HACIA LA METAMORFOSIS SINTÉTICA DE LA COSTA
DISEÑANDO PAISAJES RESILIENTES
TOWARD THE SYNTHETIC METAMORPHOSIS OF THE COAST
DESIGNING RESILIENT LANDSCAPES

TOMO 1
Tesis Doctoral

MIRIAM GARCÍA GARCÍA
Arquitecta y paisajista
2017

Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio
Escuela Técnica Superior de Arquitectura

HACIA LA METAMORFOSIS SINTÉTICA DE LA COSTA
DISEÑANDO PAISAJES RESILIENTES
TOWARD THE SYNTHETIC METAMORPHOSIS OF THE COAST
DESIGNING RESILIENT LANDSCAPES

Autora:

Miriam García García
Arquitecta y paisajista

Director de la tesis:

José María Ezquiaga Domínguez
Doctor Arquitecto

Mentor Internacional

David Gerard Gouverneur Malakoff
M.Arch. in Urban Design

2017

ABSTRACT

We are in a post ecological era in which the nature as a distinct archetype of the human no longer exists. An era known as the Anthropocene, in which the global warming commonly known as climate change, is for many, its most emblematic crisis. A moment therefore, of personal and global responsibility, in which the action is necessary (Purdy, 2015). A time to devise strategic responses, which from the combination of the planning and action will enable the development of research, at the same time that catalyze cultural and physical processes aimed at resilience.

In this global context, the thesis questions the global treatment of the coasts, its planning, management and design. This reformulation must come parallel to the radical change of the conceptual frame in which the transformation of the coast, through the planning and the projects, had been developed in the last centuries. This first transformation of the coast is reclaimed in the thesis by the elaboration of a set of proposals that confront what we have done until now with the answer to the change of conditions that we hoped, within the uncertain frame of the climate change.

It is not the main objective of the thesis to exercised criticism, but it is useful to develop a set of conceptual and design responses from which to reformulate the relationship of the expansion of the human habitat with a dynamic coast and

its inherent hazards related with the uncertain climate change context. This is carried out through a set of representative study cases of what the German sociologist Ulrich Beck denominates the metamorphosis of the risk (Beck, 2015). For him, is not only about contemplating the negative consequences brought by the new global economic and ecological conditions, on the contrary, to take advantage of the unexpected, but potentially positive and emancipatory consequences of the catastrophes. Climate change is without any doubt the emblematic catastrophe of the anthropocene condition. That means that we live a moment of enlightenment of new orders, structures and relations that Beck encourages us to analyze as if they were the origins of future structures and typologies.

In this way, is proposed a deep analysis of the answer of the institutions, the planners and the designers to the floods brought by the Hurricane Katrina at the end of August of 2005 in the coasts of Louisiana, Mississippi and Alabama and by the hurricane Sandy at the end of October of 2012 in the coast of New York and New Jersey. From this understanding, the thesis formulates a typological and technological catalogue of strategies with which to approach one second metamorphosis of the free coast concerning the metaphysical concept of a static nature that must be protected, that opens the door to the synthetic ecology of the design of resilient coastal landscapes.

RESUMEN

Nos encontramos en una era postecológica en que la naturaleza como arquetipo separado de lo humano ya no existe. Una era conocida como Antropoceno, en la cual el calentamiento global, comúnmente conocido como cambio climático, es para muchos su crisis más emblemática. Un momento, por lo tanto, de responsabilidad personal y global, en el que la acción se hace necesaria (Purdy, 2015). Un tiempo en el que idear respuestas estratégicas, que desde la combinación de la planificación y la acción posibiliten el desarrollo de la investigación y al mismo tiempo que catalicen procesos culturales y físicos encaminados a la resiliencia.

En ese contexto global, la tesis cuestiona el tratamiento de las costas, su planificación, gestión y diseño. Defiende que su reformulación debe venir de la mano de un cambio radical del marco conceptual en el que se ha desarrollado su transformación a través de planes y proyectos, en los últimos siglos. Este primer cambio de la costa, se reclama en la tesis mediante la elaboración de un conjunto de proposiciones que confrontan los modelos actuales con otros nuevos, como respuesta al cambio de condiciones que esperamos, dentro del marco incierto del cambio climático.

Pero el objetivo principal de la tesis no es la crítica, sino que su utilidad consiste en elaborar un conjunto de propuestas conceptuales y de diseño desde las que reformular la relación del desarrollo

del hábitat humano con las dinámicas litorales y los peligros inherentes del cambio climático. Esto se lleva a cabo a través de un conjunto de casos de estudio representativos de lo que el sociólogo alemán Ulrich Beck denomina la metamorfosis del riesgo (Beck, 2015). Para él, no se trata de contemplar las consecuencias negativas que nos traen las nuevas condiciones económicas y ecológicas globales sino, por el contrario, aprovechar las consecuencias imprevistas, pero potencialmente positivas y emancipatorias de las catástrofes. El cambio climático es, sin duda alguna, la catástrofe emblemática de la condición antropocena. Pero esto significa también que vivimos un momento de alumbramiento de nuevos órdenes, estructuras y relaciones, que Beck nos alienta a analizar como si fueran el germen de futuras estructuras y tipologías.

Para ello se estudia en profundidad la respuesta de las instituciones, los planificadores y los proyectistas a las inundaciones provocadas por el huracán Katrina a finales de agosto de 2005 en las costas de Luisiana, Mississippi y Alabama y por el huracán Sandy a finales de octubre de 2012 en la costa de Nueva York y Nueva Jersey. A partir de su comprensión, la tesis formula un abanico tipológico y tecnológico de herramientas con el que abordar una segunda metamorfosis de la costa. Una costa libre del concepto metafísico de una naturaleza estática a la que hay que proteger, abriendo de este modo la puerta a la ecología sintética del diseño de paisajes costeros resilientes.

AGRADECIMIENTOS

“Durante un rato, Alicia y la oruga se miraron en silencio, hasta que, finalmente, la oruga se quitó la pipa de los labios y se dirigió a la muchacha con voz lánguida y somnolienta:

—¿Quién eres tú? —preguntó.

No era una manera muy halagadora de comenzar una conversación. Alicia respondió, más bien tímidamente:

—Casi..., casi no lo sé, señora. Hasta el momento..., al menos, yo sé quién era cuando desperté esta mañana, pero me parece que he tenido muchos cambios desde entonces.

—¿Qué has querido decir con eso? —repuso severamente la oruga—. Explícate.

—Creo que no puedo hacerlo en forma más clara, señora —repuso Alicia muy amablemente—, porque, para empezar, yo misma no lo entiendo. Esto de tener tantos tamaños diferentes en un solo día resulta bastante desconcertante.

—Nada de eso —repuso la oruga.

—Bueno, quizá usted no lo haya encontrado así todavía

—observó Alicia—, pero cuando tenga que convertirse en crisálida, como le pasará un día, como usted sabe, y luego se transforme en mariposa, creo que se sentirá un poco rara, ¿no le parece?

—En absoluto —contestó la oruga.

—Es posible, también, que tenga usted un modo de sentir diferente —agregó Alicia—. Lo único que sé es que a mí me parece muy raro.

— A ti! —dijo altivamente la oruga—. ¿Quién eres tú? Eso les trajo de nuevo al comienzo de la conversación”.

(Carroll, 1865)

Gracias de corazón, a todos los que de diversas maneras me acompañan.

I offer very warm thanks to all those who in various ways go walking with me.

“I cannot tell you how readable the book of nature is becoming for me; my long efforts at deciphering, letter by letter, have helped me; now all of a sudden it is having its effect, and my quiet joy is inexpressible”.

(Johann Wolfgang von Goethe to Charlotte von Stein, 1786)

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

1. PRESENTACIÓN	1
2. MOTIVACIÓN	5
3. ACTUALIDAD DEL TEMA	8
4. OBJETIVOS	12
5. HIPÓTESIS Y METODOLOGÍA	13
5.1 La hipótesis	14
5.2 La metodología: El método de casos	15
5.3 Los casos	22
6. EL GUIÓN	25

CAPÍTULO 1. EL CONTEXTO GLOBAL. LA CONDICIÓN ANTROPOCENA

1. UN ESTADO DE CRISIS	29
2. EL ANTROPOCENO	34
3. EL CAMBIO CLIMÁTICO: LA SITUACIÓN EMBLEMÁTICA DE LA CONDICIÓN ANTROPOCENA	39
4. LA COSTA EN EVOLUCIÓN	49
5. SISTEMAS COSTEROS Y CAMBIO CLIMÁTICO	54
5.1 Una caracterización de la costa	57
5.2 La evaluación del peligro inherente	65
6. LA INFLUENCIA HUMANA EN UNA COSTA EN EVOLUCIÓN	71
7. RESPUESTAS HACIA EL CAMBIO	75

CAPÍTULO 2. EL CONTEXTO TEÓRICO. LAS PROPOSICIONES

Proposición 1. DEL RIESGO A LA RESILIENCIA	79
1. LA FUNCIÓN ALUMBRADORA DEL RIESGO	79
2. PAISAJES EXTERNALIZADOS	83
3. EL MARCO DE LA RESILIENCIA	86
3.1 Construyendo la resiliencia	86
3.2 La Evolución del concepto de resiliencia en los Sistemas Adaptativos Complejos	88
3.3 Dinámicas lineales	90
4. EL CICLO ADAPTATIVO	92
5. VALORAR LA RESILIENCIA	95
6. DISEÑANDO LA RESILIENCIA	96
3.1 Pensamiento resiliente	97
3.2 Diseño resiliente	99
7. RESILIENCIA COSTERA	103
7.1 Estrategias	104
7.2 Comunidades	105
7.3 Obstáculos	108
7.4 Visiones de futuro	109
8. TIPOLOGÍAS COSTERAS	111
8.1 Formas del terreno (Landforms)	112
8.2 Muros (Walls)	118
8.3 Formas Mixtas (Mix forms)	122
Proposición 2. DEL DISEÑO A LA INVESTIGACIÓN A TRAVÉS DEL DISEÑO	126
1. PENSAMIENTO DE DISEÑO	126
1.1 Pensamiento de diseño ¿qué es eso?	127
1.2 Las posiciones	131
2. PROBLEMAS RETORCIDOS Y SISTEMAS SOCIO-ECOLÓGICOS	133
3. REPENSANDO LA RESILIENCIA COSTERA A TRAVÉS DEL DISEÑO	136
3.1 Campo de operaciones	136
3.2 Diseño participativo e inclusivo	137
3.3 Laboratorio (re)generativo	137

4. INVESTIGACIÓN A TRAVÉS DEL DISEÑO (RE)GENERATIVO PARA LA RESILIENCIA COSTERA	139
4.1 Costas vivas (Living shorelines)	139
4.2 Islas vegetales flotantes (Floating islands)	142
4.3 Tapete de algas filtrador (Algal Turf Scrubber)	144
4.4 Recuperación de humedales intermareales (Tidal Wetland Restoration)	145
5. COMMUNITY ENGAGEMENT	148
6. DISEÑO DE PAISAJES EXPERIMENTALES FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO	151
6.1 Estructuras anfibas (Amphibious structures)	156
6.2 Bosques pantalla (Attenuation forest)	161
6.3 Islas motor (Island motor)	166
6.4 Invirtiendo la costa (Turning the coast)	171
7. EL PAISAJE COMO MEDIO DE INVESTIGACIÓN Y DISEÑO	177
Proposición 3. DE LA INFRAESTRUCTURA AL PAISAJE	179
1. DISEÑO URBANO Y URBANISMO PAISAJÍSTICO	182
2. PAISAJES GENERATIVOS	190
3. EL PAISAJE COMO INFRAESTRUCTURA	198
4. PAISAJES COSTEROS RESILIENTES	203
5. LA RESILIENCIA COSTERA Y EL LABORATORIO HOLANDÉS	206
5.1 Las inundaciones, las grandes conformadoras	207
5.2 El Plan Delta	211
5.3 El Nuevo Paradigma, trabajar con la naturaleza	211
CAPÍTULO 3. EL CONTEXTO DE LOS CASOS DE ESTUDIO. LOS LABORATORIOS	221
Laboratorio 1. REBUILD BY DESIGN COMPETITION	228
1. RESPUESTA	229
2. PRECEDENTES	234
2.1 Rising currents	234
2.2 On the Water: Palise Bay	238
2.3 Vision 2020: New York City Comprehensive Waterfront Plan (2011)	240
3. LOS PILARES DEL CONCURSO	242
3.1 El proceso	242
3.2 Talento	244
3.3 Financiación	244
3.4 Colaboración	244
4. LAS ETAPAS DEL CONCURSO	247
4.1 Llamada internacional	247
4.2 Investigación a través del diseño colaborativo	250
4.3 Diseño	251
5. LAS PROPUESTAS GANADORAS	255
The Big U - The Dryline	256
Living with the bay	260
Living breakwaters	264
Hunts Point Lifelines	268
The new Meadowsland	272
Resist, delay, store, discharge	276
Resilient Bridgeport	280
6. EVALUACIÓN Y REPERCUSIÓN	284
6.1 Evaluación	284
6.2 La crítica	285
6.3 Repercusión	287
6.4 Resumen	290
Laboratorio 2. CHANGING COURSE COMPETITION	294
1. LA RESPUESTA A LA TORMENTA PERFECTA	297
1.1 Un desastre provocado por el hombre y la naturaleza	298
1.2 (Mega)Regiones y comunidades	306
1.3 La recuperación de los ecosistemas: Louisiana Coastal Area (LCA) Ecosystem Restoration Study	307
1.4 La Planificación regional. CPRA Louisiana Coastal Master Plan for a sustainable Coast	310
1.5 Changing Course the Lower Mississippi River Delta Design Competition	316

2. PRECEDENTES DEL CONCURSO CHANGING COURSE	318
2.1 Un paisaje cambiante y dinámico	318
2.2 La perspectiva holandesa de proyectar con la naturaleza	321
2.3 The Ducth Dialogues	322
2.4 Louisiana Soustonability Coastal Studio (LSU CSS)	324
2.5 Mississippi Delta: Constructing with Water, Venice Biennale 2010	328
3. LOS PILARES DEL CONCURSO	330
3.1 Financiación	331
3.2 Independencia	333
3.3 Apoyo	334
4. LAS ETAPAS DEL CONCURSO	335
5. LAS PROPUESTAS GANADORAS	337
5.1 A Delta for All	338
5.2 The Giving Delta	342
5.3 MISI-ZIIBI Living Delta	344
6 ALCANCE Y REPERCUSIÓN DE LA PROPUESTA	351

CAPÍTULO 4. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y PROPUESTAS. LAS METAMORFOSIS SINTÉTICAS

1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	355
2. CONCLUSIONES	390
2.1 Dime qué ves y te diré quién eres	391
2.2 Hacia las metamorfosis sintética de la costa diseñando paisajes resilientes	393
3. PROPUESTAS	398
3.1 El proceso	398
3.2 Las herramientas	399

REFERENCIAS	422
-------------	-----

ACRÓNIMOS

AIA American Institute of Architects
ATS Algal Turf Scrubber
BOP Billion oyster project
CAS Complex Adaptative System
CDBG-DR Community Development Block Grant Disaster Recovery
CHW Coastal Hazard Wheel
COP 21 The 21st meeting of the Conference of the Parties
CPRA Louisiana's Comprehensive Master Plan for a Sustainable Coast
CWPPRA Coastal Wetlands Planning, Protection, and Restoration Agency
CIAP Coastal Impact Assistance Program
EDF Environmental Defense Fund
EPA U.S. Environmental Protection Agency
FAO Food and Agricultural Organization
FEMA Federal Emergency Management Agency
GESAMP Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection
GOOS Global Ocean Observing System
HUD U.S. Department of Housing and Urban Development
IGBP International Geosphere-Biosphere Programme
IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change
IWR Institute for Water Resources
LCA Louisiana Coastal Area
LCPR Louisiana Coastal Protection & Restoration Agency
LRAP Louisiana Resiliency Assistance Program
LSU CSS Louisiana Sustainability Coastal Studio
MASGC Mississippi-Alabama Sea Grant Consortium
MOMA Museum of Modern Art
MOSE Modulo Sperimentale Elettromeccanico
NCAR National Center for Atmospheric Research
NACCS North Atlantic Coast Comprehensive Study
NASA National Aeronautics and Space Administration
NNBF Natural and Nature-Based Features
NOAA National Oceanic and Atmospheric Administration
NSS National Spatial Strategy
NYCDPR New York City's Department of Parks & Recreation
NYCEP New York City Department of Environmental Protection
OCD-DR OECD Organisation for Economic Co-operation and Development
OCS Outer Continental Shelf
RBD Rebuild by Design Competition
SCR Structures of Coastal Resilience
SES Socio-ecological systems
SIRR Special Initiative for Rebuilding and Resiliency
SLAMM Sea Level Affecting Marshes Model
SLOSH Sea, Lake, and Overland Surges from Hurricanes
UNESCO United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
USACE U.S. Army Corps of Engineers

INTRODUCCIÓN

1. PRESENTACIÓN

Hay futuros que se pueden anticipar, o mejor dicho: el futuro es aquello que acontece al imaginarlo en este preciso instante. Somos conscientes de habitar en un era post ecológica, donde la naturaleza como arquetipo separado de lo humano ya no existe. En esta era denominada Antropoceno, el calentamiento global, comúnmente conocido como cambio climático, es para muchos su crisis emblemática (**Purdy, 2015**). Un momento, por lo tanto, de responsabilidad personal y global, en el que la acción desde la imaginación se hace necesaria. Una imaginación alimentada mediante la creatividad ecológica y plasmada en escenarios estratégicos y propuestas prácticas que se interrelacionan y retroalimentan.

La presente investigación huye de los discursos ecologistas que convierten paradójicamente el antropocentrismo en un ecocentrismo. No se trata de defender la conservación de unos frente a otros, sean humanos o no humanos, sistemas ecológicos o sociales. Este pensamiento en el fondo encuentra sus raíces en el romanticismo y sigue alejando al hombre de responsabilidad alguna sobre el presente y el futuro de la vida en el planeta. Y es que los humanos hemos convertido el mundo progresivamente en un sistema planificado y diseñado, en especial desde el siglo XVIII y la Revolución industrial. “The world we live in today is much more a man-made, or artificial, world than it is a natural world” (**Simon, 1996**). Y además lo hemos hecho concibiendo éste como un sistema cerrado. Sin embargo, la atmósfera, los océanos y la tierra son sistemas abiertos que con sus fuerzas biológicas, químicas y físicas han conseguido hasta la fecha aparentemente absorber, en gran medida, los cambios globales. Esto ya no es así. Los cambios globales que sufre el planeta están liderados por la acción humana. Por supuesto en este escenario, como siempre, las dinámicas físicas, biológicas y químicas siguen sus ciclos, pero fuertemente condicionados por la acción humana.

Este es el tema principal de las seis sesiones de las Gifford Lectures impartidas por el filósofo y antropólogo Bruno Latour en febrero de 2013 (**Latour, 2013**). Bajo el título Facing Gaia, Latour nos emplaza a emprender caminos alternativos a la modernidad. Caminos que reconozcan la diversidad de actores, humanos y no humanos; incertidumbres, contingencias y

conflictos que definen el Antropoceno, así como los límites planetarios y los de nuestra propia existencia. Frente al conflicto entre el hombre y la naturaleza, Latour nos convoca a la reflexión sobre todos estos conceptos y a su exploración mediante trabajos artísticos y experimentos políticos.

Img: Master of Messkirke in Basel.

“The idea, at once daring and modest, is that we might convince Gaia that since we now weigh so much upon Her shoulders —and Her on ours— we might entertain some sort of a deal —or a ritual. Like the megabanks we too might have become “too big to fail”. Our destinies are so connected that there might be an issue in the end as illustrated by this fascinating print by the Master of Messkirke in Basel where you see St Christopher holding the young Christ himself embedded into a closed cosmos. St Christopher seems to me a slightly more hopeful icon than that of the overburdened Atlas —only, that is, if hope could still be a blessing” (Latour 2011).

Para Latour reconocernos en el Antropoceno implica entonces relaciones nuevas entre la naturaleza y la cultura. Los descubrimientos científicos, la política y por supuesto los procesos de planificación y diseño, han de reformularse a la luz de la condición antropocena. Y es que si asumimos que habitamos en un mundo cada vez más diseñado y planificado, en un sentido amplio, podemos pensar que los problemas socio-ecológicos que experimenta nuestra sociedad son el resultado de un mal diseño o una mala planificación. “In many ways, the environmental crisis is a design crisis. It is a consequence of how things are made, buildings are constructed, and

landscapes are used. Design manifests culture, and culture rests firmly on the foundation of what believe to be true about the world. Our forms of agriculture, architecture, engineering, and industry are derived from design epistemologies incompatible with nature's own. It is clear that we have not given design a rich enough context. We have used design cleverly in the service of narrowly defined human interests but have neglected its relationship with our fellow creatures. Such myopic design cannot fail to degrade the living world, and, by extension, our own health" (Van der Ryn & Cowan, 1996, 24-25).

Efectivamente, en un mundo globalizado y en constante crecimiento la toma de conciencia de nuestro entorno es una cuestión fundamental para combinar las dinámicas naturales con los procesos relacionados con el uso del territorio y la urbanización. Es lo que Ellen Langer, profesora de psicología de la universidad de Harvard prefiere denominar como mindfulness, "a flexible cognitive state that results from drawing novel distinctions about the situation and the environment" (Langer; Carson, 2006). Es decir, ser capaz de desarrollar nuevas categorías mentales, ser abierto de mente, receptivo a nuevas y diferentes perspectivas e información y estar centrado más en los procesos que en el resultado (Carson & Langer 2006).

