



La revista de los
Ingenieros de Caminos,
Cañales y Puertos

3593 DICIEMBRE 2017

REVISTA DE
OBRAS PÚBLICAS

ROP



PREMIOS

IV Premio Rafael Izquierdo a la Solidaridad

CIENCIA Y TÉCNICA

- Cálculo de Estructuras Reticulares.
Carlos Fernández Casado **por Josep María Pons Poblet**

COYUNTURA

- Retos de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la movilidad y el transporte por carretera **por Ángel J. Muñoz**
- Movilidad y transporte por carretera frente a la transición energética y el cambio tecnológico: ROADMAP_2030 **por César Lanza**







EDITORIAL

El Premio Rafael Izquierdo a la Solidaridad ha llegado a su cuarta edición y este número de la ROP recoge la entrega del galardón, que ha sido concedido esta vez por partida doble: el ingeniero de Caminos Pablo Moñino y la asociación Amycos han sido reconocidos ex aequo con el reconocimiento. Moñino, que está dedicando su vida al desarrollo del pueblo turkano, en Kenia, relata asimismo en un apasionante artículo los entresijos de su entrega, la búsqueda de tecnologías apropiadas para sacar de la postración a sus protegidos y el alcance de una dedicación que, según él mismo reconoce, trasciende de lo puramente racional.

La institución que comparte el premio, Amycos, es una Organización No Gubernamental presidida por Ignacio Sainz que canaliza la experiencia de voluntariado internacional de un grupo de jóvenes burgaleses en Nicaragua y Bolivia. Dicha organización realiza un trabajo de concienciación de las administraciones con el objetivo de que reorienten sus políticas hacia unas prácticas respetuosas con los derechos humanos y de las colectividades indígenas, así como con el respeto más escrupuloso al medio ambiente. Canaliza recursos públicos y privados a iniciativas de desarrollo local, y desde su fundación, más de 400 personas se han formado y sensibilizado con esta clase de acciones que han cristalizado en un programa de voluntariado permanente desde 1998; desde 2009, Amycos colabora activamente con la Universidad de Burgos en programas de la Cooperación Internacional para el Desarrollo.

Nuestra profesión está vinculada ontológicamente al desarrollo mediante actuaciones sobre el medio natural que facilitan las actividades humanas en el más amplio sentido. Por ello, su papel puede ser de gran relevancia en el ámbito de la cooperación internacional ya que su dedicación filantrópica

a los menos favorecidos es capaz de proporcionarles gran ayuda. Campos como el transporte, el abastecimiento y la depuración de agua, el saneamiento de las concentraciones urbanas etc., pueden ayudar muy eficazmente a salir del subdesarrollo a comunidades postergadas por la geografía o por la historia.

Ya en el territorio propio de la profesión, este ejemplar de la ROP contiene un artículo sobre los “Retos de las TICs en la movilidad y el transporte por carretera”, de Ángel J. Muñoz Suárez, de la Comisión de Transportes del Colegio de Ingenieros de Caminos. César Lanza publica “Movilidad y transporte por carretera frente a la transición energética y el cambio tecnológico. Roadmap_2030”, en el que se anticipan algunas consecuencias del cambio que empieza a producirse por la descarbonización y la irrupción de la inteligencia artificial.

Ricardo Martín y Víctor Yepes firman el trabajo “El paisaje en la planificación y gestión de los puertos deportivos en Andalucía”. Mario Martín-Antón, Vicente Negro y José María Del Campo publican “Evolución del paisaje costero en Sydney (Australia). José María Pons publica un brillante artículo sobre el libro de Carlos Fernández Casado, “Cálculo de Estructuras Reticulares”, una obra clásica en nuestra profesión, a cuyo autor rinde homenaje. Y de acuerdo con nuestra política de dar entrada en la Revista a compañeros del ámbito Iberoamericano, publicamos también un artículo de los argentinos Gerardo Botasso y Adrián Segura titulado “Mezclas asfálticas ecológicas para la vialidad urbana”.

Antonio Papell
Director de la ROP

SUMARIO

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS Nº 3593
DICIEMBRE 2017. AÑO 164. FUNDADA EN 1853

Consejo de Administración

Presidente

Miguel Aguiló Alonso

Vocales

Juan A. Santamera
José Polimón
Vicent Esteban
Tomás Sancho
José Javier Díez Roncero
Francisco Martín Carrasco
Benjamín Suárez
José Luis Moura Berodía
Mª del Camino Blázquez Blanco

Comité Editorial

Pepa Cassinello Plaza
Vicente Esteban Chapapriá
Jesús Gómez Hermoso
Conchita Lucas Serrano
Antonio Serrano Rodríguez

Edita

Colegio de Ingenieros de
Camino, Canales y Puertos
Calle Almagro 42
28010 - Madrid

Foto de portada

Turkana. Pablo Moñino

La revista decana de la prensa española no diaria

Director

Antonio Papell

Redactora jefe

Paula Muñoz

Diseño

Julián Ortega

Maquetación y edición

Diana Prieto

Fotografía

Juan Carlos Gárgoles

Publicidad

Almagro, 42 - 4ª Plta.
28010 Madrid
T. 913 081 988
rop@ciccp.es

Imprime

Gráficas 82

Depósito legal

M-156-1958

ISSN

0034-8619

ISSN electrónico

1695-4408

ROP en internet

<http://ropdigital.ciccp.es>

Suscripciones

[http://ropdigital.ciccp.es/
suscripcion.php](http://ropdigital.ciccp.es/suscripcion.php)
suscripcionesrop@ciccp.es
T. 91 308 19 88

6

EL VALOR DE LA SOLIDARIDAD ACTO DE ENTREGA DE LA CUARTA EDICIÓN DEL PREMIO RAFAEL IZQUIERDO A LA SOLIDARIDAD

DISCURSOS DE AGRADECIMIENTO

PABLO MOÑINO

IGNACIO SAIZ, PRESIDENTE DE AMYCOS

Parte I **COYUNTURA**

- 18 RETOS DE LAS
TECNOLOGÍAS DE
INFORMACIÓN Y
COMUNICACIÓN (TIC)
EN LA MOVILIDAD Y
EL TRANSPORTE POR
CARRETERA
ÁNGEL J. MUÑOZ
- 30 MOVILIDAD Y TRANSPORTE
POR CARRETERA FRENTE
A LA TRANSICIÓN
ENERGÉTICA Y EL
CAMBIO TECNOLÓGICO:
ROADMAP_2030
CÉSAR LANZA
- 38 EL PAISAJE EN LA
PLANIFICACIÓN Y
GESTIÓN DE LOS
PUERTOS DEPORTIVOS EN
ANDALUCÍA
RICARDO MARTÍN Y VÍCTOR YEPES
- 58 EVOLUCIÓN DEL PAISAJE
COSTERO EN SÍDNEY
(AUSTRALIA)
MARIO MARTÍN-ANTÓN, VICENTE NEGRO
Y JOSÉ MARÍA DEL CAMPO

Parte II **CIENCIA Y TÉCNICA**

- 70 CÁLCULO DE
ESTRUCTURAS
RETICULARES. CARLOS
FERNÁNDEZ CASADO
JOSEP MARÍA PONS POBLET
- 82 MEZCLAS ASFÁLTICAS
ECOLOGICAS PARA LA
VIALIDAD URBANA
GERARDO BOTASSO Y ADRIÁN SEGURA
- 89 **Libros**
**DESARROLLO SOSTENIBLE.
TRANSICIÓN HACIA LA
COEVOLUCIÓN GLOBAL**

EL VALOR DE
LA SOLIDARIDAD

PREMIO

Rafael Izquierdo

A LA SOLIDARIDAD

En esta cuarta edición, el galardón lo han recibido ex aequo Pablo Moñino y a Amycos, como institución



Autoridades y premiados

Delante: José Javier Díez Roncero, secretario general del Colegio, Ignacio Saiz, presidente de Amycos, Pablo Moñino, Padre Andrew Yakulula; y Juan A. Santamera, presidente del Colegio.

Detrás, Sara Izquierdo, hija de Rafael Izquierdo; Mario Garcés, secretario de Estado de Asuntos Sociales e Igualdad; José Antonio Sánchez, presidente de Desarrollo y Asistencia; y José Polimón, vicepresidente del Colegio



Escultura del Premio Rafael Izquierdo

Pablo Moñino recibe el galardón de manos de Juan A. Santamera, presidente de la Fundación Caminos, con Sara Izquierdo al fondo Ignacio Saiz, presidente de Amycos, recogió el premio en nombre de la institución



Tras analizar las ocho candidaturas presentadas, el Jurado del Premio Rafael Izquierdo a la Solidaridad, ha decidido otorgar este galardón, en su cuarta edición, ex aequo a Pablo Moñino y a Amycos, como institución.

Por un lado, y según recoge el Jurado en su acta, Pablo Moñino es merecedor de esta distinción por su dedicación personal y profesional al pueblo turkano, su actitud cotidiana de servicio, abnegación y entrega". Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos de la promoción de 1999 por la UPM, tuvo su primer contacto con la realidad del pueblo turkano (Kenia) en 2011; un año después decidió dejarlo todo y trasladarse de manera permanente en Lobur, Turkana, al norte de Kenia, lo que implica aceptar las precarias condiciones de vida del lugar, con un compromiso personal extraordinario para la mejora de las condiciones de vida de las personas con escasos recursos.

Durante su intervención, Pablo Moñino agradeció la entrega de este galardón y aseguró que "Turkana es uno de esos lugares en el planeta que ha permanecido congelado en el tiempo". Es allí donde aprendió el verdadero significado de la solidaridad: "Estar con la gente que te necesita, cuando ellos lo necesitan".

Moñino afirmó que la educación es un "arma básica" a medio y largo plazo contra la miseria, pero debe ir acompañada de una creación de oportunidades para los futuros jóvenes ya formados. "El fomento de la educación en oficios debe priorizarse frente a otro tipo de estudios más académicos que tienen escasa salida en las zonas rurales". Y añadió: "Estoy convencido de que fomentar tecnologías apropiadas, basadas en lo arte-

sanal y lo tradicional pero dotadas de un aire nuevo, que las haga más eficientes aun estando basadas en un empleo de obra masivo y en una inversión mínima de capital, es el camino a seguir". Explicó que las actividades llevadas a cabo en el país africano durante estos años se han basado "en la experimentación" –uso de la cal o de la bóveda catalana–, obteniendo "resultados progresivamente esperanzadores".

El galardonado sentenció que las personas son más relevantes que los ratios o los coeficientes. "Es imprescindible contar con un soporte económico suficiente y estable que sepa posicionarse más lejos de los preceptos de la rentabilidad y más cerca de los de la solidaridad". Además, es necesario contar con personas con una capacidad real de empuje y dispuestas a asumir retos en primera línea, que les mueva una vocación fuerte y se armen de buenas dosis de paciencia y de perseverancia". Y concluyó: "Se trata de esa fuerza solidaria que mueve a todo ser humano por dentro".

Por otro lado, considerando que la implicación de los estudiantes en el voluntariado tiene una importancia capital, el Jurado establece que Amycos es también merecedora de este Premio. Los orígenes de Amycos se remontan a una experiencia de voluntariado internacional de un grupo de jóvenes burgaleses en Nicaragua y Bolivia.

En su discurso de agradecimiento, Ignacio Saiz, presidente de Amycos, mostró su satisfacción por esta distinción y explicó que su labor pasa por la sensibilización de los ciudadanos de nuestra sociedad sobre la realidad de los países del Sur y



Juan A. Santamera, durante su intervención, junto a Mario Garcés y José Polimón. Mario Garcés fue el encargado de clausurar el acto de entrega. Se proyectó, además, un vídeo sobre el premio Rafael Izquierdo a la Solidaridad, ya en su cuarta edición.

de los excluidos de nuestros países. También trabajan para la concienciación de las administraciones con el objetivo de que reorienten sus políticas hacia una práctica respetuosa con los derechos humanos y de las colectividades y con el respeto más escrupuloso del medio ambiente. Así, ponen en marcha proyectos de desarrollo en los Países del Sur, mediante la canalización de recursos públicos y privados e impulsan proyectos e iniciativas de desarrollo local en nuestro entorno más cercano, tendentes a la defensa de los derechos humanos, la integración de los inmigrantes y otros colectivos socialmente vulnerables, así como la promoción del voluntariado y la consecución de un desarrollo sostenible.

Desde su fundación, más de 400 personas se han formado y sensibilizado con estas acciones que se materializaron en un programa permanente de voluntariado en 1998 y, desde 2009, “colaboramos activamente con la Universidad de Burgos a través del Programa PPACID (realización de Proyectos Fin de Carrera, Prácticum y Prácticas universitarias en el ámbito de la Cooperación Internacional para el Desarrollo)”.

Por lo tanto, “somos una ONG en la que la mayor parte de su voluntariado está formado por alumnos, muchos de ellos de ingeniería de Caminos, que han desarrollado su labor en Nicaragua y Bolivia, apoyando proyectos de construcción de viviendas y espacios comunales, sistemas de agua potable y mejora de puentes y caminos”, concluyó.

Esta entrega estuvo presidida por el secretario de Estado de Servicios Sociales e Igualdad, Mario Garcés, que expresó su

gratitud a los premiados por la labor que realizan y puso en valor la figura de Rafael Izquierdo, “un caso típico de compromiso y humanismo”, alabando la capacidad transformadora de los ingenieros. Y es que la solidaridad es de suma importancia ya que, según señaló el secretario de Estado, “hay mucha gente que lo está pasando mal”. Sin embargo, se puede contar con “personas maravillosas que tienen una gran capacidad para cambiar la realidad”. Así, en la actualidad, hay siete millones de voluntario es España: “Esta es la verdadera Marca España, sentenció.

Por su parte, Juan A. Santamera, presidente de la FUNDACIÓN CAMINOS, quiso subrayar la importancia de la solidaridad: “Debe ser un capítulo relevante de nuestras vidas y de nuestros objetivos. Este premio de la FUNDACIÓN CAMINOS es lo que pretende señalar, habiendo dado el nombre de nuestro compañero Rafael Izquierdo como un homenaje colectivo a su ingente labor solidaria”. Y añadió: “Es verdad que nuestro trabajo y nuestra profesionalidad son nuestra primera credencial y tenemos que ser los primeros portavoces de la trascendencia de las grandes obras realizadas. Pero, al mismo tiempo, si no vemos la realidad que nos circunda, las necesidades, la desigualdad, lo que necesitan los más desfavorecidos, es que estamos ciegos y además condenados a dejar a las generaciones futuras un mundo incompleto, una sociedad carente de sentido”. Por este motivo, según manifestó el presidente, desde la Fundación Caminos “dedicamos todo nuestro esfuerzo a este Premio como expresión máxima del compromiso de nuestra profesión con los más desfavorecidos”. 📍

PREMIO RAFAEL IZQUIERDO A LA SOLIDARIDAD 2017

PABLO Moñino



Turkana es uno de esos lugares en el planeta que ha permanecido congelado en el tiempo hasta fechas muy recientes. Las duras condiciones de vida que allí se dan fueron el motivo por el que un grupo de jovencísimos españoles hostigados por el padre Paco Andreo decidieron hace más de treinta años desplazarse de forma permanente a la zona para llevar a cabo labores de atención sanitaria a la población. Con el paso del tiempo y el mejor conocimiento del lugar identificaron otras prioridades empezando por el acceso al agua, la nutrición, la educación ó el fomento de actividades complementarias a su decadente estilo de vida: el pastoreo nómada. Muchos de aquellos jóvenes pioneros acabaron por ordenarse sacerdotes ó consagrarse a la vida misionera, terminando por fundar la Comunidad Misionera de San Pablo Apóstol y Madre María de la Iglesia representada hoy aquí por el P. Andrew Yakulula. El intenso trabajo desarrollado desde entonces ha transformado el territorio y ha difundido los valores cristianos básicos con el máximo respeto por la cultura local. Su constante permanencia en el territorio es su mayor garantía para que las iniciativas llevadas a cabo al objeto de reducir el estrés por la supervivencia tengan posibilidades de éxito reales.

Llegué a Turkana de la mano de mi amigo y también ingeniero el Prof. Claudio Olalla, movido por un afán de hacer una contribución real al bienestar de la Sociedad en la que como todos vosotros

disfruto de una posición privilegiada. La realidad de Turkana me atrapó casi al instante por la autenticidad de sus gentes y ello me hizo regresar. La decisión de quedarme a vivir forma ya parte de una transformación personal en la que sigo inmerso y que traspasa las fronteras de lo racional.

Mi trabajo allí inicialmente estaba enfocado hacia la construcción de una presa de gran significación en la zona; la falta de fondos para acometer el proyecto supuso un cambio de planes que me abrió en cambio la posibilidad de descubrir la cultura Turkana de la mano del P. Ángel Valdivia, de quien aprendí el verdadero significado de la solidaridad: "Estar con la gente que te necesita, cuando ellos lo necesitan." No hace falta mucho más.

Y así pasó el año más intenso de mi vida y sin apenas actividad ingenieril. A partir de ahí fueron apareciendo oportunidades para desplegar las energías contenidas y que tienen los siguientes fundamentos:

Utilizar la tecnología de manera apropiada es una potente herramienta para ayudar a las gentes sencillas de todo el mundo a encontrar su propio camino de salida de la escasez. "Ayudarles a que se ayuden a sí mismos".

Este fue el mensaje fundamental del economista y filósofo anglo-germano Fritz Schumacher, autor del maravilloso libro "Lo pequeño es hermoso", con el que me siento tan identificado.

El esfuerzo global destinado desde hace décadas a la ayuda al desarrollo no es nada desdeñable, y en general ha ido en aumento año tras año. Pero la ayuda debe ser bien dirigida so pena de correr el riesgo de conseguir un efecto contrario al deseado...

"Donar bienes materiales hace a la gente dependiente. Regalarles conocimiento las hace libres.", decía Schumacher.

Repartir alimentos ó dinero de forma sistemática no parece ser de entrada una buena política; aún así hay casos como Turkana donde aún resulta inevitable so pena de abandonar a la población al límite de sus posibilidades; no sólo por la "aparente" carencia de recursos

existente sino por la también “manifiesta” falta de oportunidades alternativas a su tradicional modo de vida. Y digo “aparente” pues haber recursos los hay, es sólo cuestión de saberlos identificar y sobre todo de saber aprovecharlos como luego os explicaré; y “manifiesta” porque apenas existen un puñado de actividades muy básicas que permiten a las gentes de este lugar arañar algunas migajas que mal compensen sus maltrechas economías. El hambre y en ocasiones la necesidad extrema en Turkana son, aún hoy, una Realidad.

Por otra parte, el intento de implementar tecnologías modernas que se han mostrado exitosas en occidente, tampoco parece ser la herramienta más adecuada para mitigar la escasez, ó no siempre al menos. Pues dichas tecnologías suelen estar basadas en la optimización de los costes de la mano de obra y en altas inversiones de capital, buscando siempre el máximo rendimiento de este por unidad producida. Y ello puede llevar a producir un efecto contrario al deseado, generando una competencia de productos con los mercados locales que acabe por destruir muchos más puestos de trabajo por informales que sean que el número de nuevos puestos de trabajo formales así creados.

Así mismo este tipo de tecnologías modernas, en teoría prósperas, suelen requerir de unos condicionantes externos que se suelen dar por garantizados en el mundo civilizado pero que en general no suelen estar disponibles en las regiones más remotas y aisladas, como pueden ser una buena red de transporte, una eficiente conexión a internet y a la red de telefonía, canales adecuados para el marketing, sistemas administrativos modernos, etc. Por lo que difícilmente podrán prosperar en lugares como Turkana, siendo inevitable a la postre desplazar las unidades de negocio hacia las zonas más prósperas y urbanizadas. Generando un efecto llamada hacia los grandes núcleos de población con la consiguiente despoblación de las zonas rurales y en especial de su mano de obra más preciada, los pocos jóvenes que han gozado de una educación formal en Turkana.

¿Se quiere apostar por este tipo de actuaciones desde la ayuda al desarrollo ó hay un camino alternativo?



La educación es sin duda un arma básica a medio y largo plazo contra la miseria, pero debe ir acompañada de una creación de oportunidades para los futuros jóvenes ya formados, quienes de lo contrario se verán forzados a emigrar a las ciudades, ó bien caerán en la frustración y aún peor en una competencia feroz y sin escrúpulos por los escasos puestos disponibles, favoreciendo el “arraigo de la corrupción”. El fomento de la educación en oficios debe priorizarse frente a otro tipo de estudios más académicos que tienen escasa salida en las zonas rurales.

Pero aún hoy son muchos los jóvenes y adultos en Turkana que no alcanzaron a ir a la escuela, y no conocen más oficio que el de pastor. No tienen ninguna oportunidad para salir adelante dignamente. Ayudar a transmitirles un conocimiento adecuado es darles la posibilidad de emprender actividades que sean de utilidad en su entorno, sin depender de nadie más que de ellos mismos para salir de la escasez. Estoy convencido de que fomentar tecnologías apropiadas, basadas en lo artesanal y lo tradicional pero dotadas de un aire nuevo, que las haga más eficientes aún estando basadas en un empleo de obra masivo y en una inversión mínima de capital, es el camino a seguir. Son las que el citado F. Schumacher acertó en llamar “Tecnologías Intermedias”,

por situarse a medio camino entre las más tradicionales y las más ultramodernas.

El planteamiento a realizar debería basarse en los siguientes principios:

- Que la creación de los puestos de trabajo ocurra en las áreas donde la gente ya reside, y no en las zonas urbanas ó en las grandes poblaciones del entorno.
- Que tanto los medios como los métodos de producción se mantengan simples, evitando en lo posible la necesidad de mano de obra cualificada e inversiones en bienes de equipo no al alcance de las posibilidades económicas de la población.
- Que la producción se realice en su mayor parte con la materia prima localmente disponible, evitando así las importaciones de materiales que ahogan la economía local y no generan riqueza alguna en la zona.
- Que los centros de trabajo sean asequibles no requiriendo de inversiones sensibles.
- Y que dichos centros sean tan numerosos como sea posible.

Sólo así podrá reducirse progresivamente la dependencia de los agentes externos como ONG's, la Iglesia, ó el



gobierno, e incrementar al mismo tiempo las tasas de dignidad y orgullo del pueblo.

Es razonable, sin embargo, argumentar en contra de este tipo de tecnologías intermedias, pues es cierto en general que:

- producen menor cantidad de bienes para un mismo capital invertido que en el caso de las tecnologías más modernas, basadas en la mecanización de los procesos.
- y que, en algunos casos al menos, producen bienes menos competitivos en términos estrictamente económicos, precisamente por emplear mano de obra intensiva.

Ambos argumentos merecen atención, en especial si consideramos que los países en desarrollo ó las agencias de desarrollo disponen de limitados recursos económicos, y parecería una torpeza a priori el invertirlos en actividades que produzcan un menor caudal de bienes por unidad de capital invertido. Pero asegurar que esto realmente sea así ya no es una cuestión tan trivial que pueda responderse sólo con las matemáticas en la mano, pues como se dijo anteriormente dichas tecnologías modernas precisan de una parafernalia que se da por supuesta en los países desa-

rollados pero que no está disponible en las zonas más deprimidas; y que existe además un salto cultural y educacional gigantesco que dificulta enormemente el arraigo inicial de casi cualquier iniciativa por adecuada que pueda parecer a priori. Por otro lado, las tecnologías intermedias sí generan el máximo de actividad en la zona, revitalizando la economía local lo que no consiguen los productos importados de fuera. Y ello pone en marcha el círculo virtuoso de la economía, la circulación monetaria. Y dignifican al ser humano que se siente por fin útil a la sociedad, lo que despierta su creatividad e ingenio y es semilla de futuras iniciativas revitalizadoras en la zona.

Y sobre si las economías basadas en la mano de obra intensiva son competitivas ó no, no hay ninguna ley escrita a tal efecto, y las teorías económicas que no ponen en juego otros factores como los sociológicos y los humanos difícilmente pueden dar respuesta adecuada a esta cuestión. Como decía el economista y humanista español J.L. Sampedro, "la economía es esencialmente una ciencia que estudia los comportamientos humanos, para lo que se emplean todas las matemáticas que se quieran, de acuerdo, pero que depende de una serie de variables sociales de primer orden que hoy por hoy no son cuantificables...".

Sólo la puesta en práctica real de las tecnologías intermedias nos podrá dar la solución en cada caso particular, no siendo válidas tampoco las generalidades en esta materia como demuestra la experiencia más que sobradamente.

¿Ó es que alguien duda que las personas son más relevantes que los ratios ó los coeficientes?

¿Ó es que actuaciones que benefician de manera absolutamente demostrada a un puñado de familias no son merecedoras del mismo respeto que las grandes actuaciones que "supuestamente" benefician a miles? Personalmente creo más en las primeras que en las segundas aun cuando ambas son sin duda necesarias.

El conseguir que dichas tecnologías apropiadas tengan éxito depende en gran medida de la habilidad ingenieril que se despliegue en ellas, y de grandes dosis de perseverancia y de paciencia hasta que se den las circunstancias adecuadas para que arraiguen en la población y la cultura locales. Así como del fomento simultáneo de actividades que hagan uso de los bienes producidos creando una actividad económica que se retroalimente así misma.

Pero entre tener una idea ó hacer un planteamiento teórico por audaz que sea este, y su puesta en práctica real, hay un verdadero abismo. Es preciso por tanto para la implementación exitosa de tecnologías apropiadas en zonas deprimidas:

- Contar con personas con capacidad real de empuje y dispuestas a asumir ese reto en primera línea.
- Que a dichas personas les mueva una vocación fuerte y se armen de buenas dosis de paciencia y de perseverancia.
- Rodearse de un equipo humano local competente que no sólo acompañe en la tarea in situ, sino que haga suya la iniciativa. De un equipo externo de colaboradores que aporten el conocimiento técnico y la experiencia real en dichas tecnologías. Y de un agente local que facilite la logística y el soporte moral y espiritual por otro.
- Y finalmente es imprescindible contar con un soporte económico suficiente y



estable que sepa posicionarse más lejos de los preceptos de la rentabilidad y más cerca de los de la “solidaridad”.

Todos los actores implicados en el proceso deben dejar amplia cabida para los fracasos parciales so pena de frustrar sus expectativas y abandonar antes de llegar a la orilla; y entender que es en el camino recorrido donde reside el verdadero éxito, por lo que con nuestro ejemplo y entrega transmitimos y enseñamos a los que ayudamos, así como por la transformación personal que sufren todos los que se ven envueltos en el proceso. Este cambio de mentalidad que me enseñó el P. Albert Salvans, creo que es fundamental si no se quiere morir en el intento...

Afortunadamente somos muchos los que, desde nuestra situación más ó menos acomodada, nos mueve un deseo genuino de ayudar a salir de la escasez a nuestros semejantes, con medios que antepongan por encima de todo su “dignidad”. Y esta fuerza poderosa debe ser más que suficiente para superar todos nuestros miedos y desconfianzas y para ponernos cada vez más en Acción.

Mi primer viaje a Turkana con Claudio Olalla en 2011 tenía como objetivo revisar, catalogar y proponer mejoras en las múltiples infraestructuras de agua

(balsas, pozos y presas) que los Misioneros de San Pablo habían construido en los últimos 15 años. En el viaje de vuelta a España Claudio y yo imaginábamos mejoras que podrían hacerse en las presas existentes y en los futuros diseños de las mismas, no dejando de admirarnos por lo que ese grupo de hombres y mujeres entregados a la solidaridad habían llevado a cabo sin apenas conocimientos ni recursos. Pronto nos dimos cuenta que casi la mitad del coste de las presas lo constituía la compra y el transporte del cemento para elaborar el mortero que ligara los mampuestos. Había que atacar por ahí para tratar de hacer más con menos. Si el cemento es un material del siglo XIX, cómo demonios construían nuestros antepasados y qué tan bien lo hicieron que aún hoy en España hay docenas de presas centenarias (y milenarias) en servicio? La respuesta era “la cal”. A partir de entonces me puse en marcha y conocí a una suerte de personas, ahora buenos amigos míos, que son los únicos custodios aún en activo del saber tradicional calero en España y que me brindaron su apoyo para levantar un horno tradicional en Turkana; la piedra caliza resultó estar milagrosamente muy a mano y tras tres años de intentos fallidos ya fabricamos hoy cal en Turkana.

Así mismo decidimos tantear la posibilidad de aprovechar la actividad de la

construcción como un potencial revulsivo económico en la zona. Se trataba de experimentar diversas técnicas de construcción que, basadas en el empleo de mano de obra local así como el uso de materiales locales, pudieran resultar competitivas y adaptadas al clima extremo de la zona. Han sido casi tres años de experimentación en los que empezando con el barro como materia prima fundamental, se ha hecho un recorrido por diversas técnicas sencillas con unos resultados progresivamente esperanzadores. Barro apisonado, ladrillos de adobe, barro elaborado con recetas secretas para hacer revocos y suelos resistentes al agua y a la abrasión, empleando técnicas ancestrales como las creadas con un ingenio sutil por los nubios hace más de cinco mil años, nos han permitido alcanzar el conocimiento y el dominio de la materia natural. Sobre cal y barro es que se han levantado las civilizaciones, siendo ambos junto con el yeso los tres materiales de construcción más antiguos desde que se inició la civilización en Oriente Medio. También hemos rescatado del inexplicable olvido a la bóveda catalana: técnica que precisa de ladrillos cocidos (de apenas centímetro y medio de espesor) y de yeso como ligante de unión, piedra que también tuvimos la suerte de encontrar en las proximidades del horno de cal. Otro gran amigo me enseñó a hacer ladrillos de forma artesanal en su fábrica de Biges i Riells en Barcelona. Y los propios africanos a cocerlos de manera informal en el mismo sitio donde hacíamos la obra. Y con tanto barro de por medio decidimos ensayar un taller de cerámica en el que una docena de mujeres han aprendido las técnicas básicas para modelar arcilla. Todo ello coincide misteriosamente con lo llevado a cabo a mayor escala por el también inspirador arquitecto y humanista egipcio Hassan Fathy, quien puso en marcha con admirable maestría todas estas iniciativas comentadas anteriormente para la creación de nuevas aldeas en el Egipto rural.

En todo este proceso me he visto acompañado por un nutrido número de compañeros y compañeras turkanas y de otras partes de Kenia a los que me siento estrechamente unido. Para ellos es que he trabajado durante todo este tiempo, pero a la vez sin ellos nada hubiera sido posible. He gozado de una completa libertad pero

también de una responsabilidad total; hemos pasado por algunas dificultades de las que hemos salido juntos; y esto ha creado una mística de confianza y orgullo que ha arrastrado la solidaridad del grupo. Como le ocurría a el gran E. Freyssinet, el más grande constructor de todos los tiempos, esta actividad me ha hecho feliz porque “la alegría que una obra da a su creador no depende de sus dimensiones sino del amor que ha puesto en ella”. Y esto lo decía Freyssinet quien a sus cincuenta años abandonaba la vida fácil, el dinero, los honores, y la gloria que tan justamente había alcanzado en el desarrollo de su profesión y se lanzaba a una carrera de fondo que le llevaría al borde de la ruina y la desesperación para crear desde sus más ínfimos detalles hasta las más grandes creaciones el arte del pretensado: un invento sólo comparable al descubrimiento del arco, por el que la materia se vence a sí misma. Freyssinet ha sido para mí una figura profundamente inspiradora, un constructor integral que no se limitaba a proyectar la obra acabada, sino que diseñaba personalmente todos los elementos para su construcción hasta el nivel de un artesano, realizaba el plan de obra, su proceso constructivo, pagaba los salarios, hacía de obrero, etc. Es el último gran ingeniero de la época heroica. Y salvando las formidables distancias, me he sentido muy identificado con él por la parte que me ha tocado vivir en Turkana.

Como siguiendo un proceso natural, nos disponemos ahora a levantar unas instalaciones adecuadas en torno al horno de cal, para la fabricación artesanal de materiales de construcción sostenibles como son la cal, el yeso y los ladrillos de arcilla cocida. Con el objeto de dar consistencia a una actividad que dependiendo del motor de la construcción, dé estabilidad económica a un conjunto de familias y pueda convertirse en un ejemplo vivo que anime otras iniciativas en la misma línea de sostenibilidad y permanencia propias de las tecnologías intermedias.

En Turkana está casi todo por hacer, y aún se construye a un ritmo muy lento, pero no cabe duda que el déficit ingente de vivienda existente así como la necesidad de crear escuelas, dispensarios, ó de edificios públicos ó priva-



dos de diversa índole, anima a apostar por la Construcción Sostenible como Herramienta Potencial de Desarrollo. Sería una oportunidad perdida seguir construyendo con cemento, chapa ondulada ó madera, todos ellos venidos de fuera, que tan mal se adaptan a la climatología del lugar, y que tan poco dejan en la zona...

Mi saludo a los compañeros que han apostado por este cambio!

Incluso tendría sentido en el futuro la creación de una escuela informal de construcción con técnicas apropiadas, para fomentar la difusión de una construcción responsable en Turkana. Pero vayamos paso a paso, pole-pole como dicen sabiamente en Kenia...

La propuesta de fondo es por tanto seguir fomentando un tipo de construcción que emplee estrictamente materiales producidos en Turkana, y basada en el empleo de mano de obra local no calificada pero debidamente entrenada. Basada en técnicas sencillas pero de gran eficacia, como la bóveda catalana ó la bóveda nubia, e incluso con elementos prefabricados in situ ó elementos cerámicos, donde con los mismos materiales se resuelven paredes y techo sin solución de continuidad, y con esbelteces importantes y por tanto el mínimo coste de materiales posible; y cuya geometría

se mimetiza con el entorno y se defiende por sí misma de la intensidad del sol. Consiguiendo así edificaciones asequibles y que constituyan verdaderos refugios contra los agentes externos. Habilitando al mismo tiempo un canal para el flujo monetario desde los apoderados hacia los desapoderados. Y donde una fracción por mínima que sea de la población menos favorecida, aquella que no tiene estudios ni tampoco rebaños, encuentre una alternativa real de vida. Para ello será necesario también todo vuestro apoyo.

Toda esta suerte de eventos que os he relatado anteriormente no han sido fruto de la casualidad, sino de aquella fuerza solidaria a la que aludía antes y que mueve a todo ser humano por dentro. Es por ello que este reconocimiento que se hace hoy en el Ilustre Colegio de Ingenieros de Caminos, lo es en realidad para todos. Y en nombre de todos doy las más sinceras gracias a los patrocinadores y a los organizadores de este evento y les animo a seguir reconociendo la solidaridad como el valor distintivo de los seres humanos. Son muchos a los que debo un agradecimiento especial y ellos lo saben, pero si se me permite quisiera hacerlo explícito para Adela M^a Lostalé y José M^a Moñino, mis padres, por la comprensión, las oportunidades y la educación que me han procurado durante tantos años. 🍷

PREMIO RAFAEL IZQUIERDO A LA SOLIDARIDAD 2017

Ignacio Saiz, presidente de

Amycos

Dos décadas trabajando para que nadie se quede atrás



Lo primero de todo es agradecer este galardón al Colegio y a la Fundación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, así como la presencia de promotores, autoridades, amigos e invitados.

Amycos es una Organización No Gubernamental de Cooperación al Desarrollo (ONGD) que tiene como principal objetivo la promoción de la justicia. Se trata de un compromiso que tiene múltiples dimensiones como la de trabajar por la paz y la reconciliación mediante la no violencia; luchar contra todo tipo de discriminación por razón de religión, género, clase social o procedencia étnica; hacer frente a la creciente hambre y pobreza en el mundo mientras que la prosperidad material se concentra cada vez más en unos pocos; defender a ultranza los Derechos Humanos y de los pueblos, y promover actitudes y políticas que nos lleven a crear relaciones responsables con el medio ambiente de esta Tierra común.

Con organización nuestras líneas estratégicas son:

1ª) La sensibilización de los ciudadanos de nuestra sociedad sobre la realidad de los países del llamado Tercer Mundo y de los excluidos de nuestros países.

2ª) La concienciación de las administraciones y las colectividades para que reorienten sus políticas hacia una defensa radical de los Derechos Humanos y con el respeto más escrupuloso del medio ambiente.

3ª) La puesta en marcha de proyectos de desarrollo en los países del Sur mediante la canalización de recursos públicos y privados.

4ª) El impulso de proyectos e iniciativas de desarrollo local en nuestro entorno más cercano tendentes a la defensa de los Derechos Humanos, la integración de los inmigrantes y de otros colectivos socialmente vulnerables, así como la promoción del voluntariado y la consecución de un desarrollo sostenible.

Y todo desde la perspectiva de que la solidaridad se basa en la justicia y en la igualdad, nunca en la compasión y en la limosna.

En el campo de la cooperación al desarrollado, aspecto vinculado ahora a este premio, todos los proyectos apoyados por Amycos parten de las necesidades expresadas por los propios beneficiarios. De esta manera, nuestros socios locales y los propios beneficiarios cuentan con un protagonismo y una implicación activa, prioritaria y mantenida a lo largo de toda la vida del proyecto, desde sus fases iniciales de identificación hasta la ejecución y evaluación de todas las actuaciones.

Algunos de los proyectos más significativos desarrollados en los últimos años por Amycos se han centrado en la dotación de agua potable a comunidades rurales indígenas de Bolivia y en la mejora de infraestructuras comunitarias en Nicaragua. En el caso de los primeros, se han llevado a cabo mediante la construcción de sistemas de almacenamiento y canalización de agua, con sistemas de captación en la parte alta de las montañas y su posterior almacenamiento en tanques contruidos para tal efecto y canalización a través de tuberías para realizar la distribución en piletas domiciliarias en el exterior de las viviendas. En todos los casos estas acciones de construcción de infraestructuras van siempre acompañadas de procesos de empoderamiento y fomento de la organización

comunitaria y su autogestión, así como formación en higiene y asesoramiento para la promoción de la soberanía alimentaria (nutrición, tratamiento de los alimentos, diversificación productiva, etc.).

