

Presentación

Canal Chocó

un canal interoceánico sin esclusas

Por miembros del Grupo Roberto Maldonado Guilfoyle
Gestor del Proyecto Canal Chocó

Bogotá, septiembre 4, 2019

Ingeniería del Dragado y Logística de Construcción

Por Jorge Enrique Sáenz Samper
Ingeniero Civil

Jorge Enrique Sáenz Samper

Ingeniero Civil

Universidad de Los Andes, Bogotá

Habla inglés, francés y castellano.



43 años de experiencia como director de proyectos relacionados con estudios, diseños, asesorías, impactos ambientales e interventorías, en las áreas de obras fluviales y marítimas, ingeniería de ríos, vías navegables interiores, dragados, transporte fluvial, puertos, canales de acceso, control de inundaciones, demanda de transporte, vías, presas, alcantarillado, aprovechamiento de rec. hídricos.

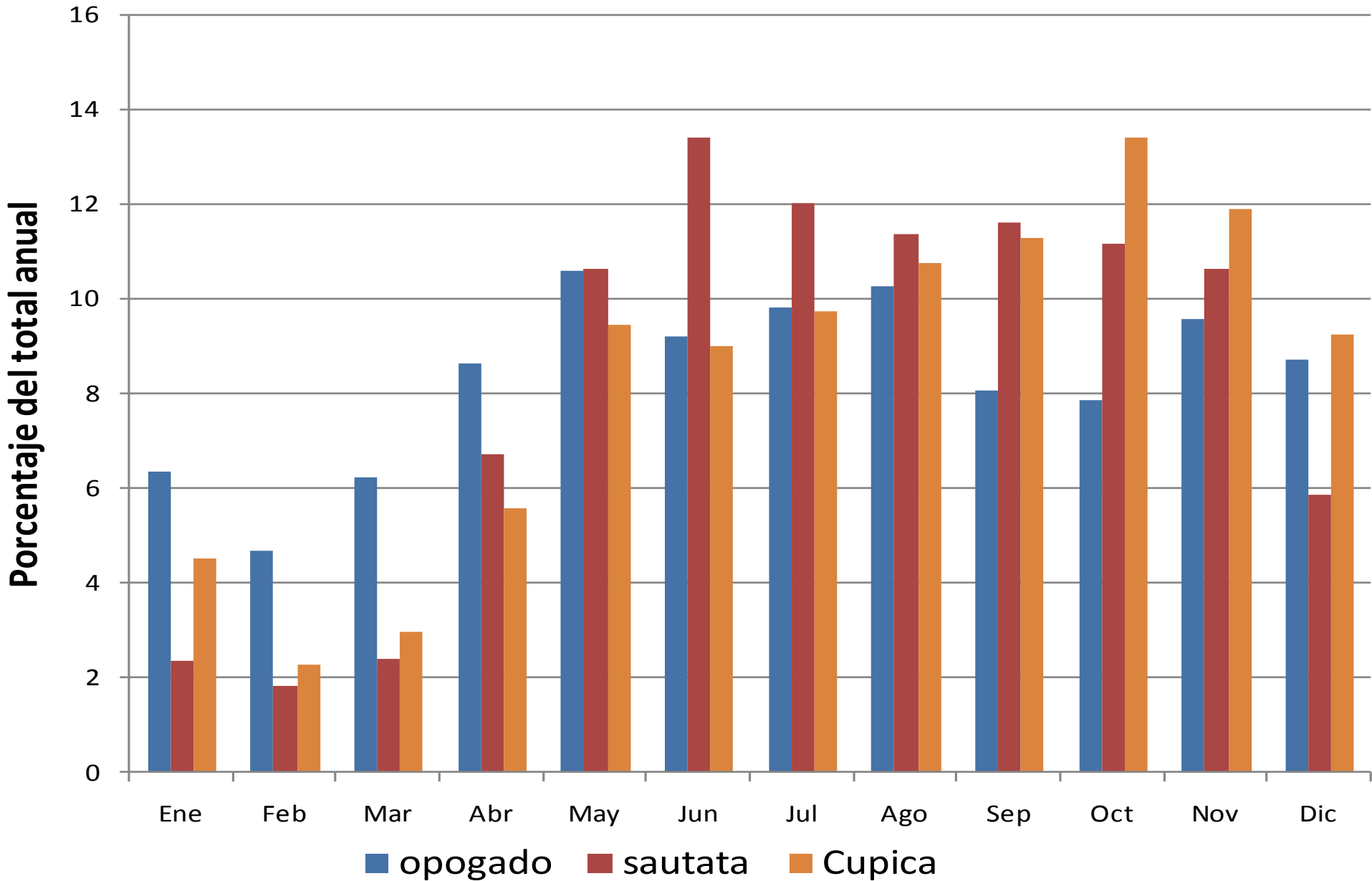
Jesyca SA, Agua y Tierra SAS, IEH Grucon SA, Emdepa Consultoría SA, Boada Sáenz Ingenieros, Hidroestudios SA, Sir Alexander Gibb & Partners.