Es precisamente en este contexto donde la ciencia contemporánea nos convoca a una comprensión del territorio y las ciudades como sistemas complejos. Sistemas abiertos donde las causas y los efectos no están a menudo próximos ni en el tiempo, ni en el espacio, ya que los agentes que provocan los cambios están mayoritariamente deslocalizados de los lugares en los que los cambios se manifiestan. Esto es así porque en contextos regidos por sistemas complejos e interconectados, una perturbación en uno de ellos puede provocar efectos no previstos en los demás. De este modo una pequeña conmoción puede llevar al desastre. Esta cuestión desmonta la teoría causa-efecto. Pero si se pone en relación con la perspectiva dual anterior: natural-artificial, la cosa se complica aún más. Y es que no es posible aislar las acciones del hombre de las dinámicas de la naturaleza, ya que actúan de manera interrelacionada. Pero esta relación no comparte necesariamente el mismo espacio, ni el mismo momento temporal, incluso puede no ser proporcional.

En este contexto, se podría decir que son innumerables los factores que han contribuido al actual estado de, llamémoslo así, insostenibilidad global. Pero sin duda alguna y mirado desde la perspectiva de la planificación y el diseño hay dos que son relevantes mencionar. De un lado, la falta de entendimiento del funcionamiento de la naturaleza y de otro, el mal uso del conocimiento sobre el alcance ecológico de las acciones diseñadas y planificadas. Cuestiones ambas sobre las que ya Ian L. McHarg pretendía llamar la atención en el curso que ideó y dictó en el Departamento de Arquitectura del Paisaje de la Universidad de Pennsylvania, denominado Man and Environment en 1957 y que serviría de base entre 1960 y 1961 para el programa de televisión mostrado en la CBS bajo el título de The House We Live In (McHarg, 1960), por el que pasaron prestigiosas personalidades de todas las ramas de la ciencia. Finalmente, estas reflexiones sirvieron para dar cuerpo a uno de los sus libros publicado en 1969, que constituye todavía hoy en día una obligada referencia: Design with Nature. Desde esta perspectiva holística, McHarg trabajó en el camino hacia la consecución de una conciencia ecologista, entendida ésta como una fusión del

hombre y la naturaleza que avanzaba la necesidad de profundizar en los procesos y las relaciones entre los sistemas dejando de un lado la forma. Este pensamiento de McHarg podría ser considerado como estratégico y se alejaba pretendidamente de lo meramente táctico y circunscrito a la escala de los proyectos. Y es que arquitectos, urbanistas, ingenieros y paisajistas, modificamos y transformamos los paisajes con distintos propósitos. Por supuesto, no somos los únicos agentes, pero cabría pensar que si unos agentes autorizados y formados para ello. No se trata tanto de responsabilizarnos de las transformaciones inducidas por los proyectos realizados, como de reconocer que éstas necesitan ser repensadas para poder afrontar los retos de nuestra sociedad. Precisamente por ello, en las últimas décadas, disciplinas como la ecología y el paisaje han supuesto una renovación en el campo de la planificación y el diseño a ambos lados del Atlántico.

Quizás entonces sea posible analizar la hipótesis propuesta por Lovelock y Margulis de que la vida en la Tierra controla las condiciones atmosféricas óptimas para la biosfera contemporánea, lo que presume la regulación homeostática a nivel global (**Lovelock; Margulis, 1974**). A pesar de que esta hipótesis de Gaia es especulativa, por lo menos evidencia el papel dinámico de los sistemas vivos en determinar la composición de muchas de las sustancias químicas en el aire, los suelos y el agua. Y a escala geográfica más pequeña, existen evidencias de que muchos procesos de los ecosistemas regulan las condiciones para su vida (**Holling, 1986**). De este modo se vincularía la cuestión ecológica y la discusión sobre la forma y los dispositivos de cálculo. Una cuestión que de nuevo relaciona de manera directa a la planificación y el diseño. Es decir, cabría pensar que el reto actual es el de trabajar en paisajes fuertemente influenciados por la acción del hombre, con el objetivo de expandir su biodiversidad y aumentar su capacidad de auto-organización y adaptación. O dicho de otro modo, es imposible definir fronteras en el territorio si se atiende a las interrelaciones de los sistemas. Por lo tanto, las posibilidades de resiliencia de los paisajes en relación a los efectos del cambio climático están vinculadas a todos los territorios, degradados o no. Es más, es precisamente en aquellos fuertemente antropizados donde las posibilidades de organización son mayores.

2. MOTIVACIÓN

Desde la perspectiva de una creciente conciencia global de que las acciones en el territorio pueden provocar efectos indeseados si no se tiene en consideración su alcance y ámbito de afección, es necesario reconocer que los marcos de decisión exceden de los marcos de acción. Una combinación que choca a escala global con los marcos de poder y a escala local, con la distribución de competencias en las que se ha convertido el enmarañado sistema de planeamiento, de definición de los usos del suelo, y de formas de urbanización, en gran parte del mundo. De este modo, en las últimas décadas, la implicación de la comunidad científica y de la investigación en estos asuntos ha permitido incluir o tener en cuenta dimensiones que habían quedado fuera de las lógicas de la planificación y el diseño, más preocupados anteriormente por los modelos de crecimiento y el desarrollo socioeconómico. En buena medida, ha sido el calentamiento global, o si se prefiere, sus efectos, lo que nos ha obligado a darnos cuenta de que la escala de la sostenibilidad es global y que para valorarla y responder en consecuencia es necesario por una parte, una cierta perspectiva en el tiempo y en el espacio y por otra, dotarnos de nuevas dialécticas, herramientas y procesos capaces de articular los cambios inherentes de los sistemas y acompañarlos con la actividad humana a la luz de los efectos impredecibles del cambio climático.

En este contexto, las costas son uno de los entornos en los que los cambios en la superficie de la Tierra pueden apreciarse con mayor rapidez y de este modo, por un lado ayudar a los científicos en la comprensión de sus dinámicas y por otro facilitar su conocimiento a la población (Davis, 1997). Al mismo tiempo, están más densamente pobladas que el interior y exhiben mayores tasas de crecimiento demográfico y urbanización. La mayoría de las mega ciudades del mundo se localizan en la zona costera y muchas de ellas están situadas en grandes deltas, donde las combinaciones de condiciones económicas, geográficas e históricas específicas han favorecido la migración costera (Seto, 2011). Esta tendencia sin embargo, no se limita a mega-deltas ya que globalmente, casi todos los ecosistemas costeros clasificados por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, experimentaron procesos de ocupación por la urbanización o las infraestructuras entre 1970 y 2000, a pesar de los riesgos inherentes a estas zonas (Sherbinin et al., 2012). Además, las tasas de expansión urbana en la zona costera fueron significativamente más altas que en el interior en el mismo período. Se espera que esta tendencia de urbanización y crecimiento urbano expansivo siga en aumento en los próximos años, lo que convierte el litoral en un escenario imprescindible a considerar en el análisis de políticas y en la planificación (Nicholls, 2004). El crecimiento y el desarrollo de la población son factores fundamentales del cambio de las zonas costeras y generan una alta presión

sobre sus ecosistemas y recursos (Patterson; Hardy, 2008). Al mismo tiempo es posible decir que, aunque no se trate de un fenómeno contemporáneo, lo que sí es novedoso es que la intensidad del mismo unida a los efectos del cambio climático, resulta en una exposición cada vez mayor de un gran número de personas y activos a sus peligros inherentes. Esto aumenta significativamente los niveles de riesgo y vulnerabilidad global del litoral.

Por otro lado, mi experiencia profesional ha estado fuertemente vinculada al litoral, uno de los territorios más fascinantes y desafiantes en los que he trabajado y un medio que considero un laboratorio de técnicas y tendencias. Es por eso que hace ya más de cinco años inicié la investigación que ha conducido a esta tesis, no sin antes estudiar, analizar y reflexionar sobre la planificación del litoral en España. Y es que en nuestros días, la práctica totalidad de las regiones litorales de España cuentan con alguna figura de protección y ordenación de sus costas. Una planificación regional que arranca con mayor intensidad desde el año 2004, en el que algunas comunidades autónomas se lanzan a promover instrumentos de planificación regional del litoral, los únicos que podían dialogar de tú a tú con el fuerte desarrollismo del boom inmobiliario y los intereses locales dominantes. Pero la auténtica naturaleza de la planificación del litoral llevada a cabo en nuestro país, no persigue prácticamente otro fin más que la racionalización de la urbanización. Además, la urgencia y la necesidad de frenar algunos de los desarrollos más perturbadores en medio de la burbuja financiera y especulativa (1996-2006) dificultaron afrontar la cuestión desde documentos más complejos y de mayor alcance socio-ecológico. No obstante, algunos de estos documentos de planificación territorial intentan superar las limitaciones coyunturales y avanzar nuevas posibilidades y estrategias en un contexto político y socio-económico marcado por la más intensa crisis financiera e inmobiliaria sufrida en España, que ha dejado en las costas españolas un paisaje malherido y un marco legal, la Ley 2/2013, que le vuelve la cara¹. Sin embargo, no encontraba en estos planes aquello que iba buscando, lo que yo misma no pude desarrollar en la elaboración del Plan de Ordenación del Litoral de Cantabria (2004) y el Plan de Ordenación del Litoral de Galicia (2013): propuestas basadas en el diseño de paisajes resilientes frente a las acciones del cambio climático. En parte porque el contexto social y político no parecían demandarlo, también por que el marco jurídico lo hacía ciertamente complicado por no decir imposible, y por qué no decirlo, porque entonces ni yo misma supe cómo argumentarlo.

Me parece oportuno recordar aquí una conversación mantenida con el catedrático de derecho administrativo Ángel Menéndez Rexach que transcurrió en un avión, casi de madrugada, de Madrid a Santiago de Compostela. Ángel, a mi juicio la mayor autoridad en el conocimiento del marco legislativo del litoral de nuestro país, escuchaba atentamente mis dudas sobre la orientación que debía tomar mi tesis. Sus consejos, siempre sabios y certeros, me animaron a realizar una tesis sobre lo que entonces no sabía, pero intuía que debía ser el contenido de una renovada agenda del litoral coherente con la condición antropocena y el contexto global de cambio climático.

1. El litoral español: Más de un cuarto de siglo a la deriva. Miriam García García, aceptado para su publicación en ZARCH. Journal of interdisciplinary studies in Architecture and Urbanism nº8 (2017)

Animada por el impulso de Ángel y con el respaldo de mi tutor José María Ezquiaga y los consejos de José Fariña, me he ido alejando cada vez más de lo conocido y lo aceptado por el contexto jurídico, urbanístico y técnico en que se habían desarrollado mis propios trabajos de planificación del litoral y sus contemporáneos en la esfera nacional española, para replantearme sus fundamentos y alcance. Entendía que las herramientas con las que planificar no podían ser solamente jurídico-urbanísticas. Si el soporte de la planificación del litoral son los sistemas socio-ecológicos y su adaptación al cambio climático, las estrategias y diseños deberían referirse a los mismos, a sus procesos, dinámicas e interrelaciones. Esa búsqueda me condujo casi por azar al Plan del Litoral Central de Venezuela, documento liderado por los urbanistas David Gouverneur y Oscar Grauer tras las catastróficas inundaciones que asolaron la zona en diciembre de 1999. Tras dos semanas de torrenciales tormentas tropicales, el cordón montañoso que separa la ciudad de Caracas con el litoral venezolano llegó a un nivel de saturación tal que prácticamente la totalidad de la capa vegetal de los cerros y sus terrenos cedieron, arrasando con el cordón de ciudades costeras más poblado del país. La respuesta, a la vez estratégica y táctica que se llevó a cabo desde la perspectiva del paisaje como infraestructura remediadora de las relaciones ecológicas y regeneradora del espacio público, captó inmediatamente mi atención (Grauer; Gouverneur, 2001)². Este fue el inicio de una aventura que ha posibilitado la construcción del marco teórico de esta investigación de la mano de la disciplina del paisaje y que llevé a cabo durante mi estancia como investigadora invitada el semestre de primavera del año 2015 en el Departamento de arquitectura de paisaje de la Universidad de Pensilvania de la mano del profesor David Gouverneur. Una investigación que tuvo su continuidad como profesora invitada en el mismo departamento durante el semestre de invierno del mismo año³.

Fueron también para mi inspiradoras las palabras del arquitecto Juan Navarro Baldeweg cuando actuando como presidente de una lectura de tesis doctoral en la ETSAM reivindicaba la necesidad de transformar la profesión y para ello dotarla de un nuevo marco conceptual que acompañara a un nuevo abecedario, una nueva enciclopedia visual⁴. Baldeweg defendía que nuestro trabajo como arquitectos se nutre de un conjunto de conceptos soportados por una técnica y una tecnología adaptada al contexto de los tiempos. Y que por lo tanto la reformulación de la disciplina vendría de la mano de un nuevo marco conceptual experimentado y aumentando a través del diseño de nuevos modelos y tipologías. Es entonces cuando trabajar en una era marcada por la condición antropocena se convierte en una oportunidad para la construcción de esa transformación disciplinar, objetivo al que modestamente pretende sumarse esta investigación.

-
2. En ese momento David Gouverneur y Oscar Grauer dirigían la Maestría en Diseño Urbano de la Universidad Metropolitana, la cual había sido creada con el respaldo de la Escuela de Diseño de la Universidad de Harvard. Este apoyo institucional había permitido establecer estrechas relaciones con académicos y profesionales extranjeros quienes colaboraron Ad-honorem en las propuestas técnicas para El Litoral Central. Entre ellos destacamos los aportes de Nuri Bofill, María Graciela Flores, María Eugenia Clavier, Luis Sully, María Altagracia Villalobos, Carla Urbina, de Venezuela; Peter Rowe, Alex Krieger, y Hashim Sarkis de Boston; Laurotta Vinciarelli de Nueva York, Ken Greenberg de Toronto, Joan Busquets de Barcelona y Antoine Grumbach de París.
 3. David Gouverneur es Associate Professor of Practice at the Department of Landscape Architecture, University of Pennsylvania. B.Arch. Universidad Simón Bolívar, Caracas. M. Arch. in Urban Design, Harvard University. Former Director of Urban Planning of Venezuela.
 4. Juan Navarro Baldeweg, 27 de noviembre de 2014, lectura de tesis doctoral de Carolina González Vives, ARQUITECTURA ANTIDESERTIZACIÓN. FLUIDEZ, BIODIVERSIDAD, HIDROFILIA Y TRANSPIRABILIDAD." Director: Iñaki Ábalos Vázquez. Escuela Técnica de Arquitectura de Madrid.

3. ACTUALIDAD DEL TEMA

Si hay un territorio global, que podríamos denominar como paradigmático por estar asociado a cambios continuos, tanto a escala geológica como histórica, y por estar sometido a crecientes transformaciones fruto de la acción natural y antrópica, ese es sin duda el litoral.

Desde el espacio la Tierra se percibe casi azul, los responsables de estas tonalidades son los océanos y los gases de la atmósfera, aquellos que han generado las condiciones para el desarrollo de la vida. Y es que las láminas de agua juegan un papel decisivo para el planeta porque sin ellas la vida no existiría. Es más, en la actualidad son las causantes, en especial los océanos, de la ralentización del calentamiento global, ya que tardan en calentarse más de lo que lo hace la atmósfera. En efecto, las amplias masas de agua, como los lagos, ríos y sobre todo los océanos, están dinámicamente integradas en nuestra biosfera y dominan el espacio en el que habitamos, aunque también pueden convertirse en su gran enemigo. Los efectos del cambio climático en distintas partes del planeta, nos alertan de ello.

Existe un cierto consenso en reconocer que durante las próximas décadas nuestra civilización, altamente litoralizada, va a experimentar fuertes transformaciones que se vivirán como eventos catastróficos y supondrán la pérdida de miles de millones de vidas y recursos en todo el mundo. Y aunque es cierto que estos cambios ya habían comenzado hace cientos de años, muchos de ellos han permanecido prácticamente inapreciables para la sociedad. Tan sólo una reducida parte de la comunidad científica (climatólogos, geólogos y oceanógrafos, entre otros) ha llamado la atención sobre el deshielo de los glaciares y los casquetes polares, la subida del nivel del mar o la acidificación de mares y océanos. Pero las disciplinas, la de la arquitectura y la planificación han permanecido ajenas a estos cambios, al menos en la mayor parte del litoral mundial y de manera inquietante, en nuestro país.

Cuando el nivel del mar se eleva con rapidez, tal y como ha estado haciéndolo en los últimos tiempos, incluso un pequeño aumento puede tener consecuencias devastadoras. El agua de mar penetra en zonas cada vez más alejadas de la costa, acelerando procesos como la erosión, la inundación de humedales, la contaminación de acuíferos y de suelo agrícola, y la pérdida del hábitat de peces, pájaros y plantas. Sin embargo, estas variables continúan invisibles para muchos, pero sus dinámicas son

acumulativas hasta que llegan a su punto de inflexión, momento en el que las condiciones cambian bruscamente. Momento entonces en el que se hacen visibles, aunque la mayoría de las veces para los humanos, envueltas en circunstancias de efectos catastróficos.

“Habida cuenta de la elevación del nivel del mar proyectado a lo largo del siglo XXI y posteriormente, los sistemas costeros y las zonas bajas experimentarán cada vez más impactos adversos como inmersión, inundación costera y erosión. En los próximos decenios aumentarán considerablemente la población y los activos que, según las proyecciones, quedarán expuestos a los riesgos costeros, así como las presiones humanas sobre los ecosistemas costeros, debido al crecimiento demográfico, el desarrollo económico y la urbanización. Los costos relativos de la adaptación costera durante el siglo XXI variarán enormemente entre las regiones y los países y dentro de ellos. Se prevé que algunos países en desarrollo situados a baja altitud tendrán que afrontar impactos muy fuertes, impactos que, en algunos casos, podrían acarrear costos por concepto de daños y adaptación de varios puntos porcentuales de su PIB” (IPCC, 2015).

Sin duda alguna, de entre todos los efectos del calentamiento global, la subida del nivel del mar amenaza con ser el cambio geológico más profundo conocido por la humanidad. Ciudades como Calcuta y Bombay en India, Dhaka en Bangladés, Cantón, Shanghai en China o Miami y Los Ángeles en US encabezan cada año la lista de las ciudades más vulnerables. América Latina, no está exenta del peligro de grandes inundaciones. En estas regiones, los países con menos recursos también son los que se verán más afectados. En Europa, se verían afectadas ciudades como Londres, Venecia, Barcelona, Lisboa o Roma. África, será por el contrario el continente que mejor resistirá a la subida del nivel de las aguas. Sin embargo, el efecto del deshielo llegaría al norte de Túnez y El Cairo, así como en la costa oeste afectando a ciudades aledañas al Golfo de Guinea, como Dakar. La subida del nivel del mar se siente ya como una amenaza global a nivel mundial (National Geographic, 2015).

Niveles de las aguas del mar más altos significan mayor exposición financiera de las ciudades costeras, donde las poblaciones no paran de crecer y el valor de las infraestructuras y bienes sigue en aumento. Mayores inundaciones, como muestra el reciente estudio publicado por National Geographic muestran que al menos tres ciudades en Estados Unidos están entre las diez primeras en sufrir estos riesgos financieros. Si solo el nivel del mar se incrementa en aproximadamente 40 cm los daños por inundaciones en las ciudades portuarias del mundo pueden suponer un coste de un trillón de dólares anual (National Geographic, 2015). En el peor de los casos, con inversión es posible levantar grandes infraestructuras de defensa como se ha venido haciendo, aunque los costes de mantenimiento serían también elevados. Pero fenómenos climáticos extremos, fuertes tormentas o huracanes, que se esperan también cada vez más frecuentes e intensos, podrían desbordar e inutilizar las infraestructuras. Como apunta la investigadora del Banco Mundial Stephane Hallegatte, que ha estimado el coste de estos eventos en las zonas costeras para mediados de siglo: “Protection protects us until it fails.” El reciente estudio estima que las pérdidas mundiales por inundaciones se multiplicarán de 6 billones de dólares al año en el 2005 a 52 billones al año para el 2050, incluyendo el aumento creciente

Img: Portada digital del New York Times (Justin Gillis, 2016).

de la población y del valor de la propiedad. Además, en las áreas de riesgo por subida del nivel del mar, su combinación con fenómenos de subsidencia y aumento de temporales, pueden hacer llegar los costes a un trillón de dólares al año si las poblaciones no toman medidas. Aún reconociendo las limitaciones e incertidumbres de este análisis, la lectura del mismo lleva a considerar que nos encontramos ante un proceso de cambio y que, por lo tanto, los modelos políticos, sociales y las técnicas con los que hemos estado trabajando necesitan reformularse (Hallegatte; Green; Nicholls; Corfee-Morlot. 2013).

Img. The cost of climate change in 2050 (National Geographic, 2015).

La subida del nivel del mar por ejemplo, es un fenómeno que seguirá produciéndose pero lo que se desconoce es su magnitud. De hecho la tríada aumento de las temperaturas, incremento de las emisiones de CO₂ y subida del nivel del mar, va siempre junta. No se pretende dar aquí una visión alarmista, pero sí llamar la atención ante la falta de innovación y respuesta global, especialmente desde disciplinas como la planificación y el diseño. Disciplinas que han crecido como respuesta a las condiciones de cada época y que en nuestros días parecen haberse sometido ante intereses políticos y económicos miopes.

Img: Record de temperaturas. (NASA, GOV, 2016)

NASA, NOAA Data Show 2016 Warmest Year on Record

Ya se cumplan las previsiones de incremento de tan solo 2 °C de temperatura para el año 2100 tras el acuerdo de reducción de emisión de gases efecto invernadero de las Naciones Unidas en París en diciembre de 2015 (COP 21), o las más catastrofistas de hasta 4,9 °C, si las emisiones continúan como hasta ahora, las costas de todo el mundo experimentarán fuertes transformaciones.

