



LA TECNOLOGÍA Y NORMATIVIDAD PARA LA RECALADA Y ARRIBADA A PUERTO

Con el incremento y la especialización de los buques principalmente, los nuevos trazados de rutas marítimas, la aplicación de recientes tecnologías para la navegación de altura y la arribada a puerto, a llevado a dinamizar y aplicar todas las normas a considerar para ofrecer desde la recalada, un arribo seguro y eficiente a puerto.

El Caso Colombiano

Un comentario especial merece este aspecto de la arribada a puerto en el país, considerando la diversidad de entidades que intervienen en el tema, y que dadas las circunstancias se plantean riesgos innecesarios que afectan la eficiencia y disminuyen la seguridad en la arribada a puertos colombianos, considerando el incremento del tráfico marítimo y fluvial.

Como primera medida el generador de las políticas de transporte en el país es el Ministerio de Transporte, quien coordina y enlaza todas las actividades en este sentido, en lo que la Ley 105 de 1993 ha denominado el "Sector Transporte", este comentario entonces está dirigido a conocer los organismos que intervienen en la actividad portuaria y la diversidad jerárquica de estos, cada uno es independiente, coordinado pero independiente, por cuanto los presupuestos son independientes y eventualmente los intereses no tienen la misma prioridad para cada uno, en este sentido se puede observar lo siguiente:

La cartografía náutica está asignada a la DIMAR, como una actividad marítima, además los aspectos oceanográficos, y el "Derrotero de las Costas Colombianas", este se publica a través del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográfica - CIOH y el Centro de Control de Contaminación del Pacífico - CCCP; los análisis mareográficos y meteorológicos aparecen bajo la responsabilidad del IDEAM; algunas intervenciones con respecto a los recursos vivos y al medio ambiente se le asignan al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR; los aspectos sobre costas y litorales, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Las zonas de bajamar están bajo jurisdicción de DIMAR, pero cuando se trata de instalaciones portuarias la jurisdicción es del Ministerio de Transporte, el Instituto Nacional de Concesiones - INCO y para el caso del río Magdalena interviene CORMAGDALENA.

El punto siguiente se refiere a otros aspectos de la arribada como: la aproximación al canal de acceso y el antepuerto, con todas sus características como son el acceso a los diferentes terminales portuarios, las zonas de fondeo, las zonas de cruce, las zonas de giro, zonas de



maniobra y ciaboga, las zonas de cuarentena; aquí para el caso colombiano intervienen los siguientes organismos: para la señalización y el balizaje la responsabilidad es de DIMAR a través de sus organismos de Faros y Boyas del Caribe, del Pacífico y del Río Magdalena, pero el canal de acceso, los canales de aproximación a los Terminales, y las zonas del antepuerto, corresponden al Ministerio de Transporte, al INVIAS y para el caso del río Magdalena a CORMAGDALENA; el control del tráfico marítimo a puerto, es responsabilidad de la DIMAR a través de las Capitanías de Puerto, es decir se aplican las reglas de la navegación internacional; la Autoridad Portuaria es el Ministerio de Transporte y la Superintendencia de Puertos y Transporte, la seguridad portuaria de acuerdo con la aplicación del Código PBIP, corresponde a la DIMAR; para Barranquilla la Ley autorizó que el Distrito ejerciera, de cierta manera, autoridad portuaria en cabeza del Alcalde.

Para el transporte fluvial nacional que arriba a puertos marítimos existen las Inspecciones Fluviales del Ministerio de Transporte, una autoridad paralela que ejerce la Autoridad Fluvial y Portuaria en los puertos de: Barranquilla, Cartagena, Turbo, Buenaventura desde el lago Calima, y Leticia, navegación y actividad que se ejerce con normas muy domésticas y empíricas.

Este comentario tiene únicamente el interés de informar a los lectores, cuál es la condición administrativa y organizacional de los puertos colombianos, para entrar en el tema de la aplicación de las tecnologías y la normatividad para la arribada y el acceso a puerto.

Conceptualización Normativa Sobre Los Canales Navegables

Como se indicó en la introducción, las variables para acceder a los puertos se hacen cada día más exigentes en



materia de aplicación de tecnologías náuticas de punta, de la informática, de la telemática y de la ingeniería de canales y puertos o de la Ingeniería Portuaria.