Río Atrato, Chocó

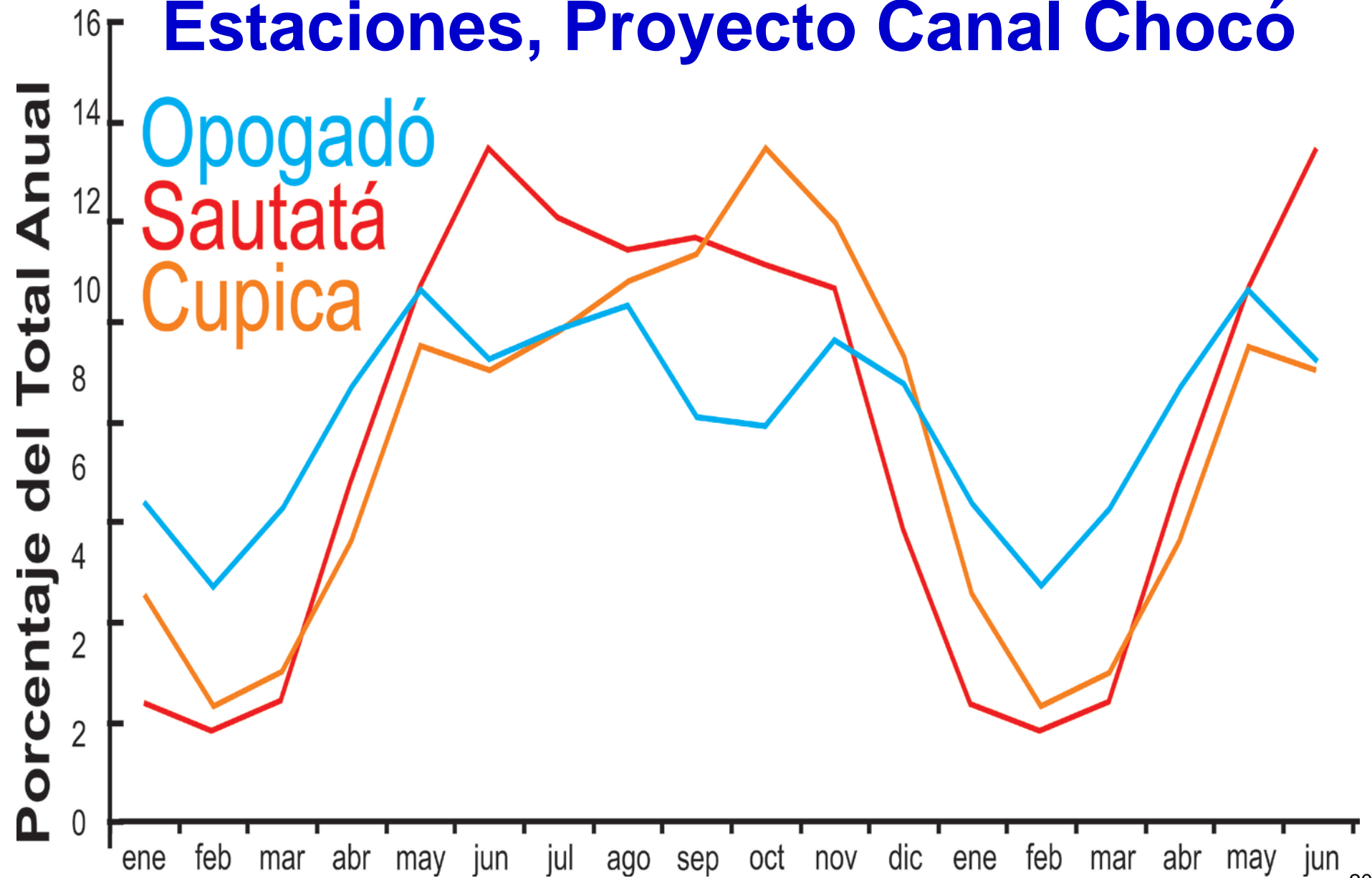
Canal Chocó

Régimen de Lluvias



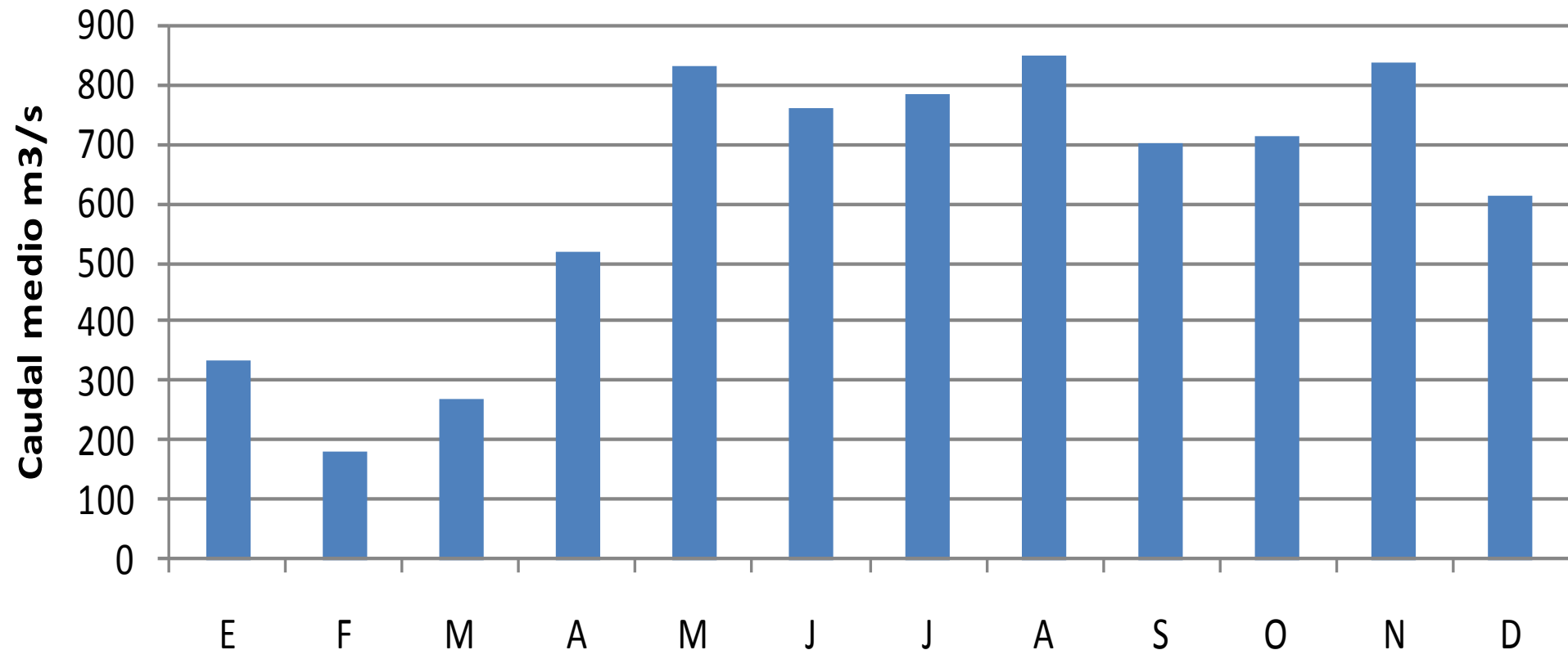
Regímenes de Lluvia

Estaciones, Proyecto Canal Chocó

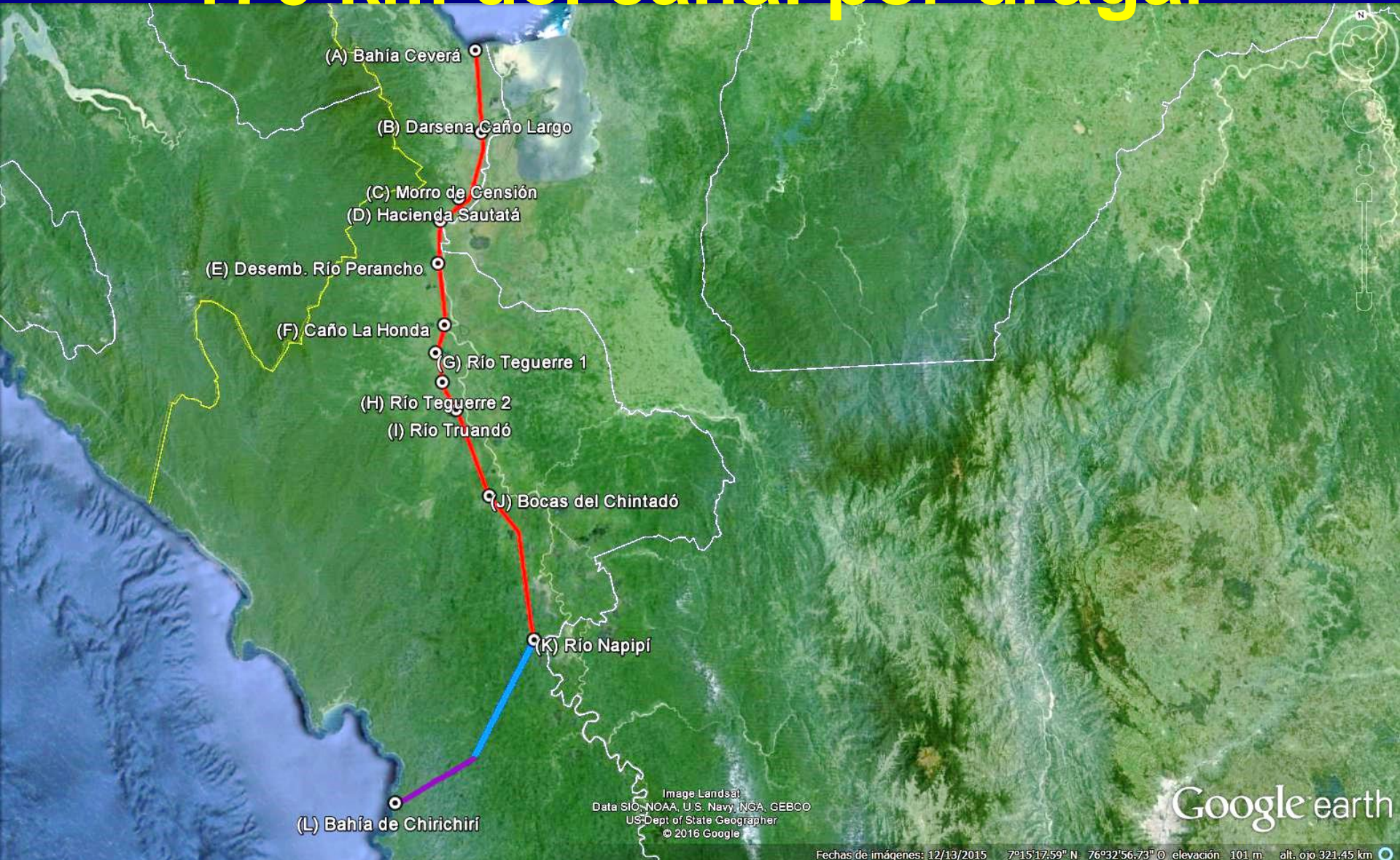


Estimativo del agua disponible para fluir por el Canal Chocó

aportes de caudal al canal



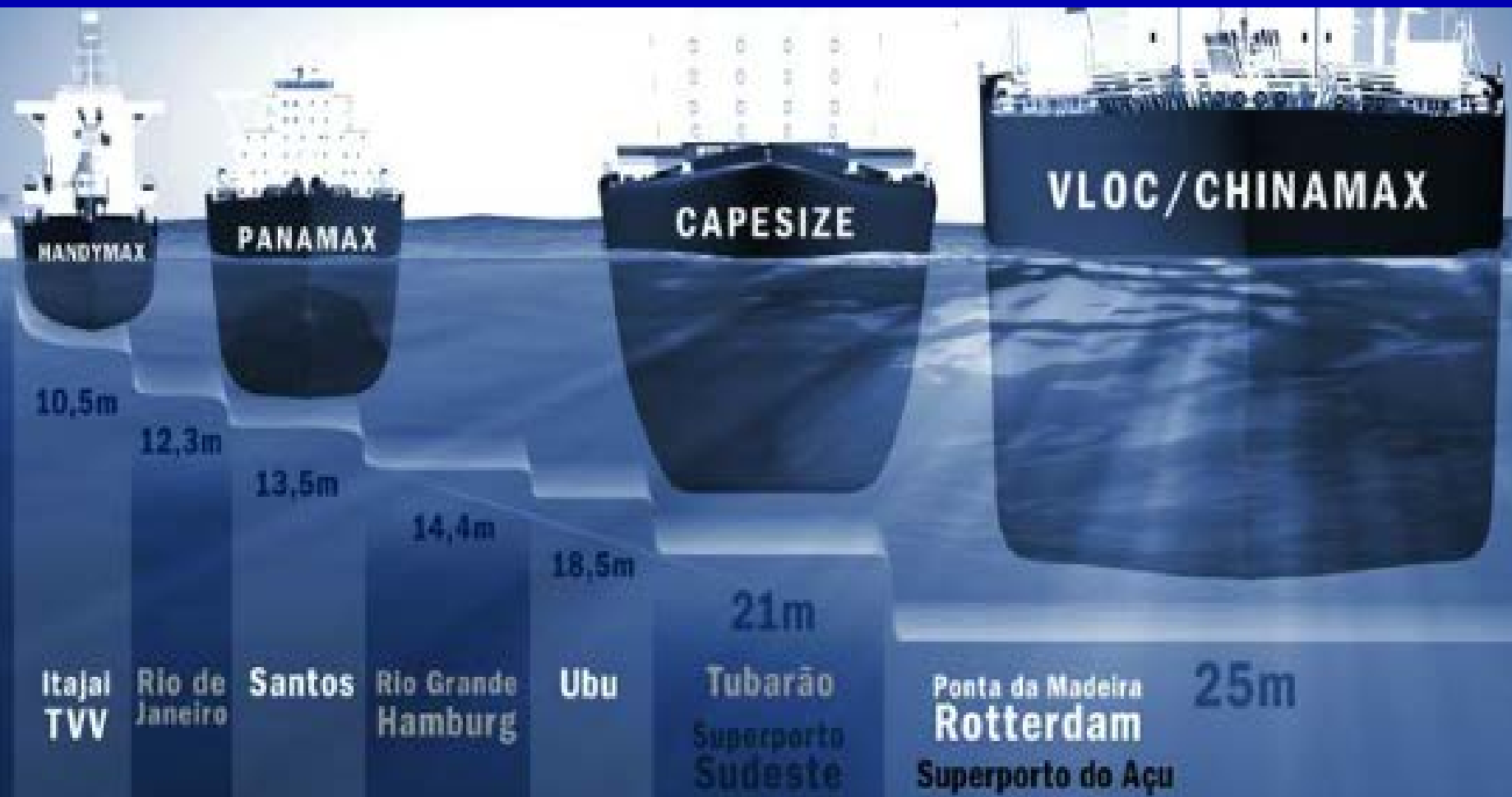
Principales hitos a lo largo de los 170 km del canal por dragar