La mayor parte de estos proyectos se ha centrado en el departamento de Cochabamba (Bolivia), trabajando con población mayoritariamente quechua, como las comunidades de Chinchiri, Pucara Grande, Chaupisuyu, Huaycu, Jatun Ciénaga, Taracollo y Punacachi Alto y Bajo (municipio de Morochata), Ch'uto Orqo y Huajcha Mayu, (municipio de Cocapata), Sacaba, Sacha Sacha Centro y Parqo Kocha (municipio de Vacas), Chinchiri, Pucara, Jatun Pampa, Tetillas, Choro y Vizcaíno (municipio de Morochata), Sacaba y Mayk'a Monte. Sin embargo, desde 2012 se ha comenzado a trabajar en otras áreas del país, destacando los proyectos de dotación de agua potable a las comunidades de Rancho Nuevo y El Espino y El Carmen, con población guaraní.

En cuanto a los proyectos de construcción y mejora de equipamientos comunitarios, llevados a cabo fundamentalmente en Nicaragua, entre ellos destacan las construcciones y equipamientos de casas comunales, que se constituyen como los centros neurálgicos de los núcleos de población, en los que se imparten talleres, se debaten las cuestiones logísticas y sociales de la comunidades se almacena la cosecha y un sinfín más de actividades. También se ha trabajado en la adecuación de las infraestructuras viarias de varias comunidades, mejorando el acceso a las mismas para facilitar su comunicación con otras poblaciones a través de la construcción de puentes, caminos y tramos de carreteras. Asimismo se han desarrollado proyectos de dotación de agua potable, con la rehabilitación y mejora del servicio de aguas en varias comunidades. Estas actuaciones se han llevado a cabo en los municipios de Santa Teresa, San Ramón, Chinandega, Sébaco y San Isidro, y Esquipulas, en los departamentos de Carazo, Chinandega y Matagalpa, y se suman a otros proyectos de otra índole, como construcción de viviendas y diversificación productiva en áreas rurales de Matagalpa y los de formación de infan-



cia y adultos en Ciudad Sandino, por citar algunos.

En todos estos proyectos la población beneficiaria participa de manera activa, tanto en la fase previa como en la de ejecución y sostenibilidad del proyecto, colaborando en la detección de necesidades junto con los socios locales y después apoyando las labores de construcción como mano de obra no cualificada. Posteriormente, la población beneficiaria se apropia de las infraestructuras construidas en el proyecto asumiendo su gestión y mantenimiento que, en el caso de los sistemas de dotación de agua potable, recae en los Comités Locales de Agua Potable, creados por la propia comunidad para garantizar la conservación y buen uso de los sistemas, y en el resto de infraestructuras en las organizaciones civiles de cada comunidad, habitualmente sindicatos de jornaleros. En todos los casos, los proyectos contemplan procesos de empoderamiento y formación de la población para asegurar la sostenibilidad de los mismos.

Para concluir, la importante del voluntariado en Amycos y de especial relevancia para la obtención de este premio. Los orígenes de Amycos se remontan a una experiencia de voluntariado internacional de un grupo de jóvenes burgaleses en Nicaragua.

De esta manera, desde su fundación Amycos ha trabajado en el área de Voluntariado Internacional como uno de sus ejes principales. Para ello oferta la posibilidad de conocer la realidad de algunos países del Sur con estancias que oscilan entre un mes y un año de duración, en el que han participado más de 400 personas. Este campo de acción se nutre también desde 2009 del programa PPACID (Proyectos fin de carrera, Prácticum y Prácticas universitarias en el Ámbito de la Cooperación Internacional para el Desarrollo) de la Universidad de Burgos y en el que han participado 64 alumnos/as, 27 de ellos estudiantes de Ingeniería de Caminos. Esta iniciativa sirve así para fomentar, desde una vertiente práctica y de formación del estudiante, un proceso de reflexión y sensibilización sobre la situación de diferentes países del Sur.

La mayor parte de estos estudiantes, que hoy contamos con la presencia de dos de ellos Asier González y Daniel Vilas en esta sala, son de Ingeniería de Caminos y han desarrollado su labor en Nicaragua, apoyando proyectos de construcción de viviendas y espacios comunales, sistemas de agua potable y riego y mejora de puentes y caminos. Y, más recientemente, en Bolivia, con el diseño de proyectos técnicos de sistemas de agua, saneamiento, micropresas y de estaciones de depuración de agua residuales. ☺





Parte I

COYUNTURA

Retos de las Tecnologías de Información y
Comunicación (TIC) en la

movilidad y el transporte por carretera

1

Introducción

Acudiendo a la RAE, la palabra 'tecnología' es un término de origen griego, τεχνολογία, formada por téchnē (τέχνη, arte, técnica u oficio, que puede ser traducido como destreza) y logía (λογία, el estudio o tratado de algo). De la unión de ambos, el término 'tecnología' se puede definir como "el tratado de la destreza en un arte, técnica u oficio".

En este sentido, Kofi Annan, en su discurso inaugural de la primera fase de la WISS (World Summit on the Information Society) celebrada en Ginebra, en 2003, dijo:

"Las tecnologías de la información y la comunicación, no son ninguna panacea, ni fórmula mágica, pero pueden mejorar la vida de todos los habitantes del planeta. Se dispone de herramientas, para llegar a los objetivos de desarrollo del milenio, de instrumentos que harán avanzar la causa de la libertad y la democracia y de los medios necesarios para propagar los conocimientos y facilitar la comprensión mutua".

Ateniéndonos al contenido de esta cita, el término 'tecnología' se podría definir, con redundancia, como "el conjunto de conocimientos sobre un arte, técnica u oficio científicamente ordenados, que permiten, con destreza, diseñar bienes que facilitan la adaptación al medio ambiente o crear servicios para satisfacer las necesidades esenciales y los deseos de la humanidad".

Por otro lado, el término 'información' procede del latín informatio, -ōnis, 'concepto' o 'explicación de una palabra'; de este modo, siguiendo a la RAE, es el acto de informar, es decir, es la "comunicación o adquisición de conocimientos que permiten ampliar o precisar los que se poseen sobre una materia determinada".

En cuanto a la comunicación, siguiendo el procedimiento anterior, procede del latín communicatio, -ōnis, y según la RAE, es el acto de comunicar o comunicarse, y aquí, de las diversas

ÁNGEL J.
**Muñoz
Suárez**

Ingeniero de Caminos,
Canales y Puertos

Comisión de Transportes del
Colegio de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos



acepciones que contiene, tomaremos aquellas que se refieren a la “transmisión de señales mediante un código emisor común al emisor y al receptor” y la que se refiere a “la unión que se establece entre ciertas cosas, mediante diversos medios o recursos”.

En base a lo anterior, este artículo tratará de explicitar las técnicas de adquisición, tratamiento y procesado de datos, la transmisión y medios de comunicación y la difusión de la información, que permiten acceder a un usuario, directa o indirectamente, esté o no involucrado y en tiempo real¹, a la información y conocimiento de las circunstancias específicas concurrentes en la Gestión de la Movilidad y el Transporte por Carretera, al objeto y fin de que pueda adaptar y optimizar sus recursos.

2 Técnicas de adquisición, tratamiento y procesado de datos

La adquisición de datos se inicia con la determinación del fenómeno físico o la propiedad física del objeto que se desea medir, cualquiera que sea su naturaleza, propiedad o fenómeno (objeto de la investigación), a la que siguen las etapas del tratamiento y procesado.

A lo largo de la historia, la obtención de datos con más o menos proliferación y calidad, siempre fue una actividad a la que se dedicaron recursos de forma continua y constante. En base a ellos, civilización tras civilización, se han sucedido, avances y progresos de cuantía y relevancia variable, los cuales han generado incrementos de bienestar en cada periodo.

Desde la Edad Antigua (desde el 3.500 a. C. hasta el siglo V), ya se aplicaron métodos de medición recurrente basados en la observación ocular del entorno terrenal próximo, y posteriormente a los astros. De la observación, se pasó al cuestionamiento de la periodicidad de los acontecimientos y a través de una meditada reflexión se produjeron las primeras acotaciones (civilizaciones sumerias, persas, egipcias y griegas, entre otras), donde aparecen los primeros esbozos en forma de sím-

bolos o gráficos sobre un soporte (piedra, madera, metales...), ambos variables y evolutivos (escritura jeroglífica), a los que le siguieron las escrituras cuneiformes (hendiduras hechas con cuñas sobre arcilla), hasta que, a ciertos jeroglifos, se les atribuyó un valor fonético.

Con la transición de los pictogramas a los ideogramas (signos esquemáticos pero no lingüísticos de un mensaje), que aún perduran en China y Japón, se llega a los grafemas (correspondencia sonora de un gráfico con un fonema en un idioma), como unidades mínimas e indivisibles de la escritura.

Durante la Edad Media (siglos V a XV), se producen significativos avances en la observación y la reflexión, coincidentes con el apogeo de las coetáneas civilizaciones mediterráneas, griega, romana y árabe, que culminan en la escritura romana y árabe que aún perduran.

Al llegar a la Edad Moderna (desde 1492 hasta la Revolución Francesa, es decir desde el s. XV al XVIII), se perfeccionan la medición, la acotación, el análisis y el estudio, y aunque las técnicas aún siguen siendo precarias y limitadas, se generan sustanciales progresos en diversas disciplinas, incorporando no solo sólidas teorías, sino, incluso, avanzadas formulaciones en múltiples materias, que son el germen del desarrollo de diversos mecanismos y máquinas (por ej. la aparición de la imprenta, que mediante la impresión en papel, facilitó de modo gráfico, la transmisión del conocimiento, lo que es aún vigente y permanece como un sólido medio de comunicación).

Solo cuando el hombre pudo sustituir las señales gráficas, sonoras o visuales, por señales eléctricas, (bien entrado el S XVIII), comenzó una nueva era tecnológica, la de las telecomunicaciones². Se alcanza, de este modo, la Edad Contemporánea (siglos XVIII a XXI), época en la que se avanza en la formulación y modificación de ciertas teorías vigentes, se demuestran y contrastan eventos, se perfeccionan mecanismos y máquinas y aparecen muchos de los inventos que hoy en día perduran.

Si bien los primeros sistemas de telecomunicaciones aparecieron hacia finales del siglo XVIII, y utilizaron como medio de comunicación un medio físico o trozos de alambre de hierro (sistemas alámbricos), que posteriormente se perfeccionaron, con el uso de cables, el primer exponente de las telecomunicaciones por cable es el telégrafo, que en 1837 permitió, a distancia y en tiempo real, la comunicación entre un emisor y un receptor, entre los que no había un contacto visual, pero sí físico a través de un cable (sistema alámbrico, de diversa naturaleza). Una evolución de los sistemas alámbricos es el cable de fibra óptica³ (cable de alma de vidrio que permite grosores menores, mayor alcance y menores interferencias).

El transporte de la información era y es por medio de señales eléctricas (se mueven electrones), en los primeros y por señales ópticas o de luz (se mueven fotones), en los de fibra óptica. La transmisión se efectuaba en un solo sentido, por medio de pulsaciones que abrían y cerraban el circuito eléctrico, las cuales activaban el receptor, al que posteriormente se le añadió un rodillo de papel en el quedaban impresas las señales, que obedecían al uso de un código (llamado Morse en honor a su inventor).

No obstante lo anterior, los sistemas alámbricos unifilares metálicos, presentaban, en general, tres grandes problemas: no se podía transmitir hasta que no se completaba el mensaje, eran lentos y no eran accesibles para todo el mundo.

Esto fue resuelto con la aparición del teléfono⁴ fijo, que soportado en un sistema alámbrico permitía transmitir mensajes de sonido, (en aquellos tiempos música y voz) y simultáneamente en ambos sentidos. La aparición del teléfono precisó de dos nuevos elementos: el micrófono y el auricular.

Unos años después (1895) nacen las comunicaciones sin hilos o cables (sistemas inalámbricos). Con este sistema, la transmisión de las señales eléctricas, se realiza bien mediante ondas mecánicas o bien por ondas electromagnéticas. En este último caso se precisa de un nuevo elemento: la antena, que convierte las señales eléctricas en ondas electromagnéticas, cuando ejercen de emisor y las ondas electromagnéticas en señales eléctricas, cuando ejercen de receptor. Este tipo de transmisión supuso grandes avances en la transmisión y como medio de comunicación, ya que su velocidad de transmisión es la velocidad de la luz.

No obstante, en cualquiera sistema, se generan no pocas distorsiones y para evitarlas aparecen diversas acciones rectificadoras, que actúan sobre la amplificación, el aislamiento, el multiplexado, el filtrado, la excitación o la linealidad y aparecen equipos que las ejecutan, como p.ej el puente de Wheatstone⁵ o el transistor⁶.

Un sistema típico de entrada de datos obedece al esquema tipo siguiente:

A las fases de captación, registro y almacenamiento de los datos, le sigue la del tratamiento y procesado, pues de lo contrario estaríamos ante un procedimiento incompleto.

3 El soporte de las TIC

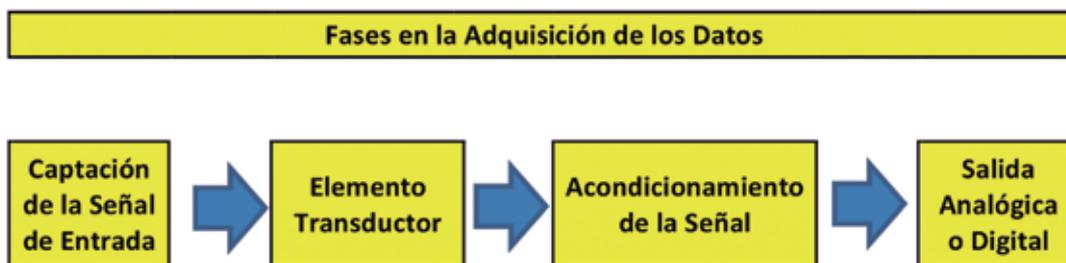
Antes del desarrollo de las telecomunicaciones, la transmisión de todo lo que se observaba o conocía, era comunicado a través de símbolos (banderas, humo...), el correo, mediante emisarios que se desplazaban y que eran capaces de transmitir estos símbolos e incluso mensajes sonoros y la documentación escrita, es decir todo el registro, archivo y almacenamiento de los datos, se efectuaba mediante símbolos, mensajes o escritos en papel .

Hacia la segunda mitad del siglo XX, con la aparición de los primeros ordenadores (*hardware*) e incipientes desarrollos informáticos (*software*), la realización sistemática, recurrente y metódica de la adquisición, almacenamiento y comunicación de datos, reside en estos equipamientos y las citadas tareas son ejecutables sin prácticamente limitación alguna. La evolución, tanto de las máquinas como de los desarrollos informáticos es notable y se manifiesta en el alcance de las prestaciones que, sucesivamente, se van disponiendo y desarrollando, (imitadoras de las funciones cognitivas de los humanos), de modo que ya se empieza a hablar de máquinas dotadas con una inteligencia, que se denomina 'artificial'⁷ (en adelante AI).

Al localizarse el *hardware* y *software* en ciertos emplazamientos, aparecen, los Centros Neurálgicos (en adelante CN), que no son sino lugares en los que, como consecuencia de las dotaciones y prestaciones de que disponen, se lleva a cabo el tratamiento y procesado de los datos generadores del conocimiento, con un alcance y diversidad de materias tal que la investigación progresa de forma continua.

Esto hace que en los CN, después de la etapa de tratamiento y procesado, se pueda acometer la etapa de la transmisión de la información usando distintos medios comunicación, y por tanto distribuirla, bien directamente al usuario o indirectamente, alojándola en los lugares adecuados para que sea el propio usuario quien acceda a la misma, cuando quiera que le interese.

La tendencia actual es que los usuarios pasen de ser consumidores a productores y de receptores a creadores de información, es decir, que sean una fuente de información, constituyendo, de este modo, una red que retroalimente y actualice la información, con lo que ésta puede ser más y más perfeccionada e inteligente, cualquiera que sea su naturaleza o sector de aplicación. A ello han contribuido, a gran



velocidad, las Tecnologías de la Información y Comunicación (en adelante TIC).

Las TIC, para el tratamiento, producción e intercambio de bienes y servicios, en general, se pueden definir como *“el conjunto de conocimientos, prácticas y experiencias, que alcanzan, tanto a las personas que utilizan los productos de hardware y software adecuados, como a la equipos instalados y su puesta en servicio, sin olvidar, obviamente, el mantenimiento de sus sistemas”*. Es decir, las TIC son capaces de generar un entorno seguro y eficaz, donde la accesibilidad de los usuarios, además de fiable, queda garantizada.

Las TIC, si bien a veces tienen una instalación y aplicación limitadas, cada día progresan y se perfeccionan más y más; son altamente demandadas y su presencia, creciente entre los usuarios; y son consideradas como el procedimiento óptimo para acceder a la información y como medio de comunicación.

Así, cuando antes, el conocimiento adolecía de un cierto desfase en el tiempo y en el espacio y en la mayoría de los casos era exclusivo de tan solo unos pocos privilegiados, hoy día, mediante las TIC, es posible hacerlo llegar, prácticamente, a toda la población mundial, habiéndose convertido en un *“modus vivendi”*.

Las TIC están soportadas en un conjunto de recursos, que se materializan en:

a) unas redes de comunicación (alámbricas o inalámbricas), entre las que cabe citar: la radio, la televisión, la telefonía fija y móvil, las comunicaciones vía satélite y las redes wifi y bluetooth.

b) unos terminales en origen y destino, tales como los ordenadores personales (pc y tablet), las consolas de nueva generación, los equipos de radio y televisión y sin duda, el más utilizado y evolucionado: el teléfono⁸.

c) unas aplicaciones: existen múltiples (tantas como conceptos) y de diverso alcance y naturaleza, que permitan descargar las informaciones y servicios suministrados, mediante acceso libre o por medio de claves o códigos de acceso.

d) unas redes sociales, basadas en sistemas operativos (SO), que residiendo en el terminal, tienen por función el proveer una interfaz entre el resto de los programas del terminal, los dispositivos de hardware y el usuario ; hay cuatro navegadores: Internet Explorer, Google Chrome, Firefox y Safari, con funcionalidades singulares y diferenciadas, que hacen que, en la actualidad, su presencia y penetrabilidad sea distinta y más o menos predominante.

Solo cuando la información está elaborada en los CN, y se disponen de los medios de comunicación adecuados es posible llevar a cabo la etapa de la difusión, que es el proceso de propagación o divulgación de los conocimientos, de dar a conocer el estado de las cosas, es exponer las capacidades y actitudes o es irradiar las noticias del objeto investigado.

4 Las TIC en la Movilidad y el Transporte por Carretera

Un ejemplo de aplicación de las TIC es el que se implementa, con mayor o menor intensidad, en el control y gestión del estado de la movilidad y el transporte por carretera, que soportados en los equipamientos que constituyen los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS), son objeto de tratamiento en el marco del Comité Técnico de Normalización de AENOR, AEN/CTN199, en un total de 18 subcomités.

No vamos a explicitar aquí la relación de equipos que los ITS contemplan, sino dando por hecho que están instalados y en funcionamiento, las particularidades relativas a este entorno.

El equipamiento que, en carreteras, ha sido aplicado en la adquisición, tratamiento y procesado de datos, pasa por la red que estuvo constituida por los postes SOS, de auxilio sanitario y mecánico, soportada en un sistema alámbrico de cobre (hoy en desuso, ante el auge de la telefonía móvil).

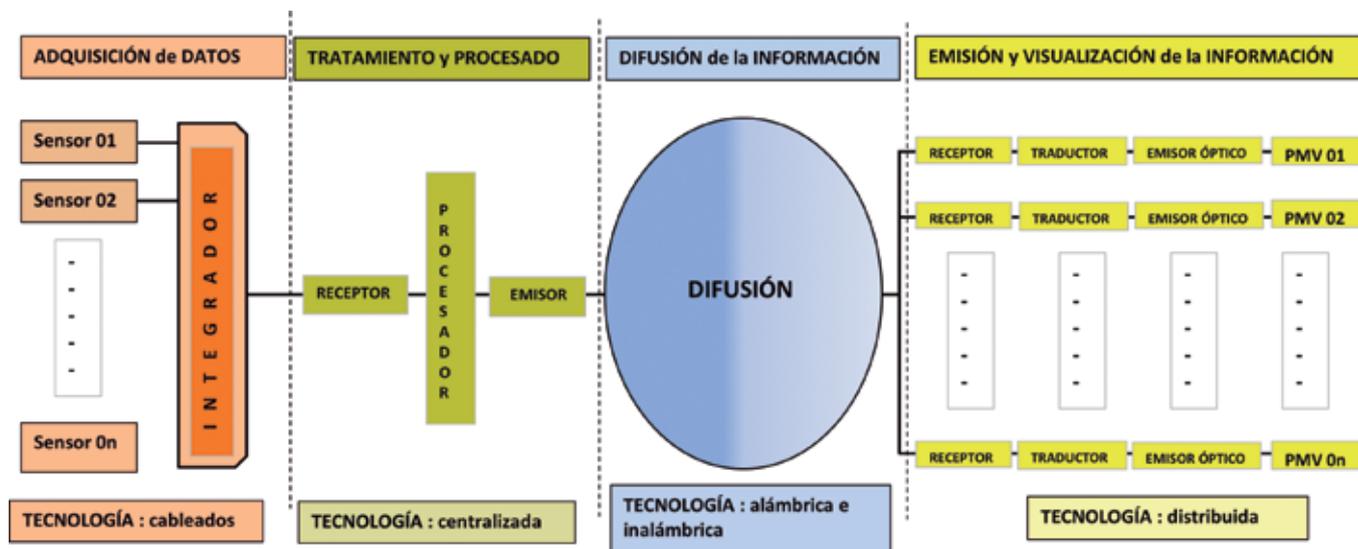
Actualmente, se adquieren tres grandes tipos de datos, como son los relativos a la movilidad (intensidad y velocidad), los medioambientales (meteorología y contaminación) y las imágenes.

Para los primeros, se instalaron e instalan Estaciones de Toma de Datos fijas (ETD), para los datos medioambientales se usan y usan las de los Sensores de Variables Ambientales en Carretera (SEVAC), que captan los datos meteorológicos, las Estaciones de Monitorización del Aire en Carretera (EMAC), que miden los datos de gases y partículas, y para las imágenes las cámaras fijas y monitorizadas, configurando circuitos cerrados de TV.

Si en vías a cielo abierto, la gestión de la movilidad es complicada, cuando se trata de los túneles, los datos a adquirir es mucho más amplia, ya que se ven involucrados muchos más diversos equipos, como son los de detección y extinción de incendios, los de control de humos, las dotaciones de las salidas de emergencia, los relativos a las redes de suministro de energía, los relativos a los niveles y circuitos de iluminación o los equipamientos de extracción y bombeo.

El tratamiento y procesado se resuelve, en todos los casos, por medio de las dotaciones de hardware y software particulares, que, residentes en los CN, actúan sobre los datos almacenados que configuran la Base de Datos.

La transmisión y medios de comunicación de datos está resuelta, mediante los equipamientos que constituyen las estaciones remotas universales (ERU), los controladores locales (PLC), y las redes alámbricas propietarias basadas en cable de cobre (ya casi en desuso por sus limitaciones) y la más actual y potente, basada en cables de fibra óptica, que aun son imprescindibles, allí donde no existe cobertura de las redes inalámbricas.



Esquema actual de las TIC en carreteras

cas, con configuraciones formadas por circuitos redundantes o de doble camino.

Por contra, en casos de difícil acceso o carencia de sistemas alámbricos físicos, se utilizan los sistemas inalámbricos, que comprenden desde el uso de redes basadas en GPRS, GPS, RDSI (soportada en la telefonía tradicional), los sistemas de interconexión usados para comunicaciones en redes, como el TCP/IP, que describe un conjunto de guías generales de operación para permitir que un equipo pueda comunicarse en una red y el más ampliamente extendido que constituye internet.

Para la difusión de la información en el entorno de la movilidad y el transporte por las infraestructuras viarias, una vez realizadas unas tareas previas de organización, catalogación y jerarquía, se usan, indistintamente, los diferentes medios que las TIC proporcionan.

Así se usan, desde los escritos (en forma de leyes, reglamentos, comunicados, boletines, notas), a las emisiones por radio (mediante programas divulgativos, anuncios, mensajes, consejos), pasando por las emisiones por vídeo, a través de la difusión de imágenes por TV y terminando con los equipos a bordo (*on board*), tanto si se trata de equipamientos terminales en el vehículo como de terminales basados en la telefonía móvil.

A lo anterior, se han de añadir los Paneles de Mensaje Variable (PMV), instalados "in situ" en las infraestructuras, con tecnología evolutiva diversa, si bien normalizada en el seno del AEN/CTN199, conforma a la EN12966. Los PMV, que con configuraciones y morfologías diversas e incidencias y coberturas limitadas, no solo por debido a sus intrínsecas prestaciones, sino por condiciones presupuestarias, permiten, como resultado de su gestión, dar informaciones concretas y específicas allí donde están ubicados y en caso de ausencia de eventos prioritarios, son aptos para enviar mensajes con información de ámbito global y generalizado.

En cuanto a la emisión, con los PMV actualmente en uso, si bien es cierto que después de múltiples y diversas evoluciones

en el alcance de las tecnologías y prestaciones se ha conseguido, ampliamente, la cromaticidad y resolución necesaria para los fines a los que se aplican, no es menor cierto que no es posible emitir todo tipo de mensajes y pictogramas, pues, sin ser exhaustivo, en aquellos, el número y tamaño de los caracteres lo limita y en estos, no es posible la nítida emisión de ciertos detalles. En todo caso, los PMV, están capacitados para emitir mensajes y pictogramas, previamente configurados y organizados.

En este caso, debido a las características del PMV existente, la información emitida debe de ser contextualizada, responder a un tiempo (cronología), debe estar jerarquizada ante la simultaneidad de los posibles eventos a informar y debe de estar adaptada al medio, es decir poseerá un contenido, ostentará una vigencia, gozará de una prioridad, tendrá un alcance y servirá para una circunstancia .

De modo sucinto y en general:

- el contenido, ira de lo simple a lo complejo y de lo específico a lo general, es decir, se ha de informar sobre aquello de lo que se tiene certeza por escasa que ésta sea, frente a lo impreciso aunque fuese aplicable por estadística;
- la vigencia, implica, un tiempo de validez, una vigilancia del evento y una actualización de la información en tiempo presente;
- la prioridad, repercutirá en la jerarquización, en base a la mayor o menor grado de vulneración y afectación a la movilidad y el transporte;
- el alcance puede ser puntual tanto adaptado al emplazamiento como al tiempo real, particular (para un determinado concepto, situación o evento) o global (como una información dirigida a todos los usuarios); y, por último,
- la circunstancia o el tipo de evento, influirá en todas las anteriores propiedades.

Ante una información disponible, un usuario adoptará, una actitud pasiva (receptora) o activa (buscadora). En la información recibida a través de los PMV solo podrá ser receptor, mientras que con las TIC, podrá ejercer ambas.

El actual croquis de difusión de la información obedece al esquema del página anterior.

Desde hace no muchos años, también se adquieren datos de la movilidad, por medio de la aplicación de las técnicas de control de equipos móviles (vehículos piloto, equipos a bordo, teléfonos móviles...) y a través de proveedores privados, de modo que ya varios organismos están procediendo a realizar la adquisición de datos de tráfico e información del estado de la movilidad, a través de este tipo de dotaciones.

Este es la razón de la incorporación de la Dirección General de Tráfico (DGT) al programa 'Connected Citizens Program' de Waze⁹, en línea con la tendencia de otras autoridades de tráfico de todo el mundo¹⁰.

Esta nueva forma de gestionar la movilidad, implica el intercambio gratuito de datos de tráfico, para mejorar la gestión de la movilidad y la seguridad vial, y se extiende tanto a los datos del tráfico, endógenos (intensidad y velocidad), como a los exógenos (medioambientales, incidentes, estado de la red viaria y otras circunstancias).

El uso de las TIC permite incorporar, en ésta línea de actuación, al usuario o vehículo conectado, como elemento activo de información punto-multipunto, lo cual permitirá el intercambio de la información con otros interesados o multipunto-punto, es decir podrá obtener la información de otros entes conectados.

Comoquiera que, el conductor de un vehículo podrá estar o no conectado, a voluntad o bien a través de los dispositivos y prestaciones con las que esté dotado a bordo el propio vehículo, el porcentaje de participación puntual o global de usuarios o vehículos variará. Cuando la conexión sea un hecho y se produzca, se podrá, sobre la movilidad en las infraestructuras, además de incrementar la cantidad y veracidad de los datos en tiempo real, realizar unos tratamientos y procesados más exhaustivos y con ello una mayor y mejor cantidad y calidad del conocimiento, de modo que transmitido éste, sea de utilidad para otros muchos usuarios, todo lo cual redundará en producir sensibles mejoras en la seguridad vial.

Con la participación de cualquier usuario o vehículo como un elemento de información, se plantea, una nueva manera de realizar la gestión del tráfico en tiempo real, lo cual requiere desarrollar, evidentemente, de forma paulatina y jerarquizada, en los futuros próximos años, aplicaciones gratuitas para los usuarios, con un presumible potencial, de gran alcance y contenido, no exentas, no obstante, de dificultades y ciertas incertidumbres.

Al mismo tiempo que las actuales TIC, permiten realizar tales funciones, también permiten ejercer otro tipo de acciones, como son las de ser utilizadas como medio biunívoco de control e identificación, lo que puede acarrear consecuencias peyorativas para los usuarios, de aquí la necesidad de que la participación sea consentida y anónima. Es imprescindible que la accesibilidad a las aplicaciones sea libre y gratuita, pues de este modo, se puede alcanzar una mutua información, servir de punto de encuentro, nunca como puntos de conflicto, asegurar unos niveles de calidad y confianza o facilitar nuevos servicios añadidos, como la localización de vehículos, incidencias u otras circunstancias, beneficiosas para la sociedad.

Por otro lado, no debe de obviarse que, si bien es coherente aprovechar los actuales recursos y el amplio espectro de los agentes implicados como medio de captación, recopilación y archivo de datos, éstos solo serán eso, datos, sin ningún significado, a menos que en algún CN se archiven, traten, procesen y se obtengan informaciones y conocimientos, que, a través de la capacidad y alcance de las TIC, pueden ser transmitidos y lleguen a los vehículos implicados en la movilidad y el transporte por carretera.

Es por lo que deberán seguir existiendo unos CN, donde se analicen y estudien, se traten y procesen de forma específica y adecuada, y se implementen unos desarrollos y aplicaciones basadas en la Ingeniería de Tráfico, de las que inferir unas sinergias, que permitan no solo el cuantificar, sino cualificar y desde estos llegar a la parametrización de las capacidades de las vías en tiempo real y llegar a generar una prognosis, en relación con la geometría y tipo de infraestructuras, en las que se mueve el tráfico, con la consideración de las condiciones medioambientales u otras circunstancias.

5 Retos de las TIC

La Gestión de la Movilidad y del Transporte por Carretera es una tarea y disciplina complicada y ardua, por ser multidisciplinar y dependiente de múltiples factores, endógenos y exógenos, a veces imprecisamente relacionados y por estar rodeada de una casuística en multitud de ocasiones errática.

Sin embargo, el desarrollo socio-económico demanda la necesidad de realizar la gestión del tráfico y del transporte por carretera, con un potencial y alcance tal que la circulación rodada sea segura, con lo que es inevitable la necesidad de resolver incertidumbres e inquietudes, que conducen a plantearse no pocas cuestiones relativas al mismo, tales como:

- ¿Cómo y cuál será el estado de medición de la movilidad?, ¿cómo se medirá la acomodación a la geometría y tipología de las infraestructuras?, ¿será necesario medir y evaluar la incidencia de las condiciones medioambientales globales o bastará con las puntuales?

- El actual parque motorizado ¿está suficientemente desarrollado y capacitado para ser entes receptores/emisores de datos?, ¿se deben eliminar los registros fijos?, ¿la recepción y transmisión de datos, está especificada y regulada?, ¿existe una normativa de confidencialidad, de archivo, de tratamiento y de almacenamiento?

- ¿Cuál será la velocidad de circulación nominal o la aconsejada adoptar?, ¿cómo se evalúa la existencia, alcance y duración de una incidencia?, ¿cómo se aprecia y evalúa la incidencia de la simple distracción de un usuario a causa de visualizar un evento?

- ¿Quién jerarquiza y cuál será el umbral que cualifica la seguridad en la circulación?, ¿será suficiente y bastante con realizar las tareas de informar en tiempo real o son necesarias mas aplicaciones?

- ¿Es necesario revisar las especificaciones y normativas de los equipamientos para la gestión del tráfico, es decir los STI?

- ¿Quién emitirá las pautas y/o consejos de comportamiento?, ¿cuál será el umbral, criterios o prioridad del tipo o naturaleza de la información sobre el estado de la circulación?, ¿quién fijará y cuál será el umbral de parametrización en la información p. ej. de una congestión?

- La gestión de la movilidad, ¿estará basada en el uso de medios propios y/o ajenos o complementados?, ¿cómo y quién realiza el análisis y/o tratamiento de los datos? ¿Se deberá hacer con o sin desarrollos y aplicaciones propias?, ¿serán o no funciones que residen en los CN?

- Dado que existe un organismo que tiene la responsabilidad del Control y Gestión del Tráfico, ¿cómo se contrastará y asumirá ésta responsabilidad?, ¿cómo se jerarquiza y de donde emanan la información y las comunicaciones?, ¿será necesario revisar el alcance y contenido de la legislación vigente a causa de los dilemas legales que se pueden plantear?

Estas y otras cuestiones similares avocaron al Parlamento Europeo y el Consejo, a tomar la decisión de elaborar la DIRECTIVA 2010/40/UE, que vio la luz en julio de 2010.

En su artículo 1 Objeto y ámbito de aplicación:

- establece un marco de apoyo para la implantación y el uso, coordinados y coherentes, de los Sistemas de Transporte Inteligentes (STI), en particular a través de las fronteras entre los Estados miembros, y fija las condiciones generales necesarias para alcanzar ese objetivo;

- dispone que se han de elaborar unas especificaciones para la actuación en los ámbitos prioritarios a que se refiere el artículo 2, así como la elaboración, cuando proceda, de las normas necesarias;

- indica que será aplicable a las aplicaciones y servicios de STI en el ámbito del transporte por carretera y a sus interfaces con otros modos de transporte, sin perjuicio de materias relativas a la seguridad nacional o necesarias para la defensa.

En la citada Directiva se pueden leer en el artículo 2, unos ámbitos prioritarios, que se refieren a conceptos tales como: la óptima utilización de los datos sobre la red viaria, el tráfico y los desplazamientos, la continuidad en los servicios de STI



para la gestión del tráfico y del transporte de mercancías, las aplicaciones de STI para la seguridad y protección del transporte por carretera y la conexión del vehículo a la infraestructura de transporte.

Para tales ámbitos, en el artículo 3, establece un conjunto de acciones prioritarias, referidas al suministro de información sobre desplazamientos, al estado del tráfico en tiempo real o a proporcionar datos y procedimientos para facilitar, cuando sea posible, información mínima sobre el tráfico universal en relación con la seguridad vial, con carácter gratuito para el usuario. Asimismo contempla el proporcionar un sistema de llamada de emergencia (eCall), de plazas de aparcamiento seguras y protegidas para los camiones y vehículos comerciales o el suministro de servicios de reserva de plazas de aparcamiento.

Para cada ámbito y acción prioritaria, la Directiva 2010/40 indica que se han de elaborar y utilizar especificaciones y normas, cuyo alcance, contenido y requisitos, se recogen en el Anexo I. En el Anexo II de Principios de las Especificaciones y de la Implantación de STI, se recoge que la adopción de especificaciones, el otorgamiento de mandatos para la normalización y la selección y el despliegue de aplicaciones y servicios de STI, (a que se refieren los artículos 5, 6 y 8 de la Directiva), se basarán en una evaluación de las necesidades en la que intervendrán todos los participantes implicados, y se atenderán a un conjunto de principios.

Dentro de las aplicaciones que esta Directiva 2010/40 contempla, tal y como puede deducirse del Ámbito Prioritario IV, del Anexo I, se encuentran las relativas a las medidas necesarias para avanzar en el desarrollo y la aplicación de sistemas



cooperativos entre vehículos (V2V = Vehicle-to-Vehicle), entre vehículos e infraestructuras (V2I = Vehicle-to-Infrastructure) o entre infraestructuras (I2I = Infrastructure-to-Infrastructure).

Para alcanzar la comunicación entre vehículos (V2V), es necesario implementar un conjunto de tecnologías a bordo, cuya finalidad es el intercambio de datos, es decir que “un vehículo hable con otro vehículo” y en base a ello obtener o realizar acciones encaminadas a mejorar la seguridad y la fluidez en la movilidad (corrección de trayectorias, anticipación a los eventos, conexión con los servicios de seguridad y/o de atención a los usuarios). Mediante los sistemas cooperativos V2V, las tecnologías se encaminan a potenciar los sistemas de recepción, control y seguridad del vehículo ya que, en base a los sensores de velocidad y los sistemas de geolocalización, es posible crear un sistema de comunicación entre vehículos, de modo que los conductores puedan recibir alertas procedentes de otros vehículos que encontrándose en un perímetro cercano, puedan representar algún riesgo.

Mediante las TIC entre vehículos, se generan redes de comunicaciones ad hoc, en las que las propias partículas (vehículos), son los nodos de comunicaciones y de información en el tiempo y en su entorno inmediato (infraestructura por la que circulan), con lo que la difusión puede ser más específica, concreta y precisa, lo que al ofrecérsela a otros vehículos, estos podrán interpretar esos datos y plantear soluciones automáticas.

En un plazo razonable, cuando una mayoría de los vehículos cuenten con las plataformas necesarias para poder poner en marcha este tipo de servicios, esta red de comunicación significara no pocas ventajas, pues cada vehículo actuará

como un receptor/emisor de información/comunicación de singular importancia para otros vehículos y para los servicios de asistencia y/o emergencia. Fundamentalmente se podrán observar en tres áreas, como son en los avances en la seguridad in itinere (reducción de los accidentes o del impacto de los mismos), en la prevención de las incidencias en carretera (incremento y optimización de la gestión de la movilidad) y en la asistencia avanzada al usuario (aumento del confort y de la seguridad para el conductor y los pasajeros)¹¹.