En nuestras manos queda la decisión de vivirlas como catástrofes o utilizarlas para avanzar en el camino de la resiliencia. Por supuesto, el fenómeno es mucho más complejo, ya que está sujeto a variaciones regionales y locales fruto de los movimientos de continentes e islas o del grado de compactación del suelo (cuestión vinculada a los drenajes, la extracción de petróleo y gases, etc.), la construcción de infraestructuras, la canalización de los cursos de agua, la sobre explotación de acuíferos, etc. Pero en todo caso, parece claro que la combinación de cambio climático y acción humana en el litoral necesita nuevos modelos de investigación y diseño. La transformación de las condiciones de vulnerabilidad de los entornos litorales en otros más seguros es una cuestión urgente que convoca a toda la sociedad, pero en especial a aquellas disciplinas, que como la planificación y el diseño disponen de capacidad técnica para ello.

4. OBJETIVOS

En ese contexto, la tesis cuestiona la planificación y el tratamiento del litoral realizado hasta ahora, así como su futuro ante los efectos del cambio climático. Pero el objetivo principal de la tesis no es la crítica, sino que persigue elaborar un conjunto de herramientas desde las que reformular la relación con la costa. Dicha reformulación ha de venir, en primer lugar, de la mano de una transformación del marco conceptual en el que se ha desarrollado la planificación y el tratamiento del litoral en los últimos siglos. Esta primera metamorfosis, de alcance mundial, inducida y cultural, se lleva a cabo en la tesis mediante la elaboración de un conjunto de proposiciones que confrontan pasado y futuro. De esta manera se pretende generar algo que para John Meyer, uno de los más importantes estudiosos de la política ambiental, resulta imprescindible en el contexto actual y que no es más que la construcción de un marco conceptual para aplicar a la práctica (Meyer, 2015). A partir del mismo, los casos de estudio permitirán identificar un abanico de estrategias y modelos emergentes como germen de futuras estructuras y tipologías en el ámbito del diseño y la planificación del litoral. Ese nuevo abecedario visual que reclamaba Baldeweg, desde el que avanzar en la transformación de la disciplina. En este caso y como es lógico, las estrategias y modelos están aplicados a los distintos contextos socio-ecológicos locales. Éstos, son tan numerosos como los tipos de costas. Por eso, como se verá más adelante, el objetivo no es la construcción definitiva de ese nuevo “abecedario visual”, cuestión que parece inabarcable para una sola tesis, sino su comienzo (tomando como punto de partida los tipos de costa de los casos de estudio).

5. HIPÓTESIS Y METODOLOGÍA

La hipótesis de esta investigación reconoce el período actual como el de una mutación profunda, para la cual se hace necesario, como se ha indicado en el apartado anterior, desarrollar por un lado marcos conceptuales y por el otro, estrategias, modelos y técnicas desde los que construir una metamorfosis de la costa.

Se defiende que la perspectiva desde el paisaje, entendida desde los presupuestos de marco conceptual que se desarrollan en esta investigación, abre nuevos campos de reflexión y de acción que transforman la manera de entender la política, la planificación y el diseño, tal y como nos propone Latour en su texto titulado *Políticas de la naturaleza*. Entendiendo ésta como algo que viene producido, construido, elaborado y que por lo tanto depende de la política. El autor nos propone la necesidad de cruzar los umbrales, de repensar conceptos clave a menudo dados en oposición: naturaleza/cultura, sujeto/objeto o saber científico/saber humanístico (Latour, 1999). Se defiende una compenetración más extensa de los dominios disciplinares que el proyecto moderno había separado cada vez con mayor rigidez, alimentando la ilusión de una realidad bajo control. A esa dominación, o si se prefiere: certeza, se llegaba precisamente mediante su parcelación y específicamente, mediante las distinciones fundamentales entre naturaleza y sociedad. Se defiende por lo tanto: una fluidez disciplinar⁵.

En definitiva, se formula como tesis la necesidad de una ecología política y técnica, desplegable desde el campo de la planificación y del diseño capaz de transformar la exigencia de simples objetos (proyectos o planes), controlables y manipulables, en renovados paisajes sintéticos: híbridos de naturaleza y cultura, de la mano del diseño, la técnica y tecnología. Paisajes incontrolables, pero sin embargo resilientes ante los efectos del cambio climático. Si esta hipótesis es cierta se podrá:

1. Definir un renovado marco conceptual de la planificación y diseño del litoral
2. Avanzar un nuevo abecedario visual de estrategias y técnicas desde la perspectiva del paisaje.

5. Tal y como reclama Iñaki Alday en *Fluidez disciplinar: Conversación con Iñaki Alday*. Miriam García, ZARCH: Journal of interdisciplinary studies in Architecture and Urbanism, ISSN 2341-0531, N.º. 7, 2016. <https://papiro.unizar.es/ojs/index.php/zarch/article/view/1530/1347>

1.1 La hipótesis

Si la condición antropocena es resultado del binomio entre hombre y naturaleza, entre natural y artificial como componente esencial de su carácter híbrido.

Si el mundo en que habitamos es un sistema (adaptativo complejo), en el que los cambios, las transformaciones, incluso las perturbaciones constituyen la base de su proceso evolutivo.

Si reconocemos la costa como un sistema socio-ecológico adaptativo y complejo, reconoceremos también que su dinamismo, su capacidad de variación morfológica y ecológica, es parte esencial de su identidad. Y es que las costas se transforman, mutan, se metamorfosean, como repuesta al contexto. Un contexto al que contribuimos también los humanos.

Si esto es así, no es posible que nuestra manera de relacionarnos con la costa se limite a la mera protección, la regulación de usos o la construcción de obras e infraestructuras que imposibilitan la evolución natural del litoral a la vez que amplifican los efectos, convertidos ahora sí en amenazas, del calentamiento global.

Si todo esto es así, la tesis defiende que el único camino posible para favorecer los procesos de cambio que posibiliten la autorregulación, evolución y por lo tanto la supervivencia de los sistemas costeros, como sistemas socio-ecológicos, es inducir una metamorfosis. Una metamorfosis de la costa libre del concepto metafísico de una naturaleza estática a la que hay que proteger, que nos abra la puerta a la ecología sintética del diseño de paisajes costeros resilientes. Y es que lejos de aproximarnos a la melancolía o al pesimismo, la conciencia de la condición antropocena supone para los diseñadores y planificadores, todo un reto. Un reto en el que la cruzada ecologista que defiende que aún es posible encontrar, al menos regionalmente, ecosistemas en funcionamiento a gran escala por los que vale la pena trabajar para mantener su funcionalidad, es compatible con trabajar para que paisajes fuertemente influenciados por los seres humanos pueden ser manejados de una manera que preserve o incluso expanda, la diversidad biológica y su autorregulación, al menos localmente.

Una metamorfosis sintética de la costa que surgirá si y solo si:

1. Se reconfigura el marco conceptual de la planificación y el diseño litoral.
2. Se incorpora un nuevo abecedario visual de prácticas y diseños basados en procesos que tienen lugar en la naturaleza.

1.2 La metodología: El método de casos

Como es sabido, las investigaciones científicas pueden ser elaboradas a partir de metodologías cuantitativas o cualitativas. La primera de estas opciones consiste en contrastar una teoría ya existente a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma y obtener una muestra representativa del fenómeno objeto de estudio. Como es lógico, la aplicación de este método deductivo supone contar con una teoría previa que demostrar. Por el contrario, el proceso cualitativo consiste en generar una teoría a partir de una serie de proposiciones extraídas de un cuerpo teórico. Es decir, no es necesario extraer una muestra demostrativa, sino una muestra representativa a partir de un conjunto de casos. Es precisamente este el contexto de la presente investigación y por tanto, será la metodología cualitativa la que se utilizará.

No obstante, aunque las metodologías cualitativas están reservadas a la construcción de teorías a partir de una serie de casos de estudio según el método inductivo y por lo tanto sin partir de una teoría, Glasser y Strauss aseguran que “en la práctica es difícil ignorar la teoría acumulada, ya que ésta es importante antes de comenzar el proceso de investigación; es decir, el primer conocimiento común ganado a través del proceso de socialización, inevitablemente influirá en la formulación de las hipótesis por parte del investigador (...) el investigador debe abstenerse de la apropiación no crítica de ésta reserva de ideas”. Así, “comenzar sin nada o con una absoluta limpieza del estado teórico no es ni práctico, ni preferido” (citado en Perry 1998, 1998). Ciertamente parece imposible, incluso poco operativo, comenzar sin una especie de intuición perceptiva que alimente la investigación y se vaya moldeando a partir de la observación profunda de los casos. Precisamente con dicho propósito: el de servir de marco de un proceso de creación y aprendizaje, es como deben entenderse el conjunto de proposiciones que sirven de punto de partida para conformar el renovado marco teórico que propone esta investigación. Éstas se exponen a continuación de manera introductoria y serán desarrolladas de manera más detallada en el capítulo segundo de esta tesis.

5.2.1 Del riesgo a la resiliencia

Los acontecimientos climáticos extremos en todo el mundo se han convertido en fenómenos cada vez más recurrentes que llenan las páginas de nuestros diarios. Huracanes devastadores, ciclones, tormentas tropicales, tsunamis e inundaciones han alertado a la población haciéndola consciente de su vulnerabilidad y de las implicaciones que los procesos del hombre tienen sobre los de la Tierra. El huracán Katrina en 2005, el tsunami de Japón en 2011 y el huracán Sandy en 2012, entre otros, han mostrado al mundo el fracaso de un sistema que aspiraba a conocer y controlar las fuerzas de la naturaleza. El fallo de los sistemas de diques, la destrucción de barreras, la incapacidad de las infraestructuras y redes para absorber las inundaciones, entre otros, han supuesto un cambio en el concepto global de riesgo. Asumir estas limitaciones incide especialmente en el desafío al que se enfrenta cualquier modelo de planificación, incluso cualquier diseño: el de poder influir en su devenir futuro. Es decir, la posibilidad de motivar la toma de decisiones, de gestionar la complejidad, siendo conscientes de nuestra incapacidad de predecir el futuro. Pero además, el medio en el que trabajamos es un sistema adaptativo complejo, por lo que los modelos están limitados entonces, entre otras razones, por la complejidad del sistema, la

velocidad de los cambios, la multiplicidad de actores, la convergencia de intereses, así como por la propia imposibilidad física de llegar a conocer anticipadamente una realidad de la que formamos parte y en la que, a nuestra escala, intervenimos de forma continuada.

Por ello, la planificación y el diseño, en definitiva, se erigen en un proceso cultural continuado de diálogo con el medio. Un diálogo consistente en el diseño de lo que se denominan en la teoría de sistemas como atractores caóticos. Que no son más que dispositivos o acciones desencadenantes de diferentes procesos abiertos en los que el azar y la necesidad se unen para dar estabilidad al sistema. Esto le permite al sistema auto-organizarse ante las perturbaciones y aprender, al mismo tiempo que se transforma. Esta posición surge como contrapartida a la tendencia repetida a lo largo del siglo XIX de que la evolución conduce al equilibrio. Y aparece con el reconocimiento de la existencia de intensos flujos de energía a lo largo de los sistemas que interaccionan entre sus componentes y cuyos procesos no son lineales (Prigogine, 2004). Por lo tanto, no se trata ya de perseguir un estado de utópica estabilidad o equilibrio, sino de generar lugares de intensidad, donde puedan coexistir múltiples formas y procesos bajo la influencia de diferentes atractores. Lugares (estados) con la capacidad de fluctuar, de cambiar, sin que el sistema entero se desmorone o cambie de manera significativa. En este contexto los sistemas se caracterizan por su flexibilidad frente a la rigidez y los escenarios se definen como impredecibles e incontrolables.

Estos conceptos aplicados a la planificación y diseño de los sistemas costeros en todo el mundo implican un cambio radical en su concepción. Y es que durante las últimas décadas gobiernos de todo el mundo, y especialmente en los entornos costeros, han invertido en planes para proteger sus ciudades de los efectos del cambio climático y reducir su vulnerabilidad. Esta protección ha venido de la mano, la mayoría de las veces, de costosas infraestructuras. Y esto en el mejor de los casos, porque otros muchos siguen apostando por políticas cortoplacistas que niegan los efectos del cambio climático. Pero la adaptación al cambio climático entendida en el marco de los sistemas adaptativos complejos pone de manifiesto que la protección ha de basarse en la adaptabilidad. Es decir, en la capacidad de generar una respuesta creativa a las perturbaciones trabajando desde dentro del propio sistema. Esto lleva consigo la necesidad de políticas, planes y proyectos que faciliten la transformación progresiva o evolución, de los sistemas y comunidades, e invoca la noción de resiliencia frente a la de riesgo.

Aunque el término resiliencia no es utilizado de manera explícita hasta la mitad del siglo XX, la idea de ciudades-territorio como sistemas ha estado en el marco conceptual del urbanismo desde mucho antes. Patrick Geddes se refería a la ciudad de esta forma a finales del siglo XIX (Geddes, 1915). Ya en la década de los 70 del siglo pasado, el creciente interés en las teorías de la complejidad y el caos había generado un fértil campo disciplinar y muchos urbanistas fueron especialmente influenciados por los primeros escritos sobre resiliencia del ecologista canadiense Crawford Stanley (Buzz) Holling (Holling, 1973, 1986). Su definición de los ecosistemas como mosaicos en estados de equilibrio cambiante implicaba que la estabilidad, aunque parcial y dependiente desde el punto de vista de la escala, es al

mismo tiempo una característica inherente a los sistemas. Esta condición convocaba a la reflexión no solo de los científicos, sino de diseñadores y planificadores que comenzaban a mostrar su interés por el dinamismo de los entornos naturales.

En este sentido, la resiliencia tiene que ver con la capacidad de una entidad (ya sea este un individuo, una comunidad, una organización o un sistema natural) de repararse ante las perturbaciones, recuperarse de las conmociones y el estrés, adaptarse y crecer desde una experiencia perturbadora. Construir la resiliencia supone entonces tener más capacidad de prevenir o mitigar dichas conmociones o estreses y al mismo tiempo identificar aquéllos que no se tiene capacidad de predecir o evitar. Es lo que Judith Rodin, presidenta de la Rockefeller Foundation define como *resilience dividend* (Rodin, 2014) y supone también asumir que, de este modo, los sistemas alcanzan capacidad de recuperación, aprendizaje y revitalización, pero inevitablemente se transforman. Esta condición es una acción creativa con la que se adquieren habilidades y se generan nuevas oportunidades. Y es que más allá de efectivamente recuperarse después de una perturbación, aunque claramente esto es crítico, el interés de la resiliencia (frente al de protección) radica en la consecución de determinadas transformaciones que en sí mismas provocan beneficios aunque la perturbación no ocurra nunca, o al menos, no como se esperaba. Trabajar en el marco de la resiliencia significa activar la capacidad evolutiva y adaptativa de los sistemas.

Esta condición ha situado a la resiliencia en el centro de la reflexión entre disciplinas como la ecología, la ingeniería o la sociología. También, en la intersección de la investigación científica y el diseño, puesto que los sistemas naturales, los sistemas humanos y los sistemas humano-naturales o socio-ecológicos son sistemas adaptativos complejos, que tan solo pueden ser explicados desde las ideas de la resiliencia ecológica.

En el campo de la planificación y el diseño de los sistemas costeros esto ha supuesto también, como se verá más adelante, una transformación en un doble sentido. Por un lado, ya no se trata tanto de defenderse de la naturaleza, como de trabajar con la naturaleza. Es decir, a favor de los procesos y dinámicas ecológicas. Por otro, surge todo un nuevo abecedario de modelos tipológicos que abandonan la rigidez de las infraestructuras duras e ingenieriles para abrazar otros modelos más flexibles, generativos, blandos y adaptativos que hibridan tecnología y ecología.

5.2.2 Del diseño a la investigación a través del diseño

Cuando los sistemas humano-naturales, podríamos decir también: los sistemas socio-ecológicos, adoptan las características de los sistemas adaptativos complejos, comparten tres características fundamentales: previsión o visión de futuro; capacidad de comunicación intencionada e innovación tecnológica (Holling, 2001). Aunque la construcción de sistemas o paisajes resilientes, como es lógico, conlleva su integración en cada contexto local en base a su naturaleza, es posible reconocer nuevos tipos, como piezas de este nuevo imaginario y vocabulario con el que diseñar (Hill, 2014). Lemas como diseñar con la naturaleza, han tenido una repercusión sin precedentes en planes de escala nacional como la National Spatial Planning Key Decision

o el Room for the River, de Holanda. Los holandeses han reconocido en las últimas décadas los límites de los diques de protección y han abierto nuevos caminos de investigación y diseño encaminados a reforzar los flujos naturales, dotando de mayor espacio al río, recuperando para él terrenos rellenados y favoreciendo sus crecidas. La reconstrucción de marismas, llanuras de inundación, espacios de laminación o infraestructuras mixtas de drenaje, fitodepuración y evacuación, entre otros, son herramientas que negocian con las fuerzas de la naturaleza. Todos ellos, colaboran a la reformulación de la disciplina dotándonos de un nuevo abecedario con el que componer futuros paisajes resilientes.

Pero la necesidad de gestionar la incertidumbre en nuestra era, ha supuesto no solo un cambio en los instrumentos, sino un cambio metodológico en el modo de afrontar la planificación y el diseño. Y esto conlleva pasar del diseño en sí mismo, a la investigación a través del diseño. Es decir, del diseño como acto artístico o ideal abstraído del contexto, al diseño como proceso táctico y experimental, dentro de un marco estratégico, o si se prefiere: científico. Y es que es necesario asumir que el problema que el planificador o el diseñador debe resolver es incierto y desconocido y que además no tiene una única respuesta posible. Esto es lo que se denomina como un problema retorcido (wicked problem). Esta cuestión aplicada a la planificación nos indica que el análisis no es suficiente para comprender todo el conjunto de relaciones de los sistemas. Por lo que incorporar la investigación a través del diseño, incluso como una herramienta para la formulación de las preguntas, abre nuevas posibilidades a la planificación. No se trata de responder a cuestiones concretas a través del diseño, sino de utilizar éste como parte del proceso de análisis y de creación de escenarios futuros cuya implementación sea capaz de servir a los objetivos identificados, con independencia de que no se puedan predecir los procesos que vayan a desencadenarse.

Esta gestión adaptativa, conlleva el entendimiento de la planificación como un conjunto de acciones experimentales, en las que innovación y tecnología se funden a través del diseño (research through design) volviendo a reconciliar esa antigua separación entre las ciencias y el arte, o si se quiere, entre la investigación y el diseño. Es así como el diseño se convierte en el auténtico motor de los cambios y de los escenarios futuros que no se basan ya tanto en la asunción de presupuestos contrastados con datos históricos, como en la generación de sus propias hipótesis que toman forma a través de proyectos de nuevos paisajes capaces de evolucionar en el espacio y en el tiempo⁶.

6. Ver Fluidez disciplinar: Conversación con Iñaki Alday. Miriam García, ZARCH: Journal of interdisciplinary studies in Architecture and Urbanism, ISSN 2341-0531, N°7, 2016. <https://papiro.unizar.es/ojs/index.php/zarch/article/view/1530/1347>

5.2.3 De la infraestructura al paisaje

Abrazar estas proposiciones del desequilibrio (del riesgo a la resiliencia) y la incertidumbre (del diseño a la investigación a través del diseño) está lejos de la manera en la que se ha producido el urbanismo y el diseño, especialmente tras la Revolución industrial. Y que ha dado como resultado un sistema coartado en su capacidad de adaptación y un paisaje malherido. Estas heridas se manifiestan de múltiples maneras: urbanización, degradación medioambiental, riesgo o falta de cohesión social, entre otras. En este contexto, el planeamiento se ha visto sobrepasado por estos procesos mostrándose incapaz de dirigirlos. "(...) the belief that the city is an entity apart from nature and even antithetical to it has dominated the way in which the city is perceived and continues to effect how it is built. This attitude has aggravated and even created many of the city's environmental problems: poisoned air and water; depleted or irretrievable resources; more frequent and more destructive floods; increased energy demands and higher construction and maintenance costs than existed prior to urbanization; and, in many cities, a pervasive ugliness" (Spirn, 1984).

En otro texto, Spirn nos convoca a pensar en cómo las actividades y las estructuras humanas interactúan con los procesos del aire, la tierra, el agua, la vida y los ecosistemas. "Humans' survival as a species depends upon adapting ourselves and our landscapes-settlements, buildings, rivers, fields, forest- in new, life-sustaining ways, shaping contexts that acknowledge connections to air, earth, water, life, and to each other, and that help us feel and understand these connections, landscapes that are functional, sustainable, meaningful, and artful. Not everyone will be farmers or fishermen for whom landscape is livelihood, but all can learn to read landscape, to understand those readings, and to speak new wisdom into life in city, suburb, and countryside, to cultivate the power of landscape expression as if our life depends upon it. For it does" (Spirn, 1998).