Los componentes de la zona acuática portuaria o lo que la Organización Marítima Internacional - OMI, denomina "Antepuerto" son los siguientes:

Zona de recalada, es el punto geográfico de aguas profundas, que define el navegante para hacer la aproximación al puerto, en este punto se hace el contacto directo con la autoridad marítima, con los pilotos - prácticos que prestaran la asesoría en el arribo y atraque al terminal portuario anfitrión y con el agente naviero, en este punto se puede certificar el Estimated Time of Arrived - ETA.

Canal de aproximación, es una zona de aguas profundas desde la recalada, hasta el punto donde se define el canal de acceso al puerto, cercano a la boya de mar o la boya No 1, se recibe el piloto - práctico y a partir de este punto se inicia la navegación en aguas restringidas. Puede ser posible en algunos casos que el punto de recalada o waypoint, sea la boya de mar. Aquí se originan las responsabilidades para la señalización y la información costera y oceanográfica pertinente para la seguridad en la aproximación. Esta información queda consignada en varias publicaciones de carácter internacional, especialmente el "Derrotero de Costas y Puertos" que emiten las autoridades marítimas y portuarias.

Canal de acceso, es el canal de ingreso al puerto como zona acuática resguardada, aquí se encuentran los terminales portuarios, a partir de este canal se reparte el tráfico a los canales que dan acceso a los diferentes terminales o a las zonas del antepuerto, este canal puede ser completamente natural o artificial, generalmente el canal acceso se diseña para un número determinado de vías, dependiendo de las características de los buques y la cantidad de tráfico que generen los terminales portuarios, este canal de acceso es la vía de mayor riesgo para los buques durante su aproximación al terminal, generalmente es multivial y de circulación mixta, donde converge el tráfico de embarcaciones fluviales, embarcaciones de transferencia interportuaria, trasbordadores, cabotaje, tráfico domestico y embarcaciones de pasajeros. El comentario del caso colombiano se aplica a este componente de la arribada a puerto.

Canales de acceso a terminales, son vías generalmente privadas o de circulación restringida a la concesión, por cuanto dan acceso a cada uno de los terminales portuarios que configuran el puerto, a este canal pertenece también la zona concesionada para maniobras y ciaboga de cada terminal portuario. Para el caso colombiano en algunos terminales portuarios, dentro de la concesión tie-

nen un segmento de zona acuática para el canal de acceso, en otros casos no existe este canal propio del terminal y por lo tanto se usa el canal de acceso general al puerto.

Dentro de esta zona acuática o antepuerto, se incluyen ciertos espacios o zonas que dan seguridad a la actividad náutica portuaria, como son:

- Las Zonas de giro
- Las Zonas de cruce
- Las Zonas de uso multivial o vial restringido
- Las Zonas de maniobras y ciaboga
- Las Zonas de fondeo y cuarentena y
- Las obras de protección o abrigo portuario.

Es decir, estos componentes de recalada y la arribada deben quedar completamente especificados en el derrotero del puerto y claros en materia de responsabilidad, los retos que se esperan con el incremento del movimiento portuario y el tráfico marítimo y fluvial, exigen que estos criterios estén completamente definidos no solamente en la normatividad, sino en la administración de las zonas acuáticas del antepuerto, del puerto y los terminales portuarios.

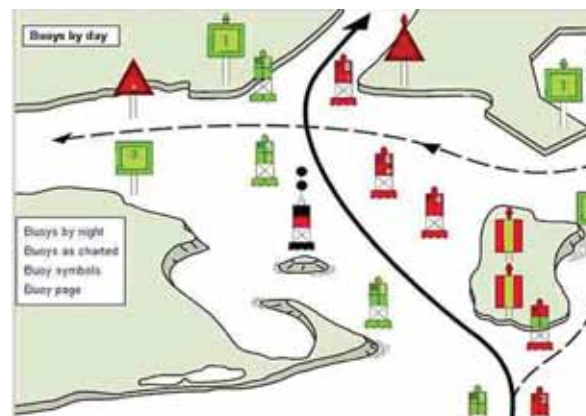
Parámetros Técnicos Para Diseñar El Canal Navegable

De acuerdo con las normas internacionales,⁽¹⁾ los parámetros técnicos a considerar en un canal navegable para acceso del "buque tipo de cálculo" definido dentro de la conceptualización del puerto, son los siguientes:

El Ancho del Canal

Se deben considerar aspectos como:

Maniobrabilidad básica de los buques que arriban, consiste en el estudio y proyección de los diferentes tipos de buques y embarcaciones que arriban al puerto de acuerdo con la actividad comercial y de transporte, aquí se evalúan las condiciones constructivas y funcionales de los buques y embarcaciones con el estudio de "El buque tipo de cálculo del puerto".





Factores ambientales, los condicionantes fundamentales para calificar el canal y garantizar la seguridad náutica durante el tránsito, entre ellos se contemplan: la dirección y magnitud de los vientos; mareas, corrientes y olas, ⁽²⁾ tipo y clasificación de fondo, y la estabilidad y composición geológica de las costas y orillas, la hidrografía costera, la hidráulica y la hidrología fluvial.

Ayudas a la navegación, son todas las señales e indicaciones que previenen o informan sobre las condiciones y características del canal navegable, entre ellas las boyas, enfilamientos, balizas de información, tecnología visual, sonora y electrónica que debe cumplir como mínimo con las normas de la IALA.

Tipo de carga, que arriba al puerto, el tipo de carga y el nivel de peligrosidad o de riesgo que presente para la navegación en el canal, exige según la norma, condiciones especiales de precaución y tránsito, según el código IMDG⁽³⁾ (para el manejo transporte y almacenamiento de materiales peligrosos), los canales requieren medidas especiales en las distancias entre buques, velocidades de avance, cruces, giros y facilidades de tránsito que no son requeridos por otros tipos de carga.

Zonas para el cruce de buques, estas zonas del canal navegable establecen una distancia relacionada con el ancho del canal, en la cual, en los puntos definidos para los cruces, tendrán el doble del ancho y además tendrán una franja de seguridad separadora de los dos canales, para evitar la interacción magnética y el efecto atractivo por el vacío que se forma entre los buques que se cruzan; también se relaciona con la densidad del tránsito en los dos sentidos del cruce, entre mayor sea la densidad de tránsito, más ancha tendrá que ser la zona de cruce.

Distancia del canal a la costa o ribera del río, es la tolerancia en distancia, que debe existir entre el eje del

canal y la ribera del río o de la costa, debido a que la ribera ejerce una atracción sobre el buque, (efecto canal), este fenómeno está relacionado con la velocidad relativa del buque, la profundidad del canal, los taludes del fondo y la clase de este, el canal navegable tendrá una distancia calculada tanto al talud del canal como a la orilla de la costa o ribera; para calcular la tolerancia se diseñan bermas o zonas de precaución que deben quedar incluidas dentro del plan de señalización preventiva e informativa del canal.

Profundidad del Canal

Al considerar la profundidad, se encuentran los siguientes parámetros:

Relación velocidad del buque / profundidad, es el denominado Número de Profundidad Froude, ($F_{nh} = V / \sqrt{hg}$), o la resistencia hidrodinámica al movimiento de un buque en aguas poco profundas, está definido por la velocidad de avance (real) del buque V en m/seg, la profundidad del agua h en metros y la aceleración de la gravedad g en m/seg²; cuando este número es igual o se acerca a uno (1), la resistencia al movimiento es muy alta y la potencia del buque debe ser suficiente para vencerla, esta relación cuando es cercana a 0,6 o 0,7 se consideran números de capacidad suficiente para vencer la resistencia al movimiento.

Squat, relación profundidad / calado, el movimiento de avance de un buque en agua en reposo y en bajas profundidades, genera una velocidad relativa entre el buque y el agua, a causa del movimiento de retorno del agua, esta velocidad relativa es diferente a la velocidad del buque y no es uniforme a lo largo de toda la eslora. Este campo de velocidades causa presiones hidrodinámicas sobre el casco que resultan en:

- o Una depresión del nivel de agua, que varía a lo largo del buque
- o Una fuerza vertical, dirigida hacia abajo y
- o Un momento alrededor del eje horizontal transversal que causa un desplazamiento del buque en el plano longitudinal de simetría, el cual se denomina efecto Squat

La Densidad del agua, es uno de los factores determinantes para la entrada a puerto o para el tránsito por canales, esta variable produce un cambio de calado según la densidad y características del agua donde navega, este factor se cuantifica y se regula por las normas internacionales de las Líneas de Carga, con la cual se controla el máximo calado de seguridad en la navegación de un buque o embarcación. Un barco en agua dulce necesita desplazar más volumen de agua para soportar el mismo peso.

Las olas, el efecto de las olas pueden generar movimientos incontrolados del buque como son el rolido, el cabeceo, y el balanceo, estos movimientos sobre los tres ejes, también generan cambios repentinos en el calado sobre un plano de navegación en aguas



tranquilas, por lo tanto se deben considerar estos efectos producidos según el promedio de olas del sector náutico.

Alturas de mareas, estas mareas tanto las astronómicas, como las eólicas tienen una influencia significativa en la evaluación del canal navegable y en sus áreas de influencia, este efecto tiene dos componentes que afectan el comportamiento del buque en el canal: la fuerza del flujo y del reflujo y la altura de la marea.

Crecientes y estiajes fluviales, este fenómeno típico en las ríos y desembocaduras de ríos caudalosos son de especial influencia para determinar la viabilidad del acceso de buques de altura y de características de maniobrabilidad media, por lo tanto conocer los periodos y las magnitudes históricas de estos fenómenos, deben ser estrictamente considerados en el diseño de canales navegables y mayor cuidado donde confluyan estas características fluviales, con las mareas, corrientes y olas oceánicas, la dinámica producida puede generar situaciones críticas para la navegación y

provocar efectos inestables para la profundidad del canal.

Alineamientos o enfilaciones del canal

En el diseño geomorfológico del canal, al considerar los sectores naturales y artificiales que lo integran, donde se requiera clarificar la navegación, porque se bifurca el canal o por las curvas o por los obstáculos visuales que no permitan identificar la señalización normal, se establecen algunas balizas y señales de enfilamiento para alinear la navegación con el canal, en puntos poco visibles o identificados; en ocasiones se requiere realizar obras fluviales u oceánicas para definir un canal donde se eviten los obstáculos y se facilite la navegación según las capacidades de maniobra y gobierno de los buques tipo que se espera arriben al puerto.

Curvaturas de canal

En esta evaluación se consideran las curvaturas o meandros que presenta el canal en su trayecto, teniendo en cuenta el ángulo de giro, el sentido de la curvatura y el radio, comparando estos parámetros con la eslora de los buques tipo de diseño del puerto, las curvas se consideran son los obstáculos de mayor incidencia en los canales navegables en aguas poco profundas y restringidas; estas curvas se analizan con otros parámetros como vientos y corrientes; una curva pronunciada, mayor de 30° genera un desplazamiento horizontal del buque que obliga no solamente a incrementar el ancho del canal, sino a considerar un incremento en el calado ocasionado por el ángulo de escora que se presenta por el viraje.

Buques con poca capacidad de giro como los convoyes fluviales y

Los parámetros para una navegación segura y eficiente por canales navegables, se encuentran en las normas que rigen universalmente esta actividad, contempladas en la Organización Marítima Internacional, OMI; la U.S. Army Corps of Engineers, USACE; la Pemmnet International Association of Navigation Congresses, PIANC. Organismos a los cuales, para el caso del diseño y conceptualización de los canales no se ha integrado Colombia.

los buques de baja configuración entre la propulsión y los timones, en ocasiones necesitarán incrementar la velocidad en estas curvas, o el empleo de remolcadores de puerto para que protejan el avance del buque o apoyen el viraje.

Conclusión

En conclusión a esta reflexión, es conveniente que el Gobierno Nacional inicie un proceso de reformas estructurales, normativas y de la ingeniería portuaria aplicada, que conlleven a garantizar la eficiencia y la seguridad en la arribada y el acceso a nuestros puertos, considerando las perspectivas y desafíos que tiene al país con las tendencias de globalización económica y comercial, los avances en el transporte marítimo y fluvial, y los adelantos de la construcción naval.

Referencias

¹ Report of PIANC Working Group 7 (Dimensions and Layout of One and Two Way Channels and Fairways), 1992.

² Derrotero del Caribe Colombiano CIOH, 2008.

³ Convenio SOLAS 74/78

Por: Capitán de Navío (ra) Carlos H. Oramas Leuro. Ingeniero Naval, Consultor Centro Colombiano de Tecnologías del Transporte - CCTT