Cuando, a su vez se tienen en cuenta las condiciones y el entorno en el que se desarrolla la movilidad de las partículas (vehículos), se llega a la necesidad de establecer unas comunicaciones entre el vehículo y las infraestructuras (V2I), lo que es posible a través de un conjunto de tres elementos: unidades tecnológicas de comunicación a bordo, equipos de captación, de medición y de comunicación instalados en las carreteras y las diferentes interfaces de comunicaciones que posibiliten unas conexiones fiables.

Actualmente, aunque ya se han desarrollado varios de estos sistemas V2I como son la advertencia de modificaciones de trazado (intersecciones, glorietas, desprendimiento e incorporación de ramales, existencia de accesos, cambios de carriles, etc.), del estado anticipado de la señalización fija y variable o de la existencia de obstáculos y retenciones, será con la proliferación de vehículos e infraestructuras dotados con unas TIC, cuando será posible alcanzar una optimización de la gestión del tráfico, que redunde en una mayor seguridad en la movilidad y un aumento de la sostenibilidad de las infraestructuras.

También se están desarrollando los sistemas cooperativos que relacionan entre si las infraestructuras (I2I), de modo que se proporcionen servicios dinámicos de rutas, acomodación de las velocidades nominales de circulación, las dotaciones de áreas de parada, de descanso y de aparcamientos seguros para un itinerario específico previamente fijado.

Desde hace ya unos años y simultáneamente a lo anterior, otras nuevas TIC, están siendo desarrolladas y aplicadas a los vehículos con objeto de alcanzar una conducción autónoma. En este sentido, diversos fabricantes de vehículos están consiguiendo vehículos con conducción autónoma, usando para ello algoritmos aplicados a sensores para la conducción y el aparcamiento. En distintos países, (por ejemplo: en España ya se ha experimentado en un largo recorrido), se han venido realizando múltiples y diversas pruebas de conducción automática¹² en las infraestructuras interurbanas, con resultados halagüeños.

Actualmente, a pesar de los grandes avances conseguidos en vías a cielo abierto y en secciones cerradas (túneles), aún se antoja algo más complicado e incluso problemático en tramos urbanos, como consecuencia del incremento y diversidad de las circunstancias que pueden concurrir, aunque en algunas ciudades europeas, ya es una realidad, eso sí, en recintos acotados, aplicados al traslado de público dentro de los aeropuertos, centros comerciales o aparcamientos.

En este sentido, será necesario antes de que se establezca la conducción automática, aplicar medidas legales al respecto, lo que presumiblemente acarreará una modificación en la Ley de Tráfico y un periodo de convivencia con la conducción manual de los vehículos, quedando ésta reducida a los ciclomotores, bicicletas y vehículos singulares tales como los agrícolas, transportes especiales o históricos.



Así se verá la ciudadela futurista de Apple en California

Dentro del ámbito de las ciudades, el uso de las bicicletas, como medio de transporte, es una práctica muy habitual en países como Holanda, donde existen ciudades, como Ámsterdam, en la que el número de bicis triplica al de los vehículos motorizados. El uso es diverso y va desde el de ir a trabajar al del ocio, desde ir de compras a llevar a los niños al colegio y donde está asumido que los ciclistas dominan la ciudad. A tal fin, los planes urbanísticos contemplan, desde hace décadas, la implantación de carriles bici segregados con la separación suficiente como para circular en paralelo y poder llevar a cabo adelantamientos de forma segura, con señalización propia y semáforos y con aparcamientos regulados en intercambiadores de transporte.

El uso potencial y cada vez más extendido de la bicicleta en otras ciudades, como medio de reducción de las congestiones y contaminación que el tráfico rodado produce, está generando diversas prácticas de segregación de carriles en las calzadas en detrimento del espacio actual destinado a los vehículos motorizados, en las aceras destinadas a los peatones, aprovechando plataformas abandonadas de otros modos de transporte e incluso ciclorutas futuristas elevadas¹³.

Por otro lado, al objeto de potenciar la movilidad sostenible en las ciudades, está adquiriendo relevancia el desarrollo del vehículo eléctrico (*smart mobile energy*), lo cual da lugar al sistema cooperativo entre el vehículo y la energía eléctrica necesaria (V2G = vehicle-to-Grid), que, dada su todavía escasa flota y las dificultades derivadas de las normativas necesarias para su implantación, a día de hoy aún se está estudiando su

vialidad económica y técnica (precisa de puntos de carga de energía) y sobre todo de la posibilidad de que las cargas se puedan revertir en la red eléctrica¹⁴.

Este último aspecto está siendo incluido dentro de los programas de la Plataforma Europea de lucha contra el cambio climático, que desarrolla un consorcio internacional (CENEX Británica, Universidad Técnica de Berlín, Universidad e Instituto Tecnológico de la Energía de Valencia) con fines tales como, entre otros, mejorar la gestión de la red de distribución, la rentabilidad económica o la incorporación de energías renovables descentralizadas.

Adicionalmente, están apareciendo nuevos equipamientos, que permiten geolocalizar un vehículo y vigilar el comportamiento de las partículas (vehículos) en las infraestructuras, que pueden venir a complementar a los ya existentes. Nos referimos a los drones, que con una tecnología de alcance, dotación y autonomía diversa, son susceptibles de aplicación como medios de captación de datos y de vigilancia del tráfico, cuya limitación de aplicación y uso actual, reside, fundamentalmente, en la ausencia de una normativa legal.

En todo caso, las nuevas TIC residirán en una sensorización que ira implementada a bordo de los vehículos, en los teléfonos móviles inteligentes, en el uso de ordenadores o en la aplicación de los STI en las infraestructuras, recopilando información cada vez que hacemos algo con nuestro coche, teléfono, computadora o tránsito por una infraestructura. Con estos datos, a través de las denominadas redes neuronales,

es posible llegar a un aprendizaje profundo (deep learning), basado en la acumulación, repetición y reiteración de los datos, (tratamiento estadístico), susceptible de ser posteriormente distribuido a través de Internet.

Con la instalación de las nuevas TIC, a bordo de los vehículos o en los smartphone móviles de los usuarios, se podrá facilitar y optimizar la multimodalidad en el transporte ya que aportarán prestaciones que permitirán poder tomar decisiones de forma rápida, adaptada a las circunstancias y en tiempo real, lo cual, sin duda, redundará en unos beneficios y servicios sociales, ciertamente ampliamente demandados y cada día más extendidos a nivel nacional y supranacional.

Estas y otras potenciales aplicaciones que en el futuro puedan ver la luz, precisan, como ya se ha apuntado, del uso de algoritmos, los cuales permitirán la realización del análisis de datos agregados sobre el comportamiento humano a gran escala, abrirán oportunidades extraordinarias para entender y modelar los patrones de conducta, y podrán ayudar en la toma de decisiones, de modo que no sean humanos quienes decidan, sino que sean los algoritmos.

Esta idea de que sean los algoritmos los que decidan en lugar de las personas, por el contrario, puede resultar inquietante, pues, aunque la decisión sea producto del análisis de cientos de miles de datos, (es lo que se conoce como el big data para el bien social), si bien puede aportar una gran objetividad y suministrar un amplio conocimiento, no está exenta de una casuística y por tanto de una probabilidad en el suceso.

La aplicación del contenido de la Directiva 2010/40, esta generando y dará lugar a la aparición de nuevas TIC que se apoyaran en la evolución del aprendizaje de la máquina (machine learning) y en los robots, que pueden tomar decisiones, con el uso de la AI (inteligencia artificial)¹⁵, de modo que los actuales puestos analógicos de trabajo, pueden verse afectados e incluso puede que desaparezcan, aunque sin duda aparecerán, otros nuevos a los que los trabajadores deberán de adaptarse.

A medida que se van produciendo nuevas TIC, paulatinamente, van siendo instaladas en los vehículos y aún cuando es usual afirmar, sobre todo, por los fabricantes de vehículos, que los sistemas hombre-máquina, no interfieren o inciden en la conducción, ya que se diseñan con la máxima ergonomía, sin embargo, esto no es rigurosamente cierto. No pocas veces, se ha constatado que no pocos accidentes han sido producto de la distracción del conductor cuando manipulan equipamientos instalados a bordo, (por ejemplo, el teléfono móvil, cuyo uso ha sido preciso reglamentar),

A estos efectos y debido a la existencia de ciertos vacíos legales, la Comisión de Asuntos Jurídicos de la Comisión Europea, ha aprobado un informe por el que pide que se cree un marco jurídico concreto, centrado en esta materia y estabilidad un código ético voluntario que regule la relación entre el robot y los seres humanos.

6 Conclusiones

Las actuales TIC posibilitan, entre otras cosas:

1. La integración de los dispositivos de captación de datos remotos (sensores fijos y móviles) y los sistemas de transmisión existentes (redes) en los CN, donde se realizarán las actividades de operación y mantenimiento de las redes, con automatización y concentrador de llamadas.
2. El desarrollo de una ingeniería de comunicaciones y la documentación de la red a medida para cada necesidad, soportada en una cartografía de precisión.
3. El despliegue de las redes de comunicación alámbricas e inalámbricas, con la inclusión de pruebas de cobertura, de calidad de recepción, de control, de integración y registro de los sistemas de conexión ya sean terrestres o vía satélite .
4. La generación de arquitecturas informatizadas flexibles, adaptadas, específicas, escalables e integradas.
5. El automatismo en la conducción de vehículos, sistemas cooperativos V2V y V2I.
6. Una Era Digital o Informática, nombre con el que se conoce al más reciente período de la humanidad ligado a las TIC, en la que, el acceso al conocimiento no tiene otras limitaciones que las que se derivan de las carencias para acceder a la comunicación satelital.
7. Un pasaje¹⁶ para el futuro, pues tanto las TIC como los algoritmos informáticos, serán de tal potencia que se emplearán en la fabricación de los medios de subsistencia y producirán robots dotados con AI capacitados para realizar tareas que la gente no quiere hacer.

Si bien hoy el conjunto de recursos o medios que constituyen las TIC, en cierto modo, son elementales e imprescindibles para suministrar una información, dado el dinamismo con el que avanzan, la evolución y la capacidad de sus soportes, el alcance y extensión de sus aplicaciones y el número de los usuarios que desean estar informados minuto a minuto o en tiempo real, serán, sin duda, las ineludibles columnas en las que se basará la adquisición, tratamiento y procesado de datos, la transmisión y medios de comunicación y la difusión de la información, actual y mucho más del futuro.

Sea como fuere, con las nuevas TIC se podrá disponer de la información en tiempo real y del entorno inmediato de modo que un usuario conductor de un vehículo, podrá acomodar su comportamiento a una intención o propósito, según las diferentes circunstancias, es decir tendrá una actitud para conducir, y en base a ello pondrá en marcha su habilidad, capacidad y destreza para el desempeño de la actividad de la conduc-

ción, es decir será capaz de tener una aptitud para conducir, lo que hará que la movilidad y el transporte por carretera sea cada vez más eficaz, fiable y segura. 📍

NOTAS

(1) Tiempo es el período que transcurre en un sistema cuando este presentaba un estado “X” y el instante en el que “X”, registra una variación perceptible para un observador (o aparato de medida), y real, quiere decir que la reacción del sistema a eventos externos ocurre durante su evolución, es decir, tiempo real, puede definirse como, aquel sistema que interactúa activamente en un entorno con dinámica conocida.

(2) El prefijo “tele”, es de origen griego, e indica lejos, por tanto cualquier medio de comunicación remoto, es una telecomunicación, pero aquí nos referimos al hito en que tal comunicación se efectúa mediante señales eléctricas.

(3) En España las primeras telecomunicaciones “ópticas” experimentales se establecieron en 1799, y a principios de XIX (1800) el telégrafo Madrid-Cádiz óptico fue operativo, antes de la electricidad.

(4) Durante mucho tiempo Alexander Graham Bell ha sido considerado el inventor del teléfono, junto con Elisha Gray. Sin embargo, no fue Bell el inventor, sino solamente el primero en patentarlo, lo que ocurrió en 1876. El 11 de junio de 2001 el Congreso de Estados Unidos aprobó la resolución 269, por la que se reconocía que Antonio Meucci, fue quién inventó el teléfono en 1860 y lo llamó teletrófono, pero solo pudo, por dificultades económicas, presentar una breve descripción de su invento en 1871, sin llegar a formalizar la patente ante la oficina de Patentes de los EE. UU.

(5) Puente formado por un conjunto de cuatro resistencias que formando un circuito cerrado, permite medir la resistencia con precisión en una de ellas, ideado por Charles Wheatstone a partir de 1843.

(6) El término “ transistor” es la contracción en inglés de “transfer” y “resistor” (resistor de transferencias).

(7) Algunos investigadores fijan que en el año 2045, la inteligencia artificial (AI) superará a la humana.

(8) Steve Jobs, presentó el nuevo teléfono móvil, el 9 de enero de 2007, como un terminal, que permite disponer de múltiples aplicaciones.



(9) Publicado en la Revista Tráfico y Seguridad Vial de la DGT, el 9 de enero de 2017.

(10) Transport for London, ASFA: Autopistas de Francia, o ciudades como Nueva York, Boston, Los Angeles y en España, el Ayuntamiento de Barcelona y el Servei Català de Transít.

(11) En 2012, el Departamento de Transporte de EE. UU. realizó una prueba piloto de la tecnología V2V, con una muestra de 3.000 vehículos de diferentes marcas para garantizar que el sistema funciona de manera integrada, sin importar el fabricante.

(12) Algunas marcas de vehículos proponen incorporar, considerando que las congestiones persistirán, sistemas de conducción automática que permitan desentenderse del volante siempre que la velocidad de circulación sea inferior a 60 km/h, que exista una separación nítida de los sentidos de circulación y que no haya semáforos ni presencia de peatones dentro del amplio campo que abarcan sus sensores y dotaciones visuales de entretenimiento que ayuden a soportar los atascos.

(13) SkyCicle es el nombre de la red de ciclorutas diseñada por Norman Foster asociado con Architecture y Space Syntax. El proyecto consiste en una serie de vías elevadas que estarían suspendidas sobre las líneas del tren y los techos de las edificaciones de la capital del Reino Unido. El proyecto contaría con más de 200 rampas de acceso, vías de 15 m de ancho y una capacidad para transportar alrededor de 12.000 ciclistas por hora.

(14) Nissan ensaya en Dinamarca la tecnología V2G, conectable a la red eléctrica fija.

(15) Stephen Hawking, en sesión celebrada el 19 de octubre de 2016, en el LCFI (*Leverhulme Centre for the Future Intelligent*), dijo "la AI es capaz de traer lo mejor y lo peor a nuestras sociedades".

(16) En el s. XXI, los que viajen en el tren del progreso adquirirán capacidades divinas de creación y destrucción, mientras que los que queden rezagados, se enfrentarán a la extinción. Homo Deus: Breve Historia del mañana (spanish edition) de Yuval Noah Harari



Movilidad y transporte por carretera frente a la transición energética y el cambio tecnológico

Roadmap_2030



CÉSAR Lanza

Graduado en Historia por la Universidad de Sevilla.

Cursando estudios de Doctorado sobre el puerto de Sevilla en la Universidad Pablo de Olavide (Sevilla)

RESUMEN

Nadie duda que el doble cambio en ciertos –energético y tecnológico– a que se refiere este artículo afectará, y no poco, a la movilidad de las personas, así como a las actividades del transporte de mercancías. Este proceso de transformación se sitúa en un espacio referencial que definen dos vectores con gran capacidad de arrastre: (1) la transición energética, en buena medida derivada de los compromisos internacionales sobre reducción de emisiones; y (2), la vibrante revolución tecnológica que proyectan hacia el sector de la carretera los avances en el campo de la digitalización y la denominada inteligencia artificial.

La obligada descarbonización del transporte se debería traducir en los próximos años en un incremento notable de la flota de vehículos eléctricos (VE) que circulan por las vías urbanas e interurbanas. Además, la emergencia –a mayor plazo, pero igualmente anunciada por los expertos– de los automóviles con sistemas de guiado inteligente o vehículos autónomos (VA), dejará de ser una actividad experimental para irse convirtiendo paulatinamente en una realidad visible en nuestras carreteras.

En este artículo de opinión se anticipan algunas consecuencias del cambio que empieza a producirse por las razones mencionadas, considerando cuáles pueden ser sus efectos más directos sobre las redes de carreteras. Estos hechos obligarán a actuar sobre la infraestructura viaria y también a adecuar la regulación sectorial a las circunstancias de los tiempos venideros. La iniciativa Roadmap_2030 que aquí se plantea, servirá para proyectar una visión multidisciplinar y a futuro para la carretera, en sintonía con las nuevas formas y medios de moverse –de manera más inteligente, segura y ambientalmente responsable– a través de ciudad y territorio.

PALABRAS CLAVE

Movilidad, digitalización, Roadmap_2030

ABSTRACT

There is no doubt that the fledgling double change in energy and technology referred to in this article will greatly affect individual mobility and the transport of goods. This transformation process is set within an area defined by two vectors with great pulling power: 1) energy transition, largely derived from international commitments to reduce emissions; and 2) the vibrant technological revolution that will bring advances in the fields of digitalisation and artificial intelligence to the road sector.

The obligatory decarbonisation of transport should be reflected in forthcoming years by a notable increase in the number of electric vehicles (EVs) circulating on urban and interurban roads. The emergence—over a greater timespan, but similarly announced by the experts—of vehicles with smart guided systems or automated vehicles (AVs), will no longer be a purely experimental activity and will gradually become a visible reality on our roads.

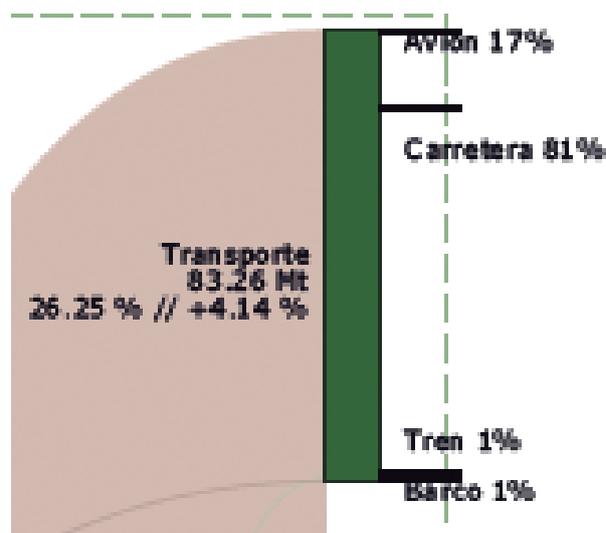
This article contemplates some of the consequences of the ensuing changes that are starting to happen and considers their most direct effects on the road networks. These events will require action on the road infrastructure and the adjustment of the relevant regulations to meet the anticipated circumstances. The roadmap 2030 initiative presented here will serve to project a multidisciplinary and future vision for the road in harmony with the new forms and means of movement through cities and over land, in a smarter, safer and more environmentally responsible manner.

KEYWORDS

Mobility, digitalisation, Roadmap_2030

Anticipar el futuro –incluso imperfectamente– no es tarea fácil, pero aún así, prever y prevenir son actitudes firmemente arraigadas en la mentalidad de los ingenieros. No tanto por el gusto de acertar con vaticinios o cálculos, sino más bien tratando de identificar potenciales riesgos y oportunidades para los asuntos que se encuentran bajo nuestra responsabilidad profesional. El cambio que afecta actualmente a las actividades del transporte de bienes y la movilidad de las personas se sitúa en un espacio referencial dominado por dos ejes de gran potencia de arrastre. Por una parte, la transición energética, en buena medida derivada de los condicionantes y riesgos del clima, que induce cambios en la motorización y logística de aprovisionamiento energético de los vehículos, poniendo la atención sobre la problemática del vehículo eléctrico (VE) y su aplicación a gran escala en el sistema de transportes. Además, la irrupción de la denominada inteligencia digital, vibrante revolución tecnológica que proyecta hacia los sectores del transporte por carretera innovaciones de calado como son el denominado vehículo autónomo (VA) y la infraestructura inteligente (II), tendencias que afectan al transporte y la movilidad tanto en las smart cities como en las vías interurbanas. Estas últimas, las redes de carreteras, deberán ser en bastantes aspectos no menos smart que las propias ciudades y desde luego, lo suficientemente ‘inteligentes’ como para entenderse digitalmente con los sistemas informáticos embarcados en vehículos y demás medios de movilidad y transporte.

Para la humanidad actual –la generación posterior a la Segunda Guerra Mundial– los cambios tecnológicos forman parte de lo cotidiano. Los avances de la técnica ya no poseen el carácter de excepcionalidad ni producen el asombro con que se contemplaban estos fenómenos hace un siglo. Sin embargo, la continuidad del proceso de innovación que afecta a la vida del ser humano, su familiaridad con él y la aceptación del cambio como parte de la cultura de la época, no garantizan



a priori una mejor predecibilidad de los efectos de la tecnología en la sociedad. Los ingenieros –responsables en gran medida de esas transformaciones junto con los científicos– muchas veces imaginamos consecuencias que a la postre son contradictorias con la realidad.

Por poner ejemplos de esa particular ingenuidad nuestra, recordaremos que el nacimiento de la denominada informática personal –aparición del PC– al comienzo de la década de los ochenta, fue vista por muchos como una esperanza para la reducción de las horas de trabajo en la jornada laboral y un aumento sustancial de las vacaciones, efectos deseables que induciría la mejora de la productividad empresarial. Algo irrisorio, según se ha comprobado más tarde. Y en lo que se refiere a la movilidad, una contradicción parecida. Los inicios de Internet y la extensión de las redes digitales de comunicaciones llevaron a pensar en una menor necesidad de moverse, es decir la posible atenuación de la demanda agregada de transporte y movilidad en virtud de las posibilidades del teletrabajo, el comercio electrónico y demás actividades que pueden ahora efectuarse sin

Fig. 1. Las emisiones asociadas al modo carretera suponen el 81 % de las del transporte, es decir algo más del 20 % del total nacional de sectores y actividades. Fuente: Cátedra BO de Energía y Sostenibilidad, Universidad Pontificia de Comillas



Fig. 2. Inevitable y nostálgica referencia al vehículo familiar típico en la época de nuestros padres

presencia física y con la sola proximidad necesaria a un laptop o terminal móvil. En realidad –en condiciones normales de la economía los efectos parecen ser justamente los contrarios: las personas viajamos más y las mercancías se mueven más, más lejos y con ciclos de vida más acelerados. Quede por tanto constancia de lo arriesgado que es predecir determinadas cosas.

Movilidad y transporte: reducción de emisiones y electrificación de los vehículos

Comenzaremos esta incursión en el cambio por la cuestión de la energía. El transporte de mercancías y por extensión la movilidad de las personas constituyen los principales sectores ‘difusos’ de actividad con repercusión en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Si en su totalidad los difusos suman en España el 62 % del volumen de las emisiones, al transporte le corresponde el 38 % de esa cantidad, es decir casi la cuarta parte de la totalidad y más de 60 millones de toneladas de CO₂ al año. Este volumen, trasladado al ámbito de la generación de electricidad, supera

en magnitud a las emisiones anuales del parque de centrales térmicas de carbón y gas natural que operan hoy en el sistema peninsular (aprox. 61.000 GWh de producción y 34.000 MW de potencia instalada). Los compromisos asumidos por nuestro país obligan a reducir las emisiones de los sectores difusos en un 26 % de aquí al año 2030.

Los datos anteriores permiten hacerse una idea de la importancia que tendría actuar sobre el dominio transporte/movilidad, especialmente en el modo carretera que concentra el consumo de combustibles fósiles, si nuestro país desea realmente alcanzar los objetivos comprometidos en los acuerdos de París y subsiguientes protocolos sobre el clima. Pero aún más, la normativa de ámbito municipal ya comienza a establecer condiciones restrictivas a los vehículos con motor de combustión, como puede verse en las medidas que incluye el reciente Plan A de Calidad del Aire y cambio Climático de la ciudad de Madrid¹. En el caso de la capital de España, la política municipal establece varios objetivos vinculados a la descarbonización del transporte y la movilidad urbana. Las actua-

ciones planteadas incluyen la creación en Madrid de un área central sin emisiones, la transición del transporte colectivo (EMT) hacia una flota de vehículos de bajas emisiones y el desarrollo de una red de recarga de vehículos eléctricos, entre otras.

El tránsito hacia la descarbonización en este ámbito no será sin embargo fácil ni inmediato, dadas las características particulares que poseen transporte y movilidad en relación con otros sectores y la propia idiosincrasia de la industria energética (electricidad e hidrocarburos). Al menos pueden considerarse cuatro campos de actuación diferentes: los vehículos automóviles, la infraestructura viaria y auxiliar, la regulación de la movilidad y de las actividades comerciales del transporte por carretera (mercancías y viajeros) y la transición del sistema eléctrico (mercados de energía y redes). Dos de esas cuestiones trascienden al ámbito específico del transporte, ya que la problemática del vehículo eléctrico es de naturaleza industrial y la regulación de la energía se encuentra en manos de las autoridades de ese sector. Sin embargo, las dos restantes (infraestructura, movilidad y servicios) caen directamente bajo la responsabilidad de las autoridades municipales y del transporte, en la doble perspectiva de la adecuación de la planta física del viario urbano y de la red de carreteras interurbanas. Por otra parte, la necesaria reforma regulatoria de las actividades del transporte y la regulación de la movilidad.

En la parte industrial es preciso tener en cuenta las perspectivas de evolución tecnológica de los vehículos –en particular la problemática de las baterías– pero sin olvidar desde luego las condiciones del suministro de energía, concretamente la facilidad de aprovisionamiento (recarga eléctrica) y el coste para el usuario. El énfasis de los estudios de mercado e investigaciones prospectivas sobre el VE se sitúa habitualmente en el primer punto, las baterías: su tecnología, autonomía de funcionamiento, facilidad y tiempo de recarga. El lector interesado dispone de numerosas fuentes de información al respecto². Merece más la pena detenernos aquí en la problemática del aprovisionamiento de energía para los vehículos eléctricos, cuestión que posee facetas diversas y de distinta complejidad e involucra directamente al sector eléctrico: mercado y redes, al menos.

Una pregunta que muchas personas se hacen a la hora de decidir sobre el vehículo eléctrico es precisamente la de su coste real (propiedad más uso), en buena medida derivado del precio de la energía necesaria para su operación: ¿cuánto cuesta hoy comparativamente la movilidad eléctrica? Y sobre todo: ¿qué perspectivas de evolución del coste sería razonable tener en cuenta a medio plazo? La primera cuestión tiene una respuesta conocida y puede afirmarse, con un rango aceptable de variabilidad, que para un turismo medio y tarifa eléctrica apropiada, el coste energético del VE se sitúa actualmente en torno a 2,50 euros/100 km frente a 5€ de uno equivalente equipado con motor Diesel y más de 8€ de otro de gasolina. Atendiendo a estos datos, se podría concluir que la electricidad resulta hoy significativamente más barata que los hidrocarburos como vector energético del transporte. Sin embargo habría que observar la estructura de los precios, especialmente la carga fiscal, para efectuar esta comparación más precisamente. El consumo de electricidad soporta actualmente un gravamen aproximadamente del 22 % del importe total de la factura que paga el consumidor doméstico, mientras que en el caso de los hidrocarburos líquidos la carga impositiva se sitúa en torno al 60 % del precio final del combustible. Teniendo en cuenta la incertidumbre sobre la evolución futura de los impuestos

Fig. 3. ¿Serán así los vehículos de la generación futura?



–fruto de la discrecionalidad político-administrativa en la materia y del aumento creciente del gasto público– es indudable que la comparación bruta de costes de aprovisionamiento incluye un primer factor de riesgo derivado de un hipotético traslado de las cargas fiscales de un vector energético a otro.

Una segunda cuestión a considerar es la tendencia de los precios de la electricidad, que podría ser creciente a medio plazo si no se corrigen las muchas trabas que aquejan a la regulación de la competencia en los mercados de energía, el fuerte dominio de mercado de las grandes empresas del sector y la baja elasticidad demanda-precio que caracteriza al consumo eléctrico. Si la reacción del mercado frente a un aumento de la demanda proveniente de los vehículos eléctricos fuese similar a lo que se ha visto en el alza de los precios durante el pasado invierno, no podrían descartarse subidas en los costes energéticos que juegan en contra de las actuales ventajas comparativas del VE sobre los equipados con motor de explosión. Adicionalmente habría que prever el aumento del coste de las redes –por requisitos de mayor capacidad y modernización– y su repercusión sobre el precio final del suministro eléctrico. En conclusión, no debería tomarse como definitiva la actual y favorable comparación de los costes energéticos del vehículo eléctrico, cuya persistencia en el tiempo no se puede asegurar a ciencia cierta. La reforma regulatoria del sistema eléctrico es una de las condiciones de la transición energética³, tanto en las actividades liberalizadas (generación y comercialización) como en las reguladas (transporte y distribución).

En otro orden de cosas, una mayor penetración del VE en España exigirá establecer una infraestructura de abastecimiento de electricidad hoy puramente testimonial, especialmente en la red de carreteras interurbanas. Algunos expertos estiman⁴ que, si se admite como hipótesis de trabajo el objetivo de alcanzar 6 millones de VE en el año 2030 (actualmente circulan unos 6.000 en nuestro

país), cifra consistente con la reducción deseada de emisiones, haría falta disponer de 145.000 puntos de recarga de acceso público ese mismo año, aparte de los particulares (entre 2,4 y 3,4 millones). El número total de estaciones de servicio convencionales existentes en la red viaria y ciudades está actualmente en torno a 11.000, lo cual da una idea de la magnitud de las actuaciones que serían necesarias. La problemática de aprovisionamiento de los vehículos eléctricos no se reduce a instalar los puntos de recarga, sino que supondrá además intervenir sobre las propias redes de distribución (líneas, protecciones y centros de transformación) y los sistemas de almacenamiento en este nivel del sistema eléctrico. Aparte de lo anterior, deberá estudiarse la viabilidad de otro tipo de sistemas avanzados de suministro de electricidad, especialmente pensando en su despliegue en la red de carreteras interurbanas.

El efecto de la electrificación de los vehículos automóviles sobre las redes de carreteras de nuestro país se concentrará previsiblemente en la infraestructura de suministro, cuestión que afecta tanto a los organismos públicos titulares de las vías como a las empresas distribuidoras de electricidad y los operadores autorizados de recarga. Los aspectos que afectan específicamente a la red viaria se tratan más adelante en este artículo.

La inteligencia digital en vehículos, infraestructura y operaciones

Aparte de los importantes cambios energéticos, la evolución en marcha dentro de movilidad y transporte posee una segunda dimensión importante, que se refiere a la irrupción de la tecnología digital –denominada en muchos ámbitos ‘inteligencia’– e incluye la implantación casi ubicua de sensores, dispositivos de comunicaciones, microprocesadores y sistemas de control adaptativo o inteligente en vehículos e infraestructura. Este hecho, en progresión a lo largo de las dos últimas décadas, recibe últimamente un impulso adicional como consecuencia

de la emergencia de los denominados vehículos autónomos o automáticos, que disponen –en grado variable de sofisticación y funcionalidad– sistemas de ayuda a la conducción, autoguiado y circulación autónoma. Equipos electrónicos con tecnología avanzada que antes se encontraban reservados a otros modos de transporte, como por ejemplo los dispositivos de tipo lidar, radar, aplicaciones de visión artificial, etc., empiezan a instalarse en prototipos y series cortas de producción de automóviles orientados a la experimentación y desarrollo de pruebas piloto, como bien puede verse en las noticias que frecuentemente recogen los medios de comunicación. La pregunta a formularse aquí es ¿cuál sería un límite plausible alcanzable por la industria en lo que se refiere al nivel de autonomía de los vehículos a medio plazo (2030)? La respuesta implica a su vez interrogaciones adicionales, que se refieren a los procedimientos de regulación y control del tráfico, la inteligencia que deberá incorporar a su vez la infraestructura viaria y las adecuaciones a emprender en lo que se refiere al diseño físico de las carreteras: trazado, sección, señalización, seguridad, etc.

La evolución de la tecnología vehicular dirigida al autoguiado y control automático de los vehículos automóviles (VA o vehículo autónomo) ha cobrado visibilidad en los medios en estos últimos años, aunque la búsqueda de la autonomía vehicular no es un hecho realmente tan nuevo en el campo de la ingeniería de automoción. Hace más de tres décadas (1984) que se inició el proyecto NavLab en la universidad norteamericana de Carnegie-Mellon (Robotics Institute), que puede considerarse como el precursor de la actividad investigadora y la innovación industrial en este campo. Las perspectivas en el caso del VA son aún inciertas, como sucede en el ámbito más amplio de la denominada inteligencia artificial, en el cual se suceden avances espectaculares y algunos reveses llamativos como accidentes y determinadas contingencias de seguridad. No obstante, la tendencia hacia la automatiza-

ción creciente de los vehículos –aunque nunca llegue a ser completa– parece irreversible, según el consenso que se deduce de las manifestaciones de los estudiosos del fenómeno y expertos acreditados de la industria del automóvil⁵. Las consecuencias de la autonomía vehicular van más allá de la comodidad de los conductores y la seguridad de los viajes, ya que el VA causará efectos en un segundo plano aún difíciles de prever, sobre los cuales ya empiezan a plantearse interrogaciones⁶.

Si bien el alcance de la autonomía vehicular, el ritmo de este proceso y sus efectos a largo plazo (2050) sobre la movilidad son materias proclives a la especulación, lo cierto es que hay algunas cuestiones que no se pueden ignorar por parte de las autoridades. Una de ellas es la alteración progresiva de los patrones de circulación de los vehículos, teniendo en cuenta que la fracción de automóviles con sistemas de ayuda a la conducción irá previsiblemente en aumento a medio plazo (2030) sobre una base en general más amplia de vehículos convencionales. La coexistencia en calles y vías interurbanas de vehículos convencionales y

VA aconseja previsión y planificación por parte de las autoridades y los organismos responsables, más que la simple reacción a posteriori. En ese sentido, el Smart Cities Council recomendaba recientemente en relación con este tema no deslumbrarse con la tecnología de los VA y poner la atención debida sobre la infraestructura y la regulación⁷. En cuanto a las redes de carreteras interurbanas, las adaptaciones al proceso supondrán actuar en dos planos complementarios: (1) la inteligencia instalada en las vías, incluyendo señalización; y (2) el diseño físico de determinadas secciones o tramos. En los Estados Unidos, si este país sirve para anticipar el futuro, hasta la fecha veinte Estados han legislado en relación con el vehículo autónomo. La administración competente en el ámbito Federal –NHTSA (*National Highway and Transportation Safety Administration*)– ha elaborado y actualiza periódicamente una guía de recomendaciones⁸ para facilitar la adaptación del modelo regulatorio a las circunstancias de los VA.

Mención aparte debe además hacerse sobre la inteligencia digital desplegada en el ámbito de los servicios comercia-

Fig. 4. Las carreteras en un país en vías de desarrollo, la España de hace medio siglo



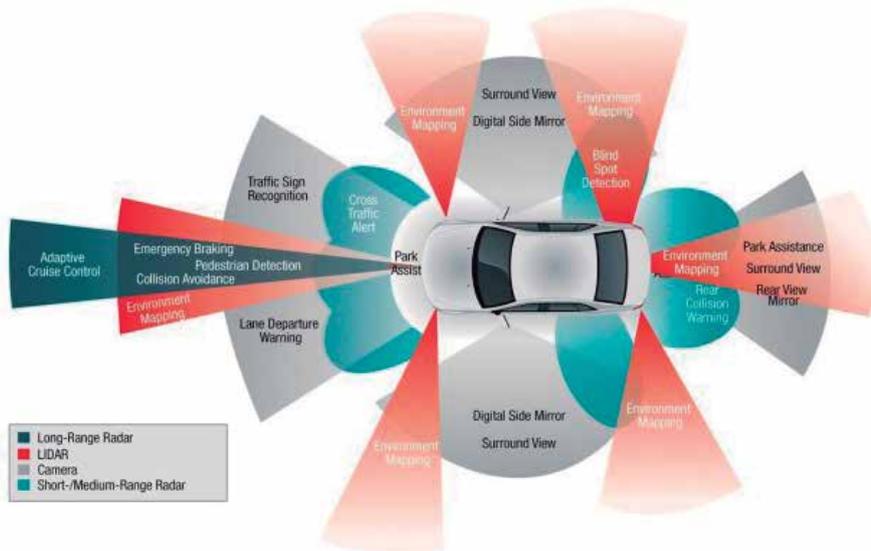


Fig. 5. La inteligencia digital en los vehículos automóviles

les de transporte (viajeros y mercancías), donde la iniciativa en buena manera corresponde a las empresas operadoras, bien dentro del sistema concesional o en las actividades liberalizadas. La digitalización es en este caso un factor de transformación profunda de ambos sectores que se inició tiempo atrás y actualmente experimenta una aceleración notable a lo largo y ancho de las correspondientes cadenas de valor. Este proceso se caracteriza por una casuística de gran riqueza e interés y baste aquí con hacer referencia al hecho, aunque desde luego bien merecería un estudio en profundidad en que la cuestión se trate específicamente. Puede afirmarse que algunas compañías españolas, en particular dentro del sector del transporte de viajeros, se encuentran actualmente en la vanguardia de la digitalización dentro de la UE y actúan en ese sentido como referentes internacionales de la innovación tecnológica en este campo.

El doble cambio del transporte y su impacto sobre las redes de carreteras: Roadmap_2030

En España las redes de carreteras interurbanas de ámbito supramunicipal, considerando sus diversas tipologías y titularidad administrativa, constituyen un continuo de aproximadamente 166.000 km de longitud. La red de carreteras del Estado (RCE) posee una extensión de

26.000 km y recoge el 52 % del tráfico total. La intensidad media diaria (IMD) promedio en las vías gestionadas por el Ministerio de Fomento se sitúa en torno a 12.000 vehículos/día, con máximos que pueden llegar en las vías más tensionadas –acceso a las grandes ciudades– a 170.000 v/d.

La acción pública en materia de carreteras se ha inspirado tradicionalmente, durante los últimos cincuenta años en los siguientes principios generales:

- Expansión de la red: planificación de nuevas vías y aumento de capacidad de las existentes
- Actividad concentrada prioritariamente en el proyecto y la construcción de la infraestructura
- Actividades de conservación situadas en un segundo plano, con menor relevancia de la explotación y gestión de la red
- Énfasis en extensión de la red, capacidad y seguridad

La carretera constituye un modo de transporte y soporte a la movilidad en proceso de cambio. Las nuevas carreteras, sobre las que hay que pensar hoy para disponer de ellas pasado mañana, se encuentran sujetas a unas condiciones en ciertos aspectos distintas de las tradicionales. Ello afecta no sólo a las nuevas vías que se vayan a construir, sino al conjunto de la red existente. Los nuevos requisitos se pueden resumir en los términos siguientes:

- Cambio de las demandas sociales: reducción de las emisiones de transporte (VE); innovación tecnológica en los vehículos (VA); y nuevas formas de movilidad colaborativa.
- Cobran relevancia otros factores: el suministro de energías limpias a los vehículos; la inteligencia embebida en las vías (sensorización, comunicaciones y control automático); los nuevos servicios de valor añadido asociados al uso de las carreteras; y la gestión activa de la red.
- En consecuencia, la modernidad viaria se desplaza relativamente desde la construcción de la infraestructura hacia la tecnología, las aplicaciones y los modelos de gestión.

En este contexto se plantea la iniciativa Roadmap_2030: Nuevos tiempos, nuevas ideas. Se trata de una iniciativa anticipatoria del cambio, una llamada a la reflexión proactiva, compartida por un grupo interdisciplinar de expertos cualificados, que ayudará a prever y planificar las actuaciones de transformación de la red considerando el horizonte temporal del año 2030. Roadmap_2030 toma como ejes estratégicos de esa reflexión sobre el futuro de la carretera los siguientes:

1. El proceso de electrificación del vehículo automóvil (VE).
2. Las tendencias hacia el autoguiado inteligente de los vehículos (VA).
3. El desarrollo de la movilidad compartida y los nuevos servicios comerciales en colaboración.
4. La renovación a medio y largo plazo del modelo de valor de las carreteras.
5. La interoperabilidad de la red y la colaboración entre organismos públicos, empresas y usuarios.

Algunas cuestiones a dilucidar en relación con la electrificación, la autonomía vehicular y las ayudas inteligentes a la conducción, no con afán especulativo sino para prever y en su caso anticipar actuaciones sobre las redes de carreteras, son las siguientes:

- Nuevos patrones de circulación vehicular y sus consecuencias para la regulación del tráfico, las medidas de seguridad vial y las normas de circulación.
- Dotación y rediseño funcional de las áreas de servicio.
- Sistemas avanzados de suministro e integración de las redes eléctricas en las carreteras.
- Inteligencia en las vías: sensorización, comunicaciones y control en las redes de carreteras, incluyendo su normalización tecnológica.

- Adecuación del diseño geométrico de las carreteras, especialmente en tramos singulares: intersecciones, enlaces, túneles, zonas de transición.

- Efectos del cambio vehicular sobre las externalidades convencionales del modo: congestión y accidentalidad.

- Fenómenos de nueva aparición y sus efectos: heterogeneidad del parque de vehículos, movilidad compartida, etc.

- El valor de las carreteras y su modelo de gestión económica.

Consideraciones finales

Los cambios energéticos y tecnológicos que afectan a los vehículos automóviles entrañan consecuencias diversas para el transporte y la movilidad por carretera, en distintos planos y niveles de actuación. Al menos hay tres cuestiones directamente relacionadas con lo anterior que deben tenerse en cuenta en este ámbito sectorial: (1) los efectos a medio plazo de la progresiva aparición de VE y VA en las carreteras españolas, en particular sobre su configuración física y el modelo de explotación de la red; (2) las necesarias adaptaciones de los sistemas de regulación del tráfico y las medidas de seguridad vial a las nuevas circunstancias; y (3) la gestión de las operaciones de los servicios comerciales de transporte, en su doble modalidad de viajeros y mercancías. Lo anterior aúna el interés y apela a la responsabilidad de las autoridades públicas, la industria y las empresas del sector.

En este contexto se plantea la iniciativa Roadmap_2030 como un foro de anticipación y reflexión proactiva, con la voluntad de trasladar a las autoridades del transporte por carretera la visión de los expertos de los sectores involucrados (transporte, energía y tecnologías digitales). Su finalidad es prever y planear, de manera coordinada, las actuaciones necesarias para afrontar esos cambios sustantivos que, por razones de la transición energética (VE) y de la innovación

tecnológica (VA), van a afectar a medio plazo a las tres dimensiones públicas de la movilidad y el transporte por carretera: la infraestructura, la regulación y los servicios. 

NOTAS

(1) Plan A de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Ciudad de Madrid. Ayuntamiento de Madrid, Marzo 2017.

(2) Global EV Outlook 2016. Agencia Internacional de la Energía, 2016. Aparte de este informe existe numerosa literatura divulgativa sobre la problemática de las baterías de los VE, elaborada por los propios fabricantes de automóviles y asociaciones del sector: Nissan, Renault, ANFAC, etc.

(3) "Algunas cuestiones relevantes en la transición del modelo energético español". César Lanza, Revista de Obras Públicas, nº 3563, Marzo 2015.

(4) Un modelo de transporte descarbonizado para España en 2050 - Recomendaciones para la transición. Monitor Deloitte, Marzo 2017.

(5) *Ten ways autonomous driving could define the automotive world*. McKinsey & Company, Automotive and Assembly, Junio 2015.

(6) *Cars and second order consequences*. Benedict Evans, Andreessen Horowitz, Marzo 2017.

(7) *Are we forgetting something about driverless cars?* Smart Cities Council, Febrero 2017.

(8) *Federal Automated Vehicles Policy*. NHTSA, U.S. Department of Transportation, Septiembre 2016.

El paisaje en la planificación y gestión de los

puertos deportivos en Andalucía



RICARDO
Martín

Ingeniero de Caminos,
Canales y Puertos
Agencia Pública de Puertos
de Andalucía



VÍCTOR
YEPES

Doctor ingeniero de Cami-
nos, Canales y Puertos

ICITECH. Universitat Politèc-
nica de València

RESUMEN

El paisaje constituye un concepto complejo que trata de las relaciones entre las personas y su entorno. El concepto engloba, por tanto, muchas perspectivas y por ello, cada área del conocimiento lo aborda de forma diferente. Los puertos son elementos singulares dentro del paisaje, con gran atractivo y de gran ornamento desde tiempos antiguos y su posición en el litoral representa una base espléndida para observar el paisaje. En este sentido, este artículo introduce el paisaje en los puertos deportivos de Andalucía —partiendo de sus particularidades de función y escala con respecto a otras instalaciones portuarias— evidenciando su influencia en su planificación y gestión. Basándose en el concepto de paisaje y tras un análisis de la literatura y documentos existentes, se plantean en el artículo los diversos elementos que se deben considerar en cada una de las escalas de aproximación. Este planteamiento sistematizado constituye una herramienta que permite una mejor comprensión y gestión del paisaje en este tipo de instalaciones, considerando los diferentes elementos que se interrelacionan en el entorno natural y social.

PALABRAS CLAVE

Paisaje, puerto deportivo, planificación, gestión

1

Introducción

El presente artículo aborda el tratamiento que se realiza del paisaje en el marco de la planificación en los puertos deportivos autonómicos de Andalucía. Se analiza la evolución del concepto del paisaje, así como al grado de significación y asimilación dentro de los diferentes instrumentos de planificación portuaria desarrollados en esta comunidad autónoma. El objetivo es proponer líneas de mejora que permitan una mayor integración en la planificación de los puertos. La implementación de los principios recogidos en el Convenio Europeo del Paisaje (CEP), la amplitud y diversidad de los escenarios que presenta el litoral en el que se localizan los puertos deportivos y la población que puede percibirlos, así como la preocupación por una mayor integración de los puertos autonómicos en su entorno hacen que la consideración del paisaje constituye un aspecto de gran relevancia.

En Andalucía existen un total de 46 puertos e instalaciones portuarias (APPA, 2015), de los que 8 son puertos de interés general y por tanto, de competencia estatal. De los 38 restantes, 15 se encuentran gestionados indirectamente a través de concesiones (puertos deportivos) y los 23 restantes se gestionan directamente por la comunidad autónoma a través de la Agencia Pública de Puertos de Andalucía (APPA), entidad de derecho público adscrita a la Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía. Dentro de este conjunto de puertos autonómicos de gestión directa y en la mayoría de los casos, el uso náutico-recreativo convive con la flota pesquera y, a veces, también con el uso comercial.

El paisaje es un concepto complejo, tanto en su formulación como en su contenido, al ser consecuencia de la relación entre las personas y su entorno. El Convenio Europeo del Paisaje (CEP), de 20 de octubre de 2000, que entró en vigor el 1 de marzo de 2004, es el primer instrumento legal internacional referente de manera expresa al paisaje, considerándolo como resultado de las acciones naturales y humanas, con unas componentes naturales y culturales que deben ser consideradas conjuntamente (Consejo de Europa, 2000b). Los principios generales del CEP son promover la protección, gestión y ordenación de los paisajes, así como organizar la cooperación en este campo; en particular, el paisaje «debería ser integrado en la elaboración de todas las políticas de ordenación territorial, ya sean generales o sectoriales» (Consejo de Europa. 2008, I, §1e).

Por otra parte, el puerto se define como un lugar en la costa o en las orillas de un río que, por sus características naturales o artificiales, sirve para que las embarcaciones realicen sus operaciones (RAE). Esta definición se encuentra en consonancia con las acepciones dadas por otros diccionarios en lengua inglesa (Cambridge, Collins, Oxford) que lo tratan como un conjunto de infraestructuras al servicio de los barcos, proporcionando abrigo y soporte para la actividad marítima, y de la que se infiere una clara orientación comercial (UNCTAD, 1992; Resolución del Parlamento Europeo de 13 de julio de 1999; Decisión 2010/661/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de octubre de 2010; Reglamento (EU) 1315/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2013; Reglamento (EU) 2017/352 del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de febrero de 2017).

ABSTRACT

The landscape is a complex concept that affects the relation between people and their environment. The concept of landscaping and setting incorporates many perspectives and each area of knowledge is subsequently tackled in a different manner. Ports are unique areas within the landscape that have held great attraction and embellishment since ancient times and their setting on the coastline serves as a perfect location to observe the landscape. This article considers the aspect of landscape at marinas in Andalucía – on the basis of their function and scale with respect to other harbour works- and where this is seen to have a clear influence over their planning and administration. On establishing the concept of landscape and following an analysis of available literature and documents, the authors consider the different elements that should be taken into account in each scale of approach. This systematic approach serves to obtain a greater understanding and administration of the concept of landscape in these types of installation, when considering all the different elements interlinking the natural and social environments.

KEYWORDS

Landscape, marina, planning, management

El puerto deportivo constituye una categoría específica de puerto especialmente construido para el amarre de embarcaciones deportivas y de recreo (RAE), por lo que se encuentran al servicio de estas embarcaciones (Dunham y Finn, 1974; PIANC, 1976; Lacey, 1993; Orams, 1999; Diakomihalis, 2007), sirviendo como soporte del turismo costero e incluyendo también instalaciones de entretenimiento y ocio (Dionis, 1986; Kenchington, 1993; Martín 1995; Esteban, 1998; Stone, 2000; Heron and Juju, 2012; Paker and Vural, 2016). Por tanto, la manera de abordar el paisaje en los puertos deportivos difiere de otros puertos en dos cuestiones fundamentales: (1) la naturaleza de su función, preponderantemente lúdica frente a comercial o pesquera, y (2) en la escala de las relaciones, tanto internas como externas, que permiten una mayor proximidad y vinculación. Esta diferencia de escala con respecto a su entorno provoca que los puertos puedan pasar de ser «un significativo fundamental del frente costero a extenderse en el plano horizontal. Efectivamente, este es un paradigma de la influencia de la escala en los efectos. Existe un umbral por encima del cual probablemente todo factor o componente del paisaje pasa a ser auténtico degenerador del mismo, por sí y por sus interferencias en la dinámica de los otros componentes y factores» (Díez, 2001:47).

El análisis de los instrumentos de planificación relacionados con los puertos deportivos autonómicos en Andalucía permite distinguir tres fases en la consideración del paisaje con la actividad náutico-recreativa: la explotación, la racionalización y la integración. En cada fase, la relación con el paisaje ha sido diferente, desde una búsqueda de los valores naturales, pasando a un cumplimiento de las condiciones medioambientales, hasta las primeras acciones para su inclusión.

Los puertos, sin duda, aparecen como elementos singulares en el paisaje, siendo de gran atracción y ornamento desde tiempos pasados (Turriano, s. XVI) y su posición en la línea de costa representa una base espléndida para la observación del paisaje. Esta circunstancia obligaría a que cualquier acción desarrollada en los puertos definiera previamente los objetivos paisajísticos, buscando soluciones equilibradas entre el medio natural y lo artificial, «respetando a los rasgos formales del territorio con la innovación y la creatividad» (Anguís, 2008:602). Con todo, resulta palmario que no siempre ha existido un tratamiento adecuado del paisaje en la planificación y desarrollo de los puertos deportivos. Un análisis detallado del estado actual del conocimiento en este tema revela que las cuestiones que más se han abordado en el ámbito de los puertos deportivos se corresponden con su relación con el turismo náutico (Esteban y Yepes, 1998; Kovačić et al., 2007; Rivera, 2010; Jugović et al., 2011; Luković, 2013; Paker y Vural, 2016). Centrándose en la relación con su entorno, los principales trabajos tratan sobre la contaminación en los puertos deportivos (Cassi et al., 2008; Moreno et al., 2009; Petrosillo et al., 2009; Misis et al., 2009; Di Franco et al., 2011; Johnston et al., 2011; Ros et al., 2013; Gómez et al., 2016; Mali et al., 2016), sobre los efectos de la erosión en su entorno (Klein y Zviely, 2001; Manno et al., 2016), y su relación como soporte para la colonización con

nuevas especies (Clynick, 2008; Covazzi et al., 2012; Claassens, 2016; Oricchio et al., 2016) o sobre sus formas (Pearce, 1978; Apicella et al., 1991; Negro, 2008). Si se trata la cuestión del paisaje marino, las cuestiones más estudiadas se asocian a la acuicultura (Hill et al., 2001; Grant, 2006; Grant, 2011; Falconer et al., 2013) y los parques eólicos (Cowell, 2010; Nadai y van der Horst, 2010; Liebenath y Otto, 2013; Betakova et al., 2015).

Los puertos son elementos singulares del litoral, consecuencia de la concurrencia de determinadas condiciones naturales o de las transformaciones humanas llevadas a cabo, constituyendo el soporte de aquellas actividades que necesariamente se desarrollan en el contacto entre mar y tierra. Se localizan en un ecosistema extremadamente frágil, soportando actividades económicas, de ocio y esparcimiento, con un fuerte atractivo para el asentamiento de la población. En los puertos deportivos, con una orientación hacia el ocio, la contemplación de un entorno agradable adquiere gran importancia en la consecución de dicho carácter lúdico. Asimismo, este entorno agradable conlleva la optimización de los recursos del entorno, así como de la satisfacción y expectativas de los grupos de interés, repercutiendo favorablemente en la calidad del producto (Yepes, 2003). Por tanto, el tratamiento adecuado del paisaje en los puertos deportivos puede suponer una mejora competitiva y una diferenciación del puerto como producto turístico (Yepes y Amor, 2000; Yepes, 2003).

Este artículo pretende clarificar la relación entre el paisaje y los puertos deportivos, abordando dos cuestiones principales: (i) cómo se considera el concepto de paisaje en los puertos deportivos en la literatura especializada y en diversos sectores del conocimiento, y (ii) proponer diversas cuestiones a considerar dentro de una planificación integradora del paisaje en estas instalaciones recreativas. El esquema de este artículo comienza con una sección que trata sobre el concepto de paisaje y el marco legal de los puertos autonómicos, seguido de una revisión del concepto de paisaje en los puertos deportivos dentro de la literatura especializada y en documentos de investigación, continuando con el tratamiento del paisaje en los instrumentos de planificación de puertos deportivos dentro del ámbito andaluz. A continuación, se discuten los resultados y se infieren futuras líneas de acción, finalizando con una sección de conclusiones sobre el tratamiento del paisaje en los puertos deportivos autonómicos en Andalucía.

2 Antecedentes

2.1. El concepto de paisaje

El Convenio Europeo del Paisaje define paisaje como «cualquier parte del territorio tal como lo percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos» (Consejo de Europa, 2000a:§1a). Esta definición recoge tres elementos fundamentales: la realidad fisi-

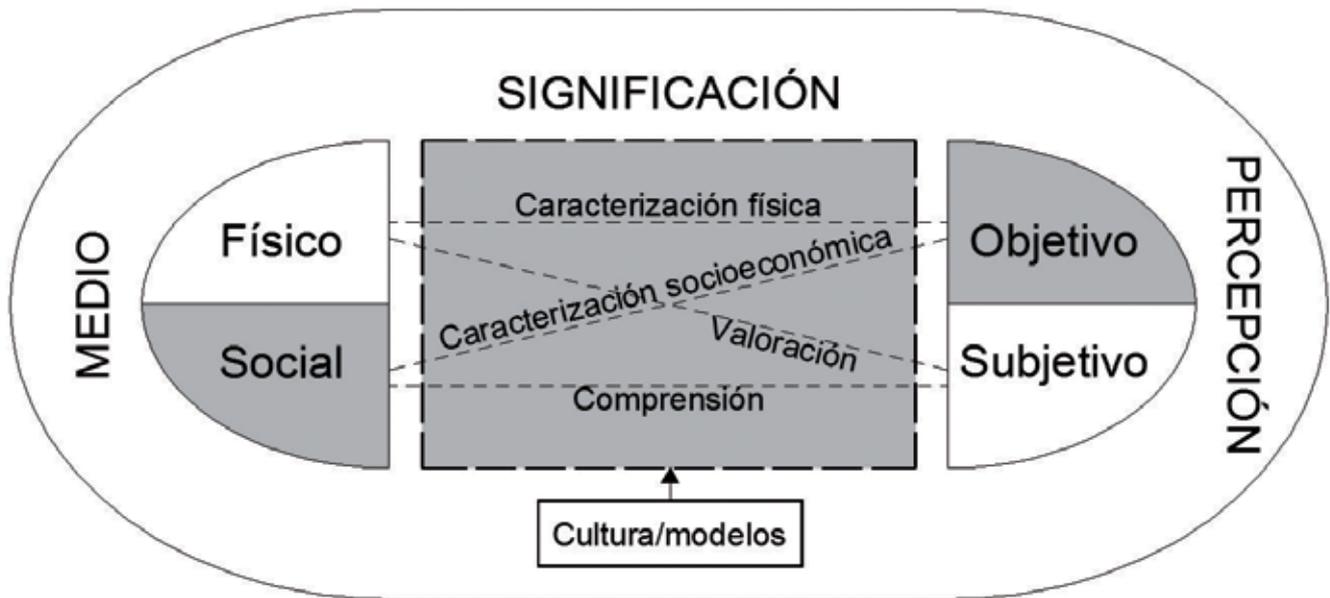


Fig. 1. Componentes del paisaje

ca, el observador y la componente subjetiva, reflejados, junto a sus relaciones, en la figura 1. La realidad física es la base visual que precede a la percepción (Sánchez, 1945; del Campo, 1951; Roger, 1997; Tress y Tress, 2001; Nogué y Vicente, 2004), que requiere de un observador que la descubra y la transforme en un paisaje (Swanwick, 2002; Martínez, 2009) en base a una impresión que le permita reconocer los valores que la visión produce (Berque, 1994; Roger, 1997; Antrop, 1997; Tress y Tress, 2001) y cuya significación queda condicionada por la experiencia del individuo, tanto por comparación —influenciadas por las relaciones sociales— como por entendimiento —comprensión de los que se ve— (Sánchez, 1945; Berque, 1994; Roger, 1997; Nogué, 2007). Así pues, el paisaje abarca todas las interacciones entre las personas y su entorno (Naveh, 1995; Antrop, 1997; Antrop, 1998; Swanwick, 2002) por lo que incluye las características naturales y culturales, pasadas y presentes, tangibles e intangibles (Consejo de Europa, 2000b, III, §38; Antonsen y Åkerskog, 2015).

El concepto del paisaje definido en el CEP otorga importancia a lo subjetivo frente al aspecto físico, lo cual hace que sea importante la involucración de las personas y el fomento de su participación (Consejo de Europa, 2000a, §5c), cuestión abordada en diversos trabajos (Selman y Barker, 1989; Stenseke, 2009; Jones y Stenseke, 2011; Butler y Åkerskog, 2014; Eiter y Vik, 2015; Dupont et al., 2015). Toda observación debe ser libre y sin influencias para asegurar esa diversidad de percepciones y la riqueza del paisaje. Sin embargo, debe existir un equilibrio entre la percepción subjetiva y el espacio físico pues el paisaje se considera tanto una realidad físico/material que ofrece información del entorno, como una escena observada por personas que aportan valores y símbolos inmateriales (Antrop, 2006; Ministerio de Medio Ambiente, 2006). A medida que el foco se mueve hacia la experiencia de las personas, depende de las interacciones entre los individuos y la sociedad, con una gran influencia de la participación pública. Si se mueve hacia la percepción física, se encontrará dominada

por los expertos y alejada de los procesos participativos (Butler y Åkerskog, 2014). El CEP reconoce el papel fundamental del conocimiento, donde la fase preliminar de la política del paisaje implica contar con instrumentos adecuados para implementar las disposiciones de dicho convenio. Aunque estos instrumentos creados por los responsables de las políticas pueden enfrentarse a la visión libre, sin influencias, de las personas, el CEP fomenta una retroalimentación entre la aplicación científica y técnica especializada junto a la percepción pública (Consejo de Europa, 2000b, II, §32; Olwig, 2007; Conrad et al., 2011), «con el objeto de permitirles desempeñar un papel activo en la formulación, ejecución y seguimiento de los objetivos de calidad del paisaje» (Consejo de Europa, 2008, I, §1G).

2.2. Puertos autonómicos andaluces

La Constitución española de 1978 (CE) supone el punto de partida de la modificación en la ordenación portuaria. En primer lugar, dota de carácter jurídico al dominio público marítimo-terrestre —soporte sobre el que se cimenta el servicio portuario—, que incluye las aguas marítimas y la zona marítimo terrestre (§132.2), reconociendo su titularidad pública y afectación a un uso general. En segundo lugar, incorpora a las comunidades autónomas dentro de la organización territorial del Estado y realiza la distribución de competencias. Corresponden al Estado las competencias exclusivas relativas a los puertos de interés general (§149.1.20), mientras que se posibilita a las comunidades autónomas la asunción, a través de sus respectivos estatutos de autonomía, de las competencias sobre «los puertos de refugio, los puertos y aeropuertos deportivos y, en general, lo que no desarrollen actividades comerciales» (§148.1.6). Dichas competencias se materializan a través de los procesos de traspaso de funciones y servicios. La diferenciación entre puertos de competencia estatal y autonómica no solo viene dada por la definición legal de puerto de interés general (Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, §4.1), sino que se ha ido clarificando tanto a través de la relación

concreta de bienes e instalaciones transferidos como por la jurisprudencia, mediante la resolución de conflictos competenciales (Zambonino, 2010).

En relación con la comunidad autónoma andaluza, el primer estatuto de autonomía, aprobado por Ley Orgánica 6/1981, de 30 de diciembre, recogía las competencias exclusivas en materia de «puertos, aeropuertos y helipuertos que no tengan la calificación legal de interés general del Estado; puertos de refugio, puertos y aeropuertos deportivos y, en general, los que no desarrollen actividades comerciales» (§13.11, transcribiendo el contenido de la CE, §148.1.6ª). Estas competencias se materializaron a través del Real Decreto 3137/1983, de 25 de agosto, posteriormente ampliadas con el Real Decreto 1407/1995, de 4 de agosto. La posterior reforma del estatuto, aprobada por Ley Orgánica 2/2007, de 19 de marzo, asume las competencias portuarias, adquiriendo las atribuciones exclusivas sobre los «puertos de refugio, puertos y aeropuertos deportivos y, en general, puertos, aeropuertos y helipuertos y demás infraestructuras de transporte en el territorio de Andalucía que no tengan la calificación legal de interés general del Estado» (§64.1.5). El vigente estatuto adquiere una posición maximalista dentro del marco constitucional al trasladar al Estado la responsabilidad de concretar sus atribuciones.

Andalucía fue pionera al redactar la primera ley de puertos deportivos (Ley 8/1988, de 2 de noviembre). Tal y como se recoge en la exposición de motivos, dicha norma nació para regular el otorgamiento de concesiones motivado por las presiones de la demanda náutico-deportiva y turística, así como de las actuaciones inmobiliarias, más que para regular la propia actividad portuaria. Con el fin de gestionar los servicios portuarios, se crea en 1992 la Empresa Pública de Puertos de Andalucía (Ley 3/1991, de 28 de diciembre). En el año 2005 amplió sus competencias a la gestión de las áreas de transporte de mercancías (Ley 5/2001, de 4 de junio). Este organismo cambió su denominación en 2007, pasan-

do a designarse como Agencia Pública de Puertos de Andalucía (Ley 21/2007, de 18 de diciembre), conservando su naturaleza jurídica.

En el ámbito territorial andaluz, la APPA realiza su actividad sobre 17.203 atraques y fondeos para embarcaciones recreativas del total de los 22.167 existentes, perteneciendo los 4.964 restantes a instalaciones de competencia estatal. Del conjunto de puestos dependientes de la comunidad autónoma, 5.129 presentan gestión directa, mientras que los 12.074 restantes dependen de la gestión privada en sus diversas modalidades: gestión indirecta (6.893), instalaciones menores transferidas (470), así como la iniciativa privada en puertos de gestión directa (4.711), tal y como se refleja en la figura 2 (APPA, 2015).

3 Revisión del paisaje en los puertos deportivos

Se revisan a continuación diversos textos y trabajos para establecer el tratamiento del término «paisaje» en los puertos deportivos andaluces. En primer lugar, se ha realizado una búsqueda exhaustiva en diversas bases de datos así como en bibliotecas universitarias, incluyendo expresiones tales como 'port landscape', 'marina landscape', 'coastal landscape' o 'landscape management', analizando los resultados e intentando localizar aquellas referencias relacionadas con el tema tratado. Posteriormente, se han revisado los instrumentos de planificación en el ámbito territorial considerado, discriminando aquellas cuestiones que afectan a los puertos deportivos.

3.1. Revisión en la literatura

Tal y como indican Surová y Pinto-Correia (2016), las formas de aproximarse al paisaje dependen de una multitud de factores,

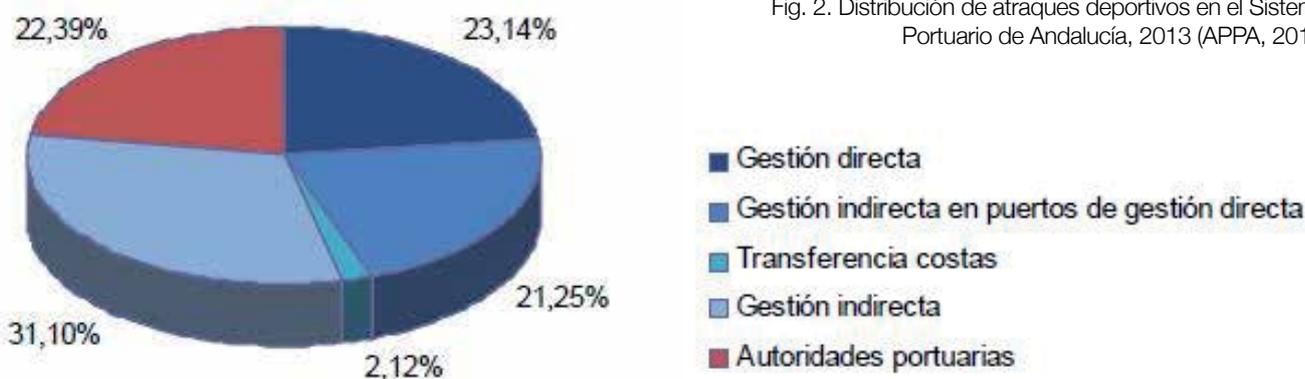


Fig. 2. Distribución de atraques deportivos en el Sistema Portuario de Andalucía, 2013 (APPA, 2015)

centrando los juicios en el conocimiento propio. El paisaje constituye un concepto ambiguo que incluye diversos significados en un mismo término (Berque, 1994; Roger, 1997; Tress y Tress, 2001; Antrop, 2006; Maderuelo, 2007) por lo que sufre el riesgo de que cada área de conocimiento intente apropiarse del mismo y lo constriña al intentar abordarlo de una manera concreta (Matland, 1995; Jones y Daugstad, 1997; Butler y Åkerskog, 2014).

Esta aproximación sectorial al paisaje también puede inferirse al analizar la definición de puerto expuesta anteriormente: son elementos resultantes de una actividad generada por el hombre, se encuentran ubicados en el litoral y se diferencian de su entorno, lo cual hace que puedan ser analizados como infraestructuras, como elementos culturales, así como por su carácter, respectivamente. Estas visiones sectoriales son simplemente metodológicas, no implicando, por ello, menoscabo en el contenido del concepto de paisaje.

En relación al paisaje y la infraestructura, ésta debe responder a unas necesidades carentes en el medio, satisfaciendo una demanda a través de los recursos existentes en el territorio (Español, 2008). La paliación de estas carencias se materializa a través de la transformación de los procesos naturales mediante la tecnología (del Campo, 1948, 1951; Rodiek, 1988; Aguiló, 2008) lo que conlleva una alteración del paisaje existente. En esta trasmutación resulta clave su naturaleza y su intensidad. Debe existir un equilibrio entre los requerimientos demandados y los recursos consumidos con el servicio alcanzado; cualquier desajuste supone la creación de una estructura mediocre y anodina, que se traduce en un doble riesgo: el de destrucción de un paisaje sin una adecuada contraprestación y el del rechazo social (Nogué, 2010).

Las instalaciones portuarias se localizan atendiendo a las necesidades de los usuarios. Los requerimientos mínimos de estas ubicaciones se reflejaban en los textos y tratados antiguos (Vitruvius; Turriano; Alberti) que, en el caso de que no quedasen satisfechas con la propia configuración natural del entorno, debían procurarse de manera artificial. Como expone Turriano, lo que hace que un puerto sea «fuerte» es el sitio (la propia configuración natural), no su forma ni los materiales. Así, la mayor adaptación al sitio supone una menor imposición sobre el entorno (Chueca, 1968; Aguiló, 2008; Navarro, 2009). La finalidad de todo puerto es dar abrigo y servicio a las embarcaciones. Este uso fundamental no debe enmascararse con otras necesidades (Pery, 2003), lo que podría llevar a la incompreensión y rechazo por parte de la sociedad (Ollero, 1986; Aguiló, 2013). Los puertos deben integrarse en su entorno aprovechando al máximo las condiciones naturales existentes, insertándose sin renunciar a su naturaleza artificial, pero manteniendo el protagonismo de la costa (Portela y Cendán, 2004), sin ocultarse y ennobleciendo el lugar, dándole un nuevo significado, sirviendo de catalizador para el potencial de ese territorio (Aguiló, 1981).

En segundo lugar, los paisajes culturales representan el «trabajo combinado de la naturaleza y el hombre» (UNESCO, 1972:§1), por lo que son dignos de ser protegidos. Esta visión está en consonancia por lo expuesto por Sauer que considera que «el paisaje cultural se forma a partir de un paisaje natural por un grupo cultural. La cultura es el agente, el área natural es el medio, el paisaje cultural el resultado» (Sauer, 1925:303). Toda infraestructura participa de esta cualidad cultural por interactuar con el en-

torno natural y social, reflejando tanto la experiencia técnica como la sensibilidad de sus autores en la forma de resolución (Aguiló, 1999; Meyer, 1999; Nogué, 2007).

Los puertos «pueden ser tratados como sitios muy específicos en momentos precisos del tiempo. La perspectiva del paisaje nos permite percibir los puertos como resultado de una cultura particular, como bienes culturales» (Diedrich, 2012:31). No obstante, el puerto es un elemento que contiene y reúne diversas actividades, cuyos requerimientos lo han distinguido claramente del resto de su entorno urbano (Pinder, 2003). Esto da lugar a un tratamiento doble del paisaje portuario cultural; como contenido, cada actividad imbuye su propia cultura —a través de una identidad colectiva mantenida a lo largo del tiempo— y conforman su propio paisaje como interacción entre estos grupos sociales y su entorno (Birks et al., 1988; McNeely y Keeton, 1995; Jones y Daugstad, 1997; Russell, 1997; Antrop, 2000). Como continente, las infraestructuras portuarias reflejan el grado de comprensión de los fenómenos costeros, de unos materiales y de unas técnicas constructivas.

La creación de una identidad cultural en los puertos deportivos requiere su vigencia sostenida en un amplio período de tiempo. Es preciso, pues, precisar unos rasgos propios dentro de su naturaleza lúdica, justificada en la necesidad de proporcionar todos los servicios para una estancia confortable (Vieville, 1972; Garrido, 1986). Asimismo, por la juventud de la actividad náutico-recreativa frente a otros usos portuarios, se atisba como necesario cierto recorrido temporal de la interacción de esta actividad con el entorno. Los principales obstáculos a superar en la creación este sentimiento cultural son: (1) evitar la mera recepción de embarcaciones deportivas a modo de aparcamientos náuticos, (2) la adopción de soluciones monótonas y anodinas en relación con la grandeza de la costa en la que se insertan y (3) la inexistencia de vínculos con su entorno al encontrarse más asociadas a operaciones de especulación urbanística que a las verdaderas necesidades náuticas (Ollero, 1986; Bernard, 1999; Aguiló, 2013).

Finalmente, el carácter de un paisaje se define como «un patrón distintivo reconocible y consistente de elementos en el paisaje que hace un paisaje sea diferente de otros, en lugar de mejor o peor» (Swamwick, 2002:8). El análisis del carácter acentúa lo que lo distingue de lo demás, pero sin olvidar lo que es. Las prácticas culturales influyen en la formación de diferentes caracteres. En la búsqueda de esta identidad se corre el riesgo de copiar un concepto existente, repitiendo una solución que transforma el espacio en un parque temático cuyo único propósito es su imagen (Sabaté, 2008) y con ausencia de representación del entorno y los valores culturales, siendo independiente del lugar de su ubicación, sin obligación de sentido o representación. El puerto no debe desvincularse de su entorno y debe erigirse como ejecutor del valor subyacente de las actividades que alberga (Anguís, 2008). Según Zoido (2015), el carácter portuario viene dado por una combinación de aspectos de naturaleza diversa: (1) la localización física en el entorno; (2) la actividad desarrollada dentro de los elementos estructurales y funcionales, y (3) su visión, tanto visual, estética como perceptiva. Los puertos deportivos deben aspirar a ser puntos de atracción en su entorno donde interactuar y compartir experiencias (Garrido, 1986; Pinder y Smith, 1999; Viola, 2005); deben reinterpretar sus orígenes urbanísticos, buscando nuevas relaciones con su entorno urbano como espacios

de oportunidad en un ámbito caracterizado por una gran presión en su frente marítimo.

3.2. Revisión en los documentos de investigación

En general, el alcance de todo estudio sobre el paisaje viene determinado por la escala, por lo que la estructura jerarquizada representa la forma clásica de abordarlo (Burel y Baudry, 1999; Swanwick, 2002; Antrop, 2006; Higgings et al., 2012; Schmitz y Vanderheyden, 2016). Aplicando esta jerarquización a los escasos estudios y tesis doctorales existentes relativas al paisaje y puertos deportivos dentro del ámbito de Andalucía, los diversos elementos relativos al paisaje en los puertos deportivos pueden agruparse en tres niveles: contexto general, entorno e interno (tabla 1). Mientras que en los estudios estos niveles son evidentes al abordarse los trabajos del paisaje siguiendo un enfoque y unos

planteamientos generales, en las tesis doctorales resulta más difusa esta distinción al centrarse la investigación de los puertos deportivos en una cualidad determinada, generalmente desde la perspectiva arquitectónica, quedando el paisaje integrado de una manera implícita.

A modo de resumen de las tesis estudiadas, Anguís (2008) aborda la relación entre los puertos de competencia autonómica y sus edificaciones, estableciendo la importancia de estos puertos en el núcleo urbano en el que se insertan, así como la caracterización y reconocimiento de los valores del paisaje urbano en el puerto, de la conexión de los espacios generados por el binomio puerto/ciudad y la imagen de la línea costera. García (2009) analiza las infraestructuras recreativas del arco Atlántico andaluz incidiendo en los aspectos medioambientales, enfatizando la influencia en el

NIVEL	ELEMENTO	REFERENCIAS	
Contexto	Situación	Abascal et al. (2011); Zoido (2015)	
	Contexto natural	Anguís (2008); Abascal et al. (2011); Zoido (2015)	
	Comunicaciones	Abascal et al. (2011)	
	Evolución histórica	Anguís (2008); Abascal et al. (2011); Nebot (2012); Zoido (2015)	
Entorno	Accesos	Terrestres	Abascal et al. (2011), Nebot (2012)
		Marítimos	Anguís (2008); Abascal et al. (2011)
	Relación puerto-ciudad	Anguís (2008); Abascal et al. (2011); Nebot (2012); Zoido (2015)	
	Relación puerto-litoral	Anguís (2008); García (2009)	
	Imágenes	Zoido (2015)	
Interno	Usos	Comercial	Anguís (2008); Abascal et al. (2011); Zoido (2015)
		Pesquero	
		Náutico-recreativo	
		Público	
		Privado	
	Instalaciones y servicios	Cuartos de redes	Anguís (2008); Abascal et al. (2011); Zoido (2015)
		Lonjas	
		Torre de control	
		Locales comerciales	
		Pañoles	
Naves varadero			
Lámina de agua			
Ámbitos escénicos	Muelles	Nebot (2012)	
	Pantalanes		
	Vegetación		
Ámbitos escénicos	Exteriores	Anguís (2008); Zoido (2015)	
	Interiores		
	Simbolismo	Anguís (2008)	

Tabla 1. Lista de la estructura de los estudios del paisaje en los puertos deportivos en Andalucía

marco hidrodinámico y los parámetros de contaminación (terrestre, marina y atmosférica) y abogando por las instalaciones ligeras frente a otras soluciones más rígidas. Nebot (2012) estudia los puertos deportivos como inventores y regeneradores del paisaje, tratándolos desde una aproximación arquitectónica, de una manera científica y técnica en un contexto multiescalar, apostando por un respeto con el entorno y por una redefinición de su encaje territorial, urbano y paisajístico.

En relación con los estudios, Abascal et al. (2011), en el contexto andaluz, analizan aquellos elementos y patrones que se basan en rasgos portuarios limpios, claros y coherentes, buscando aquellos aspectos que permitan reconocer cuáles pueden ser los medios y conceptos específicos que guían la ordenación espacial de los puertos y sus alrededores. Zoido (2015) establece los criterios generales y las líneas de acción para incorporar el paisaje en los procesos de planificación y gestión de los puertos autonómicos andaluces, ayudando a mejorar las relaciones entre el puerto y la ciudad o entre el puerto y su territorio.

Analizando el contexto general de los trabajos expuestos en la tabla anterior, la mayoría de los autores atiende a componentes de la estructura territorial y su descripción general, como la situación, características naturales, ambientales e infraestructuras de comunicaciones, si bien García (2009) se centra en los aspectos hidrodinámicos generales. No obstante, aunque todo puerto sea intercambiador entre los modos terrestres y marítimos, se tiende a preponderar el ámbito terrestre. Solo Anguís (2008) atiende a la comunicación visual entre el borde del espacio portuario y el espacio marítimo-terrestre, remarcando la importancia de las infraestructuras de abrigo como «elementos visuales de primer orden debido a la posibilidad de adentrarse sobre el mar o una altura considerable» (Anguís, 2008:431).

La escala intermedia, los diversos documentos se centran en las relaciones en los contactos entre el puerto deportivo y su entorno próximo, tanto con el núcleo urbano colindante como con las playas adyacentes. Al igual que ocurre con la escala general, no siempre se presta la adecuada atención a los accesos marítimos, abordada por Abascal et al (2011), con lo que se relega a una parte importante de los usuarios. No obstante, en la asignación de la escala a determinados elementos —como los accesos y comunicaciones, así como la evolución histórica del puerto— se presentan algunos desacuerdos entre los diversos autores. En la primera de las cuestiones, Abascal et al (2011) diferencian entre las comunicaciones (contexto) y los accesos (relación puerto-ciudad). En la segunda, la ubicación de los antecedentes atiende al ámbito considerado; mientras que Abascal et al (2011) remarca aquellos hitos significativos en la ejecución del puerto (contexto), Zoido (2015) centra la evolución histórica dentro del ámbito de la relación puerto-ciudad (entorno); por su parte, Nebot (2012) limita los antecedentes a la eclosión del turismo, mientras que Anguís (2008) realiza una aproximación histórica a los recintos portuarios. En otro sentido, solo Anguís (2008) y García (2009) hacen refe-

rencia expresa a los límites del puerto no solo con la estructura urbana, sino también con la litoral.

De manera general y para todos los casos, se reconoce la carencia de consideración de los aspectos subjetivos en la relación personas-entorno, considerándola como medida de mejora en la promoción de las relaciones entre el puerto y la ciudad con el fin de fortalecer los vínculos intangibles.

En la escala interna se tratan los diversos usos así como los elementos necesarios para atender al servicio de la actividad portuaria, y aunque tanto Anguís (2008) como Zoido (2015) atienden a los ámbitos escénicos existentes, solo el segundo establece hitos y puntos de observación, tanto preferente como del conjunto del puerto, en cada uno de los casos. En relación a su significación, Anguís (2008) hace referencia a las identidades portuarias y al carácter simbólico y patrimonial de alguno de sus elementos, al estar los espacios portuarios «impregnados por ese carácter marítimo y por la propia identidad que le aportan los elementos materiales e inmateriales» (Anguís, 2008:557).

3.3. Revisión en los instrumentos de planificación

La planificación portuaria se puede definir como un plan general, con carácter dinámico, de actuaciones programadas, con el fin de alcanzar unos objetivos futuribles de explotación partiendo unos condicionantes propios (del Moral y Berenguer, 1980; Rodríguez, 1985; Svendsen, 1989; Thoresen, 2010). En la planificación de las instalaciones náutico-recreativas en Andalucía, y en relación con el paisaje, es posible diferenciar tres etapas: la explotación, la racionalización y la integración.

La primera etapa se inicia con la década de 1960, en la que el crecimiento del turismo se convirtió en uno de los pilares fundamentales de la financiación del país (Domínguez, 2001; Prieto y Haro, 2011; Ocampo, 2011) y su incremento hizo que fuese necesario abordar instrumentos de coordinación y planificación que adecuasen las instalaciones y se programasen las infraestructuras necesarias para la recepción del turismo. Las instalaciones náutico-recreativas quedaron integradas en estos planes como elementos asociados al turismo costero para satisfacer la demanda náutica. La tabla 2 recoge, dentro de los instrumentos de planificación turística, aquellas acciones a realizar en materia portuaria para complementar la actividad turística.

La existencia de los puertos deportivos se justificaba atendiendo a criterios cuantitativos o cualitativos, esto es, a la presencia de grandes complejos turísticos —con un elevado número de turistas para los que había que diversificar la oferta de servicios— o a la existencia de núcleos turísticos de un alto nivel económico en la que puerto deportivo era reflejo de un determinado estatus social, como elemento diferenciador de la oferta.

En esta primera fase, el paisaje se convierte en un elemento atractivo susceptible de ser explotado como elemento turístico.

FECHA	DENOMINACIÓN	ÁMBITO TERRITORIAL	ACCIONES PROPUESTAS EN PUERTOS DEPORTIVOS
1955	Estudio para la ordenación Turística de la Costa del Sol	Algeciras-Cabo de Gata	Subvenciones a los clubes náuticos existentes (Algeciras Málaga)
1963	Estudio para el desarrollo turístico	Málaga-Cabo de Gata	Desarrollos demanda 20.000-60.000: pequeños puertos deportivos Desarrollos demanda > 150.000: grandes puertos deportivos
1967	Estudio turístico de la Costa del Sol de Granada	Costa de Granada	Puertos deportivos en Almuñécar y Castell de Ferro
1969	Plan de promoción turística de la Costa del Sol. 2ª fase	Málaga-Motril	Puertos deportivos en Torre del Mar y Almuñécar

Tabla 2. Planes asociados a la fase de explotación

Fecha	Denominación	Ámbito territorial	Acciones propuestas en puertos deportivos
1975	La cuarta flota. Directrices aplicables a la promoción de iniciativas	Estatal	Motivación, regulación oferta, planeamiento, proyecto, promoción, zonificación, regulación, ordenación.
1977	Estudio y previsión de la demanda de instalaciones portuarias para la cuarta flota	Estatal Sector Mediterráneo sur: Cádiz (med.), Málaga, Granada, Almería Sector Atlántico peninsular: Huelva, Sevilla, Cádiz (atl.)	Sector Mediterráneo sur: Ninguna (superávit de atraques atendiendo a los puertos deportivos existentes y en construcción en relación con las previsiones de demanda). Sector atlántico peninsular: Necesidad de nuevos atraques (equilibrio en temporada baja y déficit en agosto).
1983	Plan de ordenación de la oferta de instalaciones para la navegación de recreo	Punta de Tarifa (Cádiz)-cabo Sacratif (Granada)	Zonas de exclusión de construcción. Zonas susceptibles de albergar puertos deportivos. Características y tamaño de las posibles instalaciones. Condiciones y garantías técnicas, estéticas y ambientales.
1986	Instalaciones náuticas de recreo en el tramo de costa comprendido entre el cabo Sacratif (Granada) y el cabo de Palos (Murcia)	Cabo Sacratif (Granada)-cabo de Palos (Murcia)	Zonas de exclusión de construcción. Zonas susceptibles de albergar puertos deportivos. Características y tamaño de las posibles instalaciones. Condiciones y garantías técnicas, estéticas y ambientales.
1987	Puertos deportivos de Andalucía	Andalucía	Adecuación de la oferta y demanda de las instalaciones náutico-deportivas. Clarificación del entramado jurídico administrativo en el otorgamiento de las concesiones. Vinculación de los puertos deportivos al turismo y ocio.
2004	Bases estratégicas para el sistema portuario autonómico andaluz (borrador)	Andalucía	Incremento en más de 11.500 nuevos atraques, hasta llegar a una dotación total próxima a 25.000 para el horizonte 2015.

Tabla 3. Planes asociados a la fase de racionalización

En este sentido, se trabaja en una doble vertiente. Por una parte, preservación y protección de los lugares pintorescos o de gran belleza natural; por otro lado, creación de urbanizaciones turísticas de tipo paisajístico que ofrezcan unos fondos agradables, provocando una sensación de frescura y variedad por la combinación de masas y colores. Por tanto, inicialmente se considera que la integración paisajística se alcanza mediante la ocultación y la mimetización de elementos, a excepción de aquéllos con interés turístico por su valor histórico. A medida que los planes se concretan, va adquiriendo importancia la integración de las diferentes actuaciones urbanísticas dentro de su entorno a través de unas directrices relativas a la altura, disposición en el entorno y dotación de espacios verdes. Así pues, la integración paisajística de las infraestructuras turísticas —en la que se incluían los puertos deportivos— se dejaba a criterio de los promotores, siendo de aplicación los principios generales de conservación de los valores históricos y tradicionales.

En la segunda etapa, a partir de la década de 1970, la popularidad de la navegación de recreo y la creación de escuelas de vela incrementaron la demanda de las actividades náuticas, extendiéndola a un público más amplio (Ministerio de Obras Públicas, 1975). Esto hizo que fuese necesaria la adopción de criterios racionales de localización —y no únicamente turísticos— de las instalaciones náutico-recreativas. Estos preceptos atendían a las características del marco físico costero, de las condiciones socioeconómicas, de las características de la flota deportiva existentes, de la configuración de la receptividad turística y de la oferta de instalaciones náutico-recreativas, proponiendo acciones en función de la demanda existente y la capacidad de acoger instalaciones portuarias en un tramo costero (tabla 3). El posterior traspaso de competencias y asunción por parte de la comunidad autónoma andaluza en materia de puertos hacen que la consejería competente en infraestructuras retome y amplíe los estudios referentes a la capacidad del litoral andaluz para albergar nuevas instalaciones náutico-recreativas atendiendo a las características físicas, medioambientales y socioeconómicas.

Así pues, con respecto a la etapa anterior, la atención se centra en el estudio del entorno costero, estableciendo los tramos más idóneos para la recepción de nuevas infraestructuras y fijando las primeras limitaciones de tipo medioambiental. El paisaje queda implícitamente reflejado en los condicionantes medioambientales y su marco normativo, por lo que resulta relegado a la mera preservación de aquellos espacios que, por sus condiciones naturales, de diversidad biológica, histórica o cultural, son susceptibles de ser protegidos atendiendo a unos criterios de evaluación reglados. No obstante, son reseñables algunas directrices aplicables

en el planeamiento de las instalaciones náutico-recreativas de este período (Ministerio de Obras Públicas, 1975), cuya aproximación paisajística se ha agrupado en diversas escalas:

- En una escala general, la elección del emplazamiento debe tener en cuenta la coherencia con la ordenación territorial existente (planes de ocupación, incidencia con núcleos urbanos colindantes, integración en el entorno, conexiones con las redes de comunicaciones y transportes, etc.), evitando las afecciones a las playas y costas cercanas. Asimismo, la protección del litoral va adquiriendo importancia hasta convertirse en un elemento condicionante.
- En un segundo escalón, se debe elegir el lugar más adecuado considerando las necesidades a satisfacer, tanto para las embarcaciones (funcionales) como para su tripulación (personales), adaptándose a la geomorfología local: en costas bajas, ejecución marinas interiores o puertos isla, mientras que en costas acantiladas se deben buscar las concavidades, evitando la ocupación de zonas de playa. Se debe fomentar la integración con el entorno, no debiendo constituir el puerto deportivo un atentado, encajando funcional y estéticamente en el ambiente que lo rodea, respetando su vocación particular. En este sentido, no debe alterar el carácter de una localidad pintoresca, ni constituir una alteración de un lugar virgen costero, evitando los planes intensivos de ocupación de suelos y las construcciones voluminosas.
- A escala interna, el puerto deportivo debe constituir un conjunto armónico y proporcionado de tierra-agua, evitando la sensación de garaje de embarcaciones. En este sentido, la lámina de agua se convertía en el elemento de vertebración interna.

Así pues, se señala la relevancia del puerto deportivo como elemento singular, representando el salto desde el mero perfeccionamiento del servicio turístico a un tratamiento más singularizado, con una problemática propia que debe ser abordada en un contexto diferente al turístico, aunque de forma complementaria, en el que se aplican criterios racionales de localización, entre los que se incluyen los condicionantes medioambientales.

Finalmente, tras esta fase de racionalización en la que las acciones se centran en el incremento de la oferta de atraques, la crisis económica acaecida a partir de 2008 provoca el desplome de la demanda de instalaciones náutico-recreativas, así como las propuestas de nuevas infraestructuras, por lo que los estudios de planificación de la ordenación del sector portuario aprovechan también otros valores de carácter no portuario presentes en los puertos deportivos (tabla 4).

Fecha	Denominación	Ámbito territorial	Acciones propuestas en puertos deportivos
2011	Análisis del sector náutico-recreativo en el litoral andaluz	Andalucía	Estimación necesidades futuras de puertos deportivos. Viabilidad de nuevas instalaciones propuestas.
2015	Plan director de puertos de Andalucía 2014-2020	Andalucía	Ajustar la oferta de atraques a la realidad de la demanda social (fondeos, reordenación espacios portuarios, iniciativa privada). Adaptar y/o completar edificios, medios y servicios para la flota de recreo.

Tabla 4. Planes asociados a la fase de integración

La consideración paisajística pasa a ser uno de los elementos reconocidos dentro de estas infraestructuras, inicialmente de una manera implícita (reconocimiento del paseo disfrutando del propio puerto y su entorno como una de las actividades más realizadas) y posteriormente de manera explícita, al asumir los principios del CEP dentro de los instrumentos de planificación. No obstante, aunque se introduce el paisaje en su concepto más amplio, se encuentra expuesto de una manera genérica y parcial, incidiendo especialmente en la relación puerto-ciudad y en los aspectos patrimoniales, dejando el desarrollo de las medidas particulares aplicables a cada caso concreto. El paisaje resulta incorporado, pero de una manera intuitiva y sin un procedimiento concreto.

4 El paisaje y los puertos deportivos

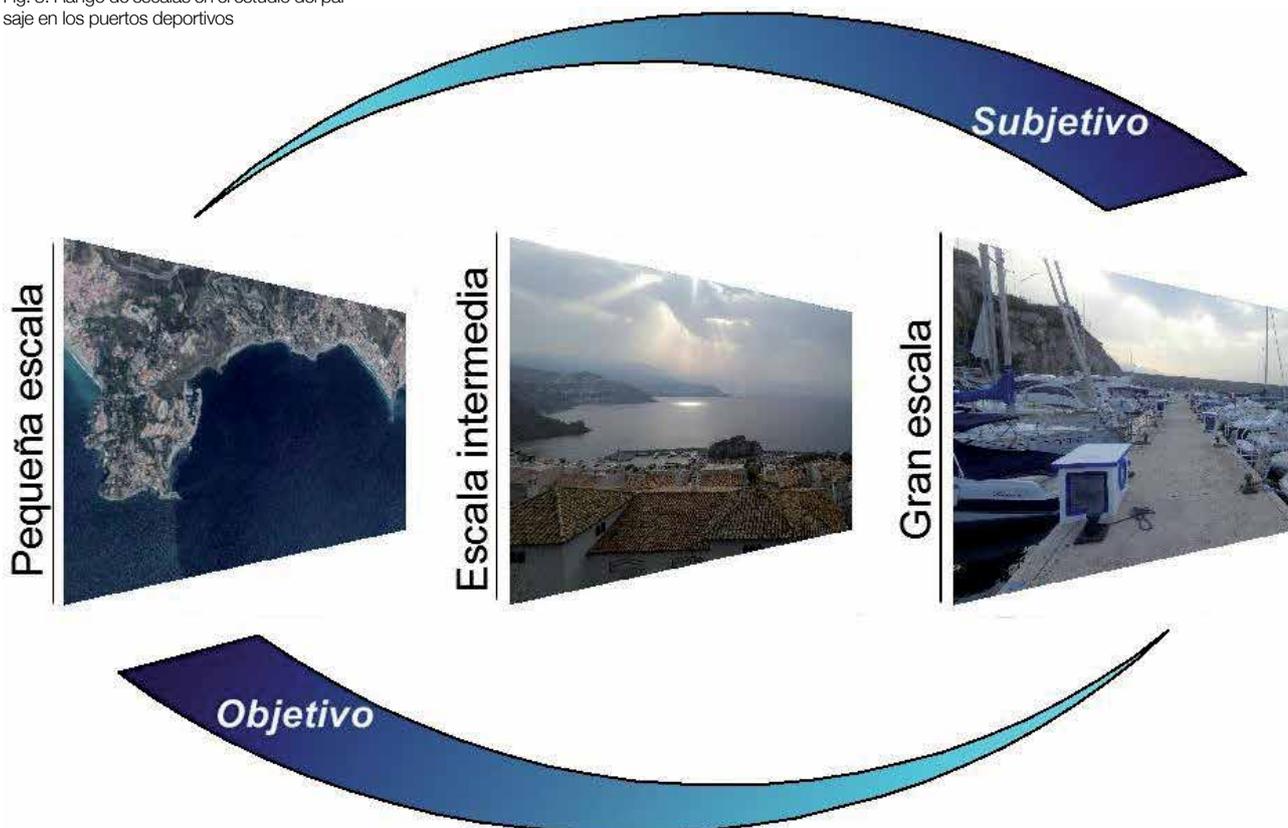
A la vista de lo expuesto anteriormente, se infiere que el concepto de paisaje no queda adecuadamente desarrollado en el ámbito de los puertos deportivos —tanto en su planificación como en su gestión—, considerándose como un mero término. Resulta preciso clarificar el detalle y alcance de los diversos aspectos a tratar en cada uno de los niveles de estudio, así como la incorporación de la componente subjetiva. En este sentido, este apartado completa los elementos relacionados con anterioridad atendiendo, dentro de cada uno de las escalas consideradas (figura 3), al esquema de paisaje propuesto e identificando los elementos del medio

(físico y social), de la percepción (objetiva y subjetiva), así como las acciones de mejora de representación del puerto deportivo en el imaginario colectivo (tabla 5).

Desde el punto de vista paisajístico, destaca la diferencia de gestión entre los puertos de interés general y los de competencia autonómica. En los primeros, tanto su tamaño como la magnitud de su interés estratégico —ya sea económico, geopolítico o militar— incide de manera determinante en los procesos de toma de decisiones por parte de los poderes públicos. Los puertos autonómicos —de un tamaño y una incidencia socioeconómica mucho menor— no se encuentran supeditados a estos condicionantes generales, por lo que pueden ser objeto de demanda de nuevos emplazamientos o sufrir fuertes transformaciones del espacio abrigado, permitiendo una mayor integración del concepto de paisaje.

Considerando las diversas escalas, en el contexto general, además de las características generales del entorno, se debe incidir en los aspectos relativos a su localización litoral: (1) la génesis o motivos de su ubicación, (2) las afecciones actuales sobre su entorno y (3) las incidencias futuras. En el primer caso, el origen de un puerto deportivo puede derivar de la transformación de unas instalaciones ya existentes o de una nueva construcción, lo que permite profundizar en los vínculos existentes con su entorno, es decir, si cuenta con un bagaje cultural previo o si debe buscar su propia identidad. En un segundo paso, la implantación de la infraestructura portuaria supone una modificación de la unidad

Fig. 3. Rango de escalas en el estudio del paisaje en los puertos deportivos





PAISAJE	ELEMENTO	DETALLE	
PEQUEÑA ESCALA	Geología y geomorfología		
	Climatología.		
	Medio físico	Estudio básico de dinámica litoral	Clima marítimo
			Batimetría y naturaleza geológica de los fondos.
			Capacidad de transporte litoral.
			Balance sedimentario y evolución de la línea de costa.
			Biosfera marina.
	Riesgos ambientales.		
	Figuras de protección medioambiental		
	Evaluación de los efectos del cambio climático.	Subida del nivel medio del mar.	
		Modificación de las direcciones del oleaje.	
		Incremento/decremento de altura de ola.	
		Modificación de la duración de los temporales.	
	Comunicaciones		
Medio social	Impacto socioeconómico	Demografía	
		Actividad económica	
		Mercado de trabajo	
		Área e influencia	
Figuras de protección patrimonial			
Navegación histórica	Rutas marítimas tradicionales		
	Lugares de fondeo tradicionales		
Entrevistas			
Significación	Difusión actividades náutica		

	PAISAJE	ELEMENTO	DETALLE	
ESCALA MEDIANA	Medio físico	Flora y fauna		
		Calidad del agua		
		Calidad del aire		
	Medio social	Accesos marítimos		
		Permeabilidad física		Accesos terrestres (vehículos motos, ciclos, peatones)
				Redes de servicios
				Espacios públicos
		Puntos de observación		Accesibilidad
				Visibilidad
		Afecciones en el entorno		Restauración de la dinámica litoral (dragado, defensa costera, etc.)
				Prevención de la contaminación (agua, aire, hidrocarburos, etc.)
				Medidas de compensación por ocupación costera
		Imágenes históricas		
	Valoración visiones		Caracterización	
		Encuestas		
Significación	Concepto			
GRAN ESCALA	Medio físico	Flora y fauna		
		Calidad del agua		
		Calidad del aire		
	Medio social	Percepción lámina de agua		
		Usos portuarios		
		Itinerarios		
		Puntos de referencia		
		Valoración imagen		Caracterización
			Encuestas	
	Significación	Iniciativas difusión	Actividades portuarias	
			Elementos portuarios	

Tabla 5. El paisaje en los puertos deportivos

morfológica costera en la que se integra, alterando tanto la acción de los agentes incidentes como la circulación de los sedimentos, en su sentido cuantitativo y cualitativo. La definición de gestión integrada como el «proceso dinámico de gestión y utilización sostenibles de las zonas costeras, teniendo en cuenta simultáneamente la fragilidad de los ecosistemas y paisajes costeros, la diversidad de las actividades y los usos, sus interacciones, la orientación marítima de determinados usos y determinadas actividades, así como sus repercusiones a la vez sobre la parte marina y parte terrestre» (UNEP, 2008, §2f) hace que, en esta escala, el paisaje también deba interpretarse en este sentido. Finalmente, la amenaza de los efectos del cambio climático provoca que las medidas que se vayan adoptando deban considerar el escenario futuro y, por ende, el nuevo entorno en el que se integrará. Respecto a la influencia social, el estudio socioeconómico debe completarse con entrevistas a diversos profesionales del sector para permitir una mejor comprensión y alcance de esta influencia socioeconómica sobre el entorno, mejorando, al mismo tiempo, la componente subjetiva.

En referencia con la significación, la identificación del puerto deportivo dentro del contexto general estará condicionada por la asimilación de las actividades náuticas por parte de la sociedad, esto es, por el enraizamiento de la cultura náutica y el grado de difusión de las actividades asociadas. La mayor difusión de la náutica incrementa el peso relativo del puerto deportivo en un contexto socioeconómico al existir una vinculación entre estas instalaciones y las actividades náuticas.

A una escala mediana y considerando la percepción física, se trata de determinar las características visuales del puerto deportivo desde su entorno. Se deben identificar aquellos puntos de observación que cumplan unos términos tanto cualitativos como cuantitativos, es decir, que permitan una visión significativa o completa del puerto y que sean accesibles para un número significativo de observadores. Dentro de estos puntos, es preciso considerar siempre la aproximación marítima debido a que se trata de una condición intrínseca de cada puerto. Asimismo, se atenderá al grado de permeabilidad de los contactos, tanto a nivel físico —redes existentes, accesibilidad en sus diversos modos, espacios verdes y urbanos— como afectivas, a través de la dotación de singularidad a los espacios de intercambio. En este nivel también es importante la recopilación de las imágenes del puerto que conforman el imaginario colectivo, permitiendo profundizar en la naturaleza de los vínculos culturales.

La significación a este nivel viene condicionada por el concepto que tiene la sociedad sobre el puerto deportivo, siendo posible diferenciar entre dos casos extremos (Abascal, 2011). En un lado se encuentran los puertos en los que tradicionalmente se ha realizado una actividad —comercial y/o pesquera— y cuyas infraestructuras se imbrican en el tejido urbano. En estos casos, las nuevas actividades náutico-recreativas pueden insertarse en una dinámica de reciclaje con cierta naturalidad, si bien en ocasiones no se reconocen ni valoran las cualidades espaciales y paisajísticas del enclave previo. En el otro extremo, frente a una atención de lo específico del lugar, se acude a la imposición de recursos estandarizados que pueden llegar a desvalorar toda actuación. La determinación de lo que representa el puerto deportivo para su entorno modula las relaciones con el mismo, debiendo adoptar aquellas medidas que consigan su mejora.

A gran escala, la percepción interna es el elemento crítico desde el punto de vista del observador. Éste se sitúa dentro de la propia infraestructura, permitiendo una mejor compatibilidad en las dimensiones (proximidad) y una mayor preponderancia en la percepción subjetiva (vinculación). Pero, al mismo tiempo, esta visualización más detallada se encuentra condicionada con la operatividad y la seguridad portuaria (Aguiló, 2013). A este nivel se deben considerar la importancia de la lámina de agua y la aplicación de las teorías clásicas del paisaje urbano.

Por un lado, el agua es un elemento especial en el diseño del paisaje (Ramos y Aguiló, 1988; Nasar y Li, 2004) y este aspecto es evidente en el caso de los puertos, aportando atractivo visual y asociaciones culturales (Whalley, 1988; Pinder y Smith, 1999). El agua abrigada constituye la razón de ser de este tipo de infraestructura, dictando su carácter como un foco de atracción (Dionis, 1986; Aguiló, 2013) y como generador de valor, especialmente como atractivo en las áreas portuarias en declive. En relación con su aspecto cuantitativo, la forma en que los pantalanes y las embarcaciones se distribuyen en la dársena condiciona la visualización de la lámina de agua. Los puntos de observación deben situarse donde la dársena sea lo suficientemente ancha como para permitir una visión de una superficie de agua extensa o bien donde las líneas de atraque estén situadas en el ángulo menor respecto a la dirección de la visión. En su aspecto cualitativo, la configuración de la dársena debe posibilitar la circulación y renovación del agua a fin de mantener unos niveles cualitativos conforme a los usos prestados de forma que se produzca una satisfacción en el usuario (Lee y Lee, 2015).

Por otro lado, desde la perspectiva del paisaje urbano se deben establecer itinerarios, bordes, distritos, nodos y puntos de referencia que, conectados entre sí, enfatizan la unidad y coherencia de la infraestructura portuaria (Lynch, 1960; Cullen, 1971). El cantil del muelle representa el principal itinerario o línea de fuerza, mientras que los usos portuarios se asocian con zonas con coherencia reconocible y diferenciable; en ambos casos, pueden generarse bordes. Los puntos de referencia por naturaleza son aquellos con propiedades visuales intrínsecas (faros, balizas, torres de capitán) aunque también alcanzan esta posición aquellos otros que muestren una singularidad, por su carácter patrimonial o como marcadores simbólicos. La creación de recorridos alrededor de la lámina de agua con la mayor continuidad posible, en los que, salvando los espacios reservados, se ofrezcan atractivos visuales y que se adapten a los desniveles en caso de existir, marcan la estrategia a seguir para conseguir una visual interna atractiva.

En relación con la significación, se debe buscar una identificación inequívoca a través de un carácter propio y diferenciado (Viola, 2005); si un espacio no tiene nada que ofrecer a un observador, deja de ser paisaje. En toda observación se debe buscar la máxima comprensión, procurando que los espacios físicos internos alcancen su máxima significación a través de una visualización libre, clara y evidente. Cada elemento debe mostrarse tal y como es, proporcionando la comprensión al observador de los códigos visuales existentes (Lefebvre, 1974; Moya, 2011). Es preciso explicar y difundir los elementos y actividades portuarias para que éstos alcancen su plena significación.

5 Conclusiones

«Paisaje» es un concepto ampliamente utilizado pero, en la mayor parte de las ocasiones, con una connotación estética. En la revisión de los trabajos e investigaciones relacionados con los puertos deportivos, el paisaje ha pasado de ser una mera apreciación de la belleza —bien natural o histórica— a ir incorporando los aspectos medioambientales y, en los últimos años, una aproximación más acorde con la definición contenida en el CEP. Sin embargo, el desarrollo de significación ha sido parcial, centrándose en la caracterización, sin incidir en la parte subjetiva y la participación de las personas.

La integración de un concepto global del paisaje en los puertos deportivos implica una relación continua y estrecha con la planificación y la gestión, aplicando conocimientos técnicos y sociales. La enfatización de una visión o la preservación de unas cualidades perceptivas implican unos condicionantes en la gestión y viceversa. Así pues, constituye un instrumento asociado a diversas herramientas de gestión aplicables en las diferentes escalas de aproximación, y solo en esta concepción integral alcanza su significación plena. Toda actuación portuaria debe presentarse de acuerdo a una definición previa de objetivos paisajísticos, a través de la participación en los flujos vitales y poniendo en valor facetas ya existentes, buscando soluciones de equilibradas entre el medio natural y lo artificial.

La revisión del paisaje realizada para los puertos deportivos de Andalucía representa un punto de inicio para continuar el trabajo de clarificación de la definición y ampliación a otros usos presentes en los puertos autonómicos. Asimismo, también permite una búsqueda de las herramientas adecuadas en cada escala que permitan una aproximación multidisciplinar en cada caso concreto, con una mejora de la participación pública, pero sin perder la esencia de la significación del puerto. A su vez, esta mejor comprensión de un concepto tan complejo puede ayudar a entender y mejorar las cuestiones asociadas a la planificación y gestión portuaria, temas que abarcan desde la reflexión de la problemática de la localización y/o ampliación de los puertos de competencia autonómica hasta la elección del conjunto de elementos, tangibles e intangibles, que es preciso considerar en los procesos de decisión. ☎

REFERENCIAS

Abascal, E., Vioque, R., López, N. (2011). Los paisajes portuarios en el arco atlántico andaluz. Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, Sevilla.

APPA (Agencia Pública de Puertos de Andalucía) (2015). Plan Director de Puertos de Andalucía. <http://www.puertosdeandalucia.s/en/activity/itemlist/category/254-plan-de-puertos> (17/05/2016)

APPA (Agencia Pública de Puertos de Andalucía), EDI Consultores (2011). Análisis del sector náutico-recreativo en el litoral andaluz. Oferta y demanda. Incidencia sobre modelos de desarrollo. Sevilla.

Aguiló, M. (2013). Qué significa construir. Claves conceptuales de la ingeniería civil. Adaba. Madrid.

Aguiló, M. (2008). La autonomía de la forma en la ingeniería civil. Ingeniería y Territorio, 84, 4-11.

Aguiló, M. (1999). El paisaje construido. Una aproximación a la idea de lugar. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.

Aguiló, M. (1981). Visibilidad de las obras públicas en el medio rural. En Calderón Balanzategui, Enrique J. (Coord.). Ingeniería civil y medio ambiente. Centro de Estudios de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid, pp. 123-136.

Alberti, L.B. (1565). De re aedificatoria. Lozano, F. (Traductor). Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos y Aparejadores, Oviedo, 1975.

Anguis, D. (2008). Puertos, arquitectura, patrimonio. Los puertos autonómicos en Andalucía. (Tesis doctoral). Departamento de Construcciones Arquitectónicas II. Universidad de Sevilla.

Antonson, H., Åkerskog, A. (2015). "This is what we did last lime". Uncertainty over landscape analysis and its procurement in the Swedish road planning process. Land Use Policy, 42, 48-57.

Antrop, M. (2006). From holistic landscape synthesis to transdisciplinary landscape management. En Tress, B., Tress, G., Fry, G., Opdam, P (Eds.). From Landscape Research to Landscape Planning. Aspects of Integration, Education and Application. Springer, The Netherlands, pp. 27-50.

Antrop, M. (2000). Background concepts for integrated landscape analysis. Agriculture, Ecosystems and Environment, 77, 17-28.

Antrop, M. (1998). Landscape change: Plan or chaos?. Landscape and Urban Planning, 41, 155-161.

Antrop, M. (1997). The concept of traditional landscapes as a base for landscape evolution and planning. The example of Flanders Regions. Landscape and Urban Planning, 38, 105-117.

Apicella, M., Benassai, E., Di Natale, M., Panelli, E. (1991). An example of possible innovations in Mediterranean marina design. Marine Pollution Bulletin, 23, 403-410.

Bernard, N. (1999). Du port-parking au produit touristique: l'évolution des ports de plaisance en France. Norois, 182 (2), 275-185.

Berque, A. (Dir.) (1994). Cinq propositions pour une théorie du paysage. Champ Vallon, Seyssel.

Betakova, V., Vojar, J., Skelenicka, P. (2015). Wind turbines location: How many and how far? Applied Energy, 151, 23-31.

Birks, H.J.B., Line, J.M., Persson, T. (1988). Quantitative estimation of human impact on cultural landscape development. En Birks, H.H., Birks, H.J.B., Kaland, P.E., Moe, D. (Eds.). The cultural landscape. Past, present and future. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 229-240.

Burel, F., Baundry, J. (1999). Écologie du paysage. Concepts, méthodes et applications. TEC & DOC, Paris.

Butler, A., Åkerskog, A. (2014). Awareness-raising of landscape in practice. An analysis of Landscape Character Assessments in England. Land Use Policy, 36, 441-449.

Cassi, R., Tolosa, I., de Mora, S. (2008). A survey of antifoulants in sediments from port and marinas along the French Mediterranean coast. Marine Pollution Bulletin, 56, 1943-1948.

Chueca, F. (1968). Breve historia del urbanismo. Alianza, Madrid.

- Claassens, L. (2016). An artificial water body provides habitat for an endangered estuarine seahorse species. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 180, 1-10.
- Clynick, B.G. (2008). Characteristics of an urban fish assemblage: Distribution of fish associated with coastal marinas. *Marine Environmental Research*, 65, 18-33.
- Conrad E., Christie, M., Fazey, I. (2011). Understanding public perceptions of landscape: A case study from Gozo, Malta. *Applied Geography*, 31, 158-170.
- Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía (1987). *Puertos deportivos en Andalucía*. Sevilla.
- Consejo de Europa (2008). Recommendation CM/Rec(2008)3 of the Committee of Ministers to member states on the guidelines of the implementation of the European Landscape Convention. https://search.coe.int/cm/Pages/result_details.aspx?ObjectId=09000016805c5138
- Consejo de Europa (2000a). European Landscape convention, Florence. CETS N° 176. <https://rm.coe.int/CoERMPublicCommonSearchServices/DisplayDCTMContent?documentId=0900001680080621>
- Consejo de Europa (2000b). European Landscape Convention. Explanatory Report. COETSER 2 <https://rm.coe.int/CoERMPublicCommonSearchServices/DisplayDCTMContent?documentId=09000016800c47>
- Consejo Económico Sindical Provincial (1967). Estudio turístico de la Costa del Sol de Granada. Roca, E. (Dir.). Delegación Provincial de Sindicatos, Granada.
- Covazzi Harriague, A., Albertelli, G., Mistic, C. (2012). Macro and meiofaunal community features in the critical environmental system of a tourist harbour (Rapallo, Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Marine Environment Research*, 74, 64-72.
- Cowell, R. (2010). Wind power, landscape and strategic, spatial planning-The construction of 'acceptable locations' in Wales. *Land Use Policy*, 27, 222-232.
- Cullen, G. (1971). *The Concise Townscape*. Architectural Press, Oxford.
- Del Campo, A. (1951). Paisaje y paisajismo. *Revista de Obras Públicas* 99, I (2838), 261-274.
- Del Campo, A. (1948). Consideraciones sobre el carácter estético de la obra pública. *Revista de Obras Públicas*, 46, II (2801), 383-386.
- Del Moral, R; Berenguer, J.M. (1980). Curso de ingeniería de puertos y costas. Servicio de Publicaciones MOPU, Madrid.
- Di Franco, A., Graziano, M., Franzitta, G., Felling, S., Chemello, R., Milazzo, M. (2011). Do small marinas drive habitat specific impacts? A case study from Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 926-933.
- Diakomihalis, M.N. (2007). Maritime transport: the Greek paradigm. *Research in Transportation Economics*, 21, 419-455.
- Diedrich, L.B. (2012). *Traslating Harboursapes. Site-specific Design Approaches in Conemporary European Harbour Transformation* (PhD Thesis). Department of Geosciences and Natural Resource Management. University of Copenhagen.
- Díez, J. (2001). La transformación del paisaje litoral. *Ingeniería y Territorio*, 55, 38-47.
- Dionis, J. (1986). Nuevas alternativas de diseño de los puertos deportivos. En Vila Ruiz, L.F. (Dir.). *II Curso de puertos e instalaciones deportivas*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.
- Dioxiadis Ibérica, S.A. (1963). *Cota Málaga-Cabo de Gata. Estudio para desarrollo turístico*. Madrid.
- Domínguez, A. (2001). España. Tres milenios de Historia. Marcial Pons, Madrid.
- Dunham, J.W., Finn, A.A. (1974). *Small-Craft Harbors: Design, Construction, and Operation*. U.S. Army, Corps of Engineers. Coastal Engineering Research Center, Virginia.
- Dupont, L., Antrop, M., Van Eetvelde, V. (2015). Does landscape related expertise influence the visual perception of landscape photographs? Implications for participatory landscape planning and management. *Landscape and Urban Planning*, 141, 68-77.
- Eiter, S., Vik, M.L. (2015). Public participation in landscape planning: Effective methods for implementing the European Landscape Convention in Norway. *Land Use Policy*, 44, 44-53.
- Español, I. (2008). Las formas de la obra pública en el paisaje. *Ingeniería y Territorio*, 81, 94-101.
- Esteban, V. (1998). *Náutica de recreo y turismo en el Mediterráneo: la Comunidad Valenciana*. Síntesis, Madrid.
- Esteban, V., Yepes, V. (1998). Turismo náutico y gestión medioambiental de puertos deportivos. *Tecno Ambiente*, 80, 29-32.
- Falconer, L., Hunter, D.C., Telfer, T., Ross, L. (2013). Visual, seascape and landscape analysis to support coastal aquaculture site. *Land Use Policy*, 34, 1-10.
- García, M. (2009). Los puertos deportivos del Atlántico andaluz y sus implicaciones ambientales (Tesis doctoral). Departamento de Historia II. Universidad de Huelva.
- Garrido, E. (1986). Superestructura, Encaje urbano y paisajístico. En Vila Ruiz, L. (Dir.). *II Curso de puertos e instalaciones deportivas*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.
- Gómez, A.G., Ondiviela, B., Fernández, M., Juanes, J.A. (2016). Atlas of susceptibility to pollution in marinas. Application to the Spanish coast. Article in press, corrected proof. *Marine Pollution Bulletin*.
- Grant, A. (2006). *Landscape/seascape carrying capacity for aquaculture*. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 215. ROAME no. F04NC12. http://www.snh.org.uk/pdfs/publications/commissioned_reports/Report%20No215.pdf (14/04/2016)
- Grant, A. (2011). *The Siting and Design of Aquaculture in the Landscape: Visual and Landscape Considerations*. Scottish Natural Heritage. <http://www.snh.org.uk/pdfs/publications/heritagemanagement/marineaquaculture.pdf> (14/04/2016)
- Heron, R., Juju, W. (2012). *The Marina: Sustainable Solutions for a Profitable Business*. Create Space Independent Publishing.
- Hill, M., Briggs, J., Minto, P., Bagnall, D., Foley, K., Williams, A. (2001). *Guide to Best Practice in Seascape Assessment*. Countryside Council for Wales. <http://oar.marine.ie/bitstream/10793/553/1/INTERREG%205%20Guide%20to%20Best%20Practice%20in%20Seascape%20Assessment.pdf> (14/04/2016)
- Johnston, E.L.; Marzinelli, E.M.; Wood, C.A., Speranza, D., Bishop, J.D.D. (2011). Bearing the burden of boat harbours: Heavy contaminant and fouling loads in a native habitat-forming alga. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 2137-2144.
- Jones, M., Daugstad, K. (1997). Usages of the "cultural landscape" concept in Norwegian and Nordic Landscape Administration. *Landscape Research*, 22 (3), 267-281.
- Jones, M., Stenseke, M. (2011). The issue of Public participation in the European Landscape Convention. En Jones, M., Stenseke, M. (Eds.). *The European Landscape Convention. Challenges of Participation*. Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, pp. 1-26.

- Kenchington, R. (1993). Tourism in coastal and marine environments – A recreational perspective. *Ocean & Coastal Management*, 19, 1-16.
- Klein, M.; Zviely, D. (2001). The environmental impact of marina development on adjacent beaches: a case study of the Herzliya marina, Israel. *Applied Geography*, 21, 145-156.
- Jugović, A., Kovačić, M., Hadžić, A. (2011). Sustainable development model for nautical tourism ports. *Tourism and Hospitality Management*, Vol. 17, 2, 175-186.
- Kovačić, M., Dundović, Č., Bošković, D. (2007). Nautical tourism development through integrated planning. *Pomorstvo*, 21 (1), 189-210.
- Lacey, P. (1993). Marinas. En Abbott, M.B., Price, W.A. (Eds.), *Coastal, Estuarial and Harbour Engineer's Reference Book*. CRC Press, London, pp. 439-449.
- Lee, L., Lee, Y. (2015). The impact of water quality on the visual and olfactory satisfaction of tourists. *Ocean & Coastal Management*, 105, 92-99.
- Lefebvre, H. (1974). La producción del espacio. Martínez, E (Introducción y traducción). Capitán Swing, Madrid, 2013.
- Leibenath, M., Otto, A. (2013). Local debates about 'landscape' as viewed by German regional planners: Results of a representative survey in a discourse-analytical framework. *Land Use Policy*, 32, 366-374.
- Luković, T. (Ed.) (2013). *Nautical Tourism*. CAB International, Oxfordshire and Boston.
- Lynch, K. (1960). *The Image of the City*. The Massachusetts Institute of Technology Press, Cambridge.
- Maderuelo, J. (2007). *El paisaje: génesis de un concepto*. Adaba, Madrid.
- Mali, M., Dell'Anna, M.M.; Mastroilli, P., Damiani, L.; Piccinni, A.F. (2016). Assessment and source identification of pollution risk for touristic ports: Heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments of 4 marinas of the Apulia region (Italy). Article in press, *Marine Pollution Bulletin*.
- Manno, G.; Anfuso, G.; Messina, E., Williams, A.T.; Suffo, M., Liguori, V. (2016). Decadal evolution of coastline armouring along the Mediterranean Andalusia littoral (South of Spain). *Ocean & Coastal Management*, 124, 84-99.
- Martin, F.J. (1995). Dirección de instalaciones náutico deportivas. Centro Internacional de la Marina de Recreio, Madrid.
- Martínez, E. (2009). *9 Miradas sobre el paisaje*. Biblioteca Nueva, Madrid.
- Matland, R.E. (1995). Synthesizing the implementation literature: The ambiguity-conflict model of policy implementation. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 5 (2), 145-174.
- McNeely, J.A., Keeton, M. (1995). The interaction between biological and cultural diversity. En Von Droste, B., Plachter, H., Rossley, M. (Eds.). *Cultural landscapes of universal value*. Gustav Fisher, Verlag, Stuttgart and New York, pp. 25-37.
- Meyer, H. (1999). *City and Port: Urban Planning as a Cultural Venture in London, Barcelona, New York, and Rotterdam*. International Books, Rotterdam.
- Ministerio de Información y Turismo (1969). *Plan de Promoción Turística de la costa del Sol. 2ª Fase*. Madrid.
- Ministerio de Información y Turismo (1955). *Estudio para la ordenación turística de la Costa del Sol*. Secretaría General para la Ordenación Económico-Social, Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente (2006). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico*. Aramburu, M.P.; Escribano Bombín, R. (Dir. y Coord.). Centro de Publicaciones, Madrid.
- Ministerio de Obras Públicas (1977). *Estudio y previsión de la demanda de instalaciones portuarias para la cuarta flota*. Madrid.
- Ministerio de Obras Públicas (1975). *La cuarta flota. Directrices aplicables a la promoción de iniciativas*. Secretaría General Técnica, Madrid.
- Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones (1986). *Instalaciones náuticas de recreo en el tramo de costa comprendido entre el Cabo Sacratif (Granada) y el cabo de Palos (Murcia)*. Madrid.
- Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, Intecsa (1983). *Plan de ordenación de la oferta de instalaciones para la navegación de recreo. Sector de costa comprendido entre la Punta de Tarifa en Cádiz y el Cabo Sacratif en Granada*. Madrid.
- Misic, C., Covazzi Harriague, A. (2009). Organic matter characterisation and turnover in the sediment and seawater of a touristic harbour. *Marine Environment Research*, 68, 227-235.
- Moreno, M., Albertelli, G., Fabiano, M. (2009). Nematode response to metal, PAHs and organic enrichment in tourist marinas of the Mediterranean sea. *Marine Pollution Bulletin*, 58, 1192-1201.
- Moya, A.M. (2011). *La percepción del paisaje urbano*. Biblioteca Nueva, Madrid.
- Nadai, A., van der Horst, D. (2010). Wind power planning, landscapes and publics. *Land Use Policy*, 27, 181-184.
- Naveh, Z. (2001). Ten major premises for a holistic conception of multi-functional landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 57, 269-284.
- Nasar, J., Li, M. (2004). Landscape mirror: the attractiveness of reflecting water. *Landscape and Urban Planning*, 66, 233-238.
- Navarro, J.R. (Ed.) (2009). *Pensar en la Ingeniería. Antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.
- Nebot, N. (2012). *El tour de las marinas (Tesis doctoral)*. Departamento Expresión Gráfica, diseño y Proyectos. Universidad de Málaga.
- Negro, V (2008). *Las formas en la ingeniería del mar*. Ingeniería y Territorio. Colegio Ingenieros, Caminos, Canales y Puertos, II, 87, 4-9.
- Nogué, J. (2010). *El retorno al paisaje*. Enrahonar, 45, 123-136.
- Nogué, J. (2007). Introducción. La valoración cultural del paisaje en la modernidad. En Nogué, J., (Ed.). *El paisaje en la cultura contemporánea*. Biblioteca Nueva, Madrid, 9-24.
- Nogué, J., Vicente, J. (2004). Landscape and national identity in Catalonia. *Political Geography*, 23, 113-132.
- Ocampo, J. (2011). *Manual de historia económica mundial*. Trea, Gijón.
- Olwig, K. (2007). The practice of landscape 'conventions' and the just landscape: The case of the European Landscape Convention. *Landscape Research*, 32 (5), 579-594.
- Ollero, M. (1986). *Vida recibida y provocada*. En Vila Ruiz, L.F. (Dir.). *II Curso de puertos e instalaciones deportivas*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.
- Orams, M. (1999). *Marine Tourism: Development, Impacts and Management*. Routledge, London and New York.
- Oricchio, T.T.; Pastro, G., Vieira, E.A.; Flores, A.V.; Gibran, F.Z.; Dias, G.M. (2016). Distinct community dynamics at two artificial habitats in a recreational marina. *Marine Environmental Research*, 122, 85-92.
- Paker, N., Vural, C.A. (2016). Customer segmentation for marinas: Evaluating marinas as destinations. *Tourism Management*, 56, 156-171.

- Pearce, D.G. (1978). Form and function in french resorts. *Annals of Tourism Research*, Jan/Mar, 142-156.
- Pery, P. (2002). El antepuerto y las aguas abrigadas. Pasado, presente y futuro. *Revista de Obras Públicas*, 149 (3428), 13-26.
- Petrosillo, I., Valente, D., Zaccarelli, N., Zurlini, G. (2009). Managing tourist harbors: Are managers aware of the real environmental risks? *Marine Pollution Bulletin*, 58, 1454-1461.
- PIANC (Permanent International Association of Navigation Congresses) (1976). Final report of the International Commission for Sport and Pleasure Navigation. Annex to bulletin 25 (III), Brussels.
- Pinder, D. (2003). Seaport decline and cultural heritage sustainability issues in the UK coastal zone. *Journal of Cultural Heritage*, 4, 35-47.
- Pinder, D., Smith, H. (1999). Heritage and change on the naval waterfront: opportunity and challenge. *Ocean & Coastal Management*, 42, 861-889.
- Portela, C., Cendán, S. (Dir.) (2004). César Portela arquitecto. Catálogo de Exposición. Consejería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla.
- Prieto, E., de Haro, D. (2011). Historia económica. Lectura y prácticas. Delta Publicaciones, Madrid.
- Ramos, A., Aguló, M. (1988). The landscape of water: Introduction. *Landscape and Urban Planning*, 16, 1-11.
- RAE (Real Academia Española). <http://dle.rae.es/> (29/11/2016)
- Rivera, M. (2010). Los puertos deportivos como infraestructuras de soporte de las actividades náuticas de recreo en Andalucía. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 54, 335-360.
- Rodiak, J. (1988). The evolving landscape. *Landscape and Urban Planning*, 16, 35-44.
- Roger, A. (1997). Breve tratado del paisaje. Maderuelo, J. (Ed.). Biblioteca Nueva, Madrid, 2007.
- Rodríguez, F. (1985). Dirección y explotación de puertos. Puerto Autónomo de Bilbao, Bilbao.
- Ros, M.; Vázquez-Luis, M.; Guerra-García, J.M. (2013). The role of marinas and recreational boating in the occurrence and distribution of exotic aprellids (Crestacea: Amphipida) in the Western Mediterranean: Mallorca Island as case study. *Journal of Sea Research*, 83, 94-103.
- Russell, E.W.B. (1997). People and the land through time: linking ecology and history. Yale University Press, New Haven/London.
- Sánchez, J.M. (1945). Estética del paisaje natural. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- Sabaté, J. (2008). Paisajes culturales y proyecto territorial. En Nogué, J. (Ed.), El paisaje en la cultura contemporánea. Biblioteca Nueva, Madrid, pp. 249-274.
- Sauer, C.O. (1925). The Morphology of Landscape. University of California Publications in Geography, Vol. 2, 19-54.
- Schmitz, S., Vanderheyden, V. (2016). Reflexive loops on scaling issues in landscape quality assessment. *Land Use Policy*, 53, 3-7.
- Selman, P.H., Barker, A.J. (1989). Rural land use policy at the local level: Mechanisms for collaboration. *Land Use Policy*, 6 (4), 281-294.
- Stenseke, M. (2009). Local participation in cultural landscape maintenance: Lessons from Sweden. *Land Use Policy*, 26, 214-223.
- Stone, R. (2000). The key role of marinas in nautical tourism. ICOMIA Library (20/12/2000) <http://www.icomia.com/library/Default.aspx> (19/04/2017).
- Surová, D., Pinto-Correria, T. (2016). A landscape menu to please them all: Relating users' preferences to land cover classes in the Mediterranean region of Alentejo, Southern Portugal. *Land Use Policy*, 54, 355-365.
- Svendsen, A.S. (1989). Port Planning. En Bruun, P (Ed.). Port Engineering. Gulf Publication Company, Houston, pp. 29-81.
- Swamwick, C. (2002). Landscape Character Assessment. Guidance for England and Scotland. The countryside Agency-Scottish Natural Heritage. <http://www.snh.org.uk/pdfs/publications/LCA/LCA.pdf> (14/10/2015).
- Thoresen, C. (2010). Port designer's handbook. Thomas Telford Limited, London.
- Tress, B., Tress, G. (2001). Capitalising on multiplicity: a transdisciplinary systems approach to landscape research. *Landscape and Urban Planning*, 57, 143-157.
- Turriano, J. (s. XVI). Los veintitún libros de los ingenios y de las máquinas. Laín Entralgo, P. (Traducción y prólogo). Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y Turner, Madrid, 1983.
- UNEP (Programa Medioambiental de las Naciones Unidas) (2008). Protocolo sobre la Gestión Integrada de las Zonas Costeras del Mediterráneo. Madrid, 21 de enero de 2008. http://www.unep.org/NairobiConvention/docs/ICZM_Protocol_Mediterranean_eng.pdf (16/11/2015).
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la ciencia y la Cultura) (1972). Convención sobre la protección del patrimonio mundial cultural y natural. París, 16 de noviembre de 1972. <http://whc.unesco.org/en/conventiontext/> (10/06/2015).
- UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo) (1992). Port marketing and the challenge for the third generation port. UNCTAD Secretariat TD/B/C.4/AC.7/13. http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/tdc4ac7_d14_en.pdf (28/12/16)
- Vieville, B. (1972). La clientele des ports de plaisance de la Côte d'Azur. *Méditerranée*, 11 (3-4), 19-38.
- Viola, P. (2005). Porti turistici: una disciplina e una sfida. *Portus* 9 (5), 14-21.
- Vitruvius. The Ten Books on Architecture. Morgan, M.H. (Translator). Harvard University Press, 1914.
- Whalley, J.M. (1988). Water in the landscape. *Landscape Urban Planning*, 16, 145-162.
- Yepes, V. (2003). Sistemas de gestión de la calidad y del medio ambiente en las instalaciones náuticas de recreo. En Martín, F. J. (Dir.). Curso Práctico de Dirección de Instalaciones Náuticas de Recreo. Ed. Universidad de Alicante. Murcia, pp. 219-244.
- Yepes, V., Amor, F. (2000). Análisis topológico de la diferenciación del producto turístico. En Esteban, V. (Dir.). Futuro y expectativas del turismo náutico. Universitat Politècnica de València. SPUPV-2000.2080. Valencia, pp. 7-17.
- Zambonino, M. (2010). El Nuevo marco de los puertos deportivos: el régimen de las concesiones. *Revista Andaluza de Administración Pública*, 77, 45-98.
- Zoido, F. (Dir.) (2015). El paisaje en la ordenación y gestión de los puertos de Andalucía.. Agencia Pública de Puertos de Andalucía-Universidad de Sevilla.

+ desarrollo sostenible

Más que agua

Talento, conocimiento y compromiso.
Aportamos respuestas adecuadas
para una gestión más eficiente.
Compartimos conocimiento
y generamos innovación.
Trabajamos por un futuro basado
en el compromiso y la cooperación.

www.aqualogy.net



AQUALOGY
Where Water Lives

SOLUCIONES INTEGRADAS
DEL AGUA PARA UN
DESARROLLO SOSTENIBLE

Evolución del paisaje costero en **Sídney** (Australia)



MARIO Martín- Antón

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Máster en Sistemas de Ingeniería Civil UPM



VICENTE Negro

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Profesor Titular Universidad UPM



JOSÉ MARÍA Del Campo

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Profesor Titular Universidad Interino UPM

RESUMEN

Este artículo describe la evolución del paisaje aplicándolo al área metropolitana de Sídney. Para ello, se analizan las tres siguientes áreas: Botany Bay, Port Jackson y el tramo costero entre Manly Beach y Palm Beach.

Botany Bay representa una forma natural en singularidad geométrica tipo flecha, pero es una bahía con las desembocaduras de cauces en un área, hoy, ocupada por la nueva terminal de contenedores y las pistas de aterrizaje del aeropuerto.

Port Jackson plantea un dragado de mantenimiento y la consolidación de las vías fluviales interiores, el tráfico de cruceros, las actividades náuticas y recreativas en el centro logístico de negocios y las zonas de esparcimiento de la ciudad sobre rellenos consolidados en los lugares emblemáticos de la urbe.

Por último, el tramo costero entre Manly Beach y Palm Beach muestra las peculiaridades hidrodinámicas de una formación en tómbolo, paisajes dunares naturales y áreas donde la accesibilidad al mar se encuentra en zonas activas donde el proceso de regresión no es perceptible, pero existe.

PALABRAS CLAVE

Paisaje, formas costeras, rellenos portuarios, puertos

ABSTRACT

This paper describes the evolution of the landscape and how this knowledge has been applied to the Metropolitan Area of Sydney. Based on this, the analysis has been undertaken in three areas: Botany Bay, Port Jackson and the coastal zone between Manly Beach and Palm Beach.

Botany Bay represents a natural shape in spit, but in a bay with piped river mouths and an area occupied by the new container terminal and airport runways.

Port Jackson poses maintenance dredging and consolidation of inland waterway routes, cruise traffic, recreational activities in the logistic urban business centre and fill areas where the city's emblematic sites are framed.

The shoreline between Manly Beach and Palm Beach shows hydrodynamic peculiarities in a tombolo formation, natural dune landscapes and areas where access to the city is located in active zone. The regression process is not perceptible, but exists.

KEYWORDS

Landscape, land reclamation, harbours

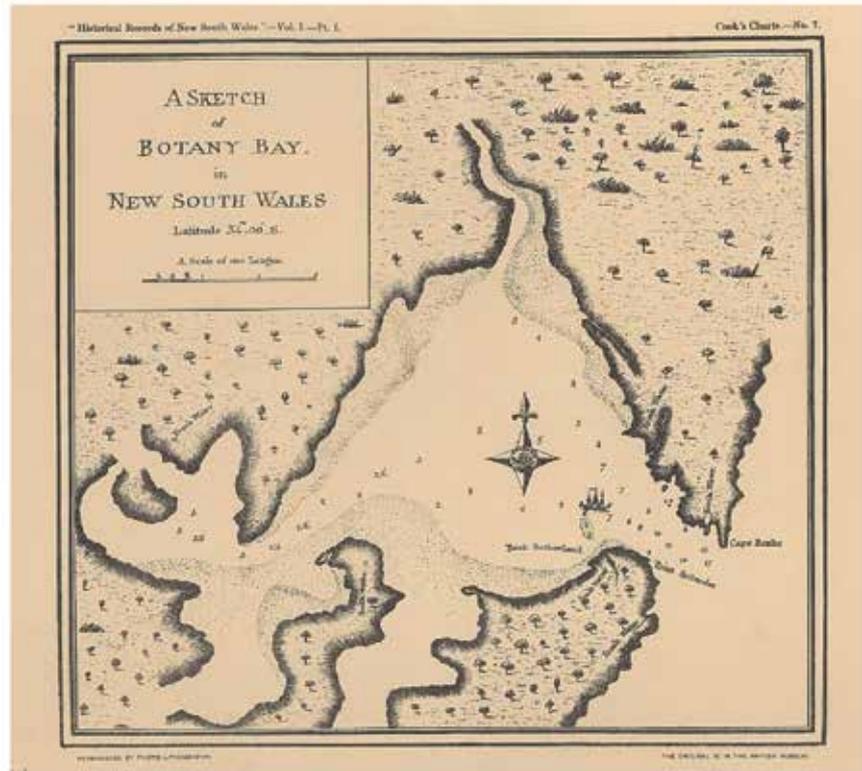


Fig. 1. Botany Bay y localización del desembarco de Cook en 1770

1

Introducción

Sidney es hoy una ciudad costera aunque sus orígenes se sitúan al abrigo de sus ensenadas naturales. Su historia, pasado, presente y futuro, siempre va a estar en íntima relación con el mar.

La exploración de Australia por parte de navegantes europeos comenzó en 1606 con el paso del estrecho entre Nueva Guinea y Australia por el español Luis Váez de Torres, hoy llamado Estrecho de Torres. En 1642, el holandés Abel Janszoon descubrió Tasmania y Nueva Zelanda. El primer navegante que llegó a las inmediaciones de Sydney fue el inglés James Cook, en 1770. Él no desembarcó en la Bahía de Sydney, sino en la de Botany Bay, unos kilómetros más al sur (Aguiló, 2016), realmente el primer asentamiento humano. El emplazamiento geográfico del puerto de Sydney se llamó Port Jackson, nombre que puso Cook en honor a Sir George Jackson, (Lord Comisionado del Almirantazgo inglés y Juez Defensor de la Flota) (McDermott, 1878)

Los primeros colonos británicos, dirigidos por el capitán Arthur Phillip, llegaron en 1788 para fundar Sydney como una penitenciaría colonial, siendo el primer asentamiento europeo en Australia (Morison, 1944). Alcanzó "Sydney Cove" un enclave más seguro que Botany Bay, con suministro de agua potable gracias a la desembocadura de un cauce fluvial en su interior. El nombre de Sydney lo puso en honor de Thomas Townshend, primer Vizconde de la ciudad.

Esto hace que todo lo relacionado con el mar tenga mucha importancia en la historia de la metrópolis. Además, la bahía de Sydney o Port Jackson es uno de los puertos naturales más grandes del mundo (Mason, 2012), con una superficie de 55 km², un volumen de agua de 562 millones de m³ y un perímetro de 317 km.

El puerto constituye la razón y ser de la ciudad. Todo cuanto en ella se cons-

truye está dirigido, condicionado o enfocado hacia el mar. Su presencia es el requisito. Su visión, el objetivo y su cercanía la principal fuente de valor de lo construido (Aguiló, 2016).

En este artículo se va a hacer un estudio y reflexión de la conexión de Sydney con el mar, la intervención del hombre en esta relación a lo largo de la historia y el concepto de paisaje natural y construido, centrándose en tres zonas: Botany Bay, Port Jackson y las playas abiertas del norte de la ciudad, tramo costero entre Manly beach y Palm beach.

2

Metodología. Casos de estudio

El análisis del efecto humano sobre el medio físico, la transformación de la costa para usos lúdicos, comerciales o de transporte y la modificación



Fig. 2. Ciudad y puerto de Sídney, 1888

Fig.3. Costa de Sídney desde Botany Bay (sur) a Barrenjoey Head (norte)

del paisaje natural con una actuación respetuosa o, sin embargo, el destroz masivo de la frágil y estrecha franja litoral es un planteamiento de cualquier actuación en los escenarios naturales costeros, dominados, unas veces, por pulsaciones ambientales y, otras, por intereses económicos.

El caso de estudio es Sídney. Se plantea como ejemplo de formaciones costeras en playas arenosas, singularidades máxicas o discontinuidades por alimentación sedimentaria (deltas y cañones); geométricas por cambios bruscos en la alineación del borde costero (flechas y playas apoyadas) y dinámicas, por variación de las condiciones de abrigo por refracción y difracción (salientes, tómbolos y conchas) que permanecen insensibles a los efectos antrópicos o han sido invadidos por la conquista que representa la construcción masiva e irrespetuosa de pistas de aeropuerto o terminales portuarias. Se exponen los tres casos de estudio como debate de la frontera simbólica tierra - mar.

3

Caso 1. Botany Bay

Esta bahía fue la primera en la que desembarcó un barco europeo. Fue Cook en 1770. La elección de este emplazamiento no es casual. Es una bahía abrigada, con grandes calados y de menores dimensiones que la de Sídney. Como formaciones representativas tiene dos playas interiores, pero con gran importancia de su dinámica litoral. La primera es Silver Beach, situada en el sur desde la bocana, con una forma en flecha hacia el interior. El problema es la presión urbanística, que impide el equilibrio de sedimentos, lo que produce una erosión tan pronunciada, que ha sido resuelta mediante la construcción de trece espigones de contención hasta Bonna Point.

La segunda playa también tiene problemas de erosión pero por otro motivo. Este es, el desvío de la desembocadura del río Cook haciendo desaparecer la flecha que tenía en el norte todavía hasta mediados del siglo XX para la construcción de la pista del aeropuerto. Esta intervención humana tan brusca provoca muchos cambios en los procesos litorales. La parte norte de la bahía ha sido la más desnaturalizada. A finales del siglo XIX la costa era una marisma - marjal con fango y arena y dos espigones que atravesaban esa lengua de limos. Durante el siglo XX el cambio fue espectacular, con la construcción del aeropuerto (primera pista en 1959 y segunda pista en 1994) y del puerto comercial de Sídney, con las terminales de contenedores en Port Botany, siendo su última ampliación desarrollada entre 2009 y 2013.

Las razones por la que la zona de mercancías portuarias está situada aquí y no en Port Jackson son dos principalmente. La primera, el calado de Botany Bay es mayor y no hay necesidad de dragado en la bocana, mientras que la Bahía de Sídney requiere de manteni-

miento y regularización permanente. La segunda, la entrada de grandes buques de carga distorsiona la percepción del paisaje construido en una bonita ensenada situada unos km más al norte, famosa por sus construcciones unifamiliares, sus parques y su tráfico de cruceros, veleros y barcos turísticos. Por así decirlo, Botany Bay es la ensenada necesaria para que Port Jackson tenga su encanto. Es el “abra destruida” que tiene en ella, el aeropuerto, el puerto y varios espigones de escollera, todo lo necesario para el funcionamiento de esta gran ciudad.

Fig. 4: Silver Beach y Bonna Point a la izquierda

Fig. 5. Línea de costa de Lady Robinsons Beach en 1943 y 1977



4

Caso 2. Port Jackson

Port Jackson es Sídney y Sídney es Port Jackson. Port Jackson es la razón y ser, el espíritu del lugar, el “genius loci” de la moderna ciudad. Sin esta bahía, ésta no podría haber sido nunca la ciudad que es ahora. Port Jackson es movimiento, es amplitud, es luz, es vida. Morfológicamente es una gran cala muy diferente a Botany Bay. Es un brazo de mar, más largo y estrecho, con formas costeras con numerosos salientes y entrantes debido a desembocaduras de numerosos cauces. Su geología es en roca, formada por la erosión del río Parramatta y sus afluentes. Su parte norte se ha mantenido casi intacta hasta nuestros días mientras que la sur ha tenido más modificaciones, sobre todo las derivadas de los notables rellenos para ganar terreno al mar.

En esta parte sur se encuentra el punto neurálgico de Sydney, que por otra parte fue el primer asentamiento de la ciudad, (1788, Sydney Cove). Actúa como centro de gravedad el Circular Quay, el puerto turístico más importante, entre los dos emblemas de paisaje construido, la Opera House y el Harbour Bridge.

La Opera House es un gran ejemplo de obra arquitectónica integrada con el entorno, lo que se conoce como paisaje construido (Aguiló 1999). Este icono divide dos zonas: Sydney Cove y Farm Cove. La primera, como se ha dicho, está muy modificada por la acción humana y ha perdido su forma original, llegando a la eliminación del río que desembocaba en ella y un suavizado de la geometría para llegar a Circular Quay. Además, toda esa fachada marítima está repleta de construcciones sin control, lo que produce un paisaje destruido. En cambio, al otro lado de Opera House se encuentra Farm Cove. En sus orillas fue establecido el Real Jardín Botánico en 1816, una zona verde que mantuvo siempre como frontera a Macquarie St, lo que ha permitido su conservación hasta la actualidad. Esto



Fig. 6. Port Jackson visto desde el oeste hacia el mar

Fig. 7. Circular Quay con el Harbour Bridge y Opera House



unido a que su línea de costa no ha sido prácticamente distorsionada en más de 200 años, ha proporcionado a Sídney un ejemplo de paisaje natural.

Al este de la zona verde de Farm Cove se encuentra Woolloomooloo Bay, donde se localiza Garden Island. Esta isla fue unida a tierra firme (Potts Point) en la década de 1940 mediante notables rellenos hidráulicos. Ahora es zona militar.

Al oeste de la zona de The Rocks, la roca donde arranca el Harbour Bridge hacia la orilla norte, está situado Darling Harbour. Este puerto refleja de manera muy clara lo ocurrido con muchos puertos en el mundo. A principios del siglo XX era el puerto comercial de Sídney (Johnson, 2008), albergando la mayoría de los "clippers", los barcos de carga de lana de tres o cuatro palos con destino Inglaterra y los pesqueros. Con el tiempo, toda la zona se empezó a degradar por la actividad portuaria, las nuevas necesidades, la llegada de los contenedores y los barcos de más calado, unidas a la presión urbanística de la ciudad hacia gran parte de su litoral ocupado. Esto hizo necesario trasladar el puerto hacia el oeste, a Johnstons Bay y White Bay e incluso a Botany Bay.

Sídney demostraba la dificultad de conservar la frontera ecológica que es la costa, demostrando que la relación puerto – ciudad no tiene siempre una buena vecindad. El puerto crea la ciudad y la especialización lo aleja de ella. El puerto que causa el nacimiento de una ciudad, es expulsado de ella por la economía y el desarrollo.

Comenzó, con ello, un largo proceso de reconversión de Darling Harbour de lo que era antes a lo que es ahora. En el siglo XIX Millers Point sobresalía de toda la franja costera de Darling Harbour. A finales de ese siglo y principios del XX, esa línea fue convirtiéndose en un peine, con decenas de muelles perpendiculares que buscaban más longitud de atraque y más calado. A finales del siglo XX, en la reconversión, toda esta zona fue ganada al mar, dejando todo el puerto en una frontera norte-



Fig. 8. Farm Cove (paisaje natural), Opera House (paisaje construido) y Circular Quay (paisaje destruido)

Fig. 9. Evolución de Darling Harbour: siglos XIX, XX y XXI



Fig. 10. Rellenos en Neutral Bay y Mosman Bay (en rojo)

sur a la altura de Millers Point, un contorno litoral completamente desnaturalizado en el que no se puede ni adivinar cómo era la costa anteriormente.

La parte norte de la bahía, en cambio, no ha sido tan ocupada. Una razón es su orografía. North Sydney se eleva hasta la cota + 100 m aproximadamente en menos de dos km de la costa. El terreno es rocoso. Presenta numerosos entrantes y salientes, que el tiempo no ha sido capaz de alterar. Cabe destacar el relleno realizado entre Neutral Bay y Mosman Bay, al este del estribo norte del Harbour Bridge. Se trata de material de desescombro situado en las desembocaduras de los distintos cursos de agua que llegaban a la bahía, hoy todos ocupados por barrios residenciales. Estos espacios han sido liberados de la gran presión urbanística, que dificulta el mantenimiento de zonas verdes que no producen beneficio económico. Al final, éstas se tienen que hacer por encima del mar, un mar de disfrute, con latido económico menor y coste ambiental mayor.

5 Caso 3. Tramo costero entre Manly Beach y Palm Beach

Esta franja de costa es la más abierta y natural de la unidad de estudio. Empieza en el sur, en North Head, la desembocadura norte de Port Jackson y acaba en Barrenjoey Head, al norte. En este tramo se pueden observar una gran variedad de formaciones litorales: playas apoyadas, flechas y tómbolos.

Manly Beach es una playa apoyada en North Head. Se puede discutir si forma parte de una formación en tómbolo entre el mar y North Harbour. De todos modos, el posible istmo está demasado urbanizado para poder hacer un estudio, aunque su cota máxima sea de diez metros.

Figura 11. Manly Beach y North Head
Unos kilómetros más hacia el norte, nos encontramos con dos ejemplos de playas en flecha que cierran a una laguna: Dee Why Beach y Narrabeen Beach.



Fig. 11. Manly Beach y North Head

Fig. 12. Dee Why Beach (arriba) y Narrabeen Beach (abajo)



Fig. 13. Barrenjoey Head y Palm Beach a la derecha en la imagen

Son dos casos con el mismo esquema hidrodinámico de transporte longitudinal hacia el norte pero con la gran diferencia del impacto del ser humano en ellos.

En Dee Why Beach no hay ninguna actuación humana en la playa ni en las dunas, lo que hace posible sus procesos naturales de equilibrio y regeneración. Por tanto, el perfil de playa, que incluye también a las dunas, no se ve alterado. Cuatro kilómetros más al norte se encuentra Narrabeen Beach. Esta playa estuvo sin urbanizar hasta principios del siglo XX, donde solo había una escuela. La necesidad de expansión de la ciudad de Sydney acabó por llenar la flecha de urbanizaciones a lo largo de más de dos km. Esa presión urbanística al mar hace que las playas pierdan esa vida que tienen, cortando el ciclo de recuperación sedimentaria, produciendo una lenta erosión de la línea de costa.

En el extremo norte de este tramo litoral está situado Barrenjoey Head, una antigua isla que ha producido, gracias a la difracción del oleaje, un tómbolo perfecto en su parte sur, lo que es ahora Palm Beach. La ventaja de esta formación es la escasa modificación de la zona, lo que ha permitido llegar hasta nuestros días casi igual que cuando se formó hace miles de años.

6 Conclusión

Sídney representa a la ciudad costera por excelencia. Una ciudad en bahía interior (Port Jackson), que en los últimos años tiene que expandirse ocupando otras radas por motivos comerciales, industriales y de infraestructuras de transporte (Botany Bay). La gran presión urbanística que se genera en la ampliación de la metrópolis, hace "invadir" también áreas de la costa que hasta entonces no estaban muy transformadas por el ser humano (sector de Manly a Palm Beach).

El mar vertebró el territorio urbano de la ciudad. Éste es completamente diferente cuando mira al mar que cuando se sitúa hacia el interior. La vida, el urbanismo, los sectores productivos, el transporte, etc., hace que todo cambie. Hoy Sídney palpita con el mar.

El problema de este vínculo es que a veces se abusa de él debido a la rápida y voraz urbanización y expansión de las ciudades, la reconversión de espacios para usos necesarios en las grandes urbes (puertos, aeropuertos) y el desprecio de la costa y sus ecosistemas marinos: fauna, flora, procesos litorales. A esto se unen los efectos de los eventos naturales como temporales, tormentas y variaciones climáticas como la subida del nivel del mar que condicionan el deterioro, a veces, imperceptible de la débil, estrecha y sensible franja que es la costa.



Los tres casos de estudio, Botany Bay, Port Jackson y Manly – Palm Beach representan el debate permanente en la frontera simbólica tierra-mar. 📍

REFERENCIAS

Aguiló, Miguel (2016). La construcción del paisaje de Sidney. ISBN 978-84-617-5921-7

Aguiló, Miguel (2013). Qué significa construir. Claves conceptuales de la ingeniería civil. Abada Editores. ISBN 978-84-15289-76-0

Morison, Samuel Eliot (1944). "The Gilberts & Marshalls: A distinguished historian recalls the past of two recently captured Pacific groups". Life Magazine.

Mason, Herbert (2012). Encyclopaedia of Ships and Shipping. p. 266.

Martín-Antón, Mario; Negro, Vicente; Del Campo, José María; López Gutiérrez, J.S. and Esteban Pérez, M.D. (2017) The Impact of Public Works in Spain: Natural, Constructed and Destroyed Landscape. Journal of Construction. Vol 16 (1), pp 82-91

McDermott, Peter Joseph (1878). "Pacific Exploration". The Brisbane Courier 6 November 1878. Brisbane Newspaper Company Ltd. p. 5.

Johnson, Wayne (2008). A history of Sydney's Darling Harbour. Sydney: Sydney Harbour Foreshore Authority. p. 7. ISBN 9780980545326.



Parte II

CIENCIA Y TÉCNICA



Carlos Fernández Casado

Cálculo de Estructuras Reticulares

JOSEP MARÍA
Pons

Profesor departamento de
Resistencia de Materiales y
Estructuras en la Ingeniería.
Universidad Politécnica de
Cataluña



RESUMEN

Hay obras que, por su trascendencia, pierden el sustantivo *libro* para ser conocidas por el nombre del autor. Así se habla del Argüelles, del Jiménez Montoya, del Salinger y, como no, del *Fernández Casado*. En este caso, se nos refiere al libro de Don Carlos Fernández Casado, *Cálculo de Estructuras Reticulares*, que ha formado a un sinfín de profesionales en las distintas Escuelas Técnicas Universitarias, a la vez que ha servido de obra de consulta a otro número elevado de técnicos relacionados con el mundo de la construcción y las estructuras.

La importancia del libro fue tal que vieron la luz ocho ediciones, desde 1934 hasta 1967. La voluntad de *universalidad, sencillez y exactitud* que Don Carlos quería, quedaron patentes en las reformas y ampliaciones del texto acorde con las necesidades requeridas del momento.

La voluntad del autor que suscribe este artículo es, modestamente, contribuir a recordar (o a mostrar quizás por primera vez a las nuevas generaciones) un libro trascendental en el cálculo estructural de gran parte del siglo XX, a la vez que rendir un merecido homenaje a tan pródigo autor; Don Carlos Fernández Casado.

PALABRAS CLAVE

Fernández Casado, estructuras reticulares, método de Cross

ABSTRACT

There are written works held in such esteem that they are purely referred to by the name of the author. This is the case of the Argüelles, the Jiménez Montoya, the Salinger and, evidently, the Fernández Casado. In this latter case we are referring to the book by Carlos Fernández Casado titled "Cálculo de Estructuras Reticulares" (Calculation of Reticular Structures), which has been used to teach an inordinate number of graduates at different University Colleges and has served as a reference book for a similarly high number of professionals in the world of construction and structures.

The importance of this book is such that it came out in eight editions from 1934 to 1967. The universality, simplicity and precision sought by Fernández Casado is made evident by the modifications and additions made to the text in accordance with the requirements of the time.

The author of this article modestly hopes to revive the memory (or perhaps demonstrate for the first time to new generations) of a book which was of great importance for structural calculation over much of the 20th century, and to render well-deserved homage to such a prodigious author, Carlos Fernández Casado.

KEYWORDS

Fernández Casado, reticular structures, Cross method



Fig. 1. Cálculo de Estructuras Reticulares. Nudos rígidos. 1ª Edición

Fig. 2. Puente atirantado Ingeniero Carlos Fernández Casado⁴

1

Introducción

“En la actualidad existen ya varios textos en español dedicados fundamentalmente a la explicación del método de Cross, unos de autores españoles y otros de traducciones de textos extranjeros. Entre los primeros debe destacarse Cálculo de Estructuras Reticulares, de Fernández Casado, que, según creo, fue el primero en español y cuya contribución al conocimiento y difusión de dicho método entre los ingenieros españoles ha sido extraordinaria”¹.

Realmente pocas palabras más serían necesarias para glosar la presentación de un libro como las anteriores suscritas por don Bernardino Fernández, autor, también, de un tratado sobre el método de Cross².

2

El autor, don Carlos Fernández Casado (Logroño, 1904-Madrid, 1988)

Se necesitaría el artículo entero sólo para glosar la vida y la obra de Don Carlos Fernández Casado. No siendo el objetivo del presente artículo, sí que se ha creído justo brevemente mencionar algunos aspectos que ayudarán a comprender tanto la génesis como la esencia del libro que abordamos. A pesar de todo se recomienda encarecidamente al lector, la lectura de

la obra Carlos Fernández Casado³ donde familiares, amigos y compañeros presentan la figura *del ingeniero y humanista* que fue don Carlos.

De formación Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la escuela de Madrid, donde ingresó con 14 años llegando a ser catedrático (Puentes de Fábrica), don Carlos también fue miembro electo de la Academia de Bellas Artes de San Fernando. Destacando ciertamente en todos los campos, sería inexcusable no remarcar su trascendencia especialmente en el ámbito del hormigón armado así como en la tecnología del pretensado en España. Igualmente, como el artículo que nos ocupa demuestra, fue un gran divulgador de obras técnicas entre las que destacan aquellas relacionadas con la Teoría de las Estructuras, la Resistencia de Materiales y la Ingeniería de Puentes - por citar algunos campos tratados en la extensa lista de sus publicaciones.

Pero sería un craso error sólo destacar sus conocimientos técnicos pues, don Carlos como buen humanista que fue, destacó también en otros campos como la filosofía, la historia y la estética -como sus publicaciones y conferencias reflejan. Un dato aseverativo fuere que terminó sus estudios de Derecho con 68 años.

En 1988, Carlos Fernández Casado *concluyó el puente, que había pasado su vida construyendo, entre la tierra y el cielo*⁵.

Volviendo a la etapa formativa del joven Carlos Fernández en la Escuela de Caminos, su incipiente saber en el ámbito

estructural se vería influenciado por las relevantes figuras de Mendizábal, Zafra y Ribera⁶. Pronto empezaría a conocer las formulaciones propuestas por Mohr, Castigliano entre otros métodos de análisis estructural. Este aprendizaje sin duda le permitiría ver también lo tediosos que en algunos casos éstos se pueden comportar ya que, como el mismo afirmaba, *no disponíamos de métodos de cálculo eficaces para las estructuras más frecuentes y otras como el de la viga de varios tramos... estaban taradas por el sello de la inútil crueldad*⁷. La sentencia precedente ya indica que era necesario encontrar otros métodos que, sin perder un ápice de rigor (traducido en seguridad), permitiesen al técnico agilizar los cálculos.

3

Breve apunte del Método de Cross

Un pedazo de papel y un lápiz bastan para acometer el análisis de cualquier estructura reticular.

Carlos Fernández Casado

En mayo de 1930, el ingeniero norteamericano Hardy Cross⁸ publicó en la revista *American Society of Civil Engineers* un artículo titulado *Analysis of continuous frames by distributing fixed-end moments*⁹. Este hecho supuso un inmenso hito en el cálculo de estructuras.

Don Carlos, siempre presto a las innovaciones y viendo la bondad del método, lo introdujo rápidamente en el estado español. Apenas cuatro años transcurridos y el método pasaría a formar parte de la bibliografía técnica gracias a la primera impresión de un novedoso texto que llegará a ver 8 ediciones. Cabe citar que los métodos existentes, a parte de los mencionados, eran variados (tres momentos¹⁰, energéticos, gráficos, masa elástica¹¹, *slope-deflection*, etc.) pero, como decíamos, hacían falta nuevas formulaciones más ágiles que éstas ya que el aumento del número de barras de los entramados, a la vez que su elevada hiperestaticidad, generaba un sistema de ecuaciones resolutivas implicando largos y tediosos cálculos para llegar al resultado deseado. Era necesario algún método que, sin perder de vista el rigor y la seguridad, *resuelva del modo más sencillo y exacto cualquier tipo de estructura reticular, por complicada que sea facilitando así el cálculo al proyectista*. El método de Cross, *considerado por los norteamericanos como la aportación más valiosa al cálculo de estructuras durante los treinta años del siglo*, era uno de ellos. Con referencia a él, Don Carlos aclara, *inmediatamente adoptamos el método de cálculo para nuestros proyectos y figuró oficialmente por primera vez en un concurso del año 1932 donde utilizamos, además la simplificación de cargas y estructuras simétricas*.

Los elogios que recibió Cross por el método fueron numerosos y de procedencia variada osando destacar:

Hace mucho tiempo que se han ido buscando procedimientos de cálculo más sencillos y más fáciles, de resultados más o menos exactos, y afortunadamente se han hallado tales métodos [...].

El cálculo se desarrolla con medios extremadamente sencillos, en forma sinóptica y clara y sin esfuerzo mental digno de consi-

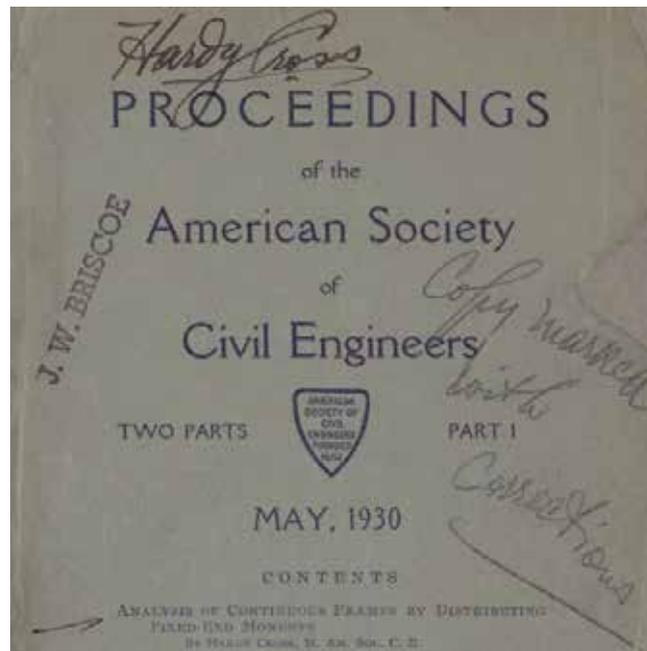


Fig. 3. American Society of Civil Engineers

*deración. Por esto puede, quizás, resumirse este procedimiento bajo el lema estática fácil*¹².

El mismo Hardy Cross, en la *Synopsis*, presenta con claridad el objetivo de su método:

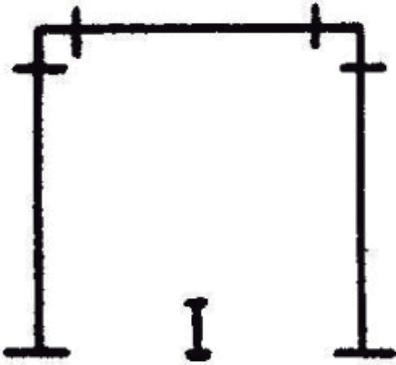
The purpose of this paper is to explain briefly a method which has been found useful in analysing frames which are statistically indeterminate. The essential idea which the writer wishes to present involves no mathematical relations except the simplest arithmetic.

*The reactions in beams, bents, and arches which are immovably fixed at their ends have been extensively discussed. They can be found comparatively readily by methods which are more or less standard*¹³.

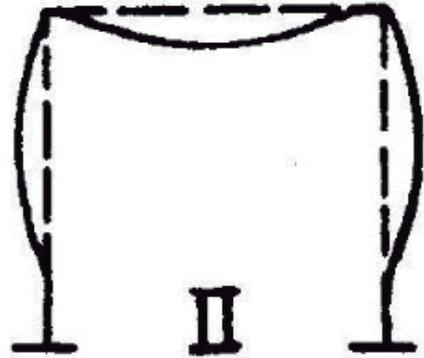
Una vez formulado el método, su generalización tanto en obras docentes como técnicas, a la vez que en memorias de cálculo, fue numerosa como atestigua la bibliografía al respecto¹⁴. La mayoría de métodos existentes quedaron desplazados por este, mucho más rápido, ágil y con igual seguridad en el resultado final.

El método parte de una estructura virtual con nudos absolutamente rígidos -no se permite ni el giro ni el desplazamiento de las extremidades de las barras- para llegar a la estructura real deshaciendo esta rigidez por etapas permitiendo sucesivamente desplazamientos y giros. Las situaciones que Cross considera se pueden esquematizar en cuatro etapas, agrupadas en la llamada etapa fundamental (etapas I y II) y la etapa paramétrica (etapas III y IV):

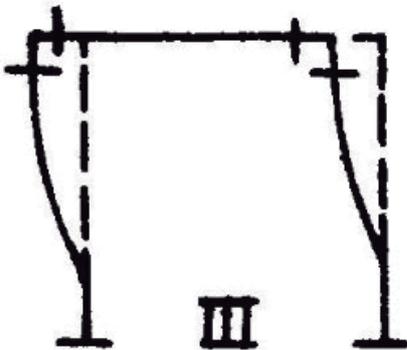
Etapa primera (I).
Nudos absolutamente rígidos



Etapa segunda (II).
Nudos giratorios, pero no desplazables



Etapa tercera (III).
Nudos desplazables pero no giratorios



Etapa cuarta (IV).
Nudos giratorios desplazables

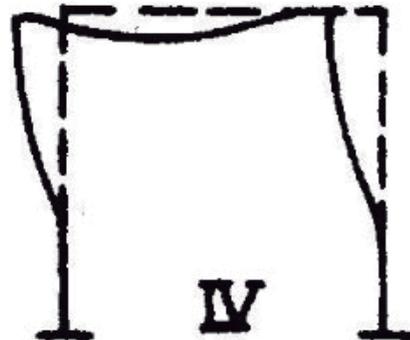


Tabla 1 Distintas etapas del Método de Cross ().

Fernández Casado en la primera edición¹⁶ ya indicaba la importancia del nuevo método que presentaba:

Existen métodos de cálculo en los que las intuiciones directas no se limitan a establecer el punto de partida, sino que influyen a lo largo de todo el desarrollo, dando a las transformaciones de cálculo un sentido más valioso que el puramente combinatorio. Los puntos de contacto entre las esferas de lo físico y lo matemático jalonan todo el proceso y, a través de las operaciones abstractas, trasparece la realidad concreta del fenómeno físico. A este tipo de métodos pertenece el que hemos adoptado.

Continuando:

Ventajas prácticas: poseyendo la intuición del fenómeno físico, que es lo que debe aprenderse en la Teoría de Estructuras, no hace falta más; los problemas se resuelven sin necesidad de recordar combinaciones artificiosas, por consiguiente de un modo más sencillo, más seguro y agradable.

La difusión que tuvo el método fue amplísima. Se puede constatar que, gran parte de las memorias de cálculo realizadas a partir de este periodo, se encuentran realizadas ya con este procedimiento.

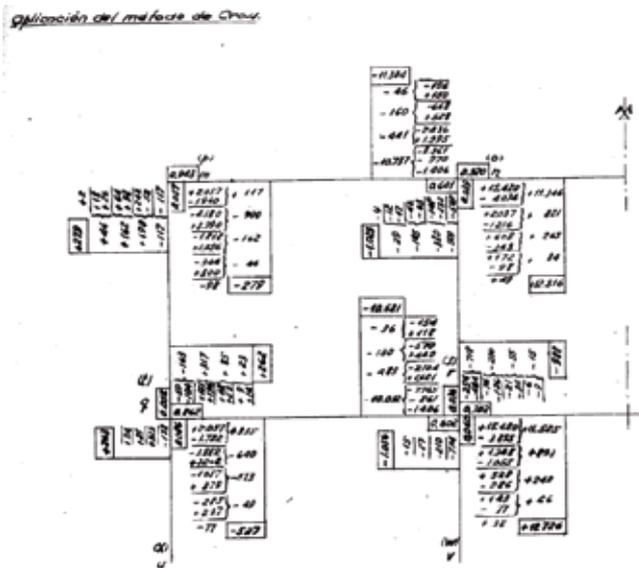
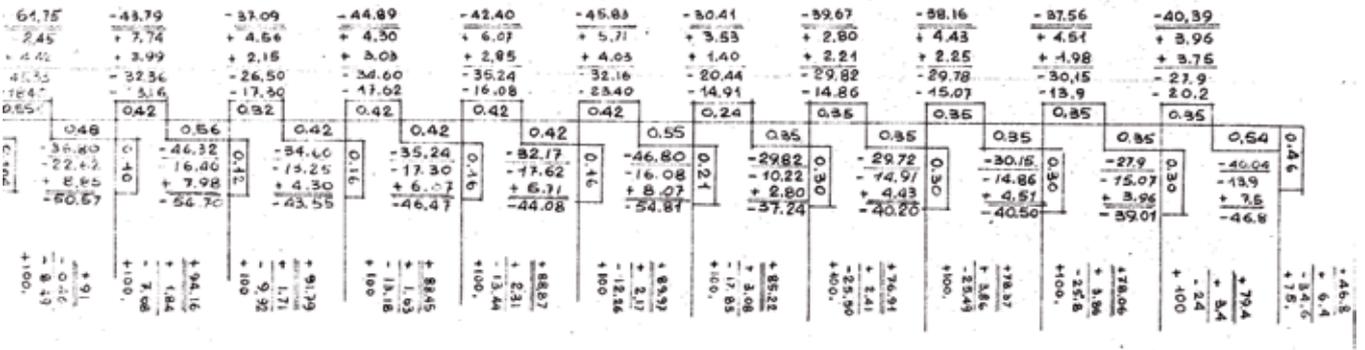


Fig. 4. Aplicación del método. Proyecto de Estructura de Hormigón Armado de un taller de reparación de automóviles para SEIDA, S.A, en Barcelona. 1959. Autor Rafael Casals Bohigas

Fig. 5 Aplicación del método. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona



4 Cálculo de Estructuras Reticulares. El Fernández Casado

Decíamos en la introducción de la trascendencia de un libro que ha llegado a las ocho ediciones¹⁷. Importancia docente y técnica, esto es formativa y referencial para un sinfín de alumnos (futuros técnicos) y profesionales. Don Carlos, en un lejano 1934, intuía que aquel método propuesto por un norteamericano de la Universidad de Illinois vendría a trastocar totalmente el mundo del cálculo estructural. Los métodos existentes de principios de siglo XX se verían radicalmente sustituidos por una nueva formulación técnica: los métodos iterativos -entre los cuales se encontraba el método de Cross. Justo es mencionar que han existido otros métodos considerados como iterativos pudiéndose citar el método de Kani y el método Takabeya debidos a Gaspar Kani¹⁸ de Serbia (1949) y Fukuhei Takabeya¹⁹ del Japón (1938) respectivamente. Si bien son parcamente mencionados en la bibliografía existente de la época, justo es decir que no se ha encontrado ninguna memoria de cálculo realizada con ellos.

Hacia falta una obra docente (para el alumno, el profesor y el técnico) que explicitase el método con matiz formativo, pero sin perder en ningún punto el rigor y la veracidad. Fernández Casado, adelantándose a los tiempos venideros, introdujo en el estado español un método *que posee en grado sumo las tres cualidades que deben exigirse a un método de cálculo: universalidad, sencillez y exactitud*.

La primera edición del texto, *Cálculo de Estructuras Reticulares*, veía la luz. *Presentamos una sistematización del Método de Cross comparándolo con todos los que actualmente están en vigor*. Hablamos de 1934.

La justificación del porqué del método escogido nos llega unos años más tarde -en la segunda edición de 1940- cuando Don Carlos prologa el texto afirmando *que la materia impone al método, será más adecuado aquel cuyo contenido imaginativo sea más intenso, aquel en que trasparenca con más fuerza la realidad del fenómeno físico*.

Y es que a partir de la segunda edición se incide especialmente en la deformada (*la única realidad física sensible*) y en el diagrama de tracciones (*rompiendo la incertidumbre tracción-compresión*), complementando así los diagramas fundamentales.

Siendo consciente que el método de Cross *tomó arraigo en nuestro país*, Don Carlos explicita que dos notas características de método son: *dar sentido físico a las operaciones de cálculo y realizarlas materialmente sobre un esquema que reproduce la estructura*²¹ -dejando claro nuevamente la preocupación por la *comprensión del fenómeno físico*.

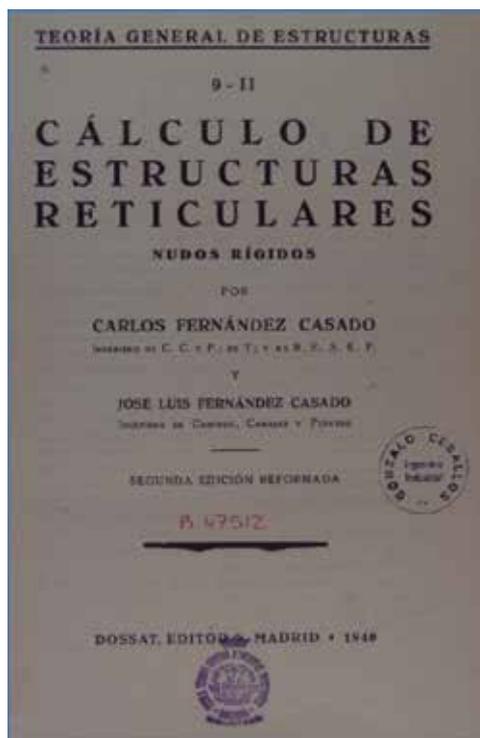


Fig. 6. Cálculo de Estructuras Reticulares. Nudos rígidos. 2ª Edición

AUTORÍA ²⁰	EDICIÓN	IMPRESIÓN	PÁGINAS / MEDIDAS
Carlos Fernández Casado	1ª edición	Madrid: Diana Artes Gráficas (1934)	222 Páginas; 22 cm
Carlos Fernández Casado	2ª ed. reformada	Madrid: Dossat, 1940	376 Páginas; 22 cm
Carlos Fernández Casado	3ª ed. reformada	Madrid: Dossat, 1944	382 Páginas; 22 cm
Carlos Fernández Casado	4ª ed. ampliada.	Madrid: Dossat, 1946	457 Páginas; 25 cm
Carlos Fernández Casado	5ª ed. ampliada.	Madrid: Dossat, 1948	505 Páginas; 25 cm
Carlos Fernández Casado	6º ed. ampliada	Madrid: Dossat, 1952	499 Páginas; 25 cm
Carlos Fernández Casado	7ª ed. reformada	Madrid: Dossat, 1958	499 Páginas; 25 cm
Carlos Fernández Casado	8ª ed. reformada	Madrid: Dossat, 1967	505 Páginas; 25 cm

Tabla 2 Distintas ediciones del libro (1934-1967)

También en la edición de 1967 vuelve a quedar clara la premonición del autor previendo cada vez más el uso de los ordenadores electrónicos que en esos momentos estaban comenzando su irrupción. Lejos de verlo como un problema afirma que *resuelven la rutina de cálculos matemáticos simples y permiten dedicar su actividad [la del técnico] al proyecto*. Ahora bien, lejos de pensar que el método de Cross queda como una cosa obsoleta o un arcaico método de cálculo que tuvo su época gloriosa, se incide que *su interés didáctico de conocimiento de las estructuras reticulares, le da su verdadera categoría*. A pesar de ser sentencias formuladas a finales de la década de los años sesenta, hoy en día retienen su actualidad y vigencia ya que en los casos de un entramado de gran complicación, *nadie que no sea un retrógrado cuidará entre resolverlo por el método de cálculo que sea, y acudir a un programa de los muchos que existen para estructuras reticulares*. Y es que para el autor *intuición y experiencia son las dos fuentes vivas a las que ha de acudir el que proyecta*. Todo ello añadido al tercer ítem que fuere el cálculo. De hecho, este pensamiento fue formulado por un joven e intuitivo Carlos Fernández y transcrito en la Revista de Obras Públicas del año 1933 en su primer trabajo de la serie que dedicó a la teoría del arco²².

Ahora bien, el aludido sentido físico así como la intuición del mismo nos vendrán refrendados por el método de Hardy Cross tal y como Don Carlos señalaba.

Carlos Fernández Casado, presenta el método con su conocido rigor, veracidad y su habitual metodología didáctica. Múltiples ejemplos ayudarán al lector (técnico, docente o estudiante) al aprendizaje de forma amena y exhaustiva.

De hecho, antes de abordar la estructura en sí, Fernández Casado nos presenta el estudio detallado del elemento barra afirmando:

“Tratándose de estructuras en cuya geometría discontinua se individualizan las barras, el método ha de ajustarse a esta desintegración, tomando como unidad el elemento barra y estableciendo todas las relaciones con dicho desglose desde el momento inicial”.

Sabidas éstas, ya se puede pasar a la formulación de la estructura –entendida como conjunto de barras unidas y relacionadas entre sí.

“El problema de la barra queda reducido a determinar los pares de empotramiento de la biga correspondiente; por tanto el del entramado, que es agrupación de barras, consistirá en determinar estos elementos para cada una de ellas. La dificultad de cálculo de un entramado, tal como se plantea en el método analítico expuesto²³, está en la resolución del sistema de ecuaciones lineales, y era casi insuperable cuando el número de éstas resultaba algo elevado. El método de Cross elimina en parte esta dificultad”.

A la vez, la exposición del método introducía un nuevo elemento que hasta el momento había sido muy difícil y tedioso de obtener; el desplazamiento Δ . La formulación agilizaba su obtención:

LO INGENIERIL.

Ingeniería = Σ aportaciones individuales (ingenieros).
 Ingeniero = intuición + experiencia + cálculo
 (cálculo: resumen, cristalización científica de todo el desarrollo intuitivo y experimental anterior).

Fig. 7. Definición de qué es ingenieril, según Carlos Fernández Casado (1933)

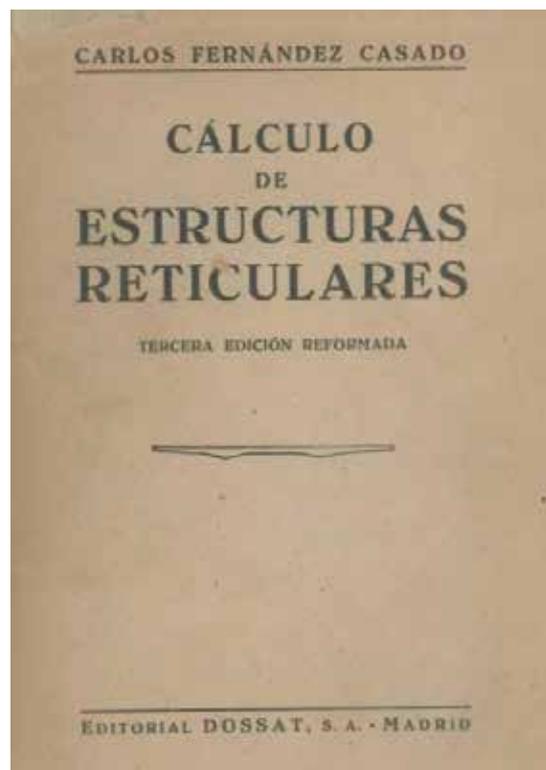


Fig. 8. Cálculo de Estructuras Reticulares. Nudos rígidos. 3ª Edición.

“El hecho que haya sido el método de Cross el que ha puesto en marcha el estudio definitivo de los desplazamientos, se explica por el carácter intuitivo del mismo y su referencia directa a fenómenos físicos, ya que precisamente en las estructuras resistentes los hechos más fácilmente comprobables son las deformaciones y los desplazamientos.

El estudio de los desplazamientos estaba ya planteado antes de Cross, pero el modo de enfocar la cuestión desde el entramado en su totalidad física, ha abierto el horizonte para tratarlo de un modo integral y no como una corrección o como influencia secundaria”.

Hechas las consideraciones previas, Don Carlos explicitaba ya el método en sí. Como decíamos, el carácter didáctico (no exento de rigor) de la obra presentaba las formulaciones con multitud de figuras aclaratorias que ayudaban, sin duda, a la comprensión del texto:

“Se parte de una estructura virtual con nudos absolutamente rígidos (es decir que no permiten giros ni desplazamientos de las extremidades de las barras) y se llega a la estructura real, deshaciendo por etapas esta rigidez, permitiendo sucesivamente los giros y los desplazamientos”.

Las situaciones que se consideran las exponemos en cuatro etapas consecutivas:

- Etapa primera. Nudos absolutamente rígidos.
- Etapa segunda. Nudos giratorios, pero no desplazables.
- Etapa tercera. Nudos desplazables pero no giratorios.
- Etapa cuarta. Nudos giratorios desplazables.

Presentada la globalidad del mismo, el autor detalla exhaustivamente cómo proceder en cada una de las cuatro etapas²⁴.

Etapa primera. Nudos absolutamente rígidos. Las barras están completamente incomunicadas y en condiciones de empotramiento perfecto en sus extremos.

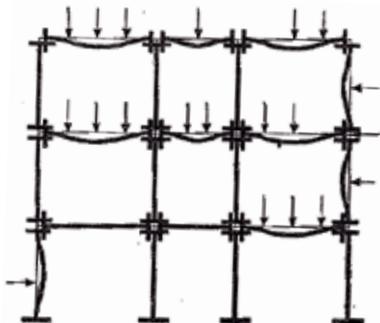


Fig. 9. Etapa primera. Nudos absolutamente rígidos.

Etapa segunda. Nudos giratorios, pero no desplazables; permiten el giro, pero no los desplazamientos de las extremidades de las barras.

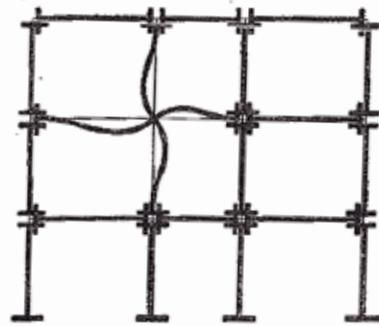


Fig. 10. Etapa segunda. Liberación de un solo nudo.

La finalización de la segunda etapa permitía la resolución de cualquier estructura sin desplazamientos horizontales ($\Delta=0$). Estas dos etapas eran comúnmente conocidas como etapa fundamental.

Un ejemplo de la misma lo encontramos en la memoria de cálculo de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona obra del arquitecto Don Eusebi Bona²⁵ fechada en el curso 1961/1962.

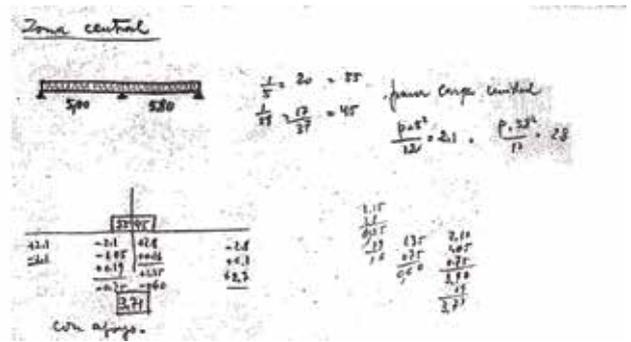


Fig. 11. Ejemplo del Método de Cross. Etapa fundamental

En el caso de estructuras que presentasen un cierto desplazamiento horizontal Δ (estructuras con translación), el proceso continúa con la llamada etapa paramétrica que Fernández Casado explicita en las etapas tercera y cuarta del procedimiento.

Etapa tercera. Nudos desplazables pero no giratorios permiten el desplazamiento de las barras, pero de modo que se mantengan siempre paralelas sus secciones extremas; estamos en el caso de desplazamientos locales.

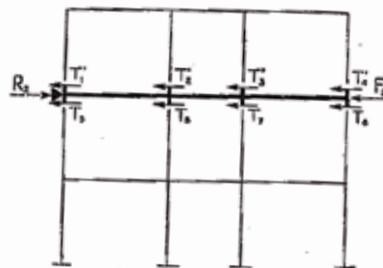


Fig. 12. Etapa tercera. Reacciones virtuales

Pueden seguirse dos caminos para su resolución; el directo y el indirecto.

El procedimiento directo suprime de una vez todos los apoyos ficticios, dejando actuar la totalidad de fuerzas ficticias acumuladas.

El procedimiento indirecto realiza la liberación en el número de fases indicado por el grado de desplazabilidad, es decir, descompone el movimiento en tantos parciales como apoyos ficticios hayamos considerado, suprimiendo éstos uno a uno, sucesiva e independientemente.

Etapa cuarta. Volvemos a dejar en libertad de giro a los nudos de la estructura, después de sufrir los desplazamientos correspondientes a la etapa anterior. Llegamos de este modo a un sistema de ecuaciones lineales en número fijado por el grado de desplazabilidad, deduciéndose los valores de las incógnitas, que son los coeficientes multiplicadores de los valores numéricos obtenidos para los momentos en las distintas fases de esta etapa.

Llegados a este punto, obtenemos el resultado total:

Los momentos totales se deducen por superposición de los de la etapa segunda con los acabados de obtener en cada fase multiplicados por sus respectivos coeficientes.

Que en forma gráfica el autor resume según figura 14.

Finalmente, una vez ampliado con las distintas ediciones a las que nos hemos referido, el libro quedó estructurado (principalmente) como puede verse en la tabla 3.

Nuevamente se cree justificado el hecho de remarcar el rigor de la parte expositiva así como la variedad de casos tratados en la parte de ejemplos configurando el carácter docente-técnico del libro.

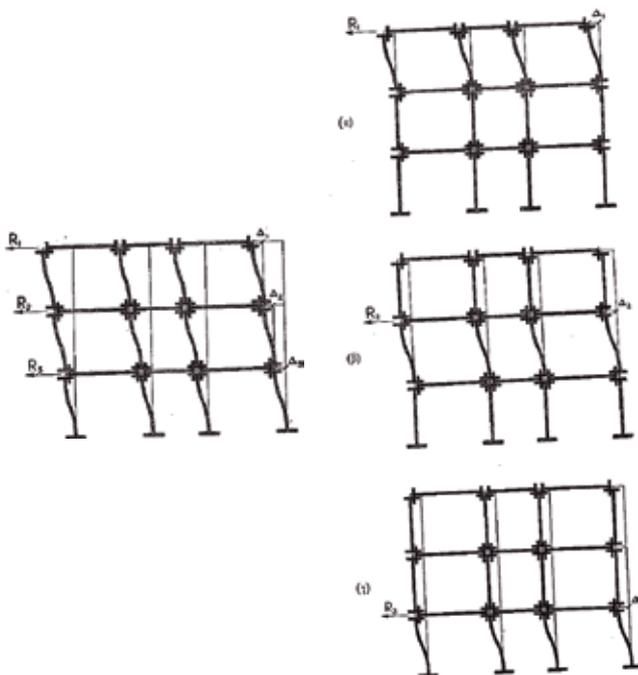


Fig. 13. Procedimiento directo versus procedimiento indirecto

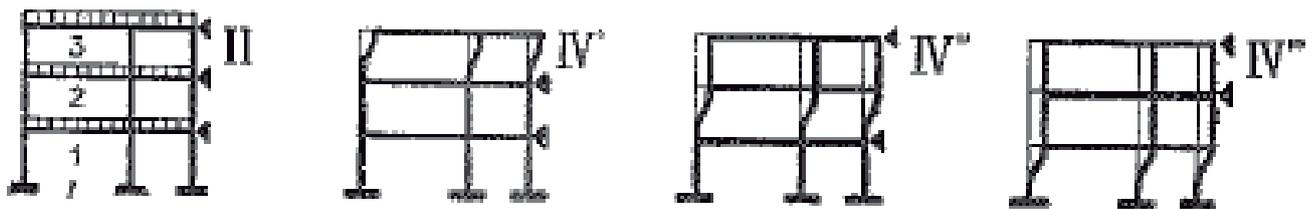


Fig. 14. Ejemplo de estructura con traslación

EXPOSICIÓN	ESTRUCTURAS PLANAS. EJEMPLOS
<p>I) Introducción</p> <p>II) Estudio de las barras</p> <ul style="list-style-type: none"> • Viga apoyada • Viga perfectamente empotrada • Viga empotrada-apoyada • Viga con empotramiento elástico • Barra curva <p>III) Estudio del entramado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desplazamiento <p>IV) Método de Cross</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ejemplos: <ul style="list-style-type: none"> - Viga de varios tramos - Pórtico sencillo - Pórtico con cubierta a dos vertientes - Pórtico asimétrico con cubierta de dos vertientes <p>V) Otros métodos de cálculo</p> <p>VI) Ventajas del método</p> <p>VII) Resumen y normas de aplicación práctica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducciones y simplificaciones del método 	<p>ESTRUCTURAS PLANAS. EJEMPLOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estructura de edificio simétrica 2. Estructura de edificio asimétrica 3. Estructura de torre 4. Estructura de portalada 5. Estructura de basílica 6. Pórtico múltiple 7. Pórtico triple 8. Viga Vierendel 9. Estructura de cajón tritelular 10. Estructura transversal de navío 11. Estructura de avión 12. Estructura de tribuna 13. Pórtico curvo con tirante 14. Pórtico con doble arcada <p>ESTRUCTURAS EN EL ESPACIO. EJEMPLOS.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nudo piramidal 2. Estructura hexagonal de dos cuerpos 3. Emparrillado de puente 4. Emparrillado oblicuo 5. Torre hexagonal

Tabla 3 Índice de la octava edición

5 Conclusión

El sólo hecho de observar que, en treinta años, un libro técnico llega a las ocho ediciones, nos hace pensar que tenemos delante de nosotros un libro de referencia. Y sin duda, el magistral texto de Don Carlos Fernández Casado, *Cálculo de Estructuras Reticulares*, asevera la afirmación. Intuyendo en los años treinta la trascendencia que tendría el método del norteamericano Hardy Cross, prestamente lo introdujo en un texto que pasaría a ser fundamental en el mundo técnico y docente del estado español.

El libro, conocido como el *Fernández Casado*, tuvo desde el primer momento el rigor y la precisión así como el sentido físico y la pedagogía que siempre han acompañado a los trabajos de Don Carlos Fernández Casado, insigne referente dentro del mundo del cálculo estructural. ☎

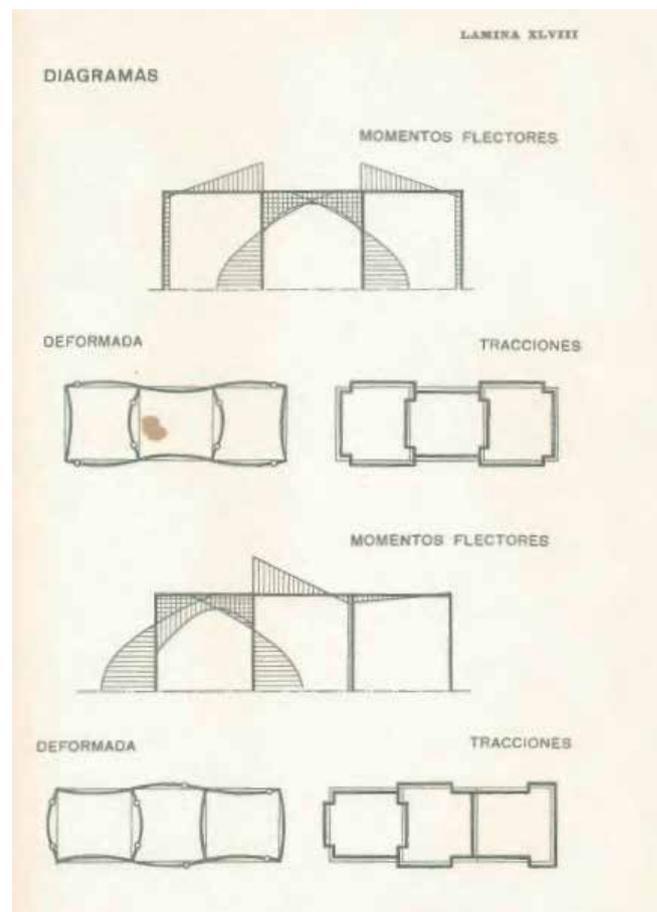


Fig. 15. Ejemplo didáctico. Estructura de cajón tritelular

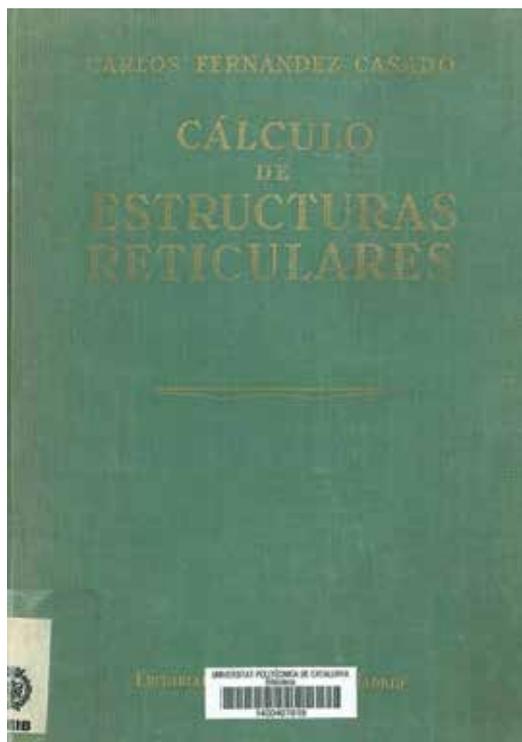


Fig. 16. Cálculo de Estructuras Reticulares. Nudos rígidos. Nudos rígidos. 8ª ed.

REFERENCIAS

Carlos Fernández Casado. Madrid: Fundación Esteyco, 1997.

BENDIXEN, A. (1914) *Die Methode der Alpha-Gleichungen zur Berechnung von Rahmenkonstruktionen*. Berlin.

BLANCO VILLORIA, José Luis (1959) "Cálculo de estructuras reticulares". *Revista de Obras Públicas*, Fuente: 1959, 107, tomo I (2932): 516-523.

CLAPEYRON, B.P.E. (1857) "Calcul d'une poutre élastique reposant librement sur des appuis inégalement espacés", *Comptes Rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences*, Paris, Vol.45, 1076-1080.

CROSS, H (1930). "Analysis of Continuous Frames by Distributing Fixed-End Moments", *Proceeding of the American Society of Civil Engineers*, Vol. 56, 919-28.

FERNÁNDEZ CASADO, Carlos *Cálculo de estructuras reticulares: nudos rígidos*. Madrid: Dossat. Ediciones de 1934, 1940, 1944, 1946, 1948, 1952, 1958, 1967.

FERNÁNDEZ CASADO, Carlos (1941) *Resistencia*. Madrid.

FERNÁNDEZ CASADO, Carlos (1948) *Estructuras de edificios*. Madrid: Dossat.

FERNÁNDEZ PÉREZ, Bernardino (1959) *Método de Cross*. Madrid: Dossat

HEYMAN, Jacques (1998) *Structural Analysis: A Historical approach*. Cambridge: Cambridge University Press.

LÓPEZ RODRÍGUEZ, José (1955) "El principio de superposición y el método de Cross". *Revista de Obras Públicas*, Fuente: 1955, 103, tomo I (2877): 17-23.

PEY CUÑAT, Antonio (1960) *Apuntes de construcciones industriales*. Tarrasa: E.T.S.I.I., S.T.

PONS POBLET, Josep Maria (2016) "Mecánica Elástica, por A. Peña Boeuf. Noventa años después". *Revista de obras Públicas*, Fuente: 2016, 163 (3576): 59-62.

PRENZLOW, C. (1958) *Cálculo de estructuras por el método de Cross*. Barcelona: Gustavo Gili.

TAKABEYA, Fukuhei (1978) *Estructuras de varios pisos: cálculo y tablas de momentos: métodos de Cross, Kani y TakabeYA*. México: Continental

TIMOSHENKO, Stephen (1953) *History of Strength of Materials: with a brief account of the history of theory of elasticity and theory of structures*. New York: McGraw-Hill Book Company.

TIMOSHENKO, Stephen (1985) *Teoría de las estructuras*. Bilbao: Urmo.

TORRELLA SAGRERA, Antonio (1950) *Mecánica General: adoptada a las enseñanzas que deben darse en las Escuelas Industriales*. Barcelona: Casa Bosch

NOTAS

- (1) Bernardino Fernández Pérez.
- (2) Fernández Pérez, Bernardino (1959). Método de Cross. Madrid: Dossat.
- (3) Carlos Fernández Casado. Madrid: Fundación Esteyco, 1997.
- (4) Obra del ingeniero Javier Manterola. Fuente: www.cfcs.com/puente-carlos-fernandez-casado/
- (5) Javier Rui-Wamba Martija
- (6) El cálculo de estructuras en la obra de Carlos Fernández Casado. <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/590/672>
- (7) Construcción, proyecto y calculo. Fernández Casado, Carlos. http://ropdigital.ciccp.es/detalle_articulo.php?registro=13521&anio=1957&numero_revista=2902
- (8) Hardy Cross (1885-1959)
- (9) Transactions of the American Society of Civil Engineers, Vol. 96, No. 1, January 1932, pp. 1-10.
- (10) También existía el teorema de los cuatro momentos según podemos constatar en el Salinger.
- (11) Mecánica Elástica, por A. Peña Boeuf. Noventa años después. Josep Maria Pons (2016). Puede consultarse su formulación en el artículo aparecido en la Revista de Obras Públicas: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5531049>.
- (12) Prenzlöw, C: Cálculo de estructuras por el método de Cross.
- (13) Analysis of continuous frames by distributing fixed-end moments. Hardy Cross, M. Am. Soc. C E.
- (14) Leonard K. Eaton. 2006. Hardy Cross American Engineer.
- (15) Ejemplo didáctico sito en el libro Apuntes de construcciones industriales del profesor Antonio Pey Cuñat. Bibliografía docente de la Escuela de Ingenieros Industriales de Terrassa (1960).
- (16) Carlos Fernández Casado, 1934.
- (17) En el prólogo de la octava edición, se nos advierte de la existencia de una de francesa por lo que en verdad podríamos hablar de nueve ediciones.
- (18) Gaspar Kani (1910-1968)
- (19) Fukuhei Takabeya (1893-1975). TAKABEYA, Fukuhei (1978) Estructuras de varios pisos: cálculo y tablas de momentos: métodos de Cross, Kani y Takabeya. México: Continental.
- (20) En las distintas ediciones del libro, se hace constar la contribución de José Luis Fernández Casado pasando explícitamente de colaborador a figurar ya compartiendo la autoría de la obra.
- (21) Según se recoge en la tercera edición.
- (22) Teoría del arco, Fernández Casado, Carlos. Revista de Obras Públicas 1931, 79, tomo I (2577): 287-292
- (23) En clara referencia al método slope-deflection.
- (24) Se presenta brevemente la descripción de cada una de ellas recomendándose al lector la consulta del texto para ver la totalidad de la formulación propuesta.
- (25) Eusebi Bona (1890-1972)

Mezclas asfálticas ecológicas para la vialidad urbana

GERARDO
Botasso

LEMaC Centro de Investigación
Vial. Universidad Tecnológica
Nacional Facultad Regional La
Plata

ADRIÁN
Segura

LEMaC Centro de Investigación
Vial. Universidad Tecnológica
Nacional Facultad Regional La
Plata

Introducción

Un microaglomerado discontinuo en caliente es una mezcla asfáltica de granulometría discontinua elaborada y colocada en caliente como capa de rodadura de calzadas urbanas, donde presenta ventajas competitivas a nivel urbano debido a su bajo espesor y sus características de superficie.

Considerando la seguridad vial, las mayores velocidades de circulación, las tipologías de los neumáticos de los vehículos que permiten eliminar con mayor facilidad el agua de la calzada y el aporte que se puede generar desde el cambio en las condiciones de textura de la superficie de rodamiento de vehículos, se puede pensar en vías más seguras con disminución de las distancias de frenado de los vehículos.

Surge así la necesidad de considerar desde la tecnología de las mezclas asfálticas nuevos diseños que permitan generar mayor adherencia neumático calzada y mejor evacuación del agua de la calzada para así disminuir la distancia de frenado.

En el presente trabajo se presenta la factibilidad de modificar el asfalto utilizado con polvo proveniente del reciclado de neumáticos fuera de uso (NFU), y observar el desempeño de este microaglomerado en comparación a otra mezcla similar realizada con un asfalto modificado con un polímero virgen.

Estas mezclas de espesor máximo de tres centímetros utilizan por lo general como árido grueso una grava triturada de tamaño máximo 12 mm y un árido fino de aproximadamente tamaño máximo 3 mm presentándose como ausente la fracción entre los 3 y 6 mm situación que genera la discontinuidad en la curva de la mezcla de agregados, aportando centralmente características superficiales.

Fenómenos de superficie en la calzada de un pavimento

Desde las tecnologías de las mezclas asfálticas se pueden generar condiciones superficiales que permitan que la textura de la capa de rodamiento en conjunto con las características de los neumáticos provoquen la mejor com-

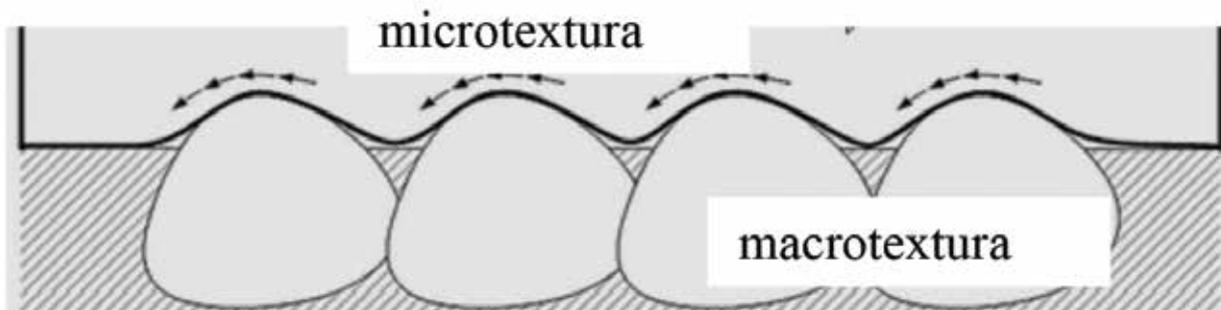


Fig. 1. Macro y microtextura de la mezcla asfáltica colocada



Fig. 2. Planta de trituración de NFU y polvo de NFU

binación posible a fin de evacuar rápidamente el agua del nivel superior del pavimento y generar la mayor adherencia neumático calzada y disminuyendo el fenómeno de hidropelaje.

Las mezclas que mejor desempeño desarrollan a nivel de superficie generando texturas ásperas y rugosas, son mezclas que en general serán de espesor menor a 3 cm. denominadas microaglomerados asfálticos. Las texturas deseables se denominan (Botasso et al, 2002):

- **Macrotextura:** dada por la longitud de onda del tamaño del agregado grueso, es la que permite la evacuación del (ver figura 1).
- **Microtextura:** Dada por la aspereza del mastic asfáltico conformado por el ligante y los finos y fillers de la mezcla, permitiendo las mejoras en la adherencia neumático calzada.

Ambas en niveles adecuados permiten disminuir las distancias de frenado, con pavimento mojado, ya que se evacúa más rápidamente el agua y la adherencia del neumático aumenta.

Las dispersiones de polvo de NFU en el asfalto

Para que estas mezclas denominadas antiderrapantes mantengan sus valores en el tiempo, frente al amasado del tránsito y de la temperatura de la calzada, se hace necesario contar con asfalto modificado con polímero. Los polímeros se dispersan en el asfalto aportando una fuerte energía de corte y temperatura.

Se utilizan dos tipos de polímeros. Por otro lado el polvo proveniente de la trituración ambiental de los neumáticos fuera de uso, NFU y por un lado el Estireno Butadieno Estireno, SBS, polímero virgen en forma de pelets.

Se muestra a continuación una instalación fija en Argentina, que procesa neumáticos fuera de uso, el modelo de planta procesadora para la región metropolitana fue diseñado según las bases técnicas definidas por el Centro INTI-Caucho, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, teniendo en cuenta el aseguramiento de la demanda del material reciclado.

Se caracterizaron las dispersiones poliméricas en base a lo fijado con la Norma IRAM 6596 (2010), en la Tabla 1 se pueden observar los valores obtenidos.

Ensayo	Unidad	CA-20+ 8% NFU	CA-20+ 3 % SBS
Penetración	1/10 mm	44	69
Punto de ablandamiento	°C	56	65
Recuperación elástica torsional	%	33	71
Ductilidad a (5 °C)	cm.	15	42

Tabla 1. Caracterización de los asfaltos modificados con NFU y con SBS.

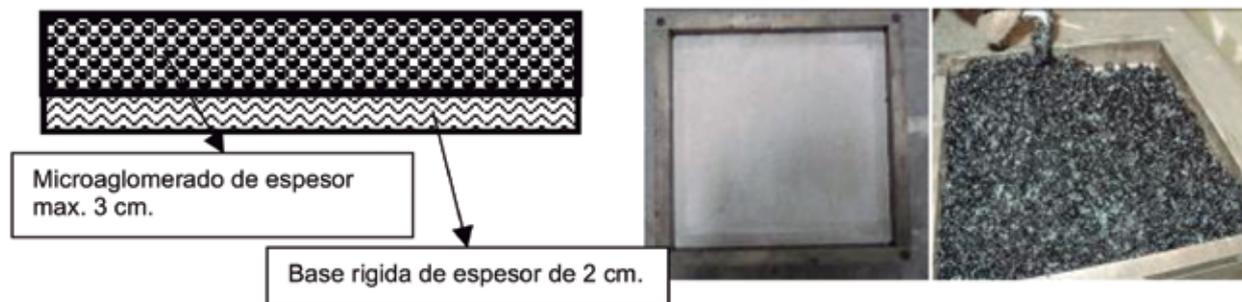


Fig. 3. Modelo para la valoración de las texturas

Características de la mezcla

Las mezclas asfálticas de superficie trascienden el diseño de laboratorio convencional. Vale decir que se necesita considerar la prestación en obra una vez colocada a fin de valorar su desempeño en condición de pavimento mojado frente a un frenado de emergencia. Esta situación es considerada crítica en la distancia que recorre un vehículo al intentar esa maniobra. Para ello se ha propuesto el diseño del modelo de laboratorio.

En el presente trabajo se diseña un MAC F10, Micro aglomerado en caliente discontinuo de 12 mm de tamaño máximo utilizando asfaltos modificados con NFU y SBS. La macrotextura se puede medir en forma puntual con el ensayo denominado parche de arena según la Norma IRAM 1555 (2010). La microtextura se puede medir en forma puntual con el ensayo denominado péndulo inglés TRRL según la Norma IRAM 1850 (2010).

El diseño del modelo de laboratorio

No se ha desarrollado aún en laboratorio, según han indagado los autores en la literatura técnica, un modelo que permita predecir la futura macro y microtextura de una mezcla, antes de ser colocada al menos en un tramo de prueba. Menos aún evaluar resultados instantáneos para ciclos de temperatura y tránsito, observando el deterioro de la macro y microtextura de una mezcla con aumentos en la aplicación del número de pasadas de ejes del tránsito.

En el presente trabajo se ha desarrollado una experiencia que utiliza ensayos dinámicos diseñados para otros fines y que dadas sus características pueden constituirse en el modelo buscado.

Se propone en laboratorio hacer modelos que superen la escala de una probe-

ta del ensayo Marshall, constituyendo una pieza de mayor superficie, de 30 cm x 30 cm, en donde las condiciones de texturas puedan ser observadas, como se muestra en la foto 3.

El modelo de probeta proviene del ensayo de ahuellamiento (Wheel Tracking Test) estandarizado en la Norma Europea BS EN 12697-22 (2003) y homologada en Argentina para estudiar las deformaciones plásticas permanentes en las mezclas asfálticas de capacidad estructural, por acción del tránsito pesado. La idea es que esta carga sea la que produzca el deterioro de las condiciones de superficie para los dos tipos de modificadores (el NFU y el SBS) utilizados en el microaglomerado.

El moldeo de una probeta se realiza con un equipo de compactación que simula las condiciones mínimas de compactación que una micromezcla necesita en la obra.

Una vez obtenidas estas muestras se procede a ensayar la superficie midiendo la macrotextura en forma puntual con el ensayo del parche de arena y la microtextura en forma puntual con el péndulo inglés TRRL en condición de pavimentos mojado.

Luego de esta determinación se somete a las muestras a la acción de la rueda del equipo de Wheel Tracking Test, con el fin de que simule la acción del tránsito y provoque el deterioro en las condiciones iniciales de textura.

La cantidad de modificador en cada dispersión fue de 8 % de NFU y del 3 % de SBS obteniéndose las mezclas que se pueden observar en la foto 4.

Una vez confeccionadas las probetas de 30 x 30 cm y acondicionadas durante dos (2) horas a 60 °C, se procede a la utilización del equipo de Wheel tracking



Fig. 4. Muestras de 30 x 30 de MAC F10 con asfaltos con NFU y SBS.



Fig. 5. Procedimiento de carga con el WTT en las probetas - 3 pasadas una al lado de la otra

test WTT para la simulación del tránsito sobre las probetas. Dicha simulación se realizará en tres franjas contiguas (cada una de ancho igual a la de la rueda) sobre la superficie de las probetas, esto con el fin de generar una superficie lo suficientemente ancha que permita la realización de los ensayos de evaluación de macro y microtextura luego de la simulación del tránsito. En la Foto N° 5 se muestran imágenes del proceso de ensayo cíclico.

Macrotextura antes y después del tránsito con el equipo de WTT

Las medidas puntuales de macrotextura se realiza con el equipo parche de arena, que consiste en extender sobre la superficie de un pavimento un volumen determinado de arena uniforme).

En la tabla 2 se pueden observar los valores medios de macrotextura en los dos microaglomerados y la disminución de este parámetro cuando fue sometido a la acción del tránsito durante 2 horas en cada franja, totalizando un total de tres franjas de carga a una temperatura extrema de 60 °C.

Microtextura antes y después del tránsito con el equipo de WTT

La microtextura se puede medir en forma puntual con el ensayo denominado péndulo inglés TRRL (Norma IRAM 1850). Este ensayo consiste en medir la pérdida de energía de un péndulo de características conocidas. Esta operación se realizó antes y después de la simulación del tránsito en el modelo.

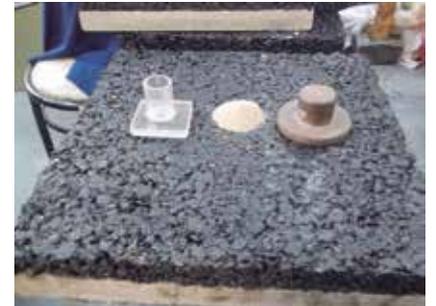
Los resultados se presentan en la tabla 3 y las mediciones con el ensayo del péndulo TRRL.

Análisis de los resultados obtenidos.

Las mediciones en los modelos realizados han permitido evaluar la macrotextura y la microtextura. Los valores de macrotextura son un poco menor en el microaglomerado con caucho proveniente de NFU que en el realizado con polímero virgen. Es posible se deba a la mayor cantidad de vacíos obtenidos en la mezcla con adición de NFU. La pérdida de macrotextura en la mezcla realizada con asfalto modificado con caucho de NFU, es mayor que en el microaglomerado convencional; también se puede inferir que esto sea debido al mayor

Mezcla MAC F10	Antes WTT	Después WTT	Disminución de la macrotextura (%)
	H (mm)	H (mm)	
Con NFU	1.100	0.591	46.3
Con SBS	1.114	0.684	38.6

Tabla 2. Deterioro de la Macrotextura



Mezcla MAC F10	Antes WTT	Después WTT	Disminución MICROTEXTURA (%)
	COEF. BPN	COEF. BPN	
Con NFU	0.882	0.838	5,0
Con SBS	0.773	0.750	3,0

Tabla 3. Deterioro de la Microtextura

porcentaje de vacíos de la mezcla. Sin embargo ambas pérdidas mantienen entornos razonables de serviciabilidad dadas las condiciones de temperatura de 60°C a las que se han sometido en el modelo de ensayo de WTT. En ambos casos resultan ser superiores a los valores habitualmente exigidos para planificar una próxima intervención superficial debido al deterioro de la macrotextura, siendo éste umbral de $H = 0,5$ mm.

Los valores de microtextura obtenidos antes y después del proceso de sollicitación del modelo son satisfactorios y los microaglomerados desarrollados con polvo de NFU tienen mejor desempeño. Esto se presume se deba a que el mastic asfáltico generado en la envuelta del

árido grueso, que constituye la microtextura, es más áspero debido a la presencia de las partículas microdispersas del polvo de neumático fuera de uso en la mezcla.

Finalmente, se debe correlacionar los resultados obtenidos en laboratorio con los obtenidos en una obra a escala real para condiciones iniciales y después del deterioro, considerando condiciones climáticas y de tránsito particulares del proyecto en estudio.

Conclusiones

Se concluye que es posible aplicar el modelo de sollicitación del ensayo de Wheel Tracking Test, como modelo de

carga y sollicitación para el deterioro de la macrotextura y de la microtextura de un microaglomerado discontinuo en caliente. Se evidencian cambios en estas propiedades de significación, que si bien no se pueden asociar al ciclo real de deterioro de la calzada, sí permite establecer correlaciones comparativas entre diferentes mezclas hasta tanto se establezcan relaciones con los modelos a escala real en la calzada de la obra.

El asfalto modificado con caucho proveniente de la trituración de neumáticos fuera de uso NFU permite desarrollar microaglomerados con valores de macrotextura y microtextura iniciales similares a los de una mezcla realizada con polímero virgen.

Luego de someter las probetas de 30 x 30 cm. en el equipo de WTT, las dos variables evaluadas se encuentran dentro de un rango de apreciación esperable. La macrotextura de las mezclas con NFU se deterioran más rápidamente que en un microaglomerado con polímero virgen, influyendo esto en la capacidad de evacuación del agua de la superficie de la calzada. Sin embargo los valores en ambos casos, antes y después del proceso de deterioro, son aun satisfactorios. En cuanto a la microtextura, la responsable de disminuir la distancia de frenado en condición de pavimento mojado, se ha visualizado un mejor desempeño en las mezclas realizadas con asfalto modificado con NFU. Esto se presume se debe a las condiciones de aspereza que el mastic adquiere con el polvo de neumáticos depositado sobre los áridos gruesos de la misma.

Es posible desarrollar este tipo de mezclas con polvo de NFU, logrando mezclas más económicas, por el origen del modificador utilizado, provocando a su vez la reducción de acopios de un pasivo ambiental. 🌱

REFERENCIAS

BOTASSO G., GONZALEZ R., RIVERA J.(2002). Nuevas Mezclas Asfálticas. LEMaC Centro Investigaciones Viales UTN Reg. La Plata. Argentina.

BS EN 12697-22 (2003). Bituminous mixtures. Test methods for hot mix asphalt. Wheel tracking. British Standard Institution, London

CPAA Comisión Permanente del Asfalto de Argentina (2006). Especificaciones Técnicas de mezclas asfálticas en caliente de bajo espesor. Versión 01. Buenos Aires, Argentina

Dixon, J.C. (1991). Tyres, suspension and handling. Cambridge University Press Gillespie, T.D. (1992). Fundamentals of Vehicle Dynamics. SAE Inc.

IRAM 1555 (2010). Agregados. Determinación del coeficiente de resistencia al deslizamiento con el péndulo TRRL. Instituto de Normalización Argentino. Buenos Aires, Argentina

IRAM 1850 (2010). Agregados. Método de determinación de la profundidad de la macrotextura superficial de un pavimento mediante el círculo de arena. Instituto de Normalización Argentino. Buenos Aires, Argentina

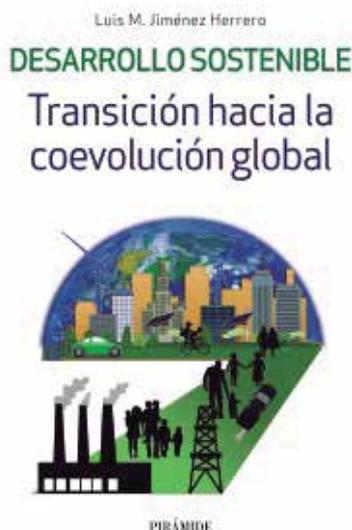
NLT 175 (2005). Coeficiente de resistencia al deslizamiento (CRD) con el péndulo del TRRL. Normas del Ministerio de Fomento de España.

Pacejka, H. B. (2002). Tyre and Vehicle Dynamics. Butterworth Heinemann

A black and white photograph of a stack of books. The top book is open, with its pages fanned out, creating a fan-like shape. The pages are white and the edges are dark. The books below are closed, showing their spines and covers. The background is blurred, suggesting a library or bookstore setting.

Libros

**RESEÑAS DE LAS ÚLTIMAS
NOVEDADES EDITORIALES**



DESARROLLO SOSTENIBLE. TRANSICIÓN HACIA LA COEVOLUCIÓN GLOBAL

Luis M. Jiménez Herrero

ED. PIRÁMIDE.
MADRID, 2017.

El motivo, argumento y contenido básico del libro queda fijado en el propio título e Introducción al mismo, y se refleja de una manera clara en el Capítulo 1, con la referencia específica al Cambio global y a la conciencia de la insostenibilidad en la era del Antropoceno. Capítulo cuyo contenido es revelador y sintetiza con rigor una dinámica preocupante que parece pasar inadvertida para la mayor parte de la población, iniciando una primera parte del libro en la que se analizan el cambio global y la insostenibilidad del modelo de crecimiento dominante. El único pero que se le podría señalar a este primer capítulo, es una escasa actualización de algunos datos que demuestran la gravedad de las tendencias presentes, si bien en el Capítulo segundo sí se aportan datos y tendencias específicos de esa “insostenibilidad”.

En efecto, el segundo gran Capítulo (43 páginas) se centra en el Sistema económico mundial, el crecimiento y el consumo de recursos en la asimetría Norte-Sur, con una excelente descripción de los procesos y tendencias asociados a la energía, al consumo de minerales y metales, de alimentos y de agua, o a los procesos de pérdida de biodiversidad, cambio climático o explosión de los residuos generados. Su preocupación por las desigualdades Norte-Sur queda muy bien reflejada en el epígrafe que dedica a “Equidad, justicia global y reparto del espacio ambiental”, en el que –como en otras muchas partes del libro– se reclama “lo que debería ser” en un mundo sostenible y justo que, por desgracia, está muy lejos de “poder ser” de acuerdo con las tendencias dominantes y los Escenarios a los que nos conducen.

Ese “deber ser” presente y guía de la mayoría del libro se refleja mucho más específicamente en la segunda parte del libro, cuyo Capítulo tercero “Sostenibilidad y desarrollo sostenible: Conceptos para redefinir el paradigma sostenibilista”, y sucesivos la integran, abordan “la multidimensionalidad del

paradigma sostenibilista y de la ciencia de la sostenibilidad, incorporando los nuevos indicadores que señalan la buena dirección de un tránsito sostenible”. Es en esta segunda parte del libro donde más se aprecia el objetivo docente –como señala el autor en el Prefacio han pasado tres lustros desde la primera edición del libro, y su objetivo sigue siendo “contribuir modestamente al objetivo fundamental de apoyar las enseñanzas sobre desarrollo sostenible e impulsar soluciones eficientes, equitativas y perdurables”) y formativo, como demuestra su último apartado dedicado a la propuesta del autor sobre una “ciencia de la sostenibilidad”. Pero es en el inicio de su Capítulo cuarto “Dinámica y multidimensionalidad de la sostenibilidad” donde se plantean las preguntas básicas de todas las ciencias sociales: ¿puede ser una ciencia social positiva?; ¿puede considerarse la pretendida ciencia –mejor disciplina científica– de la sostenibilidad como ciencia positiva a similitud de la física o del resto de ciencias experimentales?

Es obvio que en la descripción de los procesos la positividad es real en la medida en que los datos en que se base tal descripción sean fiables, lo que por desgracia ocurre poco con la mayoría de los datos disponibles globales, de los que ni siquiera podemos tener una estimación garantizada de su porcentaje de error. Los datos del Banco Mundial y del resto de Organizaciones dependientes de Naciones Unidas, de la OCDE o de Eurostat son los que son, y con ellos trabajamos para construir Escenarios futuros que muestran realidades posibles que, hoy por hoy, en ningún caso son satisfactorias desde el punto de vista de la sostenibilidad ambiental del Planeta; y, en algunos Escenarios ni siquiera desde el punto de vista de la sostenibilidad de la Humanidad sobre el mismo. Lo que hace, igual que sucede en la Economía o en el resto de ciencias sociales, que sea imprescindible una llamada a lo que “debería ser” con el imprescindible tránsito de lo positivo a lo normativo.



Este es el tránsito que el profesor Jimenez realiza a partir de su Capítulo siete “Estrategias para el cambio y grandes transiciones en clave de sostenibilidad” con el que inicia la tercera parte del libro, en la que se consideran las distintas aportaciones posibles a unas Estrategias de cambio, y las transiciones necesarias en las sociedades modernas para posibilitar un futuro aceptable.

Previamente, en los Capítulos quinto y sexto “Principios operativos de la sostenibilidad del desarrollo” y “Medición y evaluación de los procesos de desarrollo sostenible”, respectivamente, los contenidos son de índole más académica y reflexiva, a la vez que se pretenden más operativos y útiles para la propia gobernanza de la sostenibilidad. Una idea fundamental que se deduce claramente de los mismos es la de que hay que concebir la sostenibilidad de forma integral y plantear el desarrollo sostenible como un conjunto abierto de procesos de cambio, con equilibrios adaptativos y resilientes, con crecientes incertidumbres y con intereses en presencia claramente contradictorios, cuya realidad y consecuencias deben ser objeto de seguimiento y medida lo más objetiva posible. Para ello se tiene en cuenta que se “han producido importantes avances en el ámbito conceptual, analítico y metodológico en los últimos años, pero también en el ámbito estratégico, lo que permite aventurar cambios paradigmáticos y nuevos sistemas de toma de decisiones”.

Con esta idea, desde su Capítulo octavo se recogen Estrategias y procesos que se particularizan especifi-

camente para “La gran transición sociodemográfica y urbana” –Capítulo octavo-, haciendo referencia concreta a la política europea contenida en su Agenda urbana –“Ciudades sostenibles, inteligentes y resilientes”-; y en sus Capítulos noveno y décimo se recoge la necesaria “Gran transición económica”, que imprescindiblemente tendría que estar en la base de la evolución hacia la sostenibilidad, tanto por el lado de la producción como por el del consumo –transiciones que solo están insinuadas en la realidad cotidiana en algunos campos de la producción y muy lejos de ser asumidas en el lado del consumo-; y, por último, en su Capítulo undécimo “La gran transición político-institucional” se resumen de una forma clara y rigurosa los posicionamientos oficiales de Naciones Unidas y los principales acuerdos que se han ido adoptando en las Conferencias de las Partes (COP) de desarrollo sostenible –Agenda 2030- o de Cambio Climático –Acuerdos de París de 2015-, pero en la que no se entra en el imprescindible análisis de la problemática y tendencias geoestratégicas de los Gobiernos de las distintas regiones del planeta, y muy particularmente de EEUU, China, UE, India, Rusia, Sur de Asia, Países árabes sunníes y chiíes e Israel, sin cuya comprensión es muy difícil precisar la viabilidad de los distintos Escenarios bienintencionados de los documentos de Naciones Unidas o del propio autor.

En el último Capítulo “Desarrollo sostenible y coevolución” el autor sintetiza las reflexiones sobre la integración de los principios de la sostenibilidad que dan lugar a la opción social definida como desarrollo sostenible, especial-

mente desde el enfoque coevolutivo que defiende. Coevolución del sistema humano y del sistema natural dentro del sistema global cuya idea preside la última frase que cierra el libro: “No deberíamos perder la esperanza de aspirar a una sociedad mundial justa y plural, que imite los procesos naturales y conviva pacíficamente con el resto de la biosfera, por los siglos de los siglos...”.

En síntesis, un libro bien estructurado, ambicioso, que introduce al lector en conceptos y análisis imprescindibles para la comprensión de una sociedad y unas tendencias de complejidad creciente; con limitaciones y aspectos discutibles, como no podría ser de otro modo dada la amplitud y citada complejidad de los temas tratados, pero muy recomendable para quien quiera tener una visión de hacia dónde vamos, qué riesgos corremos y que soluciones deberían implantarse.

Pero como sucede con muchas aproximaciones de autores a estas materias –y con muchos de los propios documentos de Naciones Unidas- aunque se intenta evitar el “catastrofismo” en sus conclusiones y se proponen estrategias “bienintencionadas”, la conclusión que se deriva de los Escenarios posibles es que los principales actores (multinacionales, gobiernos,...) que deberían corregir las tendencias insostenibles, son los principales beneficiados del “statu quo” a medio plazo, por lo que con las notorias excepciones de países o “partes” como la propia UE, que oficialmente intentan matizar o corregir el rumbo a largo plazo, poco o nada se hace por la opción de la sostenibilidad. ☯

**Colegio de
Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos**



1/6

Este número es indicativo del riesgo de la cuenta corriente, siendo 1/6 indicativo de menor riesgo y 6/6 de mayor riesgo.

Banco Caminos, S.A. es una entidad adherida al Fondo de Garantía de Depósitos Español. La cantidad máxima garantizada es de 100.000 € por depositante.

Banco Caminos
banco privado

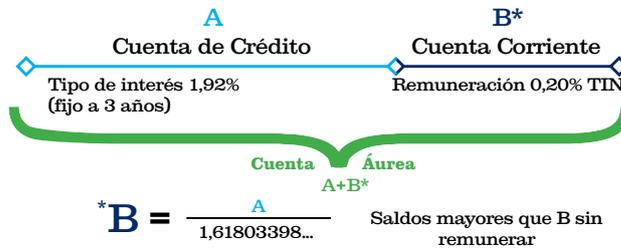


CUENTA ÁUREA

#Adelántate

www.cuentaaura.es

Con la Cuenta Áurea, y en un sólo producto, tienes una **cuenta corriente remunerada** con la que llevar a cabo toda tu operativa bancaria y una **cuenta de crédito** para disponer de dinero (hasta el límite concedido) sin deshacer tus inversiones.



¿A qué estás esperando? consulta las condiciones en:

✉ cuentaaura@bancocaminos.es

☎ 91 319 34 48

www.cuentaaura.es

EJEMPLO ILUSTRATIVO:

Ejemplo cuenta de crédito para importe de 20.000€ a 36 meses con liquidaciones mensuales: TIN 1,92%/TAE 2,25%. Importe total adeudado: 21.332€. Intereses deudores totales: 1.152€. Comisión de apertura (0,90%): 180€. Ejemplo calculado para un cliente que mantiene a lo largo de los 36 meses siempre un saldo deudor y cumple con las tres condiciones de vinculación en cada revisión trimestral.

Ejemplo cuenta corriente para importe de 13.000€ a 36 meses con liquidación mensual de intereses: TIN 0,20%/TAE 0,19% (ver nota 1) para el límite de saldo acreedor remunerado, 0% para el resto del importe. Importe total bruto a reembolsar: 13.074,16€. Intereses brutos a reembolsar: 74,16€. Límite saldo acreedor remunerado: 12.360,68€ (20.000 / (1+√5) / 2). Ejemplo calculado para un cliente que mantiene a lo largo de los 36 meses siempre un saldo acreedor y cumple con las tres condiciones exigidas de vinculación en cada revisión trimestral. El saldo medio acreedor asciende a 13.000€ y se mantiene constante hasta el vencimiento de la cuenta.

Ejemplo cuenta de crédito para importe de 20.000€ a 36 meses con liquidaciones mensuales: TIN 5,92%/TAE 6,43%. Importe total adeudado: 23.732€. Intereses deudores totales: 3.552€. Comisión de apertura (0,90%): 180€. Ejemplo calculado para un cliente que mantiene a lo largo de los 36 meses siempre un saldo deudor y no cumple con al menos una de las tres condiciones de vinculación en cada revisión trimestral.

Ejemplo cuenta corriente para importe de 13.000€ a 36 meses con liquidación mensual de intereses: TIN 0,00%/TAE 0,00% (ver nota 1) para el límite de saldo acreedor remunerado. Importe total bruto a reembolsar: 13.000,00€. Intereses brutos a reembolsar: 0,00€. Ejemplo calculado para un cliente que mantiene a lo largo de los 36 meses siempre un saldo acreedor y no cumple con al menos una de las tres condiciones exigidas de vinculación en cada revisión trimestral. El saldo medio acreedor asciende a 13.000€ y se mantiene constante hasta el vencimiento de la cuenta.

NOTAS:

Nota 1: el cálculo de la TAE se realiza sobre el límite de saldo acreedor remunerado.

Nota 2: la aprobación de cualquier operación de estas características está sujeta al procedimiento de aprobación del departamento de riesgos.

Nota 3: tener en Banco Caminos fondo de inversión o plan de pensiones o cartera de banca privada con un importe igual o superior al 125% del importe del crédito. Nómina o ingreso mensual mínimo de 1.500€. Para mantener condiciones, además de lo anterior, se requiere consumo mínimo en tarjeta de débito o crédito de 750€/trimestre (excluido extracciones en cajeros).

Nota 4: límite de remuneración de la cuenta corriente (B) = límite concedido a la cuenta de Crédito (A) / 1,6180.

ADVERTENCIA:

Toda la información descrita cumple con lo establecido en la normativa vigente en materia publicitaria aplicable al tipo de crédito y ha superado los controles internos previstos en la política de comunicación comercial de la Entidad.