Pero diseñar con la naturaleza, es decir diseñar a favor de los procesos socio-ecológicos y comprender el territorio como un todo, como una auténtica infraestructura, no es por supuesto una cuestión nueva. De hecho, es una invariante de muchas culturas antiguas y es lo que se conoce como paisajes ecológicos históricos. Así por ejemplo, en la cultura precolombina los agricultores indígenas desarrollaron estrategias con las que aumentar los cultivos bajo una amplia gama de condiciones ecológicas, dando lugar a una multiplicidad de paisajes. Los efectos de la transformación de los paisajes fluviales fueron particularmente evidentes en Mesoamérica, donde las prácticas agrícolas ocupaban humedales transformados hidráulicamente. Desde la Antigüedad, el río Amazonas ha sido modificado por tribus indígenas para el cultivo y el transporte de agua, manteniendo un cierto equilibrio entre las zonas ganadas al río y las nuevas canalizaciones. Las plantaciones de café del siglo XIX en Cuba; la llanura de Stari Grad, en Croacia, donde las uvas y las aceitunas se han cosechado desde la Antigüedad griega; el paisaje cultural de Konso, en Etiopía, donde los asentamientos fortificados encarnan una tradición cultural viva que se remonta veintiún generaciones adaptándose a un ambiente hostil; el sistema de gestión del agua subak en Bali (Indonesia), donde espiritualidad y naturaleza se unen en una filosofía que ha modelado el paisaje, al tiempo que garantiza la producción prolífica de arroz, son solo algunos de los múltiples ejemplos de la secular hibridación del hombre con la naturaleza.

Se podría decir que esta perspectiva se recupera, al menos en cierta manera, al comienzo del siglo XX, con la Chicago School of Urban Ecology's Vision de la ciudad como un organismo, el Metabolismo Japonés o la City synthesis de Archigram. Los clásicos textos de planificación regional y ecológica, desde Patrick Geddes a Benton Mackaye o Lewis Mumford dibujan caminos en el mismo sentido. No obstante, son campos como la ecología, especialmente tras las guerras mundiales, los que primero se hacen eco de la necesidad de la incorporación de estos conceptos. Así, la ecología del paisaje ha evolucionado como un campo interdisciplinar que define los paisajes como entidades heterogéneas, con sus propios regímenes de perturbación. En este caso, el énfasis recae en los patrones no tanto morfológicos, sino de procesos y relaciones.

Específicamente en el campo de la planificación y desde que en 1969 se publica por primera vez la obra de Ian L. McHarg, *Proyectar con la Naturaleza* (McHarg 1969, 1994), el análisis del territorio surge como una herramienta que propone abandonar los planes basados exclusivamente en el desarrollo de la forma urbana para dar paso a otros centrados en un entendimiento ecológico del mismo, como binomio naturaleza-ciudad. De este modo, las actividades humanas entran a formar parte del sistema, ya que la manera en la que se desarrollan modifica el comportamiento global del mismo. Es en este contexto en el que el paisaje se constituye en el marco conceptual y espacial, el medio desde el que inducir estos procesos de cambio (Waldheim, 2006a). De esta necesidad, surge la creciente alineación de dos disciplinas, urbanismo y paisaje, que nunca debieron disociarse. Y es que en cierta manera el paisaje ha supuesto un remedio frente al urbanismo convencional. Con esta perspectiva del paisaje muchos planificadores han aprendido a analizar y teorizar territorios, ecosistemas, redes e infraestructuras, así como planificar y diseñar vastas extensiones vacías o urbanizadas. El urbanismo se ha enriquecido de estudios sobre los ecosistemas, su conservación, biodiversidad flujos o resiliencia. Los campos de la ecología del paisaje, el urbanismo ecológico y más recientemente el urbanismo paisajístico, han sentado las bases de esta aproximación (Allen, 2001; Corner, 1997, 1999; Mostafavi & Doherty, 2010; Reed & Lister, 2014; Waldheim, 2006).

Al mismo tiempo, en el campo del diseño, la emulación de las formas, los procesos y los sistemas naturales, se ha convertido en un campo de creatividad e innovación tecnológica. Mucha de la atención prestada a los ecosistemas en el diseño contemporáneo se ha centrado en su concepción como infraestructuras que catalizan procesos, al mismo tiempo que desarrollan un programa técnico, como calles, barreras o filtros (Berrizbeitia; Pollak, 1999). Arquitectos, urbanistas, ingenieros y paisajistas han ampliado su campo de operación y su creatividad, imaginando la ciudad en relación con la naturaleza. Cada vez son más frecuentes proyectos que integran los procesos naturales y fortalecen las lógicas del lugar dando forma a nuevos sistemas regionales y urbanos. Se proponen infraestructuras blandas (soft engineering) o paisajes infraestructurales (landscape as infrastructure), como herramientas con las que trabajar con las fuerzas de la naturaleza, al mismo tiempo que se revisan los modelos de desarrollo de las ciudades gracias a nuevas interacciones del paisaje, infraestructura y urbanización (Bélanger, 2009; Chris Reed, 2006; Shannon, 2004).

La arquitectura del paisaje adquiere aquí todo su alcance como herramienta de resiliencia, dotando de potencial adaptativo a los lugares, restaurando su capacidad de auto-organización. Estas nuevas simbiosis desencadenan patrones dinámicos de un conjunto de ecologías adaptadas que generan física, temporal y conceptualmente los proyectos, convertidos, ahora sí, en auténticas infraestructuras, en nuevos paisajes sintéticos.

5.3 Los casos

Hace apenas dos años que el sociólogo alemán Ulrich Beck publicaba un artículo titulado *How Climate Change Might Save the World?* argumentando que efectivamente el cambio climático salvaría el mundo, pero probablemente de manera diferente a como se esperaba. "In the case of climate change as a moment of metamorphosis, nature, society, and politics coalesce" (Beck, 2014). Para Beck se trata de contemplar no las secuelas negativas del cambio, sus estragos, sino por el contrario, las consecuencias imprevistas, pero positivas y emancipadoras de las catástrofes. Es precisamente la transformación en la comprensión de las interrelaciones que provoca el cambio climático, lo que el autor define como metamorfosis (Beck, 2015). Efectivamente el cambio climático está creando momentos existenciales de decisión, de alumbramientos de nuevos órdenes, estructuras y relaciones: auténticas metamorfosis⁷. Y para reconocerlos Beck nos alienta a la reflexión sobre estas nuevas posiciones y modelos emergentes como germen de futuras estructuras y tipologías.

Pero el cambio climático es un fenómeno gradual y lento, al menos, desde el punto de vista de nuestra vida en la Tierra como individuos. Por lo tanto, si se persigue reconocer estas metamorfosis, es necesario identificar un ámbito espacial donde el cambio climático se manifieste con mayor impacto. Para ello se puede recurrir también a Beck, quien en la última etapa de su pensamiento, que le había hecho pasar del entorno de la sociedad a la dimensión planetaria y su globalización, se centró en el riesgo. Aunque había escrito su libro *La sociedad del riesgo* (Risikogesellschaft) en 1986 (Beck, 1986, 1999) su reflexión se orientó, desde la década de 1990, al estudio del riesgo mundial. Es decir, aquel ligado sobre todo a las grandes catástrofes industriales, al cambio climático, al medio ambiente o al terrorismo.

Porque el riesgo, cuando es de gran magnitud, es de ese tipo de categorías con las cuales el hombre se siente fuertemente identificado, no quedando encapsulado a una sola región, ni siquiera a un solo país, sino que trasciende las fronteras, es global. Y es que si los individuos son susceptibles de ser alcanzados por el cambio climático, entonces todo individuo debe aceptar concebir su experiencia bajo esta luz. Para Beck los choques antropológicos se producen cuando muchas poblaciones sienten que han sido sometidos a un acontecimiento terrible, que deja marcas indelebles en su conciencia, que marcará sus recuerdos para siempre y que cambiará su futuro de manera fundamental e irrevocable. Los choques antropológicos proporcionan una nueva forma de estar en el mundo, de ver el mundo y de hacer. En este sentido, el cambio climático es sin duda alguna un choque antropológico.

En este contexto, el choque antropológico que el huracán Katrina provocó en la sociedad norteamericana y mundial, es para el autor un ejemplo útil para comprender estos procesos de cambio. Y es que hasta que el huracán Katrina no golpeó la costa este de Estados Unidos en agosto de 2005, las

7. La palabra metamorfosis proviene del griego μετα- (meta), que indica alteración, y μορφή (morphè), forma; son los grandes cambios estructurales y funcionales que algunos seres vivos sufren a través de su vida. Este cambio estructural y funcional generalmente viene acompañado de un cambio en el hábitat y en el comportamiento.

inundaciones no se había posicionado como un asunto de justicia ambiental, a pesar de la existencia de un cuerpo sustancial de investigaciones que ponían en relación las desigualdades y la vulnerabilidad a las mismas. Pero esto es sólo parte de la historia. La otra parte de la historia desde el punto de vista antropológico como indica el autor, es que catástrofes de esta magnitud dan origen a momentos cosmopolitas. Son catarsis como éstas las que hacen resquebrajarse las mentalidades institucionalmente construidas y es precisamente en circunstancias como éstas, en las que puede estudiarse el hecho cultural de nuevos horizontes, donde se alumbran nuevas normativas, tecnologías, transformaciones urbanas y negociaciones (Beck, 2015).

Desde esta perspectiva, si juntamos estas dos variables: evidencias de cambio climático y catástrofes producidas por éste, sin duda alguna las poblaciones costeras de todo el mundo serían las zonas a las que mirar, los lugares donde deberían producirse la metamorfosis de la que hablaba Beck. Una metamorfosis en la que el pasado se reconsidera a través de la imaginación en el marco de un futuro amenazante. Entornos en los que las normas y principios, y por qué no, los modelos de planificación y diseño que guiaron las decisiones en el pasado, se re-evalúan y cuestionan. Es entonces cuando surgen alternativas, modelos de nuevos órdenes de relaciones, innovación y diseño.

Siguiendo el camino apuntado por Ulrich Beck, se trataba de entonces de encontrar territorios (en el caso de esta investigación: costas) donde la amenaza del cambio climático se hubiera manifestado con tal virulencia que la respuesta al mismo hubiera tenido un alcance global. Una costa donde la metamorfosis conceptual y física se hubiera hecho visible traspasando fronteras y sacando a la luz posiciones, modelos y técnicas latentes en otras partes el globo, pero invisibles para la sociedad global.

Precisamente por eso los casos escogidos reflejan un momento de crisis ambiental y política en la costa este de Estados Unidos tras dos de los eventos más catastróficos a los que la sociedad estadounidense ha tenido que enfrentarse en la última década: el huracán Katrina que en agosto de 2005 dejaba tras de sí casi 2000 fallecidos, cientos de miles de desplazados en Louisiana, Mississippi y Alabama y más de 100 billones de dólares en daños materiales (History.com, 2015); y el huracán Sandy, que en octubre de 2012 arrasaba la costa noreste de Estados Unidos (New York y New Jersey) dejando tras de sí 186 fallecidos, mas de 600.000 viviendas dañadas, 200.000 pequeños negocios cerrados, unas pérdidas económicas que se cifraron en 65,7 billones de dólares a lo largo de más 24 estados (Sandy Rebuilding Task Force, 2013). La respuesta a estas catástrofes, producidas además en uno de los países más poderosos y al mismo tiempo más mediático del planeta, permitirá contrastar si las reflexiones realizadas a priori y enunciadas como las tres proposiciones que conforman el marco teórico de esta investigación son meras hipótesis imposibles de aplicar en el contexto actual o, si por el contrario, nos encontramos ante una auténtica metamorfosis, como apuntaba Beck. Un momento de cambio en la concepción, planificación y diseño del litoral mundial. Un momento en el que es urgente que la disciplina modifique también sus presupuestos.

La búsqueda de respuestas a Katrina y a Sandy se lanzan al mundo a través de dos concursos internacionales: The Changing Course competition for the future of the Lower Mississippi River Delta 2014-2015 y Rebuild by Design, 2012-2015.

Img: The Changing Course competition for the future of the Lower Mississippi River Delta (Changing Course competition, 2015), 2014-2015. Un concurso de diseño para el Bajo Delta del río Mississippi con el que recuperar la funcionalidad ecológica del sistema, manteniendo en la medida de lo posible las infraestructuras y asentamientos existentes, así como la navegación del canal. Un concurso que reúne a equipos de todo el mundo para crear visiones innovadoras. Un esfuerzo independiente dirigido por líderes locales y nacionales que persigue aportar innovación adicional, competencia y participación del sector privado para ser integrados en el Plan Maestro de la Costa de Litoral de Louisiana de 2017.

Img: Rebuild By Design (Rebuild By Design, 2012), 2012-2015. Iniciado por el Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de Estados Unidos y el Grupo de Tarea Presidencial de Reconstrucción de Huracanes, Rebuild by Design conecta a los investigadores y diseñadores más innovadores del mundo con los agentes y negocios activos de la zona afectada por Sandy junto con los grupos locales para comprender y diseñar de manera conjunta cómo reconstruir su comunidades en formas ambientalmente y económicamente más resilientes.

Entre los dos concursos se han presentado 128+7 propuestas de equipos de todo el mundo, de entre las cuales, las 7+3 propuestas ganadoras contienen un grado de detalle que permite contrastar, a través de un estudio pormenorizado, el marco teórico y reconocer sus herramientas.

Finalmente, la confrontación e integración entre las proposiciones enunciadas en el contexto teórico y el análisis detallado de las aportaciones de los equipos ganadores de estos concursos, permite formular un abanico tipológico y tecnológico con el que abordar una segunda metamorfosis desnaturalizada desde el diseño de paisajes resilientes como conclusión y propuesta de esta tesis.

6. EL GUIÓN

Quisiera recoger aquí los comentarios de María A. Villalobos H, quién en su informe como revisora experta con sus comentarios ha aportado más luz que la que yo misma había considerado al escribir esta tesis: “Es original como la estructura y método de análisis de información que propone la tesis es en sí misma una especie de metamorfosis metodológica. Con esta operación, la autora pone a prueba al lector y lo envuelve desde la primera línea en el proceso mismo de construir la resiliencia”. Y es que esta investigación ha estado sujeta en todo momento a un proceso creativo, de experimentación a través de la reflexión y el diseño de conceptos y herramientas culturales y gráficas. Una metodología iterativa que impregna toda la tesis y que en cierto modo invita al lector a experimentar también. Precisamente por eso, a continuación se detalla la estructura de la tesis con el objetivo de orientar (ayudar a navegar) al lector cómo se organiza el contenido del documento. La tesis se compone de dos volúmenes:

Tomo 1

- Cap1. EL CONTEXTO GLOBAL
LA CONDICIÓN ANTROPOCENA
- Cap 2. EL CONTEXTO TEÓRICO
LAS PROPOSICIONES
- Cap 3. EL CONTEXTO DE LOS CASOS DE ESTUDIO
LOS LABORATORIOS
- Cap 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y PROPUESTAS
LAS METAMORFOSIS SINTÉTICAS

Tomo 2

- Capítulo único. PROPUESTA PRELIMINAR DE LEXICÓN PARA UNA
METAMORFOSIS SINTÉTICA DE LA COSTA
- Anexo I. MATRICES DE CASOS DE ESTUDIO
- Anexo II. GLOSARIO

Tal y como se ha indicado, el objetivo principal de la tesis no es la crítica, sino que se persigue elaborar un conjunto de respuestas conceptuales y herramientas físicas desde las que reformular la relación con la costa de manera coherente con la condición antropocena y el actual contexto de cambio climático. Por ello, antes de entrar a fondo en la motivación del nuevo marco conceptual propuesto, se hace necesario comprender dicha condición y su relación con los procesos de transformación de las costas en todo el globo. Del mismo modo, antes de poder descender al análisis de los efectos del cambio climático en las mismas se hace necesaria su previa caracterización. Todas estas cuestiones son las que se recogen en el capítulo primero del Tomo 1, como estado de la cuestión y contexto global en el que se enmarca la investigación.

El capítulo segundo está el destinado a motivar y proponer el marco teórico. Se plantea, en realidad, toda una transformación del marco conceptual comúnmente aceptado hasta el momento en la planificación y diseño del litoral. Esta es la primera metamorfosis que propone la tesis: conceptual, de alcance mundial, inducida y cultural, y se lleva a cabo mediante la elaboración de un conjunto de proposiciones (tres) que confrontan pasado y futuro. En todas ellas se pone el énfasis en la mirada global, holística y transdisciplinar, como mecanismo para reconocer y proyectar en sistemas socio- ecológicos complejos, en constante cambio y sujetos a la incertidumbre como son los territorios litorales.

Con estas premisas, en el capítulo tercero se presentan los casos de estudio, el contexto socio-ecológico en el que se desarrollan, sus antecedentes, el pensamiento de diseño técnico y cultural que los hace posible y su alcance. Cada una de las propuestas analizadas, diez en total, correspondientes a los dos concursos internacionales que se llevaron a cabo tras los huracanes Katrina y Sandy (los laboratorios *Changing Course* y *Rebuild by Design*), se presentan de manera personal, desmembrando sus narrativas, estrategias de diseño, tipologías, componentes y materiales. Para una mejor comprensión de las mismas, se recomienda su lectura de manera combinada con sus respectivas matrices de análisis recogidas en el Anexo 1 del Tomo 2.

Estos casos de estudio, me permitirán identificar un abanico de estrategias y modelos emergentes como germen de futuras estructuras y materiales en el ámbito del diseño y la planificación del litoral. Estrategias y materiales que se encuentran descritas en el capítulo cuarto del Tomo 1, dedicado a la discusión de resultados, conclusiones y propuestas. La tesis, es eminentemente propositiva, llegándose a conceptualizar y definir estructuras (componentes) especiales directamente vinculados a un nuevo vocabulario que posibilite el diseño de paisajes costeros resilientes. En este capítulo se explica cómo operan estas estructuras en relación a los peligros inminentes del cambio climático en el litoral, sus beneficios ecosistémicos, así como los materiales y tecnología que los hacen posibles. Incluso, a partir de ellos, se recrean modelos de metamorfosis de costas (ideales). Este compendio configura el nuevo abanico tipológico (como formalización técnica del marco conceptual) desde el que se podrá avanzar en la necesaria y urgente transformación de la disciplina de la planificación del litoral. Es entonces cuando se producirá la metamorfosis sintética de la costa que reclama la tesis. Pero aunque estas herramientas son muchas, no son todas, ya que solo son representativas de unos tipos muy determinados de costas (deltas y costas sedimentarias de pendiente moderada), características de las dos grandes categorías en las que se inscriben los casos de estudio.

Precisamente por ello, pero también porque se considera una contribución abierta y flexible capaz de servir de base en futuras investigaciones, el Tomo 2 contiene un capítulo único donde se propone la definición conceptual y gráfica de estas estructuras, como propuesta preliminar de Lexicón para

una metamorfosis sintética de la costa. Este capítulo se ha desarrollado en castellano y en inglés a petición del experto José Fariña, quién en su informe de revisión de esta tesis así lo aconsejaba. Del mismo modo, el capítulo incorpora una reflexión gráfica y escrita que permite relacionar estas estructuras con su aplicación en la creación de paisajes resilientes ante los efectos del cambio climático identificados tal y como sugería el experto Oscar Grauer en su informe de revisión. A partir de ahí será posible articular diferentes conjuntos de estrategias y tipos de operaciones en atención a las particularidades socio-ecológicas de cada paisaje costero.

Por último, el Tomo 2 incluye, como Anexo 2 un glosario en inglés, de términos vinculados al litoral que facilitan la comprensión de las matrices de análisis de los casos de estudio (que están también en inglés). De este modo se pretende no desvirtuar los términos utilizados por los documentos originales consultados para la elaboración de la tesis, que al estar vinculados a los casos de estudio (todos ellos estadounidenses) pertenecen a un universo cultural determinado.

Human action is visible everywhere— in the construction of knowledge as well as in the production of the phenomena those sciences are called to register (Latour 2014, 6).

CAPÍTULO 1. EL CONTEXTO GLOBAL

LA CONDICIÓN ANTROPOCENA

1. UN ESTADO DE CRISIS

Vivimos en lo que algunos científicos han denominado como un estado de crisis de percepción. Una crisis que deriva del hecho de que la mayoría de nosotros y las grandes instituciones sociales suscribimos una visión desfasada del mundo en la que todavía perviven conceptos como linealidad, certeza o determinismo, entre otros. Una percepción que resulta inadecuada para abrazar la complejidad y por ende, para tratarla (Capra, 1998). Pues bien, este estado de crisis descrito por el pensador y físico austriaco Fritjof Capra, puede aplicarse también para definir la práctica de la planificación y el diseño contemporáneos, anclados en posiciones morfotipológicas deterministas, en vez de en la interrelación entre agentes y sistemas.

En este contexto, otra crisis: la climática, parece forzarnos a pensar de modo diferente. La ciudad, o lo urbano, ya no tiene sentido en sí misma, sino en comunión con un mundo creativo, imprevisible e interconectado. Una suerte de ecología perturbada marcada por la lógica de lo que los científicos denominan como sistemas abiertos. No en vano cuando los climatólogos del IPCC promovieron a principios de siglo, el paso de las estrategias de mitigación a las de adaptación, comenzaron a utilizar sistemas abiertos pensados para modelar turbulencias y perturbaciones en los patrones de tormentas, la fusión polar o el aumento del nivel del mar, entre otros. Todos estos fenómenos comparten la pauta de mostrarse erráticos a corto plazo, aunque los efectos a largo plazo son incuestionables en el transcurso de décadas. Los análisis de estos sistemas abiertos están conformados por redes fluctuantes, en vez de por conexiones plácidas. Precisamente porque las conexiones son complejas, están especialmente predisuestas a las perturbaciones.

Pero en la vida cotidiana, la sociedad aspira al máximo control posible del entorno. Este ha sido sin duda alguna el anhelo de la cultura y la tecnología de la humanidad a lo largo de la historia, en especial desde la Industrialización. Sin embargo, fenómenos como el cambio climático son el reflejo de una nueva era, que se manifiesta en las interrelaciones con el mundo natural, donde la esfera de autocontrol y autonomía humanas están en regresión y por lo tanto, en entredicho. Ciertamente ha emergido un nuevo lenguaje que aspira a la comprensión de los sistemas complejos y altamente integradores de vida y que desafía las posiciones evolutivas más conservadoras. Nombres como: teoría de los sistemas dinámicos, dinámica no lineal, teoría de la complejidad, Gaia, caos, dinámica de redes, etc. tienen como temas clave: la incertidumbre, los atractores caóticos, los fractales, las estructuras disipativas o la auto organización.