Dimensiones de Buques y Clasificación

Classification	Displacement (t)	Capacity	Length overall L_{oa} (m)	Beam B (m)	Draught T_{FL} (m)
Tankers					
Panamax	90 000	70 000 DWT	245.0	32.2	12.0
Aframax	140 000	125 000 DWT	274.0	43.8	16.2
New Panamax	220 000	170 000 DWT	366.0	49.0	15.2
Suezmax	238 700	185 000 DWT	330.0	53.0	18.6
Bulk Carriers					
St Lawrence Seaway	35 000	25 000 DWT	226.0	24.0	8.0
Panamax	88 000	70 000 DWT	236.0	32.2	12.0
Capesize	192 000	150 000 DWT	294.0	45.9	17.5
New Panamax	220 000	180 000 DWT	366.0	49.0	15.2
Chinamax	450 000	400 000 DWT	365.0	65.0	22.0
LNG Carriers					
Spherical	107 000	145 000 m ³	283.0	42.7	12.0
QFlex	141 000	218 000 m ³	315.0	50.0	12.0
QMax	175 000	267 000 m ³	345.0	55.0	12.0
Container ships					
Panamax	83 000	5 000 TEU	290.0	32.2	13.2
New Panamax	180 000	13 000 TEU	366.0	49.0	15.2
Suezmax	210 000	15 000 TEU	382.0	56.4	15.5
VLCS	260 000	18 000 TEU	400.0	59.0	18.0

Dimensiones de Buques y Clasificación



Dimensiones de Buques y Clasificación

Com 400K dwt de capacidade, o Chinamax mede 360 metros contra os 395 metros do Pão de Açúcar.



Factores que determinan las dimensiones de un canal de navegación

Las dimensiones del ancho del canal varían si se encuentra en aguas protegidas (Protected Water) o aguas abiertas al mar (Open Water).

En resumen, los siguientes factores se tendrán en cuenta para determinar las dimensiones y configuración del canal normalizado y áreas de navegación relacionadas son:

- El tamaño, dimensiones y características de maniobrabilidad de los buques y de los aspectos correspondientes a los vasos, incluyendo la disponibilidad remolcador y espacio de maniobra.
- Ayudas disponibles a aspectos relacionados con la navegación y que afectan la precisión y la variabilidad de maniobra, y la definición de los límites de los canales y puntos de referencia
- Condiciones físicas y geométricas del canal y los aspectos que afectan su variabilidad, incluidas las incertidumbres en la determinación de la erosión, sedimentación y depósitos sedimentarios, tolerancias, etc.

Factores que determinan las dimensiones de un canal de navegación

- La propia maniobrabilidad del buque (que variará en función de la razón profundidad / calado);
- La habilidad del maniobrista;
- Las marcas visuales con que cuente el maniobrista;
- La visibilidad general.
- Factores de Medio Ambiente

De estas las dos primeras son las más importantes, porque las otras dos pueden ser suplantadas con ayudas a la navegación apropiadas tanto externas (ej. boyas) como internas (ej. radar).

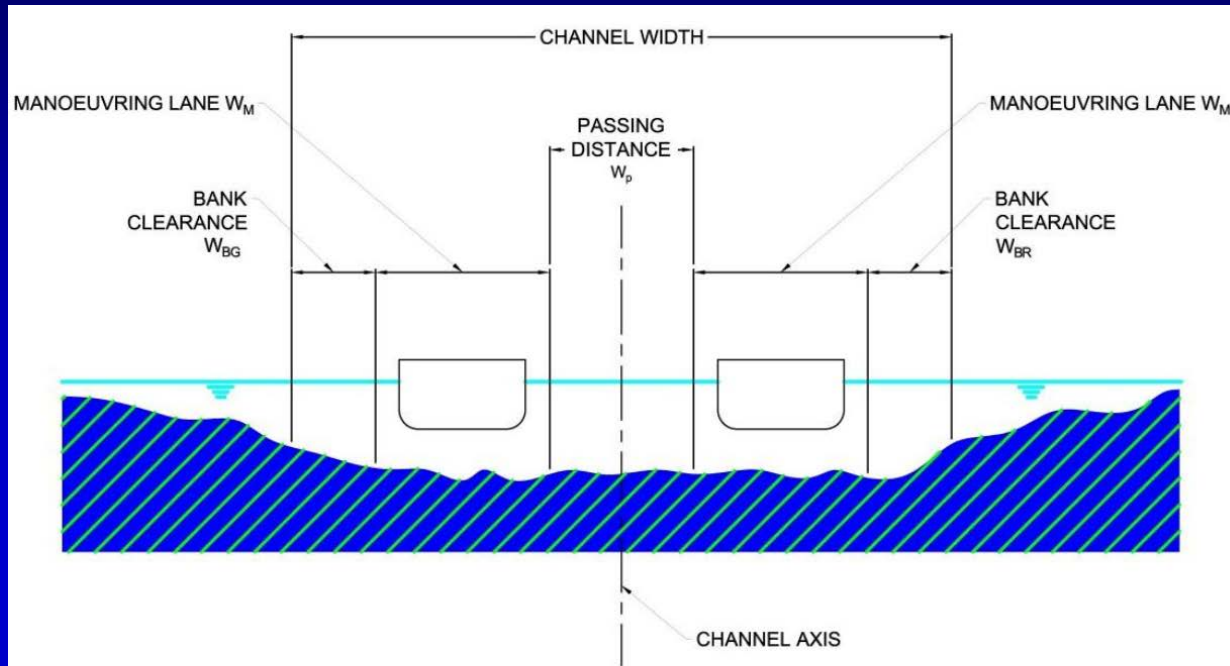


Figure 3.2: Elements of channel width

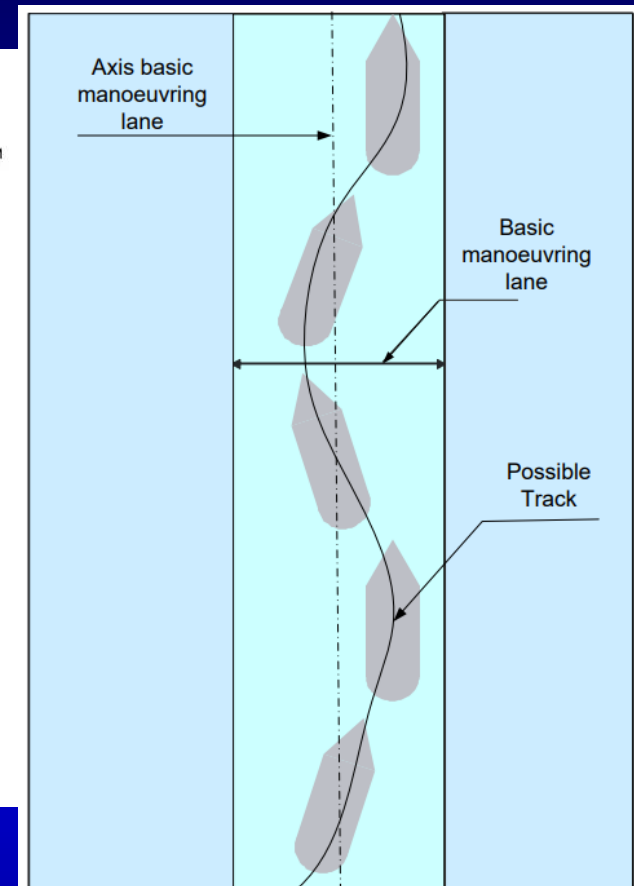
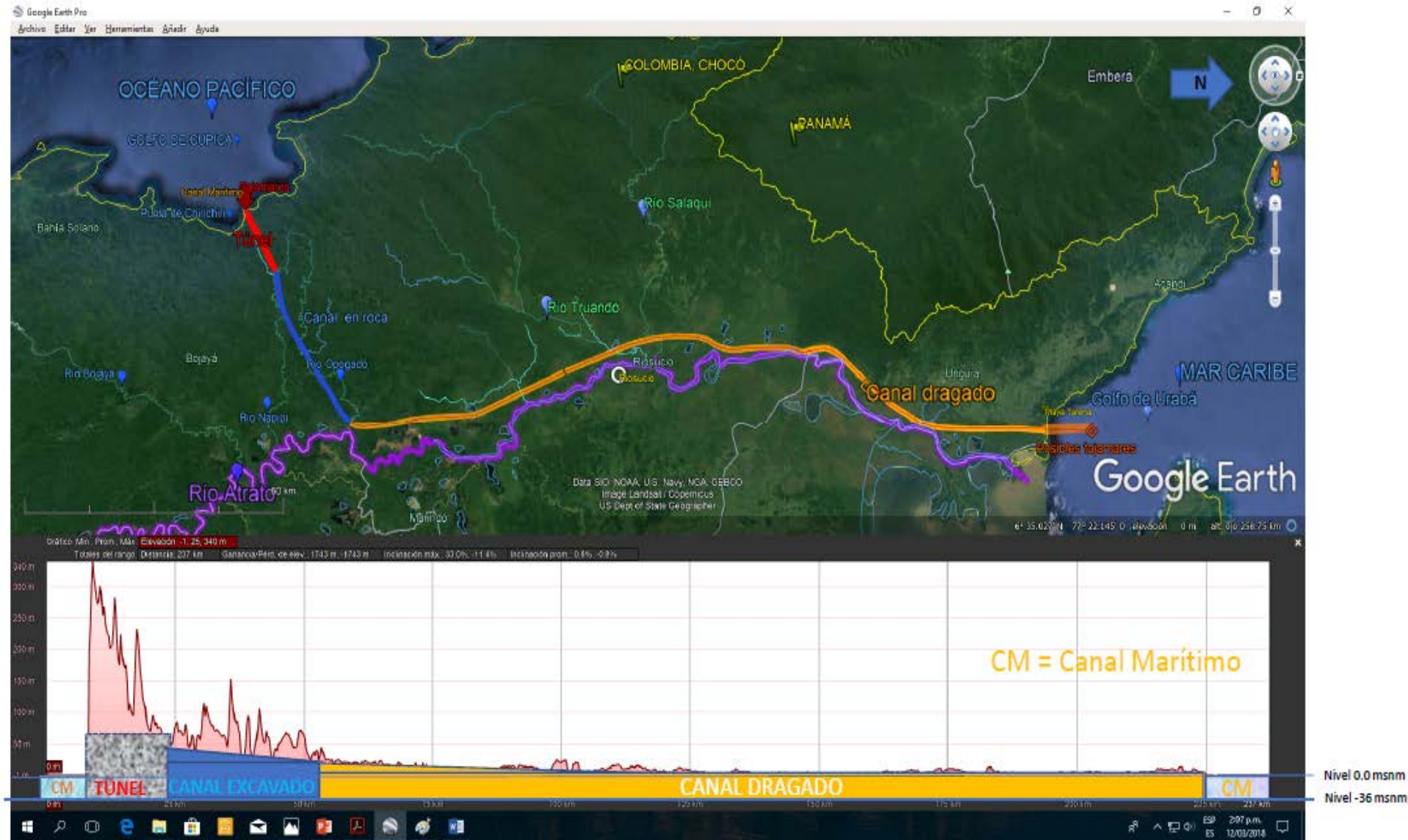


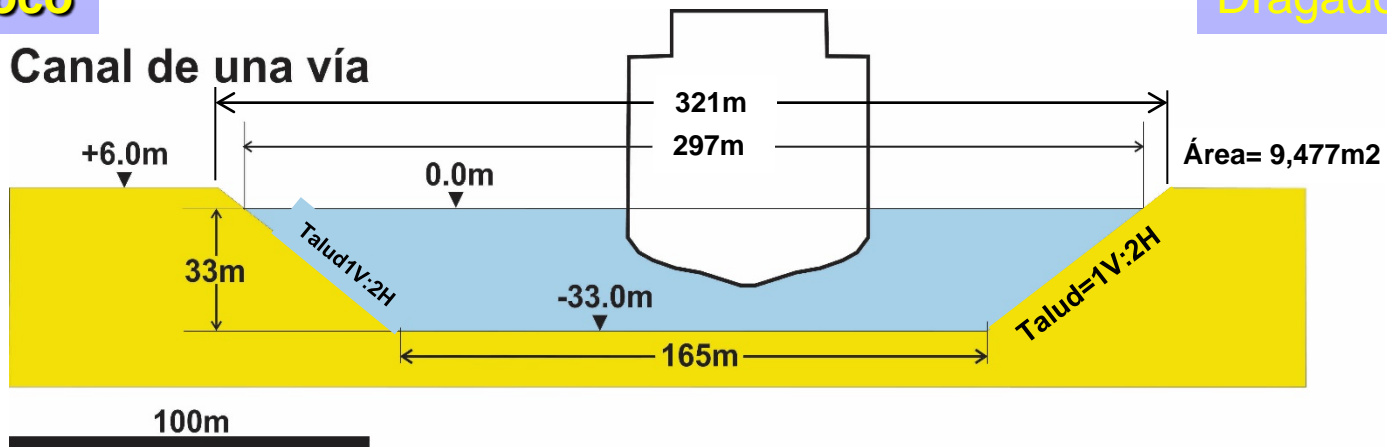
Figure 3.4: Basic manoeuvring lane

*Dimensiones según normas de PIANC
(The World Association of Waterborne Transport
Infrastructure) para canal de doble vía*

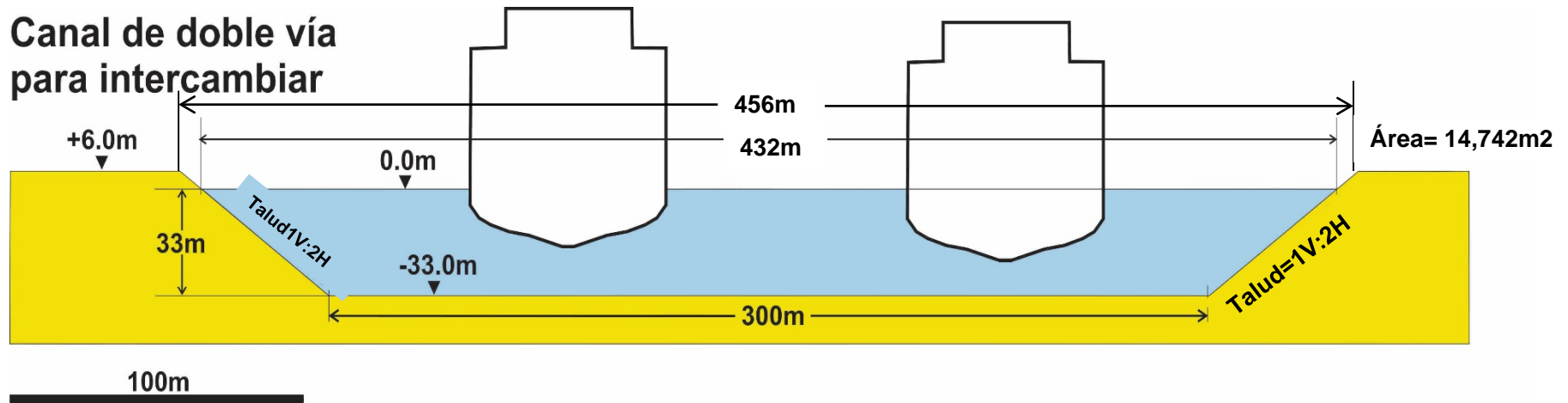
CORTE Y PLANTA DE PRINCIPALES OBRAS DEL CANAL INTEROCEÁNICO DEL CHOCÓ



Canal de una vía

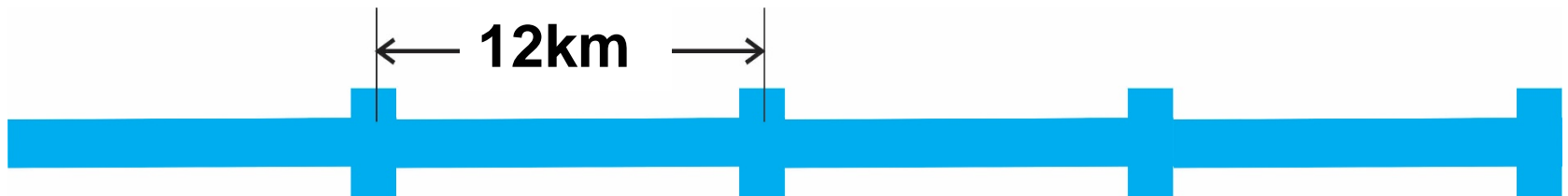
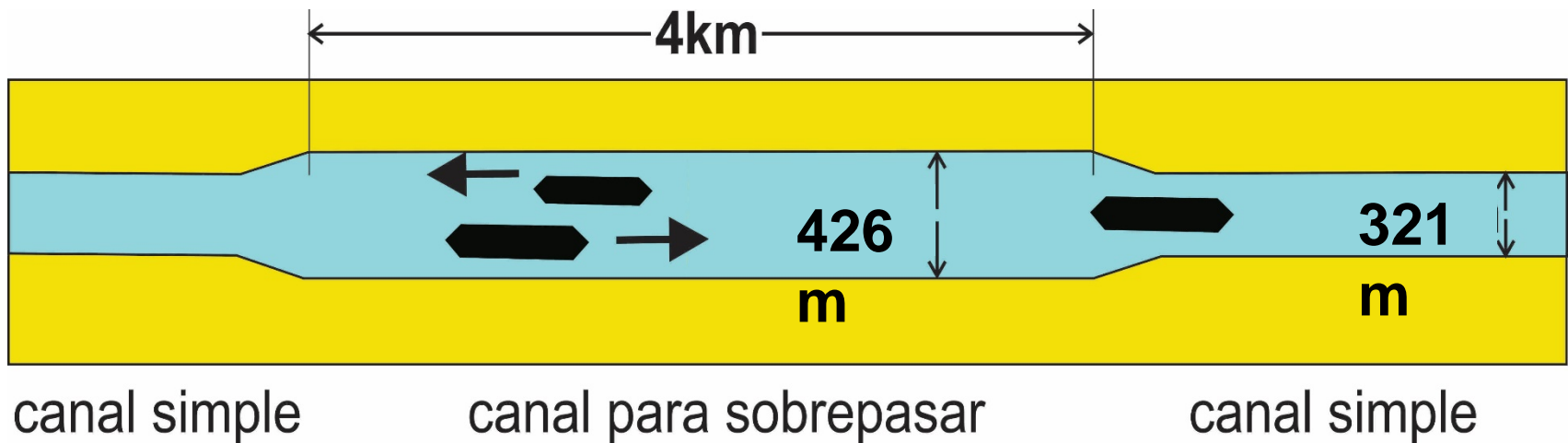


Canal de doble vía para intercambiar



Según normas PIANC.

Secciones típicas del canal de una y doble vía



Los sobrepasos, de 4km, pueden espaciarse cada 12km a lo largo del Canal Chocó. Esa separación deberá determinarse detalladamente con estudios de tráfico.

Esquema de zona para cruces y sobrepasos

Ciénagas naturales del Rio Atrato

- Semejan dársenas por construir en desembocadura de principales afluentes del Canal Chocó.
- Controlan caudales y disipan energía.

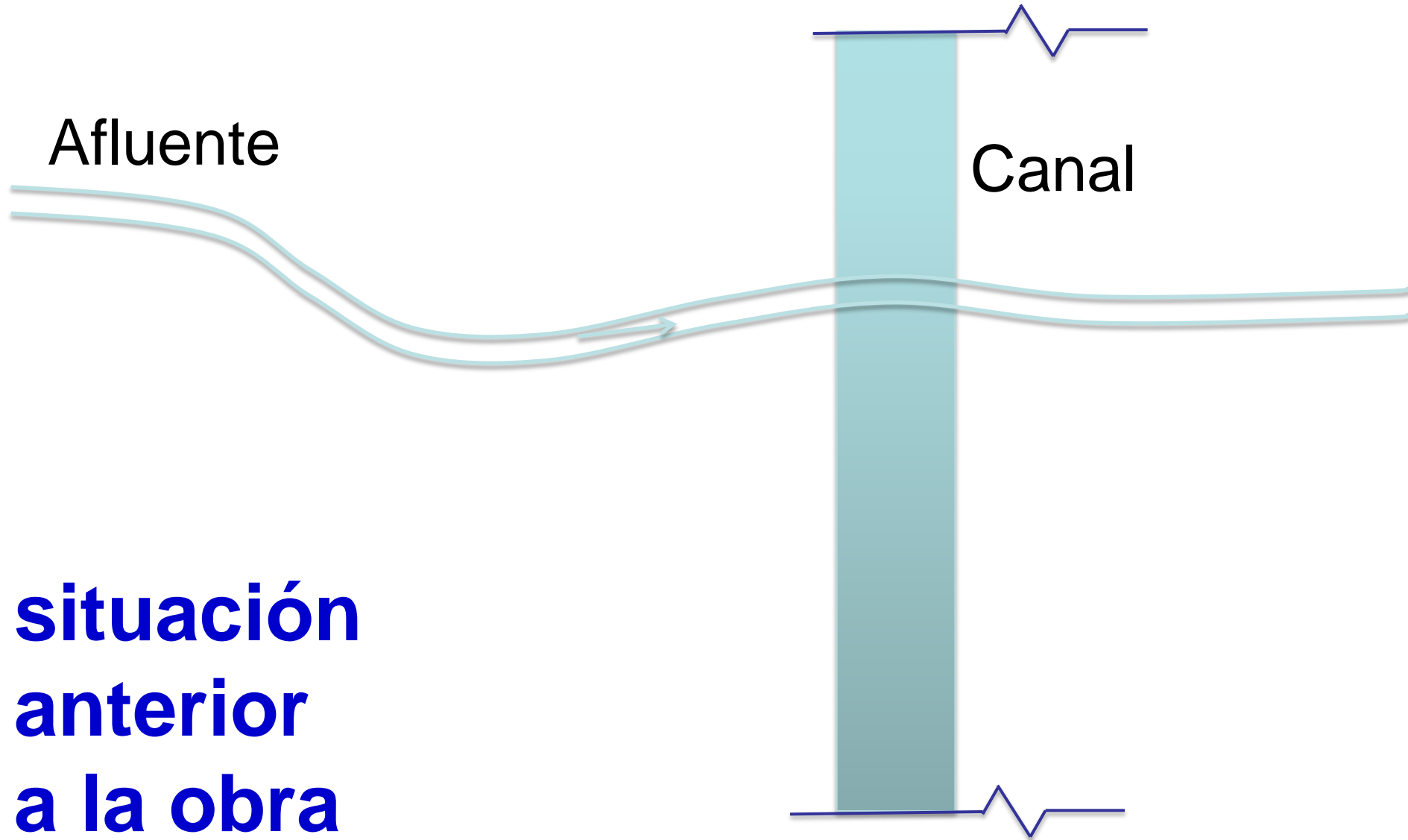


Dársenas en afluentes, Canal Chocó

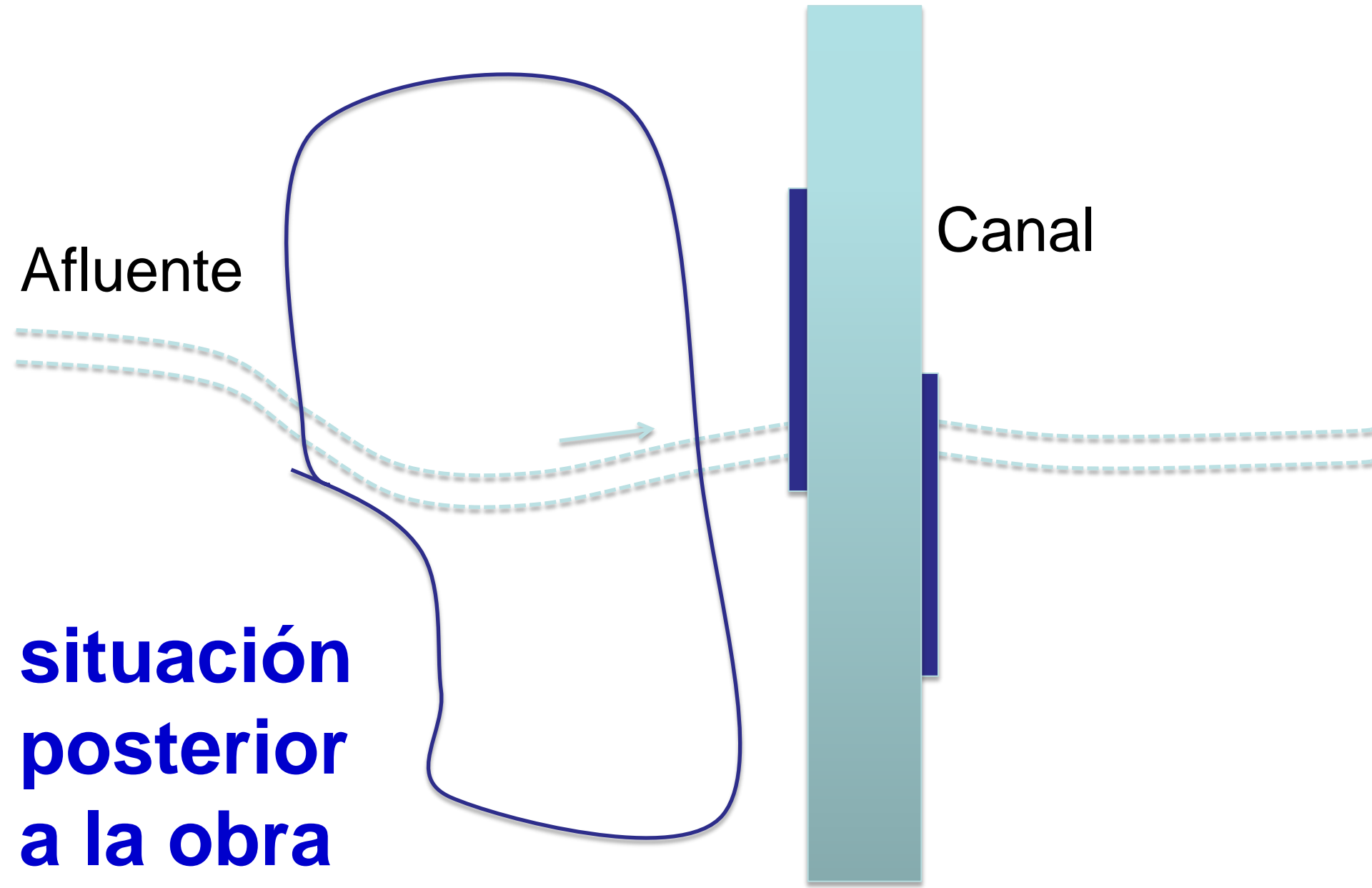
Afluente

Canal

**situación
anterior
a la obra**



Dársenas en afluentes, Canal Chocó



Dimensiones Básicas del Canal Chocó

- 39 m de profundidad promedio
- Taludes 2H:1V, según materiales
- Anchuras típicas para una vía:
 - 165 m en la base
 - 297 m a nivel del agua
 - 321 m de orilla a orilla
- Anchuras típicas para doble vía:
 - 300 m en la base
 - 432 m a nivel del agua
 - 456 m de orilla a orilla

Cálculo de Cantidades de Obra

- El área transversal del canal de una vía es de 9.477 m²; para los 122 km de longitud, el volumen de dragado sería de 1.156 millones de m³.
- Por su parte el área transversal del canal bidireccional es de 14.742 m²; para los 48 km de longitud, el volumen estimado sería de 708 millones m³.
- El dragado marítimo sería de 66 millones de m³ adicionales, y el de las dársenas en las confluencias de 1 millón para un total de 1.931 millones m³.
- Con imprevistos del 15%, serían 289 millones de m³ adicionales; el gran total es de 2.220 millones de m³.

Volúmenes de Dragado

VOLÚMENES DE DRAGADO CANAL DEL CHOCÓ				
Sector		Área	Longitud	Volumen
		(m ²)	(km)	(Millones de m ³)
Canal principal una vía		9.477	122	1.156
Canal principal bidireccional		14.742	48	708
			SUBTOTAL	1.864
ID	Sector	Área	Profundidad	
		(m2)	(m)	
A	Bahía Cevera	1.250.000	33	41,25
B	Caño Largo	15.000	2	0,03
C	Morro de Censión	40.000	2	0,08
D	Hacienda Sautatá	40.000	2	0,08
E	Río Perancho	110.000	2	0,22
F	Caño La Honda	26.000	2	0,05
G	Río Teguerre 1	40.000	2	0,08
H	Río Teguerre 2	33.000	2	0,07
I	Río Truandó	57.000	3	0,17
J	Bocas del Chintadó	46.369	2	0,09
K	Río Napipí	51.829	3	0,16
L	Bahía de Chirichirí	750.000	33	24,75
Total canal principal				1.864
Total dragado marítimo				66
Dársenas - desembocaduras				1,03
TOTAL BÁSICO				1.931
+Imprevistos 15%				2.220

Volumen de Dragado

- Este volumen no tiene antecedentes en la historia de la humanidad.
- En comparación, la ampliación del Canal de Suez a dos vías requirió dragar en el año 2014, la cantidad de 245 millones de m³ en un período de 1 año, lo cual se consideró como uno de los esfuerzos titánicos y retos logísticos más grandes de la industria del dragado.

Canal de Suez:
245 Millones m³ en 1 año:

11%!



Logística para el dragado

Revista Terra et Aqua, N° 143, junio 2016



Challenge in Logistics: New Suez Canal Project

BAS VAN BEMMELN, WIM DHONT, OSAMA FAROUK EID, MENNO NAGEL AND KENNETH WILLEN

**CHALLENGE IN LOGISTICS:
NEW SUEZ CANAL PROJECT**

Logística para el dragado: equipos

Según revista Terra et Aqua, N° 143, junio 2016, el equipo utilizado en la ampliación del Canal de Suez fue:

- 27 dragas de corte
- 12 dragas de succión en marcha
- 2 dragas de inyección de agua
- 82 barcazas flotantes de equipos auxiliares
- Más de 100 km de tubería de descarga (de tierra y flotantes)

Logística para el dragado: Tiempo para ejecutar la obra

- Si se utiliza una cantidad de equipos en el canal del Chocó, similar a lo que se tuvo en el Canal de Suez, (y con la misma eficiencia!!), para la cantidad de 2220 millones de m^3 , se requerirían por lo menos

→ 9 años.

Logística para el dragado: Acomodación

- En Suez se requirió una logística hotelera para acomodar cerca de 2000 personas.
- Se requirieron 5 barcasas-hotel y 1 buque tipo crucero, el Ocean Majesty, cerca a los frentes de obra.
- Además se necesitaron facilidades en hoteles y villas cercanas al sitio de proyecto.

Logística para el dragado



Logística para el dragado



Figure 6. Ocean Majesty, strategically positioned near the work site, could accommodate up to 325 people; the cruise ship's amenities included a swimming pool

Logística para el dragado

Además de las facilidades de acomodación (en el Chocó no hay facilidades ribereñas), se requieren atender las necesidades de:

- agua potable,
- hospital, centros de salud,
- alimentación,
- manejo de basuras y desechos industriales,
- suministro de energía eléctrica,
- suministro de combustible,
- servicio de transporte de personal (incluyendo servicios helicoportados), y
- otros elementos y servicios que demanda un proyecto de estas características.

Logística para el dragado

- Hay que anotar que durante el período pico de trabajo en Suez, se llegaron a consumir 1200 ton/día de combustibles.
- Los servicios de salud, higiene, ambiente y seguridad industrial también deben tenerse en cuenta en la movilización, preparación del desarrollo, desarrollo y desmovilización de los contratistas de obra.

Logística para el dragado

Lo anterior da una idea de la importancia de la logística en un proyecto de esta magnitud, extendido a lo largo de 210 km: los 170 km del dragado de material blando y los 40 km de excavación de canal abierto en materiales duros, hasta el portal oriental del túnel.

Es importante recordar que no existen carreteras de acceso a lo largo del proyecto, por lo que la logística deberá ser atendida por agua y por aire. En este último caso, se requerirá la construcción de helipuertos y, si posible, aeropuertos en sitios claves del proyecto.

Logística para el dragado

- La consecución de todos estos equipos y facilidades logísticas para el proyecto de Suez presentó enormes dificultades a los diferentes contratistas, entre los cuales estaban algunas de las firmas holandesas y belgas de dragado más grandes del mundo.
- Se puede anticipar con seguridad, que las dificultades logísticas que se tendrán en el Chocó, serán más grandes y complicadas que las de Suez, zona rodeada de infraestructura, ciudades y rutas marítimas permanentes.

Disposición del Material Dragado

- Disponer 2154 millones de m³ de material dragado (se descuentan los dragados marinos) es por sí solo un proyecto gigantesco.
- Significa estudiar y buscar donde acomodar 12,7 millones de m³ de material por kilómetro a lo largo del canal y a una distancia adecuada para no interferir con las obras.

Disposición del Material Dragado

Alternativas de disposición:

- Conformación de un terraplén bien drenado con el material dragado para uso agrícola,
- Terrazas cultivables,
- Pondajes reguladores, y
- Criaderos de peces

Todo esto deberá ser analizado desde el punto de vista técnico, económico y ambiental

Costo del dragado y actividades logísticas conexas

- Costo unitario del dragado en Suez:
 - US\$ 8,5 / m³
- Costo unitario optimista del dragado:
 - US\$ 25/ m³
 - (Esta cifra se deberá revisar conjuntamente con contratistas internacionales de dragado)*
- Costo total del dragado canal del Chocó:
 - $2220 * 10^6 * 25 =$
 - US\$ 55.500 millones
 - US\$ 55,5 billones

Ingeniería del Dragado y Logística de Construcción

Por Jorge Enrique Sáenz Samper
Ingeniero Civil