

De la resistencia a la resiliencia. Nuevos paradigmas en la gestión del agua en los Países Bajos

From resistance to resilience.

New paradigms in water management in the Netherlands

JOAN MORENO

Joan Moreno, "De la resistencia a la resiliencia. Nuevos paradigmas en la gestión del agua en los Países Bajos", *ZARCH* 15 (diciembre 2020): 66-79. ISSN versión impresa: 2341-0531 / ISSN versión digital: 2387-0346.
https://doi.org/10.26754/ojs_zarch/zarch.2020154619

Recibido: 10-06-2020 / **Aceptado:** 13-08-2020

Resumen

Los deltas fluviales son uno de los ecosistemas más prósperos y a la vez amenazados de la Tierra. Los efectos del cambio climático comprometen el frágil equilibrio ambiental de las llanuras deltaicas y a la vez, la seguridad de la población que reside en ellas. El objetivo principal de este artículo es exponer el cambio de paradigma en materia de protección frente al riesgo de inundación que ha tenido lugar en la planificación espacial de los deltas en las últimas décadas. El caso del delta del Rijn-Maas-Schelde, en los Países Bajos, expresa el tránsito conceptual desde una visión resistente, basada en la construcción de grandes obras de ingeniería con el objetivo de proteger las áreas habitadas, a una aproximación más resiliente en la que las dinámicas ecosistémicas y urbanas se integran en las políticas de seguridad frente a las inundaciones. Dos proyectos icónicos de la planificación hidráulica neerlandesa ilustran esta transición, los "Deltawerken" o Plan Delta (1955-1997), en el sector suroeste, y el Programa "Ruimte voor de rivieren" o Espacio para los ríos (2006-2019) que comprende el cauce de los ríos Rijn y Maas hasta su desembocadura. La introducción del principio de "calidad espacial" será un aspecto clave en la formulación de los nuevos planes de ordenación territorial y permitirá tejer alianzas entre los agentes sociales, ambientales y económicos en favor, no sólo de la preservación, sino también del desarrollo natural del delta.

Palabras clave

Resiliencia, Plan Delta, Países Bajos, Programa Espacio para los ríos.

Abstract

River deltas are one of the most prosperous and threatened ecosystems on Earth. The effects of climate change on deltas compromise their weak environmental balance and, at the same time, safety of the population who lives in lower deltaic plains. The main objective of this article is to explain the paradigm shift in flood risk protection that took place in spatial planning in recent decades with regard to deltas. The case of the Rijn-Maas-Schelde delta, in the Netherlands, shows the conceptual transition from a resistant vision, based on large engineering works with the aim of protecting inhabited areas, to a resilient approach based on ecosystem and water dynamics that have been integrated into flood security policies. Two iconic projects in Dutch hydraulic planning shows this conceptual transition, the Deltaworks (1955-1997), in the southwestern sector, and the Room for rivers Program (2006-2019) that includes the Rijn and Maas riverbed from the upper basin to their sea mouths. In RvR, "Spatial quality" was introduced as a key principle in the formulation of new safety plans and it allowed alliances between social, environmental and economic stakeholders for, not only preservation but natural development of the delta.

Keywords

Resilience, Delta Works, the Netherlands, Room for the river Programme.

Joan Moreno, nacido el 5 de octubre de 1979 en Barcelona, es arquitecto (2004), máster en investigación en urbanismo (2010) y doctor en urbanismo por la UPC-BarcelonaTech con la tesis "Esquinas territoriales, movilidad y planificación territorial, un modelo de integración el Randstad-Holland (2014). Joan Moreno es profesor lector del Programa Serra Húnter en el Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio (DUOT) de la ETS de Arquitectura de Barcelona (UPC-BarcelonaTech), en el que imparte clases en el Grado de Estudios de Arquitectura y en el Máster en Estudios avanzados en Arquitectura (MBArch) tanto en la ETSAB como en la ETSAV. En la actualidad, pertenece al Grupo de Investigación en Urbanismo (GRU) y al Grupo para la Innovación y la Logística Docente en Arquitectura (GILDA) y participa como investigador principal en diversos proyectos europeos sobre movilidad urbana sostenible para el EIT-Urban Mobility.

Introducción

Los deltas¹ son, por sus características geográficas y biológicas, los hábitats más dinámicos y prósperos de la Tierra. Estos ecosistemas de transición surgen por la acción combinada de dinámicas fluviales y marinas basadas en la erosión, transporte y depósito de sedimentos. De este modo, el desarrollo de la llanura deltaica depende del equilibrio entre el nivel eustático del mar y la aportación regular de sedimentos desde la cuenca hidrográfica. Sin embargo, la fuerza motriz del delta es, sin lugar a dudas, la acción persistente de las mareas, bajo cuyo influjo prospera una fértil y biodiversa comunidad de flora y fauna. A pesar de la fragilidad de los ecosistemas deltaicos, estos espacios han sido históricamente sometidos a una gran presión humana por su accesibilidad y la disponibilidad de recursos. Tradicionalmente, el ser humano ha manipulado los medios deltaicos para adaptarlos a sus necesidades de producción agrícola y transporte, alterando de forma irreversible las dinámicas naturales. A este equilibrio precario entre el progreso humano y la preservación del medio ambiente, cabe añadir por un lado, los efectos de las represas en los cursos altos que ha reducido la aportación de sedimentos y ha alterado su desarrollo y por otro lado, los efectos del cambio climático² que implican entre otros aspectos, la subida del nivel del mar y la severidad de los fenómenos tormentosos sobre el litoral. En este contexto, la protección del hábitat del 10% de la población mundial³ tiene el reto de conciliar seguridad y ecología.

El presente artículo tiene como objetivo principal exponer el cambio de paradigma en la ordenación espacial de los medios deltaicos como consecuencia de la introducción de criterios ambientalistas en los planes de protección frente a inundaciones. Más allá de consideraciones ideológicas, los referentes teóricos de la planificación hidráulica han reformulado las medidas de seguridad espacial desde una actitud resistente, es decir, basada en la defensa de la población frente a las catástrofes naturales, hacia una actitud resiliente, en la que las dinámicas naturales son aliadas de la seguridad. El caso de estudio es el delta del Rijn-Maas-Schelde que abarca la casi totalidad de los Países Bajos. La revisión de las actuaciones llevadas a cabo en el delta neerlandés desde los años 50 del siglo XX hasta la actualidad, permite ilustrar este cambio de paradigma. El artículo se centra en la revisión bibliográfica de dos ámbitos geográficos contiguos, el estuario y el área de los grandes ríos, y en el análisis crítico de dos proyectos: los *Deltawerken* (1953) y el programa *Ruimte voor de Rivieren* (2006) que ejemplifican la transición de la resistencia a la resiliencia en la planificación hidráulica y espacial neerlandesa.

Antecedentes: el delta del Rijn-Maas-Schelde

En el delta neerlandés, confluyen tres de los principales ríos de Europa Occidental: el Rijn, el Maas y el Schelde, antes de desembocar sus aguas en el Noordzee (figura 1). Originalmente, esta llanura deltaica disponía de unas condiciones de estabilidad excepcionales debido a la existencia de una cadena natural de dunas que protegía la de la acción violenta del mar: las *Hollandse duinen*.⁴ La estabilización del régimen pluviométrico y el efecto de las mareas elevaron progresivamente el nivel de la llanura por la acumulación de sedimentos de origen tanto fluvial como marino. Además, el clima frío y húmedo permitió la adaptación de formas vegetales aeróbicas como el *sphagnum* cuya acumulación en estratos superpuestos sirvió como base para la formación de uno de los paisajes más productivos de los Países Bajos: las turberas.⁵ El delta se desarrolló durante milenios como un espacio natural conformado por un mosaico de marismas, lagunas, arenales, bosques de ribera, etc. al cobijo de las *Hollandse Duinen* y nutrido por una red de ríos y arroyos influenciados por las mareas. Sin embargo, el drenaje de las turberas y su explotación usos agrícolas o como combustible fósil alteró para siempre el frágil equilibrio deltaico, a partir del

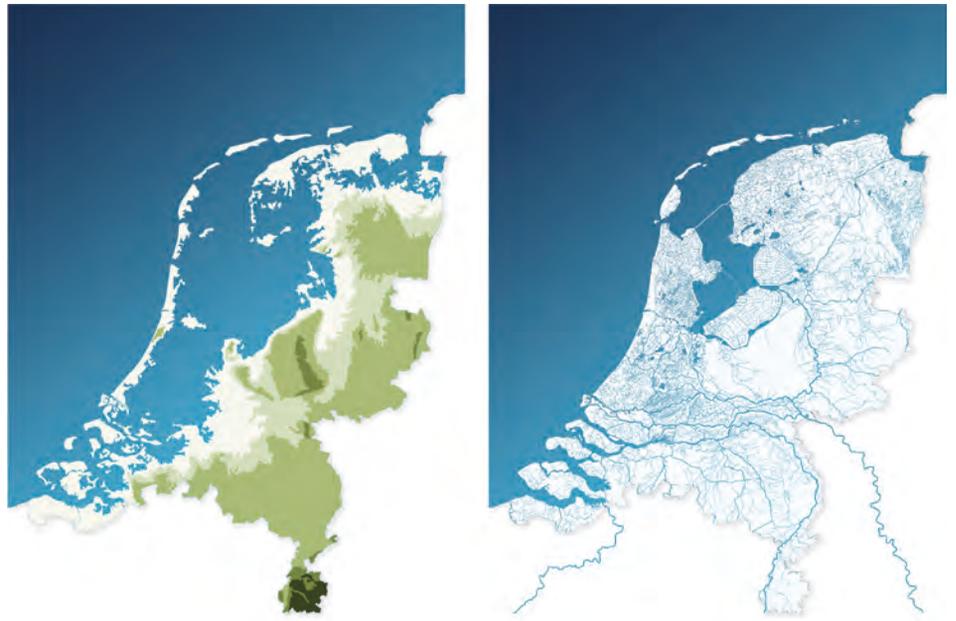
- 1 El término delta para designar al accidente geográfico formado por la acumulación de sedimentos en la desembocadura de un río era comúnmente utilizado en la antigüedad clásica para nombrar la desembocadura del río Nilo (Egipto) puesto que su forma triangular se asemejaba a la de la cuarta letra del abecedario griego, delta.
- 2 John W. Day y otros, "Approaches to defining deltaic sustainability in the 21st century", *Estuarine, coastal and shelf Science* (diciembre 2016): 281.
- 3 Los medios deltaicos están sometidos a un intenso proceso de urbanización. Actualmente, la densidad media de estos espacios alcanza los 500 hab/km² frente a la media global de 45 hab/km². Dirk Sijmons y otros, *Room for the river: save and attractive landscapes*. (Wageningen, Países Bajos: Blauwdruk, 2017), 11.
- 4 En la actualidad, las *Hollandse duinen* conforman una barrera natural de 120km de longitud desde la desembocadura del Nieuwe Maas en Rotterdam hasta las islas Frisias occidentales. Cabe distinguir dos etapas en la formación de este cordón litoral: en una primera etapa se elevaron la *Oude duinen* o Dunas antiguas, por la acción del viento sobre los depósitos marinos durante el último periodo temperado del Holoceno (5.500 a.C.). Este primer cordón estaba formado por franjas boscosas de baja altura separadas por amplias llanuras en las que crecía la turba. Posteriormente, estas dunas fueron arrastradas hacia el interior por la acción del viento y emergieron las *Jonge duinen* o Dunas jóvenes (s. XII), por efecto de las dinámicas marinas y el descenso del nivel del mar. La consolidación del cordón litoral permitió la colonización estable de la costa neerlandesa desde Alkmaar a Den Haag durante el siglo IX. G. P. van de Ven, *Man-made lowlands: history of water management and land reclamation in the Netherlands* (Utrecht, Países Bajos: Uitgeverij Matrijis, 2004), 41.
- 5 Una turbera es un ecosistema de naturaleza lacustre formado por la acumulación de material orgánico en forma de turba, primera etapa del proceso de formación del carbón vegetal. En algunos sectores del delta neerlandés los depósitos de turba alcanzaban los 4,5m de espesor. En climas fríos y con un elevado índice de acidez del agua el ritmo de formación de turba oscila entre 0,5 y 10cm cada siglo. La saturación de agua, en los estratos situados bajo el nivel freático, evita la actuación de los microorganismos aeróbicos responsables de la descomposición. El drenaje de este territorio implica la desecación y corrupción de los estratos de turba, acelerando su oxidación y en consecuencia, los efectos de la subsidencia, es decir, el hundimiento del territorio.

Procesos urbanos,
dinámicas del agua
y cambio climático
Urban processes,
water dynamics and
climate change

JOAN MORENO

De la resistencia a la resiliencia.
Nuevos paradigmas en la gestión
del agua en los Países Bajos

From resistance to resilience.
New paradigms in water
management in the Netherlands



[Fig. 1] Altimetría de los Países Bajos indicando la superficie situada por debajo del nivel del mar (margen izquierdo), cursos fluviales y red de drenaje en el sector del delta en relación a la superficie emergida (margen derecho). Fuente: elaboración propia del autor.

- 6 En los últimos 2000 años, la altimetría de los Países Bajos ha descendido a un ritmo de 5cm cada 100 años de media, sin embargo, en los últimos 150 años, este ritmo se ha acentuado y ha alcanzado los 15cm. Fransje Hooimeijer y otros, *Atlas of Dutch water cities*. (Amsterdam: SUN, 2005), 46.
- 7 Un elemento clave en el desarrollo del delta neerlandés es el molino de viento. Hasta el siglo XVII, los métodos de drenaje eran rudimentarios y estaban limitados por la fuerza motriz que generaban fundamentalmente, animales y seres humanos. El perfeccionamiento de la tecnología eólica y la construcción de molinos capaces de orientarse según la dirección del viento permitió la elevación del agua hasta tres metros. Reh Wouter, *Sea of land: the polder as an experimental atlas of Dutch landscape architecture*. (Rotterdam, 2007), 76.
- 8 El término polder deriva, probablemente, del neerlandés arcaico *pol* que significa terreno aluvial. En la actualidad un polder se define como un terreno pantanoso ganado al mar y que una vez desecado se dedica al cultivo, especialmente en los Países Bajos. El primer paso para la construcción de un polder implica la elección de un emplazamiento adecuado: un lago o zona inundable junto a un curso de agua. En segundo lugar, se edifica un dique perimetral con un canal de circunvalación y estaciones de bombeo para el drenaje del interior del recinto. Una vez drenado, se define la estructura parcelaria y de comunicación terrestre del polder. El proceso culmina con la adjudicación de los lotes agrícolas mediante sorteo entre los promotores del proyecto.
- 9 Han Meyer, *The state of the delta: engineering, urban development and nation building in the Netherlands*. (Nijmegen, Países Bajos, 2017), 14.
- 10 Sijmons, *Room for the river: save and attractive landscapes*, 17.

siglo IX de nuestra era. De este modo, la colonización intensiva del delta activó un proceso irreversible de subsidencia que persiste en la actualidad.⁶

La colonización del delta neerlandés, desde el siglo IX hasta la actualidad, ha pasado por diferentes fases culturales basadas en la actitud de los pobladores hacia el agua y en la tecnología disponible para su control. En el primer periodo de aceptación (...-s. X), los colonos asumían la imposibilidad de hacer frente a los cambios en el medio y se adaptaban a los efectos de las inundaciones desplazándose por el territorio en busca de emplazamientos seguros. En la segunda etapa defensiva (s. X-XV), la población neerlandesa llevó a cabo trabajos de contención de las aguas mediante la construcción de diques y esclusas en los cauces fluviales con recursos más bien precarios. En el tercer periodo ofensivo (s. XV-XVIII), el perfeccionamiento de la ingeniería eólica⁷ y de la ciencia cartográfica permitieron la recuperación de los grandes lagos interiores o pólderes⁸ para el uso agrícola, sufragados con los beneficios del comercio internacional de las élites urbanas burguesas. Durante los siglos XIX y XX, el periodo conocido como de manipulación⁹ se basó en el uso de la tecnología del vapor y la electricidad para emprender obras de escala y efectos impensables hasta la fecha, como por ejemplo, el cierre del Zuiderzee en el norte o la puesta en marcha de los *Deltawerken* en el sur. El último período surgió a finales de los años 80 del siglo pasado de manos de los movimientos sociales y ecologistas, y podría denominarse de reconciliación tutelada¹⁰ puesto que combina estrategias defensivas y resilientes, convirtiendo a la naturaleza en aliada en la lucha contra los efectos del cambio climático.

No es posible desligar la colonización del delta neerlandés de la creación de un imaginario paisajístico y cultural que evidencia, no sólo un código estético propio, sino también, una estructura sociopolítica que lo respalda. La construcción del paisaje neerlandés es un acto compositivo asimilable al diseño de un jardín en el que el equilibrio entre lo natural y lo artificial depende de la tecnología pero sin renunciar a la belleza. En el delta se reconocen por un lado, la métrica regular de un parcelario agrícola que es a su vez límite y corredor, y por otro lado, la combinación harmónica de espacios y volúmenes. Durante el Siglo de Oro (s. XVII), el paisaje neerlandés fue



[Fig. 2] Con motivo de las inundaciones del día de Santa Isabel de 1421, la región del Grote Waard quedó totalmente cubierta por las aguas. En la obra anónima adjunta, el autor muestra a los habitantes intentando poner a salvo sus pertenencias en dirección a la ciudad de Dordrecht, a la izquierda. Fuente: Sint-Elisabethsvloed, Anónimo, c. 1490-ca. 1495. Rijksmuseums Collectie, Amsterdam.

- 11 Fariello, *La Arquitectura de los jardines: de la antigüedad al siglo XX*, 323.
- 12 Hooimeijer, *Atlas of Dutch water cities*, 108.
- 13 La primera gran catástrofe documentada en los Países Bajos debida a una inundación está datada el 26 de diciembre del 838 y fue causada por una manga marina situada en el frente litoral neerlandés que superó el cordón de dunas. Ministerie van Verkeer en Waterstaat (V&W), *The Delta project: preserving the environment and securing Zeeland against flooding* (Den Haag: V&W, 1999), 4.
- 14 La catástrofe afectó 91km de diques en la provincia de Zuid-Holland y 38km en Zeeland. 200.000ha quedaron anegadas y 72.000 personas fueron evacuadas. Este desastre tuvo efectos espaciales y sociales duraderos en la región y en el conjunto del país.
- 15 En 1683, se establece el NAP *Normaal Amsterdams Peil* [Nivel normal de Amsterdam] que se correspondía con el nivel de mareas altas del mar interior IJ en verano, medido frente a la costa de la ciudad. El NAP se hace extensivo al conjunto de los Países Bajos a partir de 1818.
- 16 Los antecedentes de los *Deltawerken* son los *Zuiderzeewerken* que supusieron el cierre total del Zuiderzee, ahora denominado IJsselmeer. El 14 de enero de 1916, la acción continuada de unos frentes tormentosos afectó gravemente los diques del Zuiderzee en la provincia de Noord-Holland. El proyecto del cierre del estuario había sido promovido por el Ministro de Obras Públicas y asuntos del Agua Cornelis Lely desde 1891. Finalmente, la Ley del Zuiderzee fue aprobada el 14 de junio de 1918 e incluía no sólo el cierre del mar con la construcción del Afsluitsijk (1932) sino además, la recuperación de toda la provincia del Flevoland (1967).

la materialización de una cultura que reconocía los valores morales de la vida rural, y suponía la creación de una nueva Arcadía prerromántica¹¹ que comportaba el sometimiento de la naturaleza indómita del delta al orden geométrico del jardín barroco, y tuvo en el polder agrícola su máxima expresión formal y funcional. Además, en el orden compositivo del paisaje subyace también un orden político vinculado a la gestión mancomunada de la infraestructura hidráulica y que forma parte de la idiosincrasia neerlandesa tendiente a la cooperación y el consenso.

“La historia del desarrollo de los Países Bajos podría describirse como un diálogo continuo entre los poderes del agua y de la humanidad”.¹² Desde las primeras etapas de colonización hasta la actualidad, la sociedad neerlandesa ha tenido que hacer frente a las amenazas de un medio hostil que paradójicamente es la razón de ser de su progreso. La gravedad de las inundaciones que han afectado al delta no está directamente relacionada con las capacidades tecnológicas de cada periodo histórico,¹³ de forma que cada una de estas catástrofes naturales ha ido modelando tanto la fisonomía del delta como la actitud de sus pobladores respecto al riesgo. Una de los capítulos más traumáticos en la relación entre la sociedad neerlandesa y el agua tuvo lugar el 19 de noviembre de 1421 (figura 2). Un fuerte temporal marítimo provocó el colapso de los diques litorales y grandes extensiones de las actuales Zeeland y Zuid-Holland quedaron sumergidas para siempre. Aunque este tipo de episodios se produjeron de forma regular a lo largo del tiempo, la catástrofe natural de mayor impacto en la planificación espacial neerlandesa tuvo lugar en la noche del 31 de enero de 1953.¹⁴ La coincidencia de una tormenta del noroeste con la marea viva elevó el nivel del mar hasta los +4,50m NAP¹⁵ afectando gravemente los diques de contención de la provincia de Zeeland. Como consecuencia de este episodio, 1835 personas perdieron la vida y 47.000 edificios quedaron afectados por la fuerza del agua y el viento. La reacción a esta catástrofe supuso la puesta en marcha de uno de los planes más ambiciosos de la ordenación espacial neerlandesa: los *Deltawerken*.¹⁶

Procesos urbanos,
dinámicas del agua
y cambio climático
Urban processes,
water dynamics and
climate change

JOAN MORENO

De la resistencia a la resiliencia.
Nuevos paradigmas en la gestión
del agua en los Países Bajos

From resistance to resilience.
New paradigms in water
management in the Netherlands

[Fig. 3] Plano toponímico del sector sur de los Países Bajos indicando el curso de los ríos Rijn, Maas y Schelde, desde la frontera con Bélgica y Alemania hasta la desembocadura en el Noordzee. Fuente: elaboración propia del autor.



El paradigma de la ingeniería: el Plan Delta (1955-1997)

Durante los años 30, algunos estudios habían alertado sobre la falta de seguridad y mantenimiento en los diques de contención de la provincia de Zeeland. Sin embargo, el Gobierno neerlandés concentró los recursos en el cierre del Zuiderzee, en el norte, y tras la Segunda Guerra Mundial, la prioridad gubernamental fue la reconstrucción económica y social del país. La catástrofe de 1953 supuso un cambio en las políticas de defensa frente al agua en los Países Bajos. La *Delta Commissie* (DC) quedó constituida tan sólo 20 días después de la catástrofe y en octubre de 1955, el Plan Delta fue aprobado.¹⁷ El lema del plan era “cuanto menos costa, mejor defensa” y tenía como objetivo principal salvaguardar el delta mediante el cierre total del estuario de las provincias de Zeeland y Zuid-Holland pero garantizando el acceso a las rutas comerciales de los puertos principales (figura 3). El cierre suponía una reducción de la costa suroeste neerlandesa de 700km a 25km. Por otra parte, las salidas naturales del puerto de Amberes (Bélgica) y Rotterdam, el Westerschelde y la Nieuwe Waterweg respectivamente, quedarían abiertas, y la conexión entre los dos puertos se apoyaría en una segunda barrera de protección que discurriría por el interior. La propuesta mejoraba además, las conexiones viarias entre las islas y frenaba la desalinización de los polders agrícolas, sin embargo, el cierre del estuario al mar conllevaría la pérdida irreversible de un hábitat natural y cultural.

Los *Deltawerken* representaban un modelo de planificación que ponía la seguridad de la población en el centro de la ordenación espacial a partir de actuaciones tecnológicamente innovadoras. Una tecnología hidráulica que aún no estaba inventada y cuyo desarrollo quedaría en manos de un equipo formado principalmente por científicos e ingenieros.¹⁸ La sociedad neerlandesa había confiado la protección del delta a las administraciones públicas¹⁹ al coste económico que fuese y anteponiendo la seguridad a principios tan arraigados en la cultura neerlandesa como la democracia o el consenso.²⁰ Esta actitud formaba parte del pragmatismo neerlandés que consideraba la gestión del agua una cuestión de interés público que debía estar en manos de tecnócratas más que de políticos. Pero esta confianza social en la tutela técnico-administrativa en materia de seguridad vivió un primer episodio de crisis a finales de los años 60 con el despertar del movimiento ecologista. El planteamiento

17 La Delta Commissie estimó un periodo de implementación del plan de 25 años. La primera obra de envergadura en llevarse a cabo fue el Hollandsche IJsselkering (1958) en el cauce del Nieuwe Maas. El Hollandsche IJssel cruzaba los polders más bajos de la región entre Rotterdam y Utrecht, y su cierre con una compuerta móvil permitía proteger una de las zonas más pobladas del país. El Hartelkering, barrera de protección del Puerto de Rotterdam, fue la última obra inaugurada del Plan Delta en 1997. Krystian W. Pilarczyk, “Impact of the Delta Works on the recent developments in coastal engineering”, en *Coastal and ocean engineering practice*, Young C. Kim, ed. (Los Angeles, California State University, 2012), 1-37.

18 Anna J. Wesselink y otros, “Dutch dealings with the Delta”, *Nature and culture* vol. 2 (septiembre 2007): 196.

19 La construcción y mantenimiento de las infraestructuras hidráulicas dependía de la labor individual de los ciudadanos en las primeras etapas de colonización del delta, pero pronto se puso de manifiesto la necesidad de crear organismos de gestión mancomunada a escala local y regional que coordinasen estos trabajos: las Juntas de Agua. Tras la invasión napoleónica (1806-1815), se instituye el Rijkswaterstaat que gestionará las infraestructuras del agua a nivel nacional hasta el presente.

20 Sijmons, *Room for the river: save and attractive landscapes*, 13.



[Fig. 4] Vista del Oosterscheldekering (1986) formado por 65 pilares de hormigón prefabricado entre 30,25m y 38,75m de altura con 62 compuertas de acero. Fuente: Stichting Zeeland VVW, Zeeland, Países Bajos, The Delta Works of Zeeland, <https://www.vvzee-land.nl/en/out-and-about/sights/delta-works/the-delta-works-of-zeeland/> (consultada el 10 de junio de 2020).

21 A principios de los años 70, se produjo una renovación de los mandos directivos del Rijkswaterstaat, poniendo fin al “régimen tecnocrático” en la protección frente al riesgo de inundación. El primer director de la institución no ingeniero fue el biólogo Henk Saeijs (1971), confirmando el giro ambientalista de las políticas de gestión del agua en los Países Bajos. Sijmons, *Room for the river: save and attractive landscapes*, 16.

22 Krystian W. Pilarczyk, *Impact of the Delta Works on the recent developments in coastal engineering*, 6.

23 La base de la cadena alimenticia del Oosterschelde la constituían decenas de variedades de algas que descansaban en el lecho del estuario. Además, convivían hasta 75 especies de peces entre los que destacaban el lenguado, el bacalao y el arenque. Entre las aves que habían escogido este lugar para la cría se encontraban las avocetas, las espátulas comunes o los gansos. *The Delta project: preserving the environment and securing Zeeland against flooding* (Den Haag: V&W, 1999), 18-19.

de los *Deltawerken* era coherente con su tiempo, un periodo de prosperidad económica y confianza en la tecnología que tras la posguerra, sentó las bases del Estado del Bienestar. Sin embargo, el proyecto fue cuestionado por los movimientos sociales y ecologistas a partir de las crisis energéticas de los 70. En este contexto social convulso, el planteamiento inicial de los *Deltawerken* basado en la resistencia frente al agua propia de la ingeniería se vio forzado a introducir la perspectiva ambientalista planificada²¹ que ponía en valor, además de la seguridad, la relación del agua y el entorno.²² Esta nueva aproximación ecologista al proyecto infraestructural se ensayó por primera vez en el cierre del estuario del Oosterschelde.

La construcción del *Oosterscheldekering* o cierre del estuario del Schelde Oriental, (figura 4) supuso un punto de inflexión en el desarrollo de los *Deltawerken* puesto que incorporaba una nueva variable a la protección del delta: la preservación de los valores ecológicos y culturales del estuario. El Oosterschelde era un ecosistema salobre con unas condiciones de calidad ambiental únicas en el delta, gracias a la excepcional limpieza y calidez de sus aguas que lo convertían en un refugio y vivero natural de los bancos de peces del Noordzee. Además de la diversidad de especies de algas, peces, moluscos y aves migratorias,²³ la cultura e identidad de la población estaba relacionada directamente con el cultivo del marisco y la pesca. La propuesta inicial para el Oosterschelde consistía en el cierre total del estuario convirtiéndolo así en una reserva de agua dulce. Sin embargo, las protestas sociales obligaron a abrir un debate entre, por un lado, los partidarios de la barrera, principalmente agricultores y juntas de agua, y por el otro, los grupos conservacionistas, científicos y pescadores, que defendían elevar la altura de los diques existentes manteniendo el efecto de las mareas sobre el estuario. Finalmente, una comisión de expertos propuso una solución intermedia que consistía en la construcción de una barrera móvil que garantizase la seguridad de la población y preservase los valores ambientales y culturales del lugar.



- 24 Frente al conservacionismo característico de la etapa anterior, esta nueva actitud ofensiva no estuvo exenta de polémica puesto que algunos sectores ecologistas consideraron la creación de nueva naturaleza contradecía los valores abióticos del paisaje histórico-cultural. En este contexto, la arquitectura del paisaje asumió el reto de reconciliar seguridad, progreso, preservación del medio e identidad. S. van Rooij y otros, *Ruimte voor de rivier, ruimte voor de natuur?* (Wageningen, Países Bajos, Alterra, 2000), 29.
- 25 El concepto de belleza fue sustituido por el de “calidad espacial” en las políticas de ordenación públicas.
- 26 El *Plan Ooievaar* o de la Cigüeña fue el proyecto ganador del concurso convocado en 1985 por la Fundación Eo Wijers. El objetivo del concurso era premiar el mejor diseño de desarrollo paisajístico a escala regional para el área de los ríos Rijn y Maas.
- 27 La planificación del almacén, o del casco en el contexto neerlandés, consistía en asumir la incertidumbre del factor tiempo en la ordenación territorial. De acuerdo con esta teoría, la clave de la planificación estaba en combinar los procesos ecológicos que necesitaban cierta estabilidad en el tiempo (dinámicas lentas), con otros procesos de carácter social o económico que disponían de mayor flexibilidad (dinámicas rápidas). Los usos del suelo como por ejemplo la actividad agrícola pertenecía a esta segunda categoría mientras que la recarga de los acuíferos correspondía a la primera.

[Fig. 5] Delimitación de los paisajes principales neerlandeses recogidos en el *Structuurschema Groene Ruimte 2* del Ministerio de agricultura y pesca (2002). Fuente: elaboración propia del autor.

Cambio de paradigma en la gestión del riesgo de inundación

La reformulación del Oosterscheldekering puso en evidencia un cambio de paradigma ambientalista en la planificación de la seguridad en los Países Bajos que se había gestado con las crisis económicas y sociales de los 70. Las políticas ambientales se habían centrado en la protección de áreas de especial valor ecológico durante décadas, sin embargo, a partir de los 80 se instauró la conciencia que la naturaleza no sólo debía ser objeto de protección y mantenimiento sino que además, podía crearse.²⁴ El desarrollo de la naturaleza dependía, por un lado, de la forma del espacio de acuerdo con los principios estéticos de la arquitectura del paisaje, en otras palabras, de la belleza,²⁵ y por otro lado, de la gestión de los procesos en el tiempo. Sin embargo, la compatibilidad entre el desarrollo natural, los valores estéticos del paisaje (figura 5) y el mantenimiento de los estándares de seguridad, era un reto complejo que la ingeniería hidráulica no estaba en disposición de abordar, de forma que este campo de experimentación fue cubierto por primera vez desde la ecología con en el *Plan Ooievaar* (1987).²⁶ Este plan, pionero en la planificación del almacén,²⁷ fue elaborado por un equipo de ecologistas, paisajistas y científicos, y proponía una nueva relación entre las dinámicas fluviales y los usos del suelo, tomando la agricultura como aliada y poniendo el foco en la restauración de las llanuras aluviales. Este planteamiento tuvo un gran impacto en la planificación espacial neerlandesa, y fue respondido por parte de los partidarios de reforzar los diques, de acuerdo con el paradigma ingenieril, con la presentación de un plan de restauración

[Fig. 6] Distribución de la *Ecologische Hoofdstructuur* (EHS) en los Países Bajos. Fuente: elaboración propia a partir de Rijksoverheid, Compendium voor de leefomgeving, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Natura 2000 – Vogel – en Habitatrichtlijn gebieden en de EHS. <<https://www.clo.nl/indicatoren/nl142501-begrenzing-van-het-natuurnetwerk-en-natura-2000-gebieden>> (consultada el 10 de junio de 2020).



paisajística de los diques,²⁸ que sin embargo, no fue capaz de convencer ni a los grupos conservacionistas ni a los propios residentes.²⁹

Tras el *Plan Ooievaar* se aprobó el IV Plan Nacional de ordenación espacial (1988), también conocido como la IV Nota. El Plan Nacional proponía una visión integral de la red hidrológica neerlandesa basada en la compatibilidad entre la calidad ambiental de los medios acuáticos, la seguridad frente a las catástrofes naturales y el progreso económico del país. Uno de los sectores de intervención prioritarios fue el área de los grandes ríos o Rivierengebied. El cauce del Rijn y el Maas mantenían una doble función, por un lado, eran los principales corredores de transporte acuático, y por el otro, podían convertirse en conectores ecológicos, tras una adecuada restauración de las llanuras aluviales e integración de las áreas agrícolas. En 1990, fue aprobado el *Natuurbeleidsplan* o Plan de política natural cuyo objetivo era la recuperación, conservación y desarrollo sostenible de los valores naturales del paisaje neerlandés. Para lograr este objetivo se creó el concepto de la Red Ecológica Principal o *Ecologische Hoofdstructuur* (EHS) (figura 6) formada por tres categorías de espacios naturales: núcleos, áreas de desarrollo natural y zonas de conexión.³⁰

28 Ministerie van Verkeer en Waterstaat (V&W), *Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen* (Den Haag: V&W, 1993).

29 Anna J. Wesselink y otros, *Dutch dealings with the Delta*, 196.

30 Los núcleos ocupaban la mayor superficie y se correspondían con los grandes paisajes culturales agrícolas, humedales, bosques, etc. las áreas de desarrollo eran sectores con buenas condiciones por su calidad ambiental y finalmente, los conectores ponían en relación las dos categorías anteriores.

JOAN MORENO

De la resistencia a la resiliencia.
Nuevos paradigmas en la gestión
del agua en los Países Bajos

From resistance to resilience.
New paradigms in water
management in the Netherlands

31 En 2003, la EHS pasó a ser gestionada por las administraciones provinciales y se reformuló como la *Natuurnetwerk Nederland* (NNN) o Red natural neerlandesa que fijó como objetivos principales la promoción de la biodiversidad de los sistemas naturales del delta.

32 Hans Bruijn. *The politics of resilience in the Dutch "Room for the river"-project* (Amsterdam, Elsevier, 2015): 660.

33 C. S. Holling, "Engineering resilience versus ecological resilience", en *Engineering within ecological constraints*, Peter Schulze, ed. (Washington DC: National Academy of Engineering, 1996), 31-43.

34 Bruijn. *The politics of resilience in the Dutch "Room for the river"-project*, 662.

35 El río Maas, con una longitud de 950km², nace en Francia a tan sólo 409m de altitud y en su cuenca de 36.000km² viven alrededor de 9 millones de personas. Por otro lado, el Rijn nace en los Alpes suizos a 1.602m de altitud, dispone de una longitud de 1.230m y en su cuenca de 185.000km² reside una población de más de 40 millones de personas. Hooimeijer y otros, *Atlas of Dutch water cities*. (Amsterdam: SUN, 2005), 108.

36 Aunque la llanura deltaica se formó progresivamente en sentido este-oeste, el flujo de las mareas con una oscilación de 3m penetra 160km hacia el interior por el cauce del Rijn hasta la frontera con Alemania. De este modo, las dinámicas erosión-sedimentación propias de las corrientes fluviales y las mareas abarca prácticamente todo el cauce del río.

37 Los meandros fueron ocupados por la industria minera de extracción de gravas y las fábricas de ladrillos que explotaban los limos y arcillas del lecho fluvial.

38 Rooij, *Ruimte voor de rivier, ruimte voor de natuur?* (Wageningen, Países Bajos, 2000): 25.

39 En sólo dos años se repitió el periodo de retorno de cien años.

Era evidente que los ríos y humedales del delta eran los espacios de mayor diversidad y continuidad ecológica y se convirtieron en los primeros candidatos en formar parte de la EHS.³¹

Durante los 90, se produjo un cambio de paradigma en la planificación de la protección frente al agua pasando de la anticipación a la resiliencia planificada en las zonas de descarga. La resiliencia consiste en la capacidad de estabilización o adaptación tras una perturbación,³² sin embargo, esta adaptación puede interpretarse de forma distinta en función de si la aproximación se realiza desde la ingeniería o las ciencias naturales. En el primer caso, la resiliencia se basa en el retorno al equilibrio minimizando el impacto de la perturbación, en el segundo en la adaptación es decir, en la cantidad de distorsión absorbida por el sistema antes de cambiar su estructura, en definitiva eficiencia y predictibilidad frente a flexibilidad e incertidumbre³³ La resiliencia derivada de la ingeniería era más previsible y fácil de evaluar que la ecológica.³⁴ Además, aunque las soluciones infraestructurales eran más costosas y sus efectos no siempre satisfactorios, eran más fáciles de negociar con los agentes del territorio que las propuestas basadas en la ecología, con resultados más impredecibles. A principios de los años 90, una vez ejecutado el Oosterscheldekering y en previsión de los efectos del cambio climático sobre el delta, las políticas de seguridad frente al agua integraron las dos visiones, una basada en la anticipación al desastre mediante el refuerzo de los diques y la otra basada en la resiliencia que asumía la adaptación progresiva al cambio. Su puesta en práctica, tras la ejecución de los *Deltawerken*, se llevó a cabo en el área de los grandes ríos o Rivierengebied.

El paradigma de la ecología: Espacio para los ríos (2006-2019)

La Rivierengebied comprende las cuencas del Rijn y el Maas³⁵ desde la frontera oriental con Alemania hasta su desembocadura en la provincia de Zeeland.³⁶ En la cabecera, el Rijn se bifurca en tres brazos fluviales, el Waal, el IJssel y el Nederrijn-Lek, cuyos cauces presentan características abióticas, bióticas y antropogénicas diversas entre sí. Por su parte, el tramo alto del Maas, entre Maastricht y Maasbracht, fue canalizado para facilitar la navegabilidad y proteger las áreas urbanizadas.³⁷ En el curso medio, los grandes ríos cruzan de este a oeste el área central del país, confinados entre los bancos de arena de Noord-Brabant, en el sur, y las elevaciones del Veluwe y el Utrechtse Heuvelrug, en el norte. Una de las particularidades de este tramo es que por efecto de la subsidencia, los cauces del Lek y el Waal discurren elevados respecto a los terrenos agrícolas circundantes por lo que el riesgo de inundación es muy elevado. Finalmente, en el área de transición con el estuario, al oeste del parque natural del Biesbosch (Figura 7), se distinguen dos sectores muy dinámicos,³⁸ al norte, la región metropolitana de Rotterdam y al sur, los pólderes agrícolas del Hoeksche Waard. La presión humana sobre los cauces de los grandes ríos había aumentado su vulnerabilidad ante catástrofes naturales como las inundaciones. En 1993, tuvo lugar un nuevo episodio en el curso alto del Maas y sólo dos años después en el Rijn.³⁹ Una respuesta basada exclusivamente en el refuerzo ilimitado de los diques, en esta ocasión, no era suficiente, sino que había que explorar nuevas estrategias que integrasen también las dinámicas naturales en este sector.

Una vez finalizados los *Deltawerken*, las administraciones públicas pusieron el foco de atención en el Área de los grandes ríos. La frecuencia de las inundaciones producidas a principios de los 90 en el curso alto del Rijn y el Maas habían alertado de la inseguridad del sector. A petición del Gobierno, la Delta Commissie elaboró un informe sobre el impacto del cambio climático en el delta. El



[Fig. 7] Vista del Parque Nacional del Biesbosch (Noord-Brabant) en dirección sur.
Fuente: Archivo del autor.

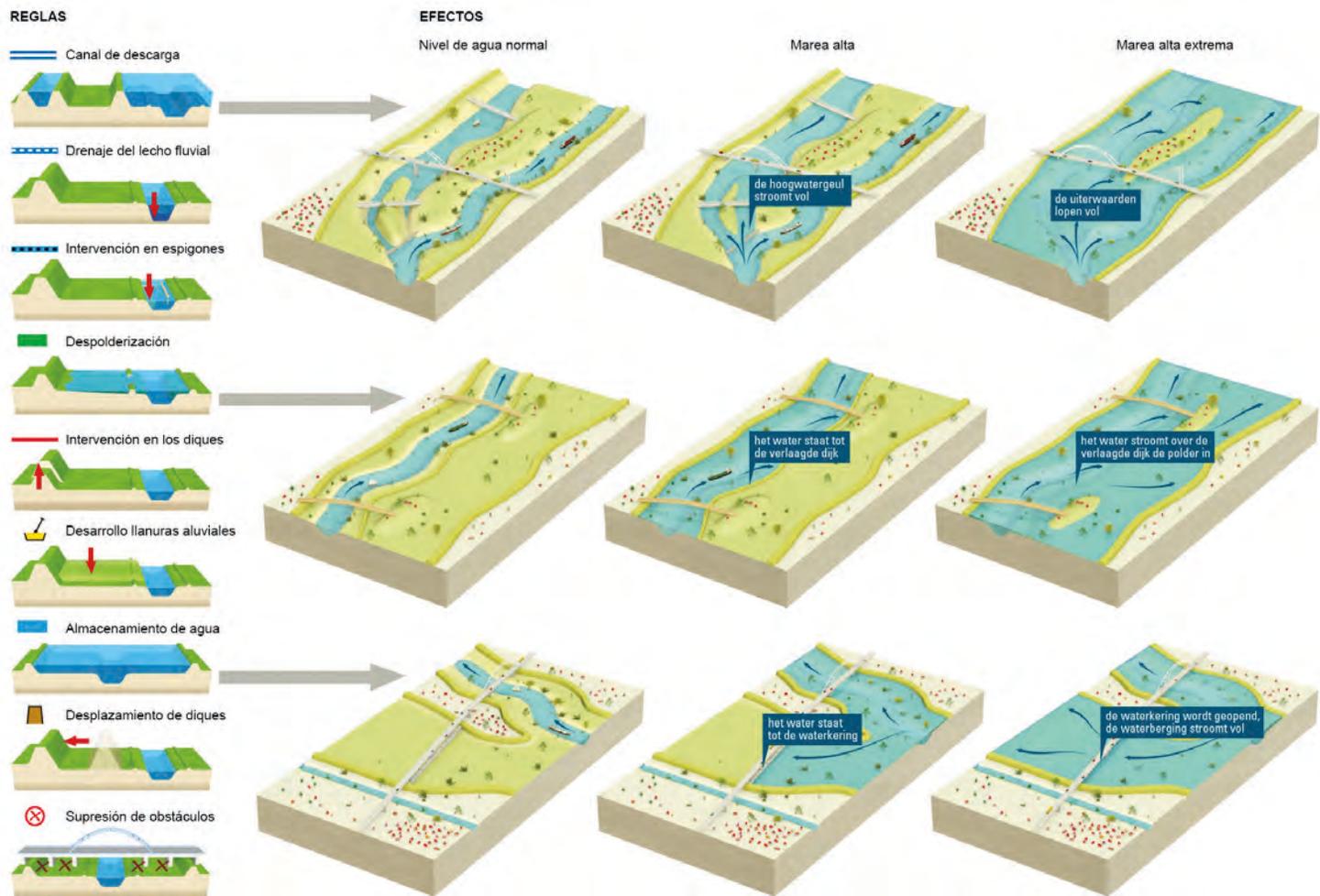
estudio presentaba dos escenarios simultáneos, por un lado, la elevación del nivel del mar hasta 1,3m en 2100, agravada por los efectos de la subsidencia en el interior; y por otro lado, la alteración del régimen estacional de lluvias que implicaba sequías prolongadas en verano con la consiguiente elevación del nivel freático y la salinización de los campos agrícolas, además de un incremento del volumen de descarga en invierno. Como consecuencia de este último escenario, se recomendó ampliar la capacidad del Rijn en 3.000 m³/s y del Maas en 800m³/s y la creación de nuevas reservas de agua dulce para combatir la salinización agrícola y disponer de balsas de descarga en caso de avenida.⁴⁰ En este contexto, los estándares de seguridad fijados en los *Deltawerken* fueron flexibilizados y se establecieron nuevos baremos de protección que dependían del impacto social, económico y ambiental. En el área de los grandes ríos, el refuerzo ilimitado de los diques era inadmisibles,⁴¹ por lo que las intervenciones pasaban necesariamente por la reserva de espacio en el cauce. En esta línea de actuación se propuso el programa *Ruimte voor de Rivieren* (RvR) o Espacio para los ríos.

El programa RvR recogía los principios y procedimientos de gestión establecidos en la Planologische Kernbeslissing (PKB) de ámbito nacional.⁴² El programa proponía la introducción del concepto de “calidad espacial” al mismo nivel que el de seguridad, de este modo, se aseguraba que la naturaleza, el paisaje, la cultura local y el patrimonio formaban parte de la propuesta de ordenación. El RvR se basaba en un programa de 34 actuaciones en los cauces del Rijn y el Maas y sus tributarios, adaptadas a las particularidades de cada emplazamiento pero con carácter sistémico (Figura 8), con el objetivo de garantizar la seguridad y la calidad

40 La estrategia de inundar selectivamente el territorio se demostró eficaz como mecanismo defensivo durante la guerra de Flandes (1568-1648). Los Países Bajos tomaron el agua como aliada en la protección del país contra el avance de las tropas enemigas mediante la construcción de la Oude hollandse Waterlinie (1673), hasta el Stelling van Amsterdam (1874), una reserva de áreas inundables que protegían el perímetro de la ciudad y que en la actualidad constituye el anillo verde metropolitano de la capital, declarado patrimonio de la humanidad por la UNESCO en 1996.

41 Bruijn. *The politics of resilience in the Dutch “Room for the river”-project*, 663.

42 Sijmons, *Room voor de rivier: save and attractive landscapes*, 21.



[Fig. 8] Estrategias de actuación en los cauces de los ríos a partir de los proyectos Ruimte voor de rivieren y Maaswerken. Fuente: Grote Bosatlas. Maatregelen en gevolgen. Ruimte voor de rivieren. Noordhoff Uitgevers BV, Kaart 42BC. 2016.

de vida (espacial) de más de 4 millones de neerlandeses.⁴³ Las estrategias de intervención comprendían desde el desplazamiento de diques para la ampliación de las llanuras aluviales hasta la construcción de canales de descarga naturalizados.

Por otra parte, la promoción de la calidad espacial en los proyectos de acondicionamiento de los cauces fluviales justificaba la incorporación de nuevos agentes hasta la fecha considerados hostiles a la causa ambientalista. El programa RvR produjo alianzas paradójicas como por ejemplo la formada por los grupos conservacionistas y la industria minera o agroalimentaria. La extracción de gravas de los lechos fluviales ampliaba la capacidad de descarga de cauce y la incorporación de los campos agrícolas al ámbito natural de los ríos permitía mejorar la conectividad ecológica entre el río y el territorio. En definitiva, el programa RvR conjugaba dos visiones, la ingenieril resistente centrada en la utilidad de los diques de contención y la ecologista resiliente basada en la adaptación a los procesos y la flexibilidad espacial.

Conclusiones

Los deltas son espacios extremadamente vulnerables al cambio. El frágil equilibrio entre las dinámicas marinas y continentales, pero también la biodiversidad propia de estos medios, se sustenta en la certidumbre, es decir, en los procesos periódicos y de largo alcance que garantizan cierta estabilidad en

43 Elisabeth Hartgers y otros, *Natuurrealisatie in het programma Ruimte voor de rivier: wat zijn de leerpunten van het programma Ruimte voor de rivier voor combineren van water en natuuropgaven?* (Wageningen, Países Bajos, Alterra, 2015): 18.

el tiempo. Entre estos procesos está el efecto diario de las mareas o la aportación constante de sedimentos que resulta de un régimen de lluvias regular. Por otra parte, la presión humana sobre el medio deltaico a causa de la riqueza de sus recursos naturales y la elevada accesibilidad territorial, ha incorporado nuevos procesos de transformación a corto plazo de carácter económico y social, como la agricultura, la represa en el curso alto del río, o la logística, que han alterado irreversiblemente el frágil equilibrio ambiental de este medio. En la actualidad, los efectos del cambio climático inciden de forma directa en los deltas, tanto por el incremento del nivel del mar como por la virulencia de los temporales marítimos que afectan a nuestras costas. De este modo, la preservación de los valores ambientales y la biodiversidad de los deltas ya no dependen sólo de la acción de las dinámicas naturales sino que requieren el compromiso e inversión por parte de sus habitantes. Ante estos desequilibrios, el ser humano ha intervenido en el delta de una forma resistente, es decir, asumiendo la irreversibilidad de los efectos provocados sobre medio y estableciendo unos estándares de seguridad, en función de la disponibilidad de recursos materiales para hacer frente al riesgo. Es decir, se invierte en prevención, sin embargo, en algunos casos se actúa directamente sobre los efectos de las catástrofes una vez estas se han producido, asumiendo los costes humanos y materiales que podrían provocar.

El delta del Rijn-Maas-Schelde corresponde al primer caso. Los recursos empleados en el blindaje del delta neerlandés desde los años 50 han permitido establecer periodos de inundación comprendidos entre los 250 y 10.000 años. La inversión en infraestructura hidráulica se ha demostrado relativamente eficaz en la protección de la población, sin embargo, los costes ambientales han sido devastadores. En la actualidad, algunos sectores del delta central se encuentran a 7m por debajo del nivel del mar por efecto de la subsidencia, y siguen descendiendo a un ritmo de 15cm cada 100 años. Los recursos pueden ser ilimitados pero la capacidad del medio de asimilar los cambios locales y globales probablemente no. En este sentido, la planificación espacial neerlandesa ha virado su rumbo hacia proyectos hidráulicos que contemplen las dinámicas naturales como aliadas en lugar de como rivales. La devolución progresiva de espacio al agua puede contribuir, no a frenar, pero sí a mitigar los efectos del cambio de régimen pluviométrico y del ascenso del nivel del mar en Europa central. Además, el delta neerlandés es la materialización espacial de un orden social basado en la cooperación y el consenso. El prestigio y la tradición de la planificación territorial en los Países Bajos así lo atestiguan. Una planificación espacial que desde sus orígenes estuvo relacionada con la red hidráulica o de gestión del riesgo de inundación.

Finalmente, cabe destacar que las políticas de protección frente al riesgo de inundación en los Países Bajos han transformado el concepto de “calidad ambiental” por el de “calidad espacial” en sus planes de ordenación con el objetivo de integrar otro tipo de agentes en el “diseño” del espacio natural del agua como por ejemplo la industria minera, la agricultura o el sector inmobiliario. Este planteamiento, basado en la tendencia tradicional al consenso de la cultura neerlandesa, podría ser un primer paso hacia una visión integral del delta basado en la incertidumbre que consolidase el tránsito de la resistencia a la resiliencia en la gestión del agua ante el reto del cambio climático. Sin embargo, algunos sectores, especialmente en el ámbito científico y conservacionista, consideran que la sustitución de “calidad ambiental” por “calidad espacial” es la coartada para involucrar agentes con intereses no vinculados a la sostenibilidad en la planificación neerlandesa frente a las amenazas naturales, como las inundaciones.

Procesos urbanos,
dinámicas del agua
y cambio climático
Urban processes,
water dynamics and
climate change

JOAN MORENO

De la resistencia a la resiliencia.
Nuevos paradigmas en la gestión
del agua en los Países Bajos

From resistance to resilience.
New paradigms in water
management in the Netherlands

Bibliografía

- Bruijn, Hans de; Bruijne, Mark de, Heuvelhof, Ersnt ten. 2015 *The politics of resilience in the Dutch "Room for the river"-project*. Conference on systems engineering research. Amsterdam: Elsevier. DOI: 10.1016/j.procs.2015.03.070
- Day, John W.; Agboola, Julius; Chen, Zhongyuan, [et. al]. 2016. Approaches to defining deltaic sustainability in the 21st century. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 183 (diciembre): 275-291.
- Fariello, Francesco. 2004. *La arquitectura de los jardines: de la antigüedad al siglo XX*. Barcelona: Reverté, Estudios universitarios de arquitectura 3.
- Grote Bosatlas. *Maatregelen en gevolgen. Ruimte voor de rivieren*. Noordhoff Uitgevers BV, Kaart 42BC. 2016
- Hartgers, Elisabeth; Buuren, Michael van, Fontein, Robert Jan; Hattum, Tim van; Lange, Marieke de, Maas, Gilbert. 2015. *Natuurrealisatie in het programma Ruimte voor de rivier: wat zijn de leerpunten van het programma Ruimte voor de rivier voor combineren van water en natuuropgaven?*. Wageningen (Países Bajos): Alterra Wageringen.
- Holling, C. S. 1996. Engineering resilience versus ecological resilience. En: *Engineering within ecological constraints*, ed. Peter Schulze, 31-43. Washington DC: National Academy of Engineering. DOI: <https://doi.org/10.17226/4919>.
- Hooimeijer, Fransje; Meyer, Han; Nienhuis, Arjan. 2005. *Atlas of Dutch water cities*. Amsterdam: SUN.
- Metz, Tracy y Heuvel, Maartke van de. 2012. *Sweet & salt: water and the Dutch*. Rotterdam: NAI.
- Meyer, Han. 2017. *The state of the delta: engineering, urban development and nation building in the Netherlands*. Nijmegen (Países Bajos): Vantilt.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (V&W). 1993. *Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen Eindrapport*. Den Haag: V&W.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (V&W). 1999. *The Delta project; preserving the environment and securing Zeeland against flooding*. Den Haag: V&W.
- Moreno, Joan. 2014. Esquinas territoriales. Movilidad y ordenación territorial, un modelo de integración: el Randstad-Holland. Tesis Doctoral. Departamento de Urbanismo y Ordenación

del Territorio, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya.

Pilarczyk, Krystian W. 2012. Impact of the Delta Works on the recent developments in coastal engineering. *Coastal and ocean engineering practice: volume 1*, Young C Kim, ed. 1-37. Los Angeles (EUA): California State University, DOI: <https://doi.org/10.1142/8202>.

Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Ruimte voor de rivieren, Den Haag, Países Bajos, <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/maatregelen-om-overstromingen-te-voorkomen/ruimte-voor-de-rivieren/index.aspx> (consultada el 15 de mayo de 2020).

Rooij, S. van; Klijn, F., Higlet, L. 2000. *Ruimte voor de rivier, ruimte voor de natuur?*. Wageningen (Países Bajos): Alterra, Research Instituut voor de groene ruimte, Alterra raport 190.

Sijmons, Dirk; Feddes, Yttje; Luiten, Eric; Feddes, Fred. 2017. *Room for the river: save and attractive landscapes*. Wageningen (Países Bajos): Blauwdruk.

Steenhuis, Marinke y Voerman, Lara. 2016. *De Deltawerken*. Rotterdam (Países Bajos): nai010.

Steenhuis, Marinke y Meurs, Paul. 2017. *Beyond the dikes: how the Dutch work with water*. Rotterdam: nai010.

Stichting Deltawerken online, The Delta Works, <http://www.deltawerken.com/1> (Consultado el 5 de mayo de 2020).

Ven, G. P. van de. 2004. *Man-made lowlands: history of water management and land reclamation in the Netherlands*. Utrecht (Países Bajos): Uitgeverij Matrijs.

Wagenaar, Cor. 2011. *Town planning in the Netherlands since 1800: responses to enlightenment and geopolitical realities*. Rotterdam: 010 Publishers.

Wesselink, Anna J.; Bijker, Wiebe E.; de Vriend, Huib J; Krol, Maarten S. 2007. Dutch dealings with the Delta. *Nature and culture*, vol. 2, p. 188-209. Oxford (Reino Unido): Berghahn books, DOI: <https://doi.org/10.3167/nc.2007.020206>.

Wouter, Reh; Steenbergen, Clemens; Aten, Diederik. 2007. *Sea of land: the polder as an experimental atlas of Dutch landscape architecture*. Rotterdam: Stichting uitgeverij Noord-Holland.