Esta nueva comprensión de la vida lidera la vanguardia científica de un cambio de paradigma basado en la visión sistémica de la misma en todos los niveles de los sistemas vivientes (organismos, sistemas sociales y ecosistemas). Lo que significa que no pueden ser entendidos aisladamente, ya que están interconectados y son interdependientes. Un paso más desde una concepción de un mundo mecanicista hasta la contemporánea mirada post-ecológica. Pero para llegar a este punto ha habido que recorrer un intenso camino en el que las teorías de redes y sistemas alumbradas a principios del siglo pasado constituyen su base conceptual.

Y es que desde entonces, la configuración del mundo en la cultura universal ha experimentado grandes cambios. Por ejemplo, antes de la gran transformación que da surgimiento a la ciencia moderna, el universo era concebido como un todo orgánico, cuya característica fundamental era la interdependencia de los fenómenos materiales y espirituales. En la Antigüedad la tarea de los filósofos y de los científicos, sin división entre ambos, era la de comprender el significado de las cosas, no tanto el de predecirlas y mucho menos el de controlarlas. Su filosofía y ciencia dominaron el pensamiento occidental más de dos mil años después de su muerte. Sin embargo la ciencia moderna, escindida de las humanidades, convierte al hombre en un observador que persigue el control de la naturaleza.

Ya durante los siglos XVI y XVII la descripción aristotélica de un universo vivo, orgánico y creativo, se ve desplazada por la del mundo como máquina. Este cambio fue propiciado por descubrimientos en campos como la astronomía, las matemáticas o la física de la mano de Copérnico, Galileo, Descartes, Bacon y Newton, entre otros. Se separan de este modo la ciencia y el arte y se inicia un estéril debate entre lo objetivo y lo subjetivo. Un debate que gana la ciencia, manifestando su supremacía por encima de la intuición y defendiendo un universo donde el destino está fijado por leyes mecánicas, el azar no existe y los acontecimientos están determinados (Capra, 1998).

Pero a finales del siglo XVIII y sobre todo durante el siglo XIX, el movimiento romántico reclama la revisión de la posición aristotélica, concentrándose en la naturaleza como forma orgánica creativa, o si se prefiere: generativa. Goethe, fue uno de los primeros en reclamar el concepto de morfología desde una perspectiva dinámica y evolutiva. Su concepción de la forma como un patrón de relaciones en el seno de un todo organizado, se adelantaba casi un siglo al pensamiento sistémico. Su *Metamorfosis de las plantas*, es para muchos de nosotros todavía hoy, un libro de referencia para la comprensión de las propiedades básicas de la vida desde una concepción de la morfología (Goethe; Miller, 2009) o en sus propios términos: como percepción intuitiva (Goethe, 1970). Una habilidad para ver el arquetipo ideal los procesos de la naturaleza, como recrea tras una de sus múltiples charlas en la casa de Schiller (al que llamaba el Kantiano): "I gave an enthusiastic description of the metamorphoses of plants, and with a few characteristic strokes of the pen I caused a symbolic plant to spring up before his eyes. But when I stopped he shook his head and said, 'That is not an observation from experience. That is an idea.' Taken aback and somewhat annoyed, I paused ... my old resentment began to rise in me. I collected my wits, however, and said, 'Then I may rejoice that I have ideas without knowing it, and can even see them with my own eyes'" (Miller (trans.); Goethe (1794); Atkins, 1994).

Más tarde, a finales de este siglo y principios del XX, las concepciones estáticas, cuestionadas tan solo por los románticos, dieron paso a las evolutivas. Surge entonces la teoría de la evolución de la mano de Darwin y las leyes de la termodinámica de la mano de Sadi Carnot y sucesores como Clausius (1860). Aunque dinámicas, la teoría de la evolución y la termodinámica parecen apuntar caminos diferentes. La teoría de la evolución de Darwin (1888) se basa en el concepto de adaptación al medio de las especies. Darwin abre la puerta al enorme universo del cambio y la transformación. Pero también, a la idea de la vida como un sistema complejo y adaptativo, en el que las especies no han sido creadas independientemente, sino que han surgido como resultado de la evolución / transformación de otras. Aunque también es cierto que para Darwin los seres vivos evolucionan hacia estructuras más ordenadas. Es el concepto de orden, como resultado de un estado evolutivo superior, el que difiere de los principios de la termodinámica. La termodinámica por su parte nos indica que la energía mecánica nunca se transforma totalmente en trabajo, sino que una parte se disipa en calor y una vez que parte del calor se ha disipado ya no es posible volver a la situación inicial. Se trata de un proceso irreversible del que surge entonces el concepto de entropía para medir el grado de evolución de un sistema físico. Así, cuanto más cerca estemos del equilibrio mayor será la entropía y menor la actividad del sistema. La entropía se convierte de este modo en un indicador de evolución. Sin embargo, la teoría evolutiva parece indicar todo lo contrario, apuntando que los seres menos estructurados van dejando paso a los más estructurados. La flecha biológica defendida por la teoría de la evolución, parece tener entonces un sentido contrario al de la termodinámica (Capra, 1998; Prigogine, 2004).

Como clave para la integración de las posiciones anteriores emerge la intuición sobre una nueva comprensión del funcionamiento de los sistemas en el campo de las ciencias. Lo que Ilya Prigogine e Isabelle Stengers plantean como una metamorfosis de la ciencia y que recupera la antigua integración entre hombre y naturaleza, entre ciencia y humanidades. "He tratado de destacar que, en nuestro tiempo, nos hallamos muy lejos de la visión monolítica de la física clásica. Ante nosotros se abre un universo del que apenas comenzamos a entrever las estructuras. Descubrimos un mundo fascinante, tan sorprendente y nuevo como el de la exploración en la infancia. (...) Hoy en día, casi a finales de siglo, seguimos siendo incapaces de prever a dónde nos llevará este nuevo capítulo de la historia humana, pero podemos estar seguros de que, con él, se abre un nuevo diálogo entre hombre y naturaleza" (Prigogine; Stengers, 1983).

Las teorías de Prigogine son parte de la búsqueda de un nuevo paradigma que asume la idea de una naturaleza aleatoria, irreversible, indeterminada y creativa de la que el hombre forma parte. Junto con Isabelle Stengers, Prigogine pretende explicar la metamorfosis a la que se enfrenta nuestra imagen del universo, un universo en constante creación, marcado por la incertidumbre. Prigogine resolvió esta fractura entre la evolución y la termodinámica gracias a lo que se ha denominado la Termodinámica no lineal de los procesos irreversibles (TNLPI) que podría explicarse sintéticamente del siguiente modo. En sistemas cerca del equilibrio el sistema evoluciona hacia una situación estacionaria en la que la producción de entropía es la mínima compatible con las restricciones que se le está imponiendo al sistema desde fuera. Por el contrario, los sistemas lejanos al equilibrio

son aquellos en los que los gradientes de entropía se hacen tan grandes que los elementos mediante sus flujos empiezan a cooperar entre sí. De modo que la situación se vuelve no lineal o, si se prefiere, impredecible. Es entonces cuando se pueden producir estructuras disipativas. Esto es lo que se conoce como orden mediante fluctuaciones. Es decir, no podemos determinar la trayectoria evolutiva de un sistema, no es lineal. A lo largo de su vida aparecen distintas situaciones, aparece el azar, de tal modo que no es posible predecir el camino que tomará el sistema al llegar a cada bifurcación. Estas investigaciones han convergido en lo que se denomina como ciencia del caos, que estudia la formación de nuevas estructuras en sistemas abiertos lejos del equilibrio.

En esta situación de cambio constate, la teoría de los sistemas adaptativos complejos nos muestra que éstos y los sistemas vivos se adaptan a los cambios existentes en su entorno en un estadio fuera del equilibrio dinámico, en el borde del caos, experimentando una fase de transición paradójica de estabilidad e inestabilidad simultánea. Es decir, es en el borde del caos, cuando las condiciones son adecuadas, cuando los componentes de los sistemas son capaces de auto-organizarse espontáneamente, sin necesidad de planificación. El resultado es la aparición de nuevas estructuras de orden superior y nuevos patrones de organización mejor adaptados al contexto. Ilya Prigogine (1917-2003) ganó el Premio Nobel de química en 1977 por estas investigaciones sobre estructuras disipativas, demostrando que el orden puede surgir del desorden. Y que, por lo tanto, no se trata tanto de jerarquías, como de articulaciones (Prigogine; Stengers, 1983; Prigogine, 2004).

Pero este proceso adaptativo y creativo, llevando a un sistema desde el equilibrio dinámico hasta el borde del caos y posteriormente a un estado mayor de orden, coherencia e integridad, no está siempre garantizado. Dicho de otro modo, los sistemas pueden colapsar (Laszlo, 2006). Según Laszlo, tenemos la oportunidad de impulsar las tendencias que darían lugar a un punto de inflexión crítico. Pero superado este punto de caos, o evolucionamos a un mundo más seguro y más sostenible, o los sistemas sociales, económicos y ecológicos que enmarcan nuestra vida se vuelven exagerados y se derrumban. Más allá de esta mirada catastrofista, lo importante aquí es poner de manifiesto que cuando un sistema no tiene la capacidad de aprendizaje para creativamente auto-organizarse y transformarse, puede sufrir un proceso de desintegración y descomposición completa. Por el contrario, un sistema puede pasar por varias fases de cambio a lo largo de su vida, alternando períodos de estabilidad e inestabilidad, continuidad y discontinuidad, orden y caos. Este proceso se repite a lo largo de todo el ciclo de vida del sistema, una suerte de metamorfosis que le provee de resiliencia, de auto-organización frente a las perturbaciones.

Este cambio desde el paradigma mecanicista al ecológico no ha sido lineal. Se ha producido a distintas velocidades en los diferentes campos del saber, en una constante tensión entre las partes (mecanicismo) y el todo (perspectiva ecológica o sistémica). Lo interesante, especialmente en el campo de la planificación y el diseño, es la capacidad de estos atractores caóticos como generadores de nuevos órdenes entre el azar y la estabilidad. Nos permite alejarnos de posiciones ampliamente aceptadas hasta finales del siglo pasado en las que las comunidades y los ecosistemas eran percibidos como sistemas ordenados que se mantenían en un constante

estado de equilibrio gracias a mecanismos homeostáticos. Es decir, compensando los cambios en su entorno mediante el intercambio regulado de materia y energía con el exterior. Pero en el caso de sistemas alterados para dar cabida a las dinámicas humanas, cuando un lugar experimenta una catástrofe, la respuesta no consiste en favorecer su metamorfosis para que esa transformación facilite su capacidad de auto-organización y resiliencia. Lejos de eso, se exige (la mayoría de las veces a las administraciones) un aporte de energía que dejara el sistema como antes, en una ficticia situación de equilibrio. Esto no hace más que aumentar su vulnerabilidad. Mediante este control de su metabolismo se reconocía implícitamente por un lado, la tendencia de los sistemas a mantener el equilibrio y por otro, la capacidad del ser humano de controlarlos en entornos cerrados. Ambas cuestiones se han demostrado erróneas. Pensemos en las playas de nuestro litoral tras los temporales invernales cuando las corrientes y los fuertes oleajes se llevan buena parte de su aporte sedimentario hasta casi hacerlas desaparecer. Cada temporada, los medios de comunicación, los políticos y la sociedad en general, se refieren a ellos como catástrofes. Se exige la reposición de arena, el arreglo de barandillas, calles y la recolocación de chiringuitos. Da lo mismo que se repita año tras año, parecemos incapaces de reconocerlos como dinámicas propias del sistema. Sin embargo, todos estos son procesos que se considera serán cada vez más frecuentes a la luz de los efectos del cambio climático¹.

Investigaciones como las de Prigogine transforman la idea de orden y evolución. Las estructuras disipativas integran las leyes de Carnot- Clausius, poniendo de manifiesto encuentros entre propiedades emergentes de los sistemas en un ciclo continuado de desorden, encuentros, interacciones, organización, orden estructurado, desorden (Morin, 1986). ¿Podríamos entonces cambiar nuestra percepción (y nuestro modo de actuar) sobre las relaciones entre el hombre y su medio, entre las infraestructuras y el paisaje?

Parece posible pensar que todos estos descubrimientos han dado paso a un cambio fundamental hacia un pensamiento ecológico que ha transformado los pilares del equilibrio, la homogeneidad y el determinismo en los del desequilibrio, la heterogeneidad y el azar: "From the balance of nature/equilibrium paradigm to the hierarchical patch dynamics paradigm" (Wu; Loucks, 1995). Ya que reconocen que la naturaleza no se encuentra en un constante estado de equilibrio, sino más bien de cambio constante o flujo. Pues bien, los fenómenos climáticos y las sociedades humanas se rigen por estos principios y por lo tanto, este cambio de paradigma alimenta todas las disciplinas, también la práctica de la planificación y el diseño contemporáneos. Sin embargo, estos principios no han sido incorporados con carácter general en la teoría y la práctica del diseño, la planificación y la ingeniería (Holling, 1994; Pickett; Cadenasso; Grove, 2004).

"El gran shock para la ciencia del siglo XX ha sido la constatación de que los sistemas no pueden ser comprendidos a través del análisis. Las propiedades de las partes no son propiedades intrínsecas, sino que sólo pueden ser comprendidas en el contexto de un contexto mayor" (Capra, 1998).

1. Sólo hace falta visitar la página web del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, en concreto de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar, cuyo Plan Litoral se circunscribe a destinar fondos para la realización de obras de reparación por temporales. <http://www.mapama.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/plan-litoral-obras-reparacion>

2. EL ANTROPOCENO

Si el gran shock para la ciencia del siglo XX fue la constatación de que los sistemas no pueden ser comprendidos sino dentro de un contexto mayor, el contexto de ese contexto es sin duda alguna su condición antropocena. Y es que nos encontramos en una nueva era diferente de su predecesora el Holoceno, conocida como Antropoceno. En el Holoceno, época geológica cuyo comienzo se data hace 11.700 años y cuyo templado clima favoreció el origen de las civilizaciones, eran las fuerzas de la Tierra las que dinamizaban sus flujos y procesos. Sin embargo, en el Antropoceno es el hombre quien los activa. El término Antropoceno fue acuñado por el ecologista Eugene Stoermer a principios de los años ochenta del siglo pasado para referirse a la evidencia del impacto de las actividades humanas en la Tierra. Este término ha ido ganando aceptación en especial, desde que lo popularizara en el año 2000 el Premio Nobel de química Paul Crutzen (**Crutzen; Stoermer, 2000**).

No obstante y a pesar de su uso extendido entre científicos y pensadores, se trata de un término que aún no ha sido aceptado formalmente por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas, que es el organismo internacional que decide sobre las escalas del tiempo geológico. Algunos científicos fechan el inicio de esta era geológica hace 5000 años, en el momento en el que se empezaron a elevar drásticamente los niveles de metano en la Tierra fruto de un hombre sedentario, agricultor, que abandonaba en parte el nomadismo gracias a las condiciones de confort climático que propiciaba el cálido Holoceno. Otros sin embargo, prefieren fechar el inicio de esta era en la Revolución industrial, cuando las emisiones de carbón comenzaban a alterar la composición de la atmósfera. El momento que se conoce como la gran aceleración. Sea cual sea el origen, parece indiferente, ya que lo más significativo de su conceptualización reside en la importancia de las relaciones socioecológicas contempladas desde la perspectiva multidisciplinar del sistema terrestre. Tomar consciencia de la condición antropocena, significa asumir que la influencia del ser humano sobre su entorno es de tal magnitud que ha operado un cambio cualitativo en el planeta: el entremezclamiento irreversible de los sistemas sociales y los naturales. Por eso tiene sentido hablar de sistema, de sistema terrestre socioecológico en su conjunto. Ya que la idea misma de Antropoceno tiene que ver con la idea de la Tierra como un sistema de fuerzas y flujos conectados que se retroalimentan mutuamente, a través de relaciones tan complejas, como inestables.

Img: Global timeline of human transformation of the terrestrial biosphere. The timeline illustrates a variety of major events and changes in human populations, climate and humanenvironment relationships from late Pleistocene to present, beginning with anatomically modern humans in Africa ca. 200 ka (map, left). Genetic evidence indicates population dip at 70 ka (Toba eruption), followed by rapid growth and expansion out of Africa and across Eastern Hemisphere by the Last Glacial Maximum (map bottom). Rapid climate change, widespread extinction of megafauna and human colonization of the Western Hemisphere follow. (Ellis, 2013).

Estamos ante un desafío cognitivo de orden colectivo, que algunos sociólogos a finales del siglo pasado como Anthony Giddens y especialmente Ulrich Beck denominaron como la sociedad del riesgo (Beck, 1992; Giddens, 1991). Este desafío supone, por ejemplo, enfrentarse a la comprensión de una realidad que a primera vista no exhibe las huellas de procesos de largo recorrido temporal. Habitamos en sistemas abiertos, complejos, adaptativos y no lineales; donde la incertidumbre cobra más fuerza que nunca. Los sistemas son impredecibles, los analizamos y trabajamos con ellos a partir de sus vulnerabilidades y potencialidades en un constante proceso entre interrelación y aprendizaje. Es decir, reconocemos que los sistemas están sujetos a cambios como mecanismo de adaptación a su entorno. Por lo tanto, cualquier diseño o planificación que se imponga imposibilitando estas transformaciones, estará en cierta manera amplificando el riesgo de colapso del sistema. Esta es pues la base de la condición antropocena.

Esto sugiere que el mundo ya no está caracterizado por ecosistemas naturales con seres humanos perturbándolos, sino por una combinación de ecosistemas humanos manipulados y usados y ecosistemas nuevos más o menos modificados (Ellis, 2013). No en vano Latour nos animaba a liberarnos del anterior concepto de naturaleza (Latour, 2004). Se calcula por ejemplo, que alrededor del 90% de la actividad vegetal se produce en ecosistemas donde el hombre desempeña un papel relevante. Esto tiene sus efectos en la alteración de la estructura de las comunidades vegetales con la consiguiente disminución de la biodiversidad y la desaparición de especies. Y es que no parece tener sentido venerar y preservar una naturaleza conceptualizada como pura, ya que en esta era la división entre hombre y naturaleza no es una distinción precisa o coherente, y además resulta ineficaz. Por el contrario como apunta Purdy: "in a world we can't help shaping, the question is what we will shape" (Purdy, 2015).

Para intentar dar respuesta es esta cuestión Purdy desarrolla cuatro visiones que condensan 200 años de historia e imaginario del paisaje americano y que, en cierto modo, conviven todavía en diferentes contextos a ambos lados del Atlántico. El paisaje providencial, caracterizado por el entendimiento del mismo como recurso, como bien a explotar. El de los colonos americanos que en el siglo XIX consideraban la naturaleza como algo incompleto que el trabajo humano convertiría en algo útil y la ley en propiedad privada. La visión romántica, ejemplificada por John Muir y la preservación de los paisajes intocados, que Purdy reconoce como antecesora de las vacaciones y el consumo de la naturaleza no como un bien productivo, sino lúdico. La utilitaria, aquella que abanderó una gestión responsable y controlada de los recursos por expertos, capaces de identificar el balance entre consumo y recursos, la que, en el fondo, está en la base del concepto de desarrollo sostenible y que abanderan los procedimientos de evaluación ambiental e informe de sostenibilidad (o sus análogos a escala global). Y finalmente, la visión ecológica emergente en los tempranos años 60 del siglo pasado y ejemplarizada en *La Primavera silenciosa* de la bióloga marina y zoóloga Rachel Carson, donde son los valores ecológicos y sus relaciones los que se preservan, mientras que el diseño se retrae (Carson, 1962).

Purdy, tras esa visión panorámica, no nos indica cual es el paisaje del Antropoceno, pero sí nos advierte de la enorme responsabilidad que conlleva definirlo. Y es que ahora somos conocedores de formar parte de sistemas que no son estables, ni siempre se autorregulan y que, aunque adaptativos, pueden llegar al colapso. Ahora, que alumbramos un conocimiento sistémico de la vida en la Tierra, la responsabilidad es aún mayor. Las inundaciones costeras, la expansión de pandemias, las crisis alimenticias y la escasez de agua, ocupan las primeras posiciones de la agenda antropocena. En este contexto, el autor se atreve a apuntar que la preservación por sí misma no es suficiente y que el diseño del paisaje se debe incorporar necesariamente a la agenda antropocena: "As climate change shifts ecological boundaries, problems like hábitat preservation come to resemble landscape architecture. We can't just pen in animals to save them; we need to secure migration corridors and help species move as their habitats lurch across a changing map" (Purdy, 2015).

Y es que no se trata solo de despertar la conciencia sobre los efectos de nuestras acciones con el objetivo de lograr la protección de determinados enclaves mientras otros se desarrollan casi de cualquier manera al no tener impactos que se denominaban significativos. Eso ya pasó con el concepto de sostenibilidad y se ha demostrado ineficaz². Nuestras acciones son acumulativas en un medio en constante evolución y por lo tanto es necesario la imaginación de escenarios futuros que permitan por un lado, la definición de estrategias globales capaces de redirigir los riesgos inherentes del contexto antropoceno y por otro, el diseño de procesos tácticos que catalicen transformaciones resilientes. Una resiliencia, como más tarde trataré de explicar, entendida como proceso mismo de acción, creación y aprendizaje; como acción política, científica y técnica. Resiliencia como posición desde la que diseñar paisajes en esta genuina era post ecológica.

2. Ver Desmontando la paradoja de la sostenibilidad, Miriam García. *Ambienta*, 2016, 116:4-22. http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/art_datos.asp?articuloid=1721&codrevista=AM.

Estas posiciones de Purdy coinciden con las de otros pensadores contemporáneos, como Timothy Morton. Morton defiende además que en la era antropocena, el concepto de lugar, sustituye al del espacio, puesto que incluye el tiempo: “Place has a strange loop from because place deepy involves time. Place doesn’t stay still, but bends and twists: place is a twist you can iron out of the fabric of things. When you are near your destination you can sometimes feel quite disoriented. (...) Nearness does not mean obviousness: just ask someone looking at a dust mite down a scanning electron microscope. When massive entities such as the human species and global warming become thinkable, they grow near. They are so massively distributed we can’t directly grasp them empirically.(...) These hyperobjets remind us that the local is in fact uncanny. Space evaporates.” (Morton, 2016). Esta aproximación es muy interesante desde el punto de vista conceptual, puesto que abandona la idea, al menos la cuestiona, de que el todo es más que la suma de las partes. Para Morton, esta idea del todo, o como él lo llama: el espacio, como algo infinito es una evasiva, una reducción de las complejidades de los lugares. Esta aproximación parecería dar las claves suficientes para girar la mirada hacia las relaciones y los procesos, como conjuntos de infinitas especies y espacios de conformación de un entorno dinámico. En ese sentido, de nuevo el paisaje como lugar y no como espacio, aparece como medio de acción y reflexión, de diseño e investigación. No parece que siempre la planificación deba ser el primer paso, o al menos el paso previo a la acción. Más bien parece que Morton nos invita a aprender y reflexionar de los lugares.

Todas estas posiciones, lejos de aproximarnos a la melancolía o al pesimismo, suponen para los científicos, diseñadores y planificadores todo un reto. Por supuesto la mirada ecologista que defiende que aún es posible encontrar, al menos regionalmente, ecosistemas en funcionamiento a gran escala por los que vale la pena trabajar para mantener su funcionalidad, es compatible con las posiciones anteriormente expresadas. Pero, a esta cruzada se añade en nuestros días, el reto de trabajar para que paisajes fuertemente influenciados por los seres humanos puedan ser manejados de una manera que preserve o incluso expanda la diversidad biológica, al menos localmente (Ellis et al., 2013; Vos; Meekes, 1999). Dicho de una manera quizás más expresiva: se trataría de constatar que entre lo natural y lo artificial es posible definir una tercera categoría, que se podría denominar como sintética³. Sintética en el sentido literal de la palabra griega síntesis, entendida como combinación de cosas y procesos que crean otros nuevos, lejos de las connotaciones de artificialidad que se le suelen achacar.

Como respuesta a esta tendencia incluso ecologistas y conservacionistas han empezado a estudiar nuevos ecosistemas denominados como salvajes. De modo que las estrategias de restauración ambiental consisten menos en mantener los procesos ecológicos históricos, y más en promover la autonomía de procesos ecológicos autosuficientes, sin ayuda de los humanos (Cantrell; Martin; Ellis, 2017).

Example Environmental Management Cycle (Cantrell et al., 2017).

3. Ese concepto de sintético recuerda, aunque no es lo mismo, el concepto de ecomimesis desarrollado por Morton en sus clases durante el semestre de primavera de 2004 en las universidades de Colorado y California.

En este sentido, el concepto de salvaje se sustituye por el de autónomo o si se prefiere, por el de resiliente. Pero la idea de crear vida salvaje no es nueva. A principios del siglo pasado los ecologistas estadounidenses desarrollaron la idea de conservación creativa. Por ejemplo Harshberger concluyó que los ecologistas pueden reproducir la naturaleza tan estrechamente que se reconozca como originario un crecimiento cuando es artificial (Harshberger, 1923). Algunos años más tarde, la botánica Edith Roberts y la arquitecta paisajista Elsa Rehmann describieron como cultivar un jardín con plantas indígenas. Esta idea de incorporar al paisajismo especies no ornamentales que contribuyeran a ampliar el gradiente de biodiversidad surgió de su asociación con el Vassar College. Roberts y Rehman crearon un laboratorio botánico de carácter experimental, conocido como the Dutchess County Outdoor Ecological Laboratory. En él manipulaban plantas indígenas para su utilización en entornos más urbanizados (Roberts; Rehmann, 1996). De hecho desde entonces este enfoque ha ido creciendo en aceptación entre arquitectos paisajistas y ecologistas dedicados a la restauración. El propósito principal ha sido el de intervenir en los paisajes facilitando su recuperación autónoma. Esta autonomía puede adoptar muchas formas tal y como ilustra el siguiente esquema.

Img. Conceptual Space Describing Relative Human and Non human Influences on Ecosystem Patterns. El eje y representa los grados crecientes de la influencia biológica no humana, desde entornos estériles hasta desiertos de sucesión tardía. El eje x destaca las intensidades crecientes de la influencia humana, desde la quema controlada hasta el desarrollo de ciudades densas (construcción de nichos socioculturales) (Cantrell et al., 2017)

Esta es la perspectiva desde la que trabaja esta investigación y desde la que ha de comprenderse la utilización del término sintético que la enuncia.

3. EL CAMBIO CLIMATICO: LA SITUACIÓN EMBLEMÁTICA DE LA CONDICIÓN ANTROPONCENA

El cambio climático podría identificarse como el emblema de la condición antropocena. Hemos entrado repentinamente en una época en la que la brecha entre apariencias y realidades ha crecido hasta el punto de que ya no entendemos el mundo de los sentidos como el mundo real, sino más bien como una cobertura sobre otro mundo de profundidades que aparentemente solo podemos comprender con la ciencia. Mientras que el tiempo es un fenómeno local, situado en un momento y lugar particular: aquí llueve hoy, allí hace calor, etc; el clima es algo generado a partir de promedios estadísticos que sólo se nos hace evidente a través de modelos matemáticos extraordinariamente complejos. No vemos el clima, quizás podamos aproximarnos a él de una manera intuitiva al tomar consciencia de los cambios de estaciones, o al viajar y experimentar condiciones geográficas distintas. Pero no nos engañemos, el clima global no es algo que podamos ver, es demasiado extraño para nuestra manera de percibir. Si esto es así, el calentamiento global o el cambio climático es un concepto prácticamente inabordable para los seres humanos. De él entendemos solamente algunas de sus manifestaciones como el tiempo o incluso las predicciones. Responde a lo que el filósofo Timothy Morton denomina como un hiper-objeto. Es decir, una forma de utilizar una palabra como ancla para algo que de otro modo sería difícil de imaginar en su totalidad. Algo viscoso que se adhiere a la mente y al medio ambiente y que no es local, aunque se manifiesta localmente (pero son manifestaciones de un objeto mayor). Un objeto cuya dimensión temporal además lo hace invisible a los seres humanos (Morton, 2013).

Efectivamente, el calentamiento global o cambio climático es un hiper-objeto, un ente altamente complejo, dependiente de la relación entre el sol, la atmósfera, los océanos, las masas continentales y en nuestros días, de la acción humana. Aunque parece no existir duda razonable entre la comunidad científica de que las emisiones de gases a la atmósfera provocadas por la acción del hombre son la causa principal del calentamiento global. Esta cuestión hace también que los seres humanos representemos el principal elemento de incertidumbre en los intentos de los científicos de predecir las futuras tendencias climáticas.

Como ya se ha indicado, son muchos los científicos que basan el comienzo de la era antropocena en la Revolución industrial. Un momento que trajo consigo la invención de la máquina de vapor y el motor de combustión interna,

así como la capacidad de producción basada en los recursos naturales, su industrialización y distribución en masa, Ésto ocasionó el rápido e intenso proceso de urbanización en el que vivimos, la despoblación de las zonas rurales y el aumento de las infraestructuras y modos de transporte globalizado. Todo ello ha supuesto un punto de no retorno en la historia de la humanidad, lo que se conoce en la teoría de sistemas como un tipping point. Un punto que como se ha explicado con anterioridad, puede llevarnos a la transformación del sistema (si este es capaz de auto organizarse y evolucionar) o al colapso del mismo, por el contrario. La contaminación, la deforestación, la impermeabilización de los suelos, la pérdida de zonas húmedas o la construcción de infraestructuras alterando los sistemas ecológicos, han transformado el sistema climático y con él, el planeta entero. En un breve periodo de tiempo el ser humano se ha convertido en un significativo factor climático.

Img: Floodwaters from Hurricane Katrina caused widespread devastation to the city of New Orleans, Louisiana, In 2005 (Photograph: Phillip/AP, 2016).

Tan solo para poder tener un orden de magnitud imaginemos que cuando la industrialización empezó a mitad del siglo XIX, la Tierra había entrado en uno de los periodos calientes denominado Modern Optimun. En apenas 160 años, las temperaturas globales ascendieron casi un grado Celsius (1.8°F) con una subida de 0.7 grados (1.3°F) solo durante el último siglo. Pero esto no es debido tan solo al periodo cálido de la vida de la Tierra en el que nos encontramos, ya que desde 1970 las temperaturas han venido incrementándose en un promedio de 0.2 grados (0.4°F) cada diez años. Por otro lado, diez de los años más calurosos desde que se lleva a cabo un seguimiento sistemático de la temperatura, hace unos 150 años, han sucedido desde 1998 hasta ahora. Así, las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera son crecientes y los niveles de CO₂ en nuestros días son un 40 por ciento más altos que hace 160 años. También la concentración de metano prácticamente se ha duplicado durante el mismo periodo de tiempo. Nuestros niveles de emisiones ya han calentado significativamente la atmósfera y los océanos, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, aumentado el nivel medio del mar, cambiado los ciclos del agua y aumentado la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos (NOAA, 2017).

Además, las emisiones de dióxido de carbono que han aumentado hasta niveles sin precedentes desde hace por lo menos 800.000 años, están volviendo los océanos más ácidos más rápidamente que nunca, algo que constituye una grave amenaza para la vida marina (NOAA, 2017).

Img: Gráfico que pone de manifiesto el aumento del CO2 desde la Revolución industrial (Credit: Vostok ice core data/J.R. Petit et al.; NOAA Mauna Loa CO2 record).

Tan solo un reducido grupo de científicos e investigadores parece comprender el alcance de todos estos cambios, así como su interrelación con el calentamiento global. Pero sin embargo, todos hemos experimentado en nuestras vidas sus efectos a nivel local. De hecho, es difícil encontrar un solo día en el que los medios de comunicación no se hagan eco de intranquilizadoras noticias alarmando sobre los efectos del cambio climático, y en especial de los riesgos producidos por la subida del nivel del mar: ciudades inundadas, áreas costeras sumergidas y migraciones masivas.

Img: Map of locations mentioned in worldwide news media in 65 languages in context with discussion of climate change February 19, 2015 to September 25, 2015 as monitored by the GDELT Project (Leetaru, 2015).

Se trata además de un asunto que no alarma solo a las poblaciones del tercer mundo, aunque es verdad que sus efectos adquieren connotaciones catastróficas entre los más desfavorecidos. Estamos ante un problema global que ha hecho zozobrar el concepto seguridad y riesgo que muchos habitantes del planeta tenían solo por sentirse ciudadanos de naciones más poderosas, ricas o desarrolladas. De hecho, son cada vez más las empresas que en muchos de estos países seguros y desarrollados solicitan asesoramiento en relación a estos riesgos inciertos. Firmas como Coastal Risk Consulting, con base en Florida o Acclimatise, en Londres, asesoran a empresas, aseguradoras, entidades financieras, incluso gobiernos. De tal modo que muchas empresas encontrarán cada vez más dificultades para asegurar sus bienes si se sitúan en zonas vulnerables ante los efectos del cambio climático.

Cambio de la temperatura observado

Basado en la tendencia en 1901–2012 (°C durante el período)

Cambio en la temperatura media global (°C en relación con 1986-2005)

Cambio de la temperatura proyectado

Diferencia respecto de la media de 1986–2005 (°C)

RCP2,6 2081–2100

RCP8,5 2081–2100

Img: Cambios observados y proyectados en la temperatura media anual en superficie. Fuente: Cambio climático 2015. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas. Grupo Intergubernamental de expertos sobre cambio climático (IPCC, 2015).

Nos hallamos por lo tanto ante un fenómeno global y progresivo que de manera discreta ha ido llamando la atención de la sociedad en todo el mundo. Un fenómeno que está destinado a convertirse en uno de los más importantes retos de la humanidad para el siglo XXI a la vista de las alarmantes predicciones de los científicos y de los cada vez más intensos y frecuentes denominados como desastres naturales. Desde cualquier parte del mundo se escuchan con insistencia voces que exigen estrategias de adaptación al cambio climático a gran escala que vayan más allá de las tradicionales e inseguras soluciones puntuales defensivas e infraestructurales. Ahora solo queda por ver si los planificadores y diseñadores somos capaces de dar respuesta.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) tras un número inusual de catástrofes relacionadas con el clima y después de haberse registrado durante varios años consecutivos las temperaturas más altas de las que se tiene constancia hasta el momento, publicó en 2007 su Cuarto informe de evaluación (AR4). Los datos muestran que la media de las temperaturas globales se ha elevado unos 0,7 grados Celsius (1.3°F) durante los pasados cien años y los pronósticos indican que seguirán incrementándose a un ritmo mayor aún si cabe. El IPCC y la mayoría de los climatólogos proyectan para la Tierra un aumento de la temperatura para el 2100 de entre 1.1 grados Celsius (2°F) y 1.8 grados Celsius (3.2°F), Temperatura que puede incluso aumentar dependiendo de las medidas que adopte la humanidad en relación a la reducción de los gases efecto invernadero.

Precisamente por ello no es fácil prever todos sus efectos. Pero parece haber acuerdo sobre el creciente aumento de algunos de los procesos que ya se han hecho presentes: como el calentamiento global, la subida del nivel del mar, los cambios en las corrientes oceánicas y los vientos, el deshielo o las frecuencias en las lluvias, entre otros. Tampoco es fácil predecir sus impactos en las diferentes zonas del planeta, puesto que éstos son fuertemente dependientes de los contextos espacio-temporales regionales y locales, ya que están relacionados con los recursos de las poblaciones y con su capacidad para adaptarse a los cambios o perturbaciones. Más allá de los desastres naturales extremos no relacionadas con el clima, como los terremotos, los fenómenos climáticos suponen ya aproximadamente el 90% del total. Los ciclones, huracanes, temporales, las sequías o inundaciones, se han incrementado de manera alarmante, acabando con la vida de millares de personas en todo el mundo y causando enormes daños en los ecosistemas y las poblaciones.

De hecho, en el marco de los riesgos globales a los que se enfrenta nuestra civilización, los derivados de los riesgos medioambientales ocupan la cuarta y quinta posición a nivel mundial. El Banco Mundial estima que entre 1980 y 2012, aproximadamente se han destinado 4 trillones de dólares en recursos para aliviar y recuperarse de desastres naturales. Y esta cifra incluye solo los daños directos cuantificables, no se refiere a los daños a las personas.

“ (...) the range of published evidence indicates that the net damage costs of climate change are likely to be significant and to increase over time.” (IPCC, 2007).

Img: Impactos observados atribuidos al cambio climático. Fuente: Cambio climático 2015. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas. Grupo Intergubernamental de expertos sobre cambio climático (IPCC, 2015).

En este mismo contexto, el Quinto y último informe de evaluación del IPCC confirma que el cambio climático amenaza con provocar impactos irreversibles y peligrosos. Al mismo tiempo, el conjunto de expertos asegura que la influencia en el sistema climático de la actividad humana es clara y va en aumento. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) creado en 1988 ha realizado ya 5 informes de evaluación con la finalidad de proporcionar evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta. También, desde hace ya más de veinte años The United Nations Framework Convention on Climate Change, viene definiendo los retos generales a los que deben enfrentarse las naciones para afrontar con solidaridad el cambio climático. En diciembre de 2015, los gobiernos alcanzaron un nuevo acuerdo sobre cambio climático en París, con el objetivo de impedir el aumento de la temperatura media mundial a más de 2 grados centígrados. Esta es la línea de defensa acordada internacionalmente contra los futuros peores impactos climáticos ("COP 21," 2015).

Pero lo más interesante de estos datos no es solo el reconocimiento de que el cambio climático es un asunto de importancia, sino que existen un conjunto de riesgos (sequía, cambio climático, pérdida de biodiversidad, colapso de los ecosistemas, fenómenos climáticos extremos, catástrofes naturales y catástrofes medioambientales provocadas por el hombre) que están interrelacionados de manera directa y que tienen al calentamiento global como elemento común. Juntos suponen un escenario de crisis y de insostenibilidad global del planeta a largo plazo como demuestran los gráficos del estudio de World Economic Forum.

De todo ello se deduce que los impactos del cambio climático se canalizarán principalmente a través del ciclo del agua, con consecuencias que podrían ser grandes e irregulares en todo el mundo. Y es que los riesgos relacionados con el agua descienden en cascada a través de los sistemas alimentarios, energéticos, urbanos y ambientales. Se prevé que el crecimiento de las poblaciones, el aumento de los ingresos y la expansión de las ciudades converjan hacia un mundo donde la demanda de agua

crece exponencialmente, mientras que la oferta se vuelve más errática e incierta. Si persisten las actuales políticas de gestión del agua y los modelos climáticos resultan correctos, la escasez de agua se extenderá a regiones donde actualmente no existe y se agravará mucho en las regiones donde ya es escasa. Simultáneamente, se prevé que las precipitaciones se vuelvan más variables y menos previsibles, mientras que los mares más cálidos alimentarán inundaciones y oleadas de tormentas más frecuentes y violentas. En definitiva el cambio climático aumentará las perturbaciones relacionadas con el agua y su disponibilidad. Incluso algunos estudios indican que para el 2150 la disponibilidad de agua dulce en las ciudades podría reducirse hasta dos tercios en comparación con los niveles de 2015 (The World Bank, 2016). Esta es también una cuestión que afecta a las ciudades y entornos litorales de todo el mundo.

Sin embargo, y a pesar de estos datos, existen varias tendencias que pugnan por defender su posición acerca de los indicadores, las causas y las consecuencias del cambio climático. Por un lado, la de los que defienden que el cambio climático no existe y eximen a los seres humanos como causa del calentamiento global basándose en que existen evidencias de que estos cambios se han producido en distintas épocas de la historia del planeta. Efectivamente el clima de la Tierra ha estado cambiando durante miles de millones de años, antes de haberse iniciado la era industrial o incluso mucho antes de la aparición del propio ser humano. Esta tesis se apoya en evidencias paleoclimáticas y geológicas que indican que se han producido unas 30 glaciaciones con sus respectivos calentamientos o que todo el sistema solar se está calentando gradualmente en su conjunto. Aunque esto es cierto, un reciente estudio del National Center for Atmospheric Research (NCAR) concluía que no más de 0.2 grados (0.4°F) del calentamiento global pueden ser atribuidos a los procesos naturales no lineales de la tierra. Por otro están los que simplemente lo niegan, pensando que no va a afectarles en sus vidas, o peor, como el actual presidente de Estados Unidos: los que opinan que si se trata de un asunto importante, el mercado se encargará de regularlo, convirtiéndolo en un excepcional negocio. Vivimos por lo tanto inmersos en tiempos de cambios acelerados, transformaciones intensas y perturbaciones imprevisibles, que nos convocan a la reflexión al sabernos habitantes de una época geológica marcada por la acción del hombre sobre el planeta.

Es verdad que se trata de un proceso lento y esa, la lentitud del cambio, es precisamente su mayor enemigo en un mundo donde el contexto político y social se mueve en tiempos de decisiones muy cortas. Precisamente por esto resulta sencillo para algunos negar el cambio climático. Son también quienes niegan su existencia los máximos interesados en desligar sus interrelaciones. Solo desde esta inmediatez y mirada miope y cortoplacista es posible entender determinadas agendas, económicas, políticas e incluso técnicas que se siguen produciendo en todo el mundo. Precisamente por ello, en esta parte de la investigación se quiere hacer un especial hincapié en la necesidad de eliminar las fórmulas convencionales de planificación y evaluación de los sistemas como entornos cerrados. Por otro lado su negación (como hiper objeto) es ineficaz, ya que la tendencia climática parece clara. Por lo tanto no tener sus previsibles efectos en consideración en los planes y proyectos, supone desaprovechar la oportunidad de utilizar las nuevas inversiones y acciones para conseguir una mayor adaptación y resiliencia del sistema.

Img: The Global Risks Landscape 2015. (World Economic Forum, 2015).

Top 10 risks in terms of Likelihood

- 1 Interstate conflict
- 2 Extreme weather events
- 3 Failure of national governance
- 4 State collapse or crisis
- 5 Unemployment or underemployment
- 6 Natural catastrophes
- 7 Failure of climate-change adaptation
- 8 Water crises
- 9 Data fraud or theft
- 10 Cyber attacks

Top 10 risks in terms of Impact

- 1 Water crises
- 2 Spread of infectious diseases
- 3 Weapons of mass destruction
- 4 Interstate conflict
- 5 Failure of climate-change adaptation
- 6 Energy price shock
- 7 Critical information infrastructure breakdown
- 8 Fiscal crises
- 9 Unemployment or underemployment
- 10 Biodiversity loss and ecosystem collapse

Categories

- Economic
- Environmental
- Geopolitical
- Societal
- Technological

Sin embargo, lo deseable sería reconocer que el cambio climático no es (solo) un constructo teórico y que va mucho más allá de la suma de pequeñas o grandes perturbaciones que tienen lugar en diferentes partes del planeta. Y es que asistimos a la transformación de todo el sistema ambiental, a la convergencia de cambios que se influyen, se superponen y se amplifican unos a otros, y que tienen efectos desde el punto de vista ecológico, económico y social, tanto a nivel global como a nivel local. Es este reconocimiento el que nos permitirá hacer frente al hecho y la responsabilidad de que es el hombre quien con sus acciones está amplificando y catalizando el calentamiento global. Efectivamente el cambio climático o el calentamiento global como hiper-objeto para Morton, sirven para describir la que es posiblemente en nuestros días la crisis más emblemática de la condición antropocena. Debido a que un hiper objeto está en todas partes y en ninguna, la reacción a él por el mundo humano es a menudo irracional (considerándolo como una catástrofe cuando se manifiesta bruscamente) o ineficiente o incorrecto. De hecho como el mismo Morton indica, se trata de un problema enrevesado. Un problema de esos difíciles de resolver puesto que apenas puede entenderse, ni visualizarse. Y es que en un sentido ampliado de la Teoría del Actor-Red de Bruno Latour se trataría de una presencia-objeto con la que tenemos que relacionarnos adaptativamente, forzándonos a reconsiderar nuestro sentido de realidad a través del tiempo y el espacio, de la experimentación y el diseño.

4. LA COSTA EN EVOLUCIÓN

En un mundo como el descrito, en constante proceso de transformación y/o evolución, las costas son sin duda alguna uno de sus dominios más dinámicos. El lugar en el que pueden apreciarse con mayor rapidez las transformaciones físicas, químicas y biológicas, así como los flujos que relacionan la tierra, los océanos y la atmósfera. Precisamente por eso, trabajar en ellas supone un reto para los investigadores y diseñadores y permite ensayar nuevos modelos, tipologías y tecnologías. Por otro lado al ser entornos densamente poblados, cualquier intervención tiene un fuerte impacto en la población.

Sin embargo, a pesar de ser uno de los territorios más valorados por las poblaciones, las costas son unas grandes desconocidas. Pocos saben por ejemplo, que la costa tal y como la conocemos en nuestros días representa una de las zonas más jóvenes de la corteza terrestre. En efecto, la mayoría de las costas que vemos hoy tienen un origen de apenas unos miles de años. Esto es así porque cualquier costa es el resultado de procesos que actúan en tres escalas temporales. Por un lado el lento proceso geológico de formación de los relieves y erosión que requiere de millones de años, por otro, los cambios graduales en el nivel del mar que requieren de miles de años y por último, el cambio diario fruto de la combinación del oleaje, las corrientes y las mareas. Este dinamismo se debe a los intensos intercambios de energía a los que están sometidas y que en general es posible distinguir en dos tipos de fuentes. Lo que se denomina como procesos endógenos, es decir: aquellos que tienen que ver con el interior del planeta. Como el flujo de energía geotérmica del interior de la Tierra a la superficie de la misma, y que es el responsable de la deriva continental y la fuente fundamental de energía detrás de la teoría de las placas tectónicas. Y lo que se conoce como procesos exógenos, y que se corresponden con aquellos que operan en la superficie terrestre. Estos procesos están liderados por la energía solar. Es precisamente la radiación solar la encargada de calentar la superficie de nuestro planeta creando el viento, lo que a su vez genera las olas. También dirige el ciclo hidrológico, fundamental en la evolución de los ecosistemas, y describe la transferencia de agua entre los océanos, la lluvia y los ríos. Todo ello en cambiantes flujos que generan ricos y diversos ecosistemas como los estuarinos y los deltaicos, entre otros. Por lo general, los efectos de estos procesos producen erosión, aunque es verdad que la formación de los sistemas dunares se aparta de esa regla. La diversidad de condiciones geológicas y de procesos físicos da como resultado un universo fractal de fascinantes entornos costeros (Davis, 1997).

Es posible asegurar por lo tanto, que la costa se mueve, varía, cambia, evoluciona, como seña existencial de su propia identidad. De hecho, si lo miramos a escala geológica, nos daremos cuenta de que las costas no han estado siempre en su ubicación actual. Hasta el punto, si nos remontamos más de 200 millones de años atrás, al principio del Triásico, de que las actuales masas continentales constituían un único continente, conocido como Pangea. Fue Alfred Lothar Wegener quien en 1912 propuso la teoría de la deriva continental: proceso geológico de desplazamiento de las masas continentales que se mantiene en marcha al día de hoy. A lo largo de la historia de la Tierra se han sucedido innumerables transgresiones y regresiones que han modificado el nivel del mar. La Tierra ha sufrido periódicos cambios climáticos de larga duración y repentinos cambios climáticos fruto de eventos tales como impactos de meteoritos o erupciones volcánicas. Hace 20.000 años que la Tierra entró en un periodo de calentamiento en el que durante 14.000 años el nivel del mar se elevó unos 122 metros. Después durante los últimos 6.000 a 8.000 años, ya en el Holoceno, esta tendencia se estabilizó (estables placas de hielo y estable nivel del mar). Por eso no es extraño que los científicos hayan encontrado evidencias de antiguas playas y terrenos erosionados por la acción del mar en puntos ahora elevados a lo largo de todo el mundo. Estos se corresponden con relieves y geoformas litorales condicionados fundamentalmente por la dinámica marina. Así donde la tierra es erosionada o los depósitos clásticos son re-trabajados exclusivamente por la acción combinada de las olas y mareas se configura la línea de costa (Davis, 1997).

No es difícil de comprender entonces por qué no existe una única definición de costa, sino que éstas van desde aquellas que recogen los ámbitos más extensos, a las que se restringen a aquellos sujetos al influjo de las mareas. Existe un consenso general del OECD Environment Directorate, de que la definición de costa necesita variar de acuerdo con el tipo de problemas a los que se quiere hacer frente, así como con los objetivos de la gestión (Crossland; Kremer; Lindeboom; Marshall Crossland, 2005). Sin embargo, casi todos los textos recogen lo que se denomina la zona costera próxima, que abarca 100 metros de la ribera del mar en elevación y distancia (Nicholls; Small, 2002).

Pero como ya se ha indicado, los dominios costeros son mucho más extensos, más aún si lo que se pretende es su gestión ante los efectos inciertos del cambio climático. La costa se convierte entonces en un ámbito cambiante que refleja con sus formas los límites de la erosión neta de la superficie de la Tierra expuesta y el aporte sedimentario neto como resultado del ciclo del agua y las corrientes marinas. De hecho, como el nivel del mar ha fluctuado fuertemente durante la pasada glaciación y los periodos interglaciares, las formaciones costeras reflejan antiguos niveles del mar. Así por ejemplo podemos encontrar costas ahogadas o levantadas como las de las terrazas marinas; costas erosionadas o líneas costeras deposicionales, con aporte de sedimentos como las playas de barrera.

Las playas elevadas de más de 9,000 años de edad están presentes en el Escudo Báltico, el cual experimentó un fuerte levantamiento isostático tras el derretimiento de la capa de hielo de Escandinavia. Durante la última glaciación del Pleistoceno (el Weichselian), el nivel del mar era 120 metros más bajo que el actual. Grandes extensiones de las plataformas continentales se secaron, los niveles base de erosión y cursos subterráneos

de agua, eran más bajos y los ríos de tierras altas excavaron valles incisivos en áreas actualmente sumergidas. Las partes más bajas de estas cuencas de drenaje, fueron inundadas por el mar en el siguiente periodo post-glacial, dando a las costas una gran variedad de formas. Por ejemplo los fiordos, representativos de las lenguas de hielo glaciares en regiones septentrionales, las rías, formadas en áreas no-glaciares en donde la deposición de sedimentos en los tramos bajos de los ríos era insuficientes con vistas a nivelar la elevación del nivel del mar y mantenerlo fuera de los valles.

Como resultado de esta dinámica litoral, algunas de las civilizaciones surgidas durante el Holoceno, en concreto durante el momento en el que la Tierra inició un calentamiento que se estabilizó y en el que florecieron la mayoría de las especies y nuestra civilización hace 6000-8000 años, han quedado sepultadas bajo los océanos. Es posible entonces encontrar otros métodos para observar los antiguos niveles del mar inscritos en la arqueología marina. Algunos de esos lugares de la India, Malta, Japón o Taiwan han sido documentados por Graham Hancock en su fascinante libro *Underworld*. "(...) So what is the Bimini Road? Is it a natural formation and not very old? Or, in spite of all the scientific objections, could it be man-made megalithic structure-even a remnant of Atlantis- covered by rising sea-levels many thousands of years ago? To begin with the natural-versus-artificial debate, I do not think that the scientists have either proved that it is a natural formation or proved that it is definitely *not* a man-made formation- which would amount to the same thing" (Hancock; Faiia, 2002).

Por todo ello, en un sentido amplio, se podría decir que el litoral abarca todas las geoformas cuyo origen ha sido la acción marina, aunque actualmente no estén en contacto con el mar. Así que, cuando nos referimos a la costa no estamos hablando de una estrecha franja de tierra en contacto con el mar, sino de un medio mucho más amplio y complejo que recoge la configuración tectónica de la superficie de la Tierra que interactúa con las fluctuaciones del nivel del mar, tanto global como local, creando escenarios costeros de miles de kilómetros de extensión y miles de millones de años de duración. Estos procesos conviven con otros más rápidos y locales tales como el clima, las olas y las corrientes. La acción de estos procesos que pueden ocurrir en cuestión de horas o días se extiende a unos pocos metros o varios kilómetros. Cada uno de estos procesos, desde la escala más extensa a la más pequeña, amplían los límites espaciales a los que solemos referirnos coloquialmente cuando hablamos de la costa. Un ámbito espacial hacia tierra, afectado por las dinámicas marinas y hacia el mar afectado por las terrestres. Un ámbito que engloba todas las áreas influenciadas por la salinidad del mar o la arena de las playas, así como aquellas sujetas al intercambio de los flujos de agua entre los ríos y el mar, tal es el caso de los deltas y estuarios⁴.

4. Parece necesaria esta precisión, especialmente en nuestro país. La protección, planificación y gestión de nuestro litoral tiene sus antecedentes en la legislación de costas de 1988. Una ley que avanza sustancialmente en el alcance y contenidos de su predecesora, la ley de Costas de 1969, introduciendo novedades al servicio de sus objetivos de protección del dominio público marítimo-terrestre y de garantía de uso público. Sin embargo, hay que reconocer que si bien la ley supuso un logro político, ambiental y ético por reivindicar el litoral como un espacio de planificación estratégica unitario y con identidad propia, su alcance, pero sobre todo, su tímida y sesgada interpretación, ha quedado limitada a la protección del dominio público marítimo-terrestre y sus zonas de servidumbre. Unas franjas estrechas que van de los 20 metros en los entornos urbanos a los 100 en los no urbanizables. Este enfoque miope, basado en la lucha por la ocupación de la costa, ha dejado de lado la imprescindible reflexión y planificación sobre el espacio y las dinámicas vinculadas al litoral en su sentido más amplio.

El desconocimiento generalizado del litoral y de sus dinámicas choca con el cambio gradual, pero fundamental, en la manera en la que comprendemos los ecosistemas. Efectivamente, la antigua percepción de éstos como algo cerrado, hierático, estable, dotado de un cierto determinismo en la manera en que funcionan sus estructuras ha sido reemplazada por su reconocimiento como sistemas abiertos, complejos, auto-organizados y sujetos a cambios dinámicos. Cambios que les son en cierto modo inherentes, aunque también impredecibles en su intensidad y alcance puesto que dependen de múltiples factores.

En este contexto, en el ámbito del litoral, especialmente a partir del siglo XIX algunos científicos empezaron a manifestar su interés por los orígenes de las diferentes formas costeras (islas barreras, arrecifes de coral o costas acantiladas). Pero habrá que esperar hasta principios del siglo XX para poder encontrar los primeros estudios sistemáticos en este sentido, de la mano de la geomorfología. Algunos de estos científicos empezaron a cuestionarse cómo evolucionan las costas y cuáles eran los factores determinantes de esa evolución. Uno de los textos clásicos de este periodo es *Shore Processes and Shoreline development* (Johnson, 1919). Habrá que esperar hasta mediados del siglo pasado, para pasar a centrar su atención en la morfodinámica e hidrodinámica costera.

Pero no solo son los científicos los que se han interesado en el conocimiento de las costas, los ingenieros y en especial los ingenieros militares, así como aquellos encargados de construir puertos, diques y otro tipo de infraestructuras han estado vinculados al litoral desde hace siglos. Por ejemplo, los ingenieros holandeses y alemanes llevan desde el siglo XVI preocupados por la protección frente a las inundaciones, así como la construcción de nuevas tierras. Sin embargo, la perspectiva de este tipo de actuaciones e infraestructuras, especialmente las construidas tras la segunda guerra mundial a lo largo de todo el mundo, no tienen tanto que ver con el entendimiento del sistema costero y sus dinámicas en la manera en la que se ha expuesto con anterioridad, como con su pretendido control. Se podría decir además que ésta es la actitud mayoritaria de la sociedad ante la costa. Al menos en nuestro país, en el que el vocabulario atribuido a los paisajes y fenómenos litorales se reducen apenas un conjunto de conceptos: protección, conservación y reposición. Aunque el término más extendido es el de ocupación indiscriminada. En nuestro país, puesto que el núcleo duro del conflicto por las costas parecía ser urbanístico, la planificación del litoral se equiparó a la ordenación del territorio, competencia atribuida en la Constitución Española a las distintas Comunidades Autónomas. Esta decisión apenas ha sido cuestionada desde entonces y, al concebirse como una reacción frente a la acción urbanizadora, ha sido desafectada de su auténtica naturaleza: la de la gestión de los recursos, sistemas y procesos desde una perspectiva sostenible. ¿Cómo es posible que la política hidráulica no esté estrechamente relacionada con la del litoral, o que la política portuaria, de ordenación del medio marino, de conservación de la naturaleza, de defensa costera o de mitigación de los efectos del cambio climático no guarde relación con la planificación del litoral? ¿Se puede reducir la planificación del litoral a la preservación del proceso urbanizador de un conjunto limitado de enclaves (marismas, playas, o acantilados) o se trata por el contrario de una empresa mucho más amplia como se defiende en esta investigación?

Precisamente por esto era imprescindible esta introducción. Las costas son sistemas complejos adaptativos y dinámicos, con importantes entradas y salidas de materiales y energía. Por ejemplo el incremento en la energía de las olas está vinculado con la erosión, la disminución de nutrientes limita a su vez la productividad biológica o el progresivo incremento del nivel del mar provocado por el calentamiento global. Las transformaciones de las costas son graduales y progresivas, como por ejemplo la subida del nivel del mar o la erosión. Sin embargo, en otras ocasiones, las transformaciones/perturbaciones, siguen patrones de ciclos más abruptos, con picos de intensidad que provocan efectos más dramáticos para las poblaciones costeras, como en el caso de los tsunamis y huracanes.

Desafortunadamente, esta perspectiva más amplia desde el punto de vista espacio temporal del litoral queda reducida a pequeños campos de la ciencia vinculados a la geomorfología y a la morfodinámica costera, sin que tenga su reflejo en la legislación, protección, planificación y gestión de la gran mayoría de los sistemas costeros. Por consiguiente, la falta de entendimiento de los procesos litorales hace que la mayoría de las veces el desarrollo de las ciudades litorales junto con sus infraestructuras y servicios asociados entren en conflicto con una costa dinámica.

De hecho los dos factores que más inciden en la variabilidad de los sistemas costeros son el clima/meteorología y directa o indirectamente, las actividades humanas (Crossland et al., 2005). Por ello es necesario conocer las consecuencias de la relación entre las dinámicas costeras y el cambio climático, como paso previo a cualquier reformulación de la planificación y diseño de estos entornos. Por eso también y como paso previo a la reformulación de su marco teórico y al estudio de casos, se dedicará el apartado siguiente a su estudio, aunque sea de manera sintética.

5. SISTEMAS COSTEROS Y CAMBIO CLIMÁTICO

Desde el punto de vista anteriormente descrito, existen diferentes aproximaciones a los sistemas litorales, desde las tectónicas, pasando por las geomorfológicas, probablemente las más extendidas y basadas en las relaciones morfológicas de sus componentes; hasta las ecosistémicas, que tienen que ver con la interacción de plantas y animales con su entorno. Pero si lo que se pretende es conocer su comportamiento y dinámicas inherentes, la mejor manera de abordar estos sistemas es una combinación entre la aproximación que trata sus procesos de evolución y cambio y la ecosistémica. Es decir, una aproximación que combine a su vez, las morfológicas y las producidas en cascada fruto de las reacciones al entorno. Entendiendo así que la morfología es el resultado de diversas fuerzas operando en el sistema, pero admitiendo que estos procesos a su vez están dirigidos por flujos de materia y energía. La capacidad de auto-organización surge como resultado de estos cambios en el sistema y como consecución de distintos estados temporales de equilibrio. Son precisamente esos procesos de auto-organización los que hacen que las costas evolucionen para adaptarse a las condiciones, incluso hasta el punto de cambiar de tipología, de metamorfosearse. "Beaches are dynamic, living landscapes. Spend a day on the beach and you see the micro scale — in the grains of sand blown by winds, tumbled by the surf, or carried out in your shoes. Spend a week, and you see sandbars and wading pools arise and disappear. Spend a year, and you see dunes grow, shrink, and migrate. When you look across decades and centuries, you see the landscape evolving on a wider scale, but still one that humans can experience" (Carlowicz, 1984).

Un ejemplo de esta evolución son las denominadas como islas barrera. Estas tiras de tierra son generalmente largas y estrechas y corren paralelas al continente, aunque a veces son islas y otras veces están conectadas a la tierra en un extremo. Los científicos estiman que hay más de 2.100 islas de barrera en el mundo frente a casi el 10 por ciento de las costas continentales. Protegen el continente de la fuerza del oleaje, creando zonas de aguas más calmas donde se desarrollan hábitats como los pantanos y humedales. Esto es particularmente importante en las playas propensas a huracanes y tifones, pero también en aquellas abatidas por fuertes marejadas. Estas islas barrera son desplazadas y modificadas gradual y constantemente por el flujo de corrientes, vientos y mareas. Pero fuertes tormentas pueden remodelarlas sustancialmente. Las entradas del mar se

abren y se cierran y las playas marchan lentamente a través de sus bahías y lagunas hacia el continente, buscando refugio de la fuerza del océano. Este es el mismo proceso que les permite avanzar naturalmente hacia el interior del continente a medida que el nivel del mar sube, moldeando nuevos y cambiantes procesos litorales. A esta danza se suman las especies que habitan estos espacios. El resultado es el de un paisaje vivo, en movimiento, y las consecuencias de impedir esta coreografía por medio de la realización de infraestructuras estáticas son, como se puede imaginar, devastadoras para su rico universo de formas y vida.

Pero si la diversidad de los sistemas costeros es muy amplia, no lo es menos la bibliografía al respecto. Sin embargo, si lo que se persigue es comprender sus dinámicas, es posible apoyarse en un marco teórico genérico realizado para evaluar los peligros inherentes al cambio climático a través de un sistema combinado de clasificación y evaluación de riesgos costeros conocido como THE COASTAL HAZARD WHEEL. Este marco se ha desarrollado para ser utilizado en escalas relevantes para la planificación regional y nacional y tiene como objetivo cubrir todos los ambientes costeros mundiales a través de un sistema de clasificación costera especialmente diseñado que contiene 113 tipos genéricos de costa basándose en parámetros biogeofísicos clave. Utiliza como base una categorización geológica, a la que se le añaden las principales fuerzas y procesos dinámicos que actúan en el medio costero y en el propio marco geológico. Parte del reto de esta clasificación ha sido reflejar un número de entornos genéricos lo más bajo posible, manteniendo al mismo tiempo la utilidad del sistema de clasificación para la toma de decisiones y el diseño. Los componentes incluidos son la disposición geológica (o registro estratigráfico), la exposición a las olas, el rango de mareas, la flora/ fauna, el balance de sedimentos y las tormentas (geological layout, wave exposure, tidal range, flora/fauna, sediment balance and storm climate). De modo que cada sistema costero genérico tiene una combinación específica de estas variables (Appelquist; Halsnaes, 2015).

Este marco proporciona también información sobre el grado en que los efectos clave del cambio climático son inherentes a cada entorno costero. Las variables de cambio climático consideradas en este sentido son las definidas en el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC e incluyen un aumento de la temperatura media global de 1,1-6,4°C para 2100, un aumento del nivel del mar global de 0,18-0,59 m en 2100, un aumento medio de la temperatura de la superficie del mar, una disminución media del pH del agua del océano, una posible intensificación de los ciclones tropicales y una posible alteración de los patrones de precipitación/escorrentía. De este modo se definen como riesgos más significativos: la alteración de los ecosistemas, inundación gradual, intrusión de agua salada, erosión e inundaciones (ecosystem disruption, gradual inundation, salt water intrusion, erosion and flooding). El resultado es un conjunto de 565 evaluaciones de riesgos individuales, graduada en cuatro niveles de riesgo diferentes (Appelquist; Halsnaes, 2015).

Img: A February 2013 nor-easter cut a new inlet across South Beach, severing the connection to South Monomoy. (Photograph: Kennard, 2013).

Img: THE COASTAL HAZARD WHEEL 2.0
(ROSENDAHL APPELQUIST, 2013).

COASTAL CLASSIFICATION (start in wheel center)		INHERENT HAZARD LEVEL			
Geological layout		Low	Moderate	High	Very high
Wave exposure		1	2	3	4
Tidal range		1	2	3	4
Flora/fauna		1	2	3	4
Sediment balance		1	2	3	4
Storm climate		1	2	3	4
Ecosystem disruption		1	2	3	4
Gradual inundation		1	2	3	4
Salt water intrusion		1	2	3	4
Erosion		1	2	3	4
Flooding		1	2	3	4

Con independencia del alcance y fiabilidad para un caso concreto y puesto que las variables pueden cambiar significativamente en distancias espaciales cortas, lo interesante es que la clasificación realizada y su combinación con los efectos del cambio climático sirve aquí para ilustrar las transformaciones más representativas inherentes a los sistemas costeros a lo largo del mundo. Este marco posibilita al mismo tiempo la reflexión sobre la agenda antropocena de la planificación y el diseño litoral y permite programar su metamorfosis sintética como mecanismo de integración de los cambios y las necesidades presentes y futuras de los distintos agentes (humanos y no humanos). Por ello es el marco que se ha usado como soporte en la presente investigación.

5.1 Una caracterización de la costa

Se presentan a continuación las variables que apoyan la clasificación de The Coastal Hazard Wheel (Appelquist; Halsnaes, 2015).

5.1.1 Disposición geológica / Geological layout

Ha sido creada a lo largo del tiempo por varios procesos dinámicos incluyendo los glaciales, fluviales, marinos, volcánicos y tectónicos y continúa siendo modificado por estos procesos en diferentes escalas de tiempo y estado geológico (Davis; FitzGerald, 2004). Las categorías de disposición geológica incluidas son: llanura costera; barrera; delta / baja isla del estuario; costa inclinada de roca blanda; costa inclinada de la roca dura; arrecife de coral; ría / flecha de arena / desembocadura fluvial (coastal plain; barrier; delta/low estuary island; sloping soft rock coast; sloping hard rock coast; coral island; tidal inlet/sand spit/river mouth).

La categoría de llanura costera se define como la de aquellas costas con pendientes medias inferiores al 3-4% que penetran al menos a 200 m en la tierra y que están formadas por depósitos sedimentarios de arcillas, limos, arenas, gravas y cantos. Si tienen además presencia de dunas costeras la pendiente puede ser localmente más alta (hasta que la playa encuentra a las dunas). Estas llanuras costeras se han formado a menudo por procesos glaciales y fluviales o a través de la progradación costera, un fenómeno por el cual el continente gana terreno al mar por deposición de materiales.

La categoría de islas barrera engloba aquellas costas que consisten en cuerpos sedimentarios paralelos a la tierra con distancias que oscilan entre menos de 100 metros y varios kilómetros y longitudes también variables que van desde menos de 100 metros hasta más de 100 kilómetros. Precisamente el ancho de estas barreras depende del aporte sedimentario. El término barrera identifica a las dorsales de arena que protegen partes de la costa del ataque directo de las olas de mar abierto. La barrera incluye la playa, las características costeras sumergidas, los sedimentos subyacentes y la laguna entre la barra y el continente, así como los canales de estas lagunas. En su fachada marina su morfología está marcada por la corriente dominante, mientras que hacia tierra constituye el elemento de protección de lagunas y estuarios, colaborando a la configuración de hábitats de marismas y manglares, dependiendo de las condiciones climáticas y el rango de mareas. En ambientes meso y macro-mareales, las barreras son frecuentemente cortadas por entradas de marea. Conforman del 12 al 15% de las costas del mundo, pero tienden a ser las más desarrolladas turísticamente debido a su atractivo. Las islas barrera son de diferentes tamaños, formas y orígenes y son muy vulnerables a las mareas. Algunas sobresalen en marea alta y otras pueden tener dunas que se elevan decenas de metros. Suelen ser paralelas a la costa y estar separadas del continente por una laguna o pantano.

Los deltas / islas de estuarios bajos se definen en esta clasificación de CHW como costas compuestas de sedimento transportado por los ríos y que se deposita frente a la desembocadura. Se forman en la interfaz costero-fluvial, donde los sedimentos fluviales aportados vencen, o si se prefiere, no son eliminados por procesos marinos. La formación de deltas / islas de estuario bajo están fuertemente condicionadas por la descarga de sedimentos fluviales, así como el influjo de las olas, las mareas y las corrientes.

Img: Coastal Plain. Mainland shoreline backed by bluffs and dunes (Watson,2010).

Img: Barrier Island & Coastal Plain. East Shore, Staten Island. PLANYC, a stronger, more resilient New York (The City of New York,2013).

Img: Barrier islands and spit. Design for Flooding (Watson,2010).

Img: Mississippi River Delta (Dutch dialogues: New Orleans Netherlands,2009).

Las anchas plataformas continentales proporcionan un área de deposición relativamente poco profunda en la que se depositan los sedimentos. Cuanto más amplia sea la cuenca y más meandreante sea el río, mayor será el aporte sedimentario, manteniendo así el río su supremacía sobre el mar y creando grandes alveolos de tierra nueva. El río Mississippi o el Amazonas son ejemplos de estos amplios deltas.

Img: sloping soft rock coast. Design for Flooding (Watson,2010).

Img: sloping hard rock coast. Design for Flooding (Watson,2010).

La categoría de costa inclinada de roca blanda se define como aquellas costas compuestas por material de roca blanda con pendientes medias superiores al 3-4% al menos 200 m tierra adentro. Los acantilados costeros con un gradiente empinado combinados con las planas costeras forman parte también de esta categoría. Los materiales de los que se componen estos tipos de costa oscilan entre una amplia gama de los sedimentarios tales como tiza, laterita moderadamente cementada, arcilla, limo, arena y limos con guijarros más grandes o cantos. Su origen geológico puede oscilar entre los antiguos fondos marinos levantados y los depósitos glaciales más recientes.

La categoría de costa de roca dura inclinada se define como aquellas costas consistentes en rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas con cualquier pendiente hacia el mar mayor que cero. Las rocas ígneas se forman a partir del magma y se componen de una gama de diferentes minerales y tamaños de grano dependiendo de su composición química y proceso de solidificación. Las rocas sedimentarias han sufrido diferentes etapas de diagénesis, donde el sedimento se ha compactado y cementado bajo una mayor temperatura y presión, creando una estructura de roca sólida. Las rocas metamórficas se han formado a partir de rocas ígneas y sedimentarias cuando se han sometido a recristalización bajo altas temperaturas y presiones. Dependiendo de la composición de la roca, la erosión costera actúa en mayor o menor medida.

Img: Coral Reefs as Natural Coastal Protection, Columbia Coastal Erosion Workshop (Basch,2012).

La categoría de islas de coral o arrecifes coralinos, se define como islas de baja altura en forma de atolones tropicales y cayos de coral. Los atolones tropicales son islas de coral en océanos abiertos que descansan sobre un fundamento volcánico que se hunde. La base de coral puede tener 30 millones de años de antigüedad y el material del filón se puede encontrar en profundidades de más de 1.000 metros debajo del atolón. Los atolones adoptan formas redondeadas con diámetros que van desde unos pocos kilómetros hasta más de cien. Los arrecifes son formaciones subacuáticas resistentes al oleaje. Los corales son pólipos que pueden llegar a formar grandes colonias de un exoesqueleto duro o blando. Las colonias se forman cuando una larva planctónica de coral se posa sobre una superficie dura, entonces sufre una metamorfosis y se convierte en el pólipo. Éste se divide repetidamente formando la colonia y adoptando diferentes formas para adaptarse a las condiciones del entorno. Los pólipos se comportan como un único organismo que mantiene sus estómagos conectados y que tiene un único sistema nervioso. Por lo tanto, los arrecifes coralinos se sitúan en zonas poco profundas, de aguas cálidas y en zonas alejadas de las desembocaduras de ríos, ya que son sensibles al agua dulce y a determinado tipo de sedimentos, que podría provocarles la asfixia.

Img: Ría de Eo, Asturias (Gobierno del Principado de Asturias,2000).

La categoría de rías o entradas de marea, proporcionan el intercambio de agua entre una costa abierta y las lagunas y estuarios adyacentes.

Se corresponden con una de las formas que puede adoptar la desembocadura de un río, cuando un valle costero queda sumergido bajo el mar por una elevación de su nivel. Su morfología depende de una amplia gama de parámetros diferentes tales como el rango de mareas, el oleaje y la disponibilidad de sedimentos. Suelen ser morfológicamente muy activas y responder a cambios de otros procesos costeros. A los efectos de la clasificación de CHW se definen como los tramos de costa de un kilómetro a cada lado de una desembocadura fluvial bien definida.

Por último, en esta clasificación se identifican las lenguas o flechas litorales. Son depósitos sedimentarios alargados que se forman a partir de corrientes marinas que pierden su capacidad de transporte y que posteriormente depositan sedimentos en lugares particulares adoptando diferentes formas. A veces aparecen como cordones de tierra en el interior de una bahía, o como estructuras de arena delante de la costa; otras veces estos depósitos se apoyan en cabos o promontorios.

5.1.2 Exposición al oleaje / Wave exposure

La exposición al oleaje es un motor clave del cambio morfológico de las costas. Incluso aunque una parte de la energía de las olas sea devuelta al mar, la mayor parte de ella se transforma generando las corrientes próximas a la costa y favoreciendo el transporte de sedimentos. Todas las costas sin excepción están afectadas por una cierta actividad de las olas y estas a su vez son fuente de muchos de los procesos costeros. Las olas están creadas por distintas fuentes de energía ya sea esta la solar, la sísmica o la cósmica y dependiendo de dónde se produzcan, transportan solo energía o más o menos materia.

La altura de la ola es la medida generalmente aplicada para evaluar la energía de las olas entrantes y se define como la diferencia de elevación entre la cresta de la ola y su ondulación. Dado que la energía de la ola aumenta como el cuadrado de la altura de la ola, los ambientes costeros con alturas de olas elevadas tienen una intensidad energética relativamente alta en comparación con las costas protegidas. Precisamente por ello, la clasificación más extendida al objeto de valorar los riesgos por oleaje distingue entre las costas expuestas, moderadamente expuestas y las protegidas. El grado de exposición a las olas se determina en función de la geografía de la costa y su exposición a los vientos dominantes. Todas las costas localizadas en regiones susceptibles de grandes oleajes se denominan como moderadamente expuestas (Watson, 2010).

Img: Aerial photo of Rockway Split, 1938 (Seavitt, 2014).

Img: Mechanics of the wave motion: in deep water, water particles under force of wave motion follow an elliptical but near-circular path with a vertical momentum, decreasing in force as a function as depth. As the wave advances and is compressed in shallow water, the momentum of each particle is nearly flattened to horizontal and speeds the wave's shorebound trajectory. (Watson, 2010).

Img: Las costas de "oleaje de la costa oeste", "oleaje de la costa este" e "influencias del monzón" se clasifican como costas moderadamente expuestas. Global wave climates (Davies 1980; modified by G. Masselink; Hughes, 2003).

Wave environments	
Storm wave	West coast swell
Tropical cyclone influences	East coast swell
Protected area	Trade/monsoon influences

Img: Types of beaches are defined by nearshore slope and profile and resulting character of waves and beach compositions. (Watson,2010).

Las costas en las que el sistema dominante son las olas son las más comunes y en este grupo encontraríamos a las playas y acantilados que están caracterizadas por los procesos erosivos y generativos fruto del oleaje. Ambos procesos son complementarios ya que la erosión es la causante de la generación de sedimentos que se depositan creando nuevas formas del terreno. Si la costa está localizada fuera de las regiones de oleaje, la exposición debería idealmente ser determinada basándose en el método S-B-M. Puesto que puede resultar difícil obtener los datos de viento necesarios para aplicar el método S-B-M, especialmente en los países en desarrollo, es posible acudir a una clasificación algo más básica por la cual las costas pueden considerarse expuestas si bordean aguas de más de 100 kilómetros, mientras que pueden considerarse moderadamente expuestas si están asociadas con cuerpos de agua de aproximadamente 10 a 100 kilómetros de longitud. Las costas protegidas están generalmente restringidas a los cuerpos de agua internos del orden de menos de 10 kilómetros (Mangor, 2004).

Los arrecifes y barreras de coral son también otros de los sistemas en los que las olas juegan un papel importante en el desencadenamiento de erosión, el depósito y la evolución morfológica de las mismas. Algo similar, aunque su composición es diferente a las anteriores ya que solo están compuestas de arena y de vegetación que la mantiene fija, ocurre con las islas barrera arenosas, situadas por lo general a cierta distancia de la costa y en paralelo a ella. Este tipo de barreras suelen responder a perfiles tendidos de costas sometidos a frecuencias de pequeñas de corrientes. Son comunes en la costa este de Estados Unidos y en algunas partes de Europa, en concreto en Holanda. Son elementos naturales de protección de las costas bajas, ya que absorben la energía de las olas disipándola en su llegada a las mismas. (Masselink and Hughes 2003).

5.1.3 Rango de mareas / Tidal range

Las mareas pueden tener un impacto importante en los procesos conformación de las costas y en el desarrollo de su morfología. Son una manifestación de la fuerza gravitacional de la luna y del sol actuando sobre la hidrosfera terrestre y están presentes en forma de ondas oceánicas con longitudes de onda de miles de kilómetros, dando como resultado fluctuaciones periódicas en los niveles de agua costera. La diferencia entre marea alta o pleamar y marea baja, o bajamar, se denomina: rango de marea.

Forman parte de la vida en la costa, de su fenomenología, así como de su sistema productivo; el marisqueo, la pesca, incluso el disfrute de las playas, depende de sus frecuencias. Son altamente predecibles y las comunidades costeras se han acostumbrado a convivir con ellas, aunque son muy vulnerables a los efectos meteorológicos.

El rango de marea de una determinada localidad costera depende de un conjunto de variables tales como la distancia desde un punto anfidrómico oceánico (o zonas en la que la amplitud de marea es cero), la batimetría local, la anchura de la plataforma continental y la configuración costera. En general, el rango de marea aumenta con una plataforma continental poco profunda y con una restricción de costa, como en el caso de golfos y estuarios. Igualmente, se presenta un rango de marea inferior donde la costa no tiene condiciones batimétricas de ampliación significativas, tiene una plataforma continental estrecha y tiene un litoral abierto.

Desde una perspectiva morfodinámica, el rango de mareas influye en los procesos costeros de muchas maneras y controla la extensión horizontal de la zona intermareal, la distancia vertical sobre la cual operan los procesos costeros y el área expuesta y sumergida durante un ciclo de marea. Todas las costas están influenciadas por las mareas, pero tan solo algunas de ellas pueden caracterizarse como dominadas por las mismas. Entre estos están los estuarios, que son además lugares estratégicos para los asentamientos humanos por acoger espacios portuarios seguros. Al mismo tiempo, su interfaz con la tierra suele estar compuesta de zonas húmedas situadas en llanuras que han sido tradicionalmente desecadas para el desarrollo y la urbanización, y por ello en la actualidad son zonas altamente pobladas y contaminadas. La combinación de las mareas con circunstancias climatológicas adversas (bajas presiones, fuertes tormentas

Img: Oster Reef Building como parte del proyecto Billion Oyster Project, Oyster Gardening Program for Schools and Citizen Scientists (New York Harbor School, 2014).

y vientos racheados de costa) puede dar lugar a marejadas de gran magnitud, en especial en las zonas de costa baja. Los ciclones también producen fuertes marejadas, pero son escasos. Por otro lado las mareas colaboran a la mezcla entre el agua dulce y el agua salda, así como al transporte de sedimentos. Con la excepción de las marismas salinas, pantanos y esteros intermareales y los manglares, los estuarios no contienen una abundante macroflora ya que el substrato sedimentario es altamente móvil y solo en ocasiones cantos y gravas pueden acoger a determinadas comunidades de algas.

Img: Tidal Range. (Delta Programme Commissioner, 2014).

A efectos de su clasificación, las líneas costeras pueden agruparse en función del rango de marea: micro-marea (micro-tidal), meso-marea (meso-tidal) y macro-marea (macro-tidal) (Schwartz, 2005).

Los sistemas costeros en los que dominan los ríos son conocidos como deltas. Surgen fruto de la acumulación de sedimentos de los ríos en el mar y están sujetos a la influencia del oleaje y las mareas. Su carácter distintivo proviene de la entrada de agua y el aporte sedimentario de los ríos. Se corresponden con las formas de mayor escala en el litoral y juegan un papel importantísimo en la localización de los asentamientos, la agricultura y la industria. Desde el punto de vista ecológico son un medio fascinante y diverso (hábitats ribereños, manglares, marismas salobres, islas barrera, playas y dunas) de alcance no solo local, sino regional. Los deltas son sistemas altamente vulnerables a la subida del nivel del mar ya que hace que se necesite un mayor aporte sedimentario para no experimentar un retroceso de la superficie terrestre y su consiguiente inundación. Precisamente por esto, la intervención humana ha sido especialmente perturbadora para estos sistemas frenando la construcción de tierra e impidiendo la migración del sistema hacia el interior del continente. Además, siglos de continuado drenaje para la explotación de recursos y para la agricultura han generado numerosos fenómenos de subsidencia. Del mismo modo la construcción de canalizaciones para encauzar los ríos ha disminuido su aporte sedimentario haciendo estos ecosistemas más vulnerables a la subida del nivel de mar.

5.1.4 Flora / Fauna

Para algunos ambientes costeros, la flora y fauna local constituyen un parámetro importante, incluso singular, de su morfodinámica. En el sistema de clasificación CHW referido se ha incluido la flora / fauna donde se considera que desempeña un papel importante para las características y los riesgos inherentes al cambio climático, a pesar de no ser una variable comúnmente utilizada ya que tiene una interdependencia con otros parámetros de clasificación física. Sin embargo, la capacidad que tienen la flora (y su fauna asociada) para absorber la energía de las olas o servir de sustento para los flujos de sedimento y la formación de nuevas tierras, hacen que su inclusión sea imprescindible si se analiza la costa desde su vulnerabilidad a los efectos del cambio climático. Por ello se definen ocho categorías diferentes: pantano intermitente (intermittent marsh); manglar intermitente (intermittent mangrove); pantano o marisma (marsh) / zonas intermareales (tidal flat); mangle; existencia de vegetación; sin vegetación; coral y cualquier otro.

En concreto los pantanos o humedales intermitentes, los pantanos o marismas y las zonas intermareales se corresponden con costas cuya disposición geológica pertenece a las categorías de llanura costera, barrera y delta o estuario bajo. En general, se trata de amplias superficies de vegetación similar a la hierba, en áreas donde se unen aguas saladas y salobres a lo largo de costas protegidas y de baja energía. Están formadas por plantas marinas que crecen principalmente en fondos arenosos o fangosos. Son más abundantes en aguas de menos de nueve metros de profundidad. Los tipos más comunes son: hierba de la anguila (*Zostera*), hierba de tortuga (*Thalassia*) y hierba de manatí (*Syringodium*). Colonizan partes más altas del medio intermareal, formando humedales costeros que actúan como una trampa sedimentaria para los sedimentos de grano fino. Si no reciben el suficiente aporte sedimentario como para contrarrestar el aumento del nivel del mar tienden a desaparecer, lo que las hace especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático.

Las categorías de manglares intermitentes y manglares se corresponden con zonas costeras de disposición geológica de llanura costera, barrera y delta o estuario bajo. El mangle, su especie característica, es una vegetación arbórea o arbustiva, de la familia de las rizófaras. Cuentan con unas singulares raíces aéreas, simples o dicotómicamente ramificadas que les aportan gran robustez y resistencia a las tormentas y huracanes. Crecen a lo largo de costas protegidas y de baja energía formando ambientes pantanosos. Son muy dependientes de la temperatura ya que no puede tolerar temperaturas demasiado bajas, por lo que su extensión geográfica se limita a latitudes bajas y moderadas, formando parte en la actualidad de los ecosistemas en peligro de extinción. Su potencial para la protección de las costas reside en su extensa red de raíces que actúa como una eficiente trampa para sedimentos de grano fino y reduce la erosión de las olas en la costa. Además, y a diferencia de las marismas y zonas pantanosas, tiene más capacidad para resistir fuertes tormentas y evitar las inundaciones, precisamente sus raíces aéreas las convierten en estructuras que se comportan como barreras naturales (Davis, 1997).

Todos ellos son unos hábitats ricos para la fauna, siendo lugares fundamentales de alimentación de muchas especies, fundamentalmente aves, pero también peces y crustáceos. Son también lugares de refugio insustituibles en los procesos migratorios de muchas especies.

Los organismos coralinos, como ya se ha comentado, son pequeños con cuerpo blando y su base está formada por un esqueleto proyector calcáreo que compone los arrecifes de coral. Esta estructura calcárea conecta los pólipos entre sí creando una única colonia que funciona de manea individual. En realidad los pólipos coralinos son animales translúcidos, sus colores se deben a las algas que albergan. Sin embargo, cuando se sienten estresados por factores como la contaminación o el aumento de la temperatura del mar, los corales expulsan a las algas, lo que provoca su blanqueamiento y puede llegar a producir la muerte de toda la colonia. Esta cuestión es especialmente preocupante en el contexto actual de cambio climático y calentamiento global ya que a pesar de que ocupan un porcentaje reducido de la superficie oceánica, menos del uno por ciento, dan cobijo a casi el veinticinco por ciento de las criaturas marinas existentes. Por otro lado no son solo fuente de diversidad, sino que ayudan a reducir la erosión costera, actuando como barreras submarinas y atenuando las mareas (Davis, 1997).

5.1.5 Balance sedimentario / Sediment balance

Como es lógico el balance de sedimentos es un parámetro morfodinámico particularmente importante en las costas sedimentarias ya que determina si hay acumulación, pérdida o un cierto equilibrio en la alimentación de sedimento en una determinada costa a lo largo de un periodo de tiempo. Dos factores críticos para lograr este balance son las características del sedimento y su cantidad o disponibilidad.

La mayoría de los sedimentos marinos se derivan de la erosión de la roca en tierra por la acción del viento, el agua y el hielo, bajo la influencia de la temperatura, la presión y los agentes químicos. Los tipos de sedimentos que se pueden distinguir son litógenos, sedimentos como el cuarzo y minerales arcillosos, que penetran en el mar como partículas discretas (piedras, grava, arena, lodo y arcilla); hidrogénicