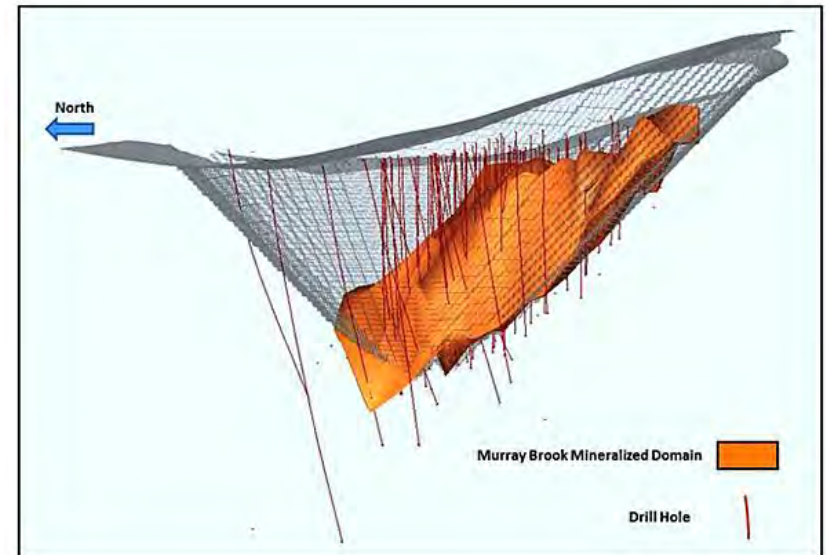


Levantamiento – geofísico magnético



- Puede describir el material que se va a excavar
- Localizará el material duro
- Puede identificar áreas con alto riesgo de licuefacción

- El levantamiento magnético detectará distintas condiciones del material en el terreno

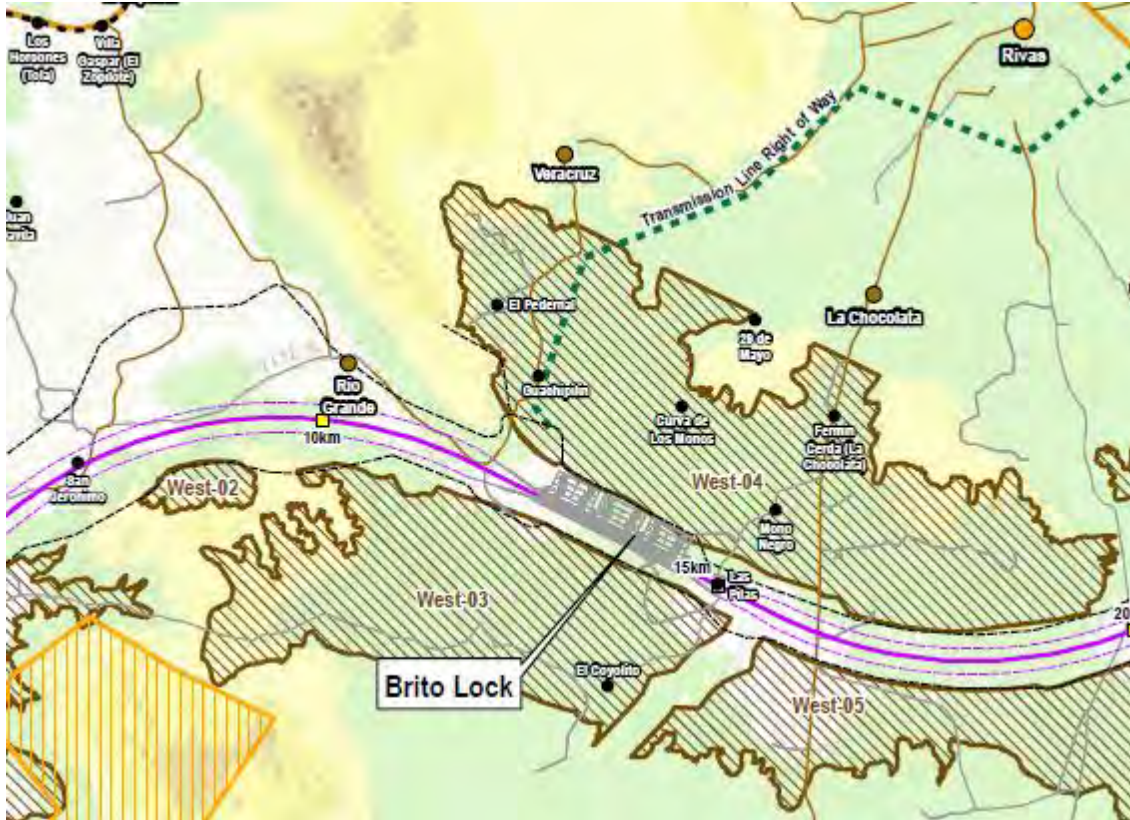


Investigación de campo – perforaciones



- Los datos de perforación es lo más exacto
- Programa de perforación que se emprenderá durante la extensión del proyecto

Esclusas – Esclusa Brito



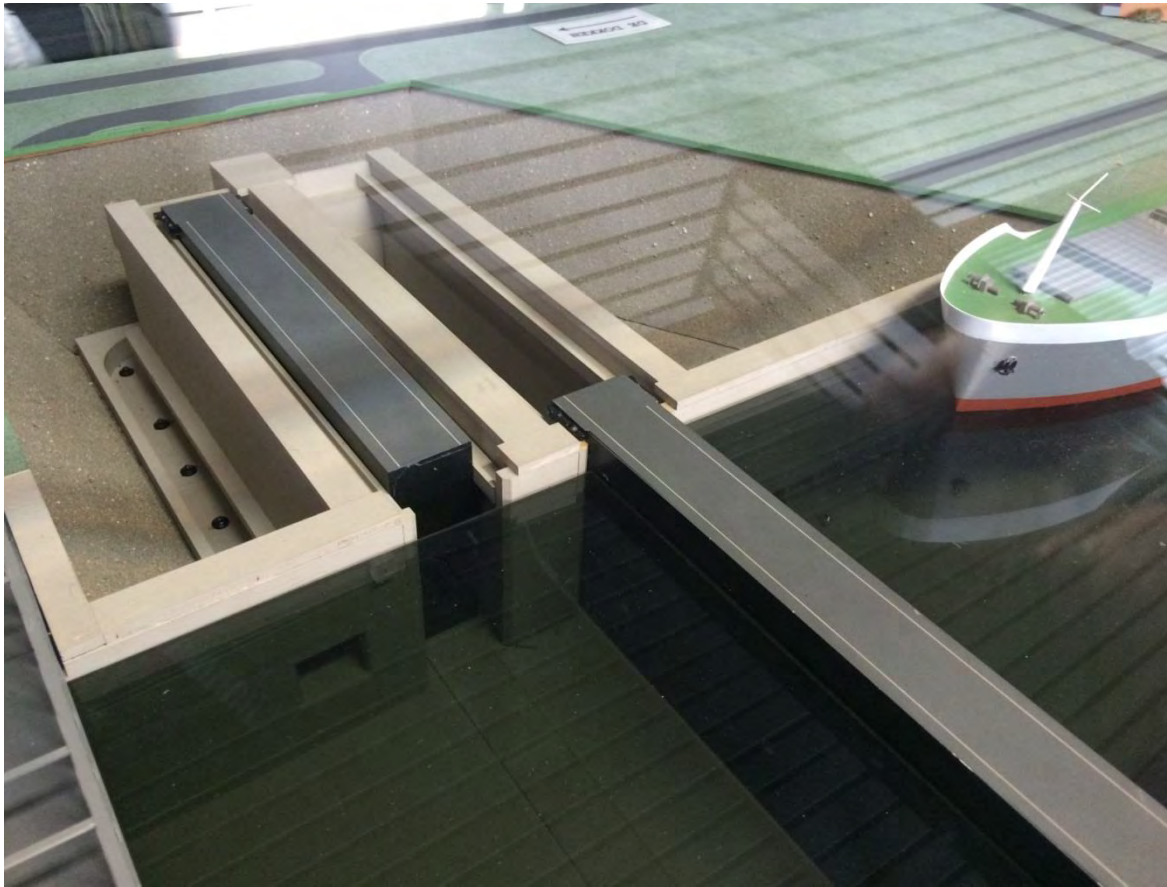
- La esclusa se localiza a 13 kms tierra adentro para minimizar riesgos de sismos y tsunami
- Mejores condiciones de la base
- Reducida inundación de tierra por peso

Esclusas – Esclusa Camilo



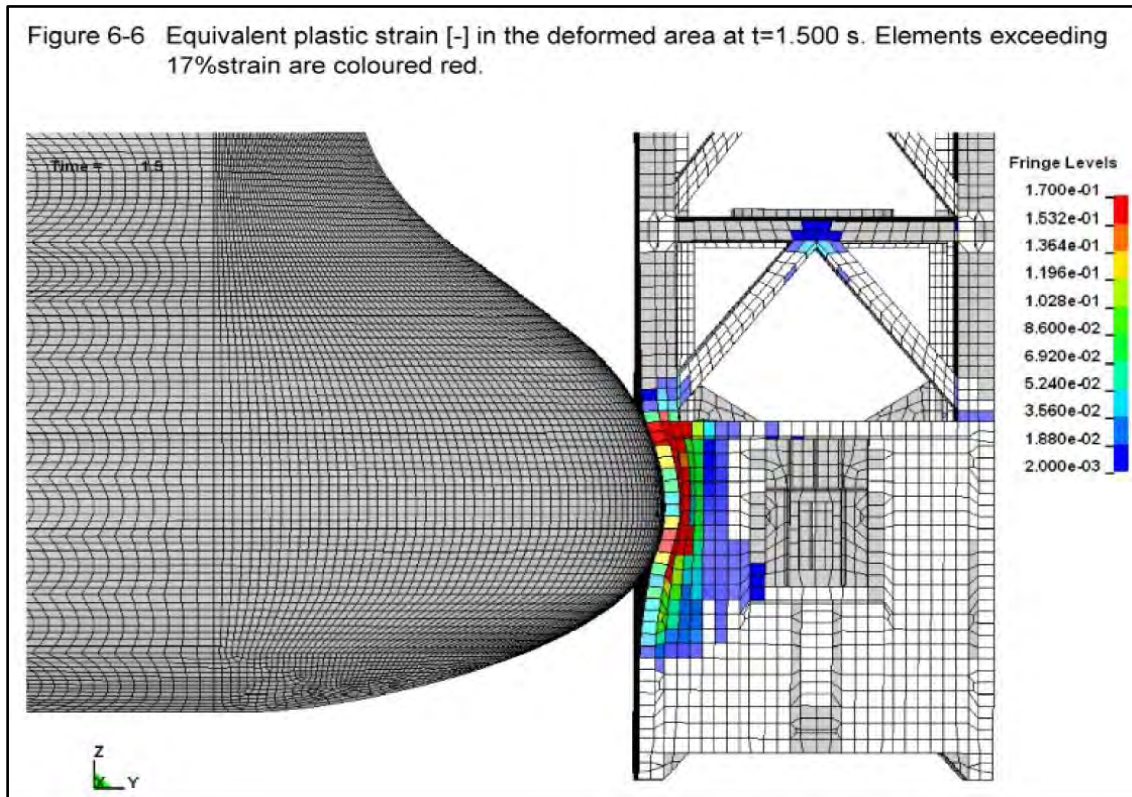
- Se investigan dos ubicaciones alternativas
- Con el objetivo de minimizar el impacto ambiental y aumentar la seguridad

Esclusas – Diseño de Compuerta



- “ Compuertas Rodantes”
seleccionados por la mejor calidad
- Compuertas dobles
proporcionan un respaldo en caso de colisión de barcos
- Se puede vaciar la esclusa para el mantenimiento

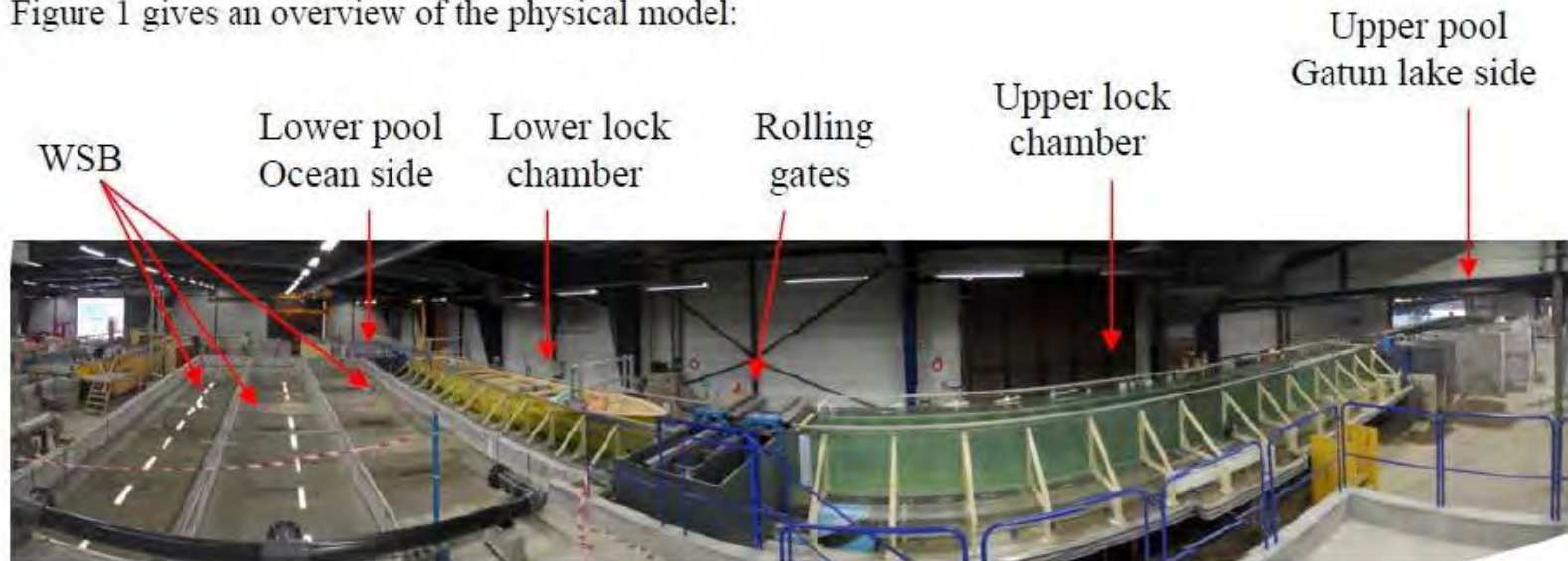
Esclusas – Diseño de Compuerta



- Colisión de Bulbo de proa
- Compuertas diseñadas para soportar el impacto de un barco
- Pero se mantienen compuertas dobles para mayor seguridad y disponibilidad

Esclusas – Modelización Física

Figure 1 gives an overview of the physical model:



- two (2) lock chambers, identified as upper & lower chambers,
- three (3) WSBs associated with the lower lock chamber,
- one (1) 250 m long fore bay (Gatun lake side),
- one (1) 400 m long tail bay (ocean side).
- all the elements (culverts, conduits, ports, valves, etc.) of the F/E system as proposed in the tender design,
- the double set of rolling gates and their recesses on every lock chamber.

Modelización física utilizada para confirmar/respaldar las simulaciones matemáticas

Riesgo con Derrame de Materiales Peligrosos



- Fuga o derrame de material tóxico y petróleo en el lago exige planes de contingencia
- El flujo de corriente predecible en el Lago de Nicaragua ayuda en la contención y limpieza

Derrame de materiales peligrosos – mitigación de riesgo por gestión

- Identificar peligros en las operaciones
- Reducir riesgo con el diseño inherente
- Estaciones de emergencia en ambos lados del lago a fin de agilizar la recuperación
- Equipos de rescate bien entrenados y equipados
- Plan de manejo de crisis con simulacros constantes
- Mejorar el control y la vigilancia de barcos de alto riesgo
- Derecho a rechazar barcos que no cumplen nuestros estándares de seguridad

Derrame de materiales peligrosos –mitigación de riesgo por operación



- Áreas de cuarentena
- Zonas amortiguadoras
- Unidades de respuesta rápida
- Puntos de acceso para emergencias
- Control de fugas o derrames
- Contra incendios
- Fuerza de seguridad especial
- Sistema de alertas contra desastres
- Sistema de gestión de seguridad

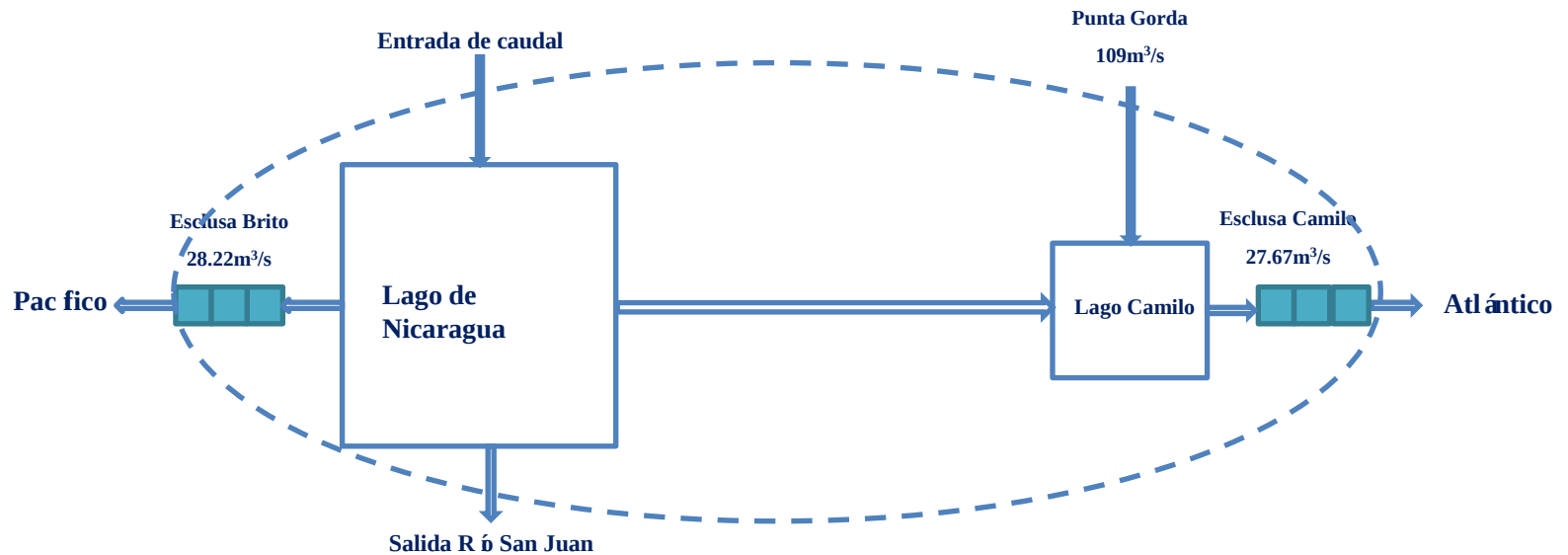
Sistema de gestión de activos basados en riesgos

- Sistema de gestión de activos ISO55000 utilizado
- Evaluación de riesgos aplicada desde el funcionamiento hasta el diseño y construcción para mitigar riesgos
- La mayoría de los riesgos mitigados por el diseño inherente con riesgos residuales controlados por procedimientos de operación
- Proceso de verificación y validación independiente empleado para asegurar la comisión por gestión de activos, como se designa
- Diseño seguro contra el fallo adoptados para problemas críticos en la seguridad
- Estudio de seguridad exigidos para un bien crítico en la seguridad como la esclusa
- Mantenimiento centrado en la confiabilidad adoptado

Estudios adicionales – Levantamiento Aéreo



Estudios adicionales – Balance hídrico



Estudios adicionales – Manejo de salinidad

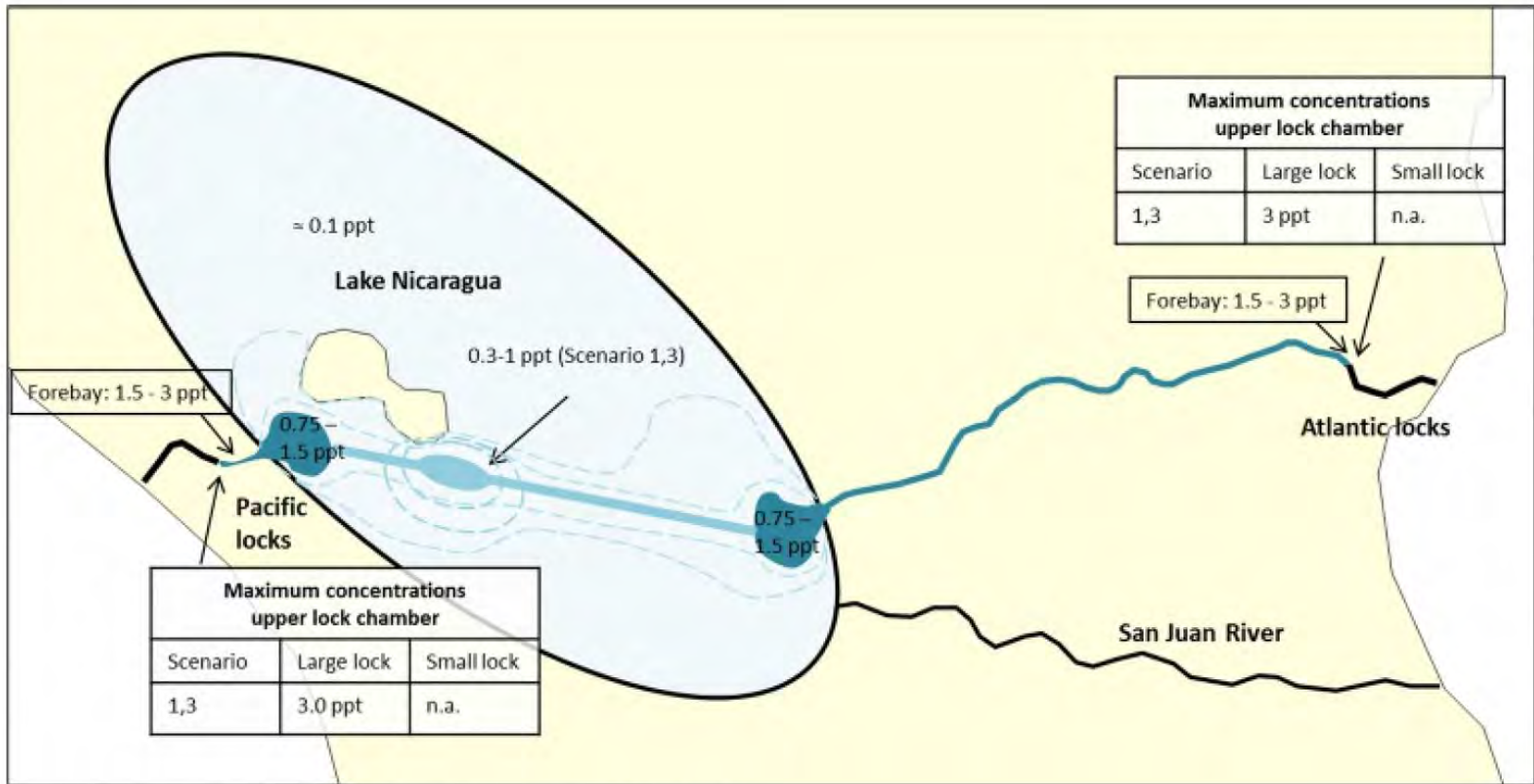
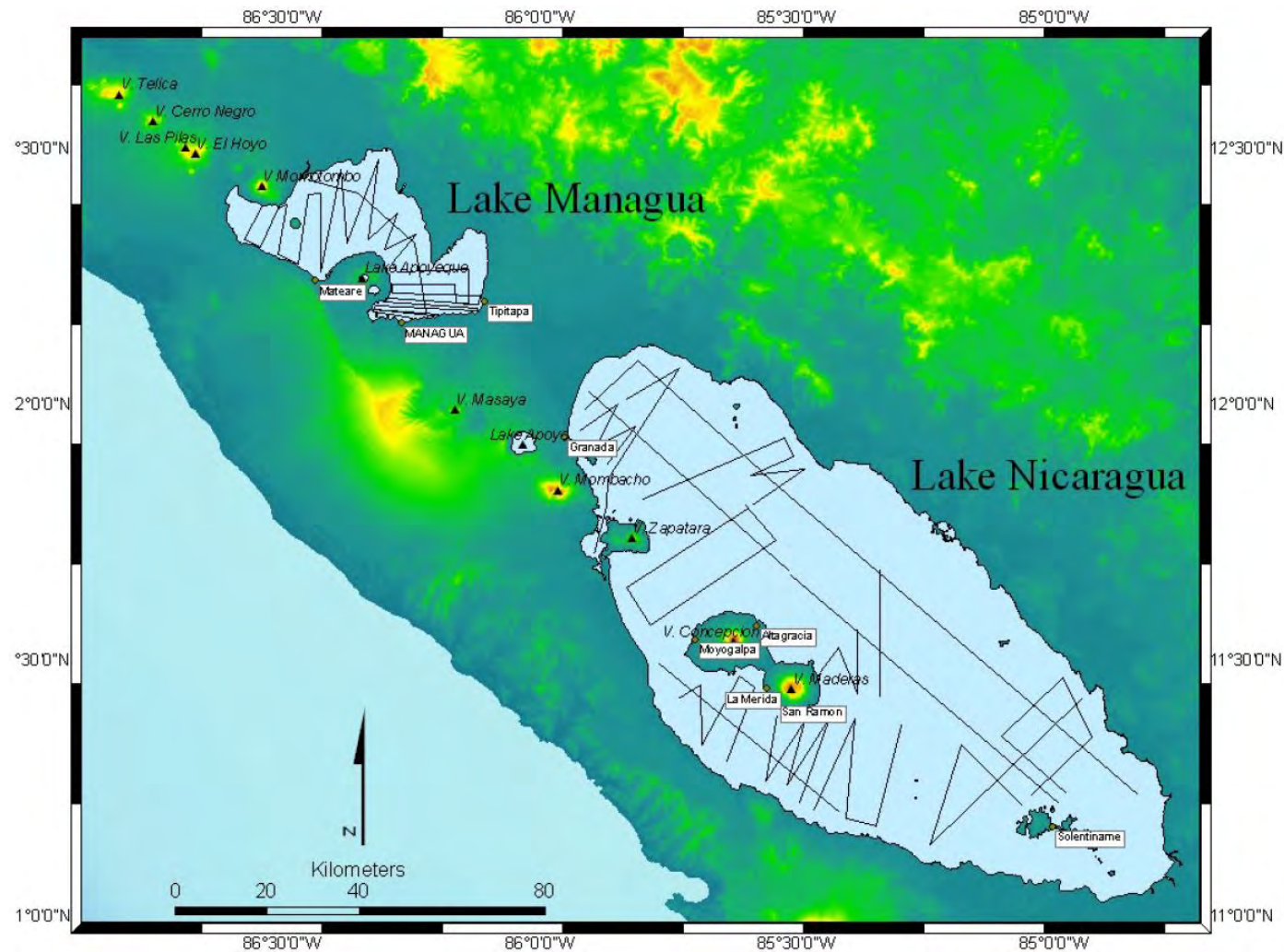
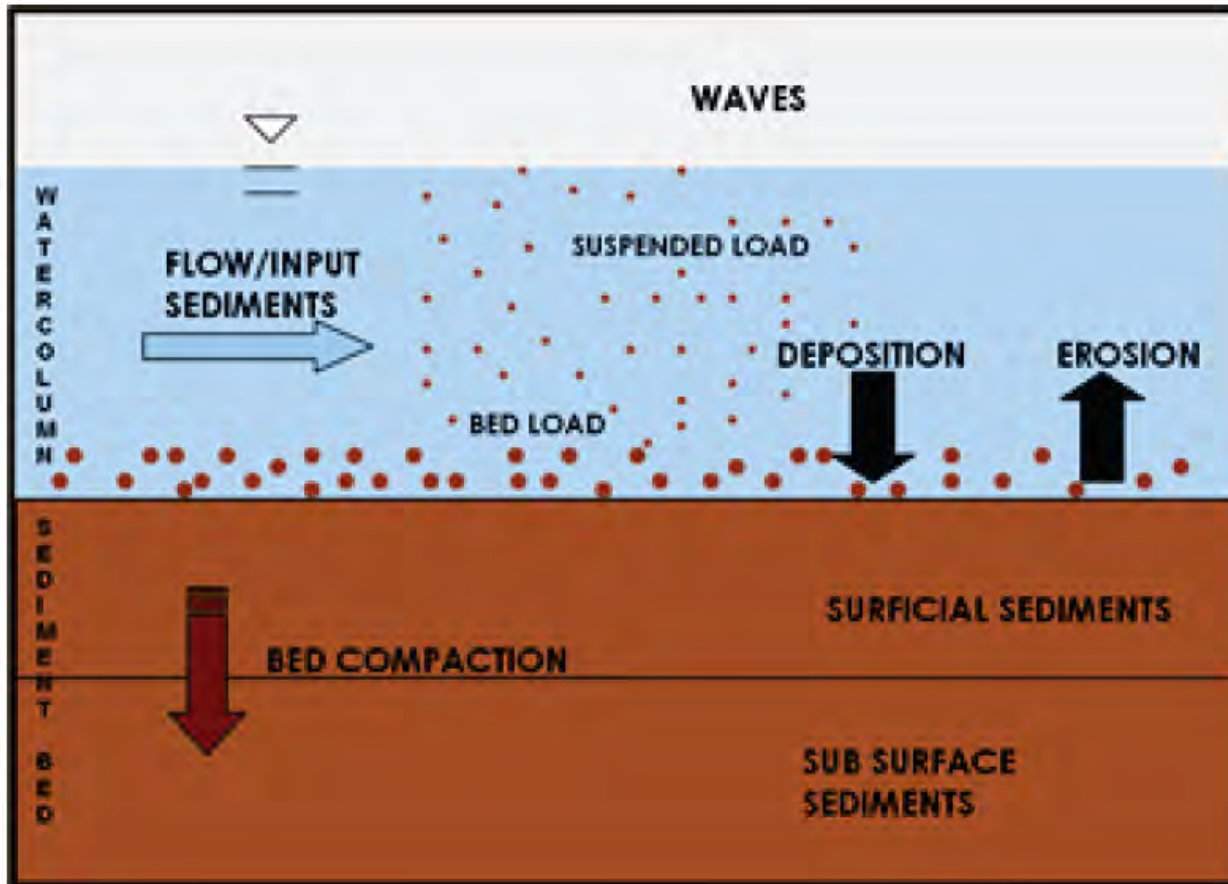


Figure 2: sketch of indicative salt concentrations in LN.

Estudios adicionales – Sísmica



Estudios adicionales – Sedimentación



¡Muchas gracias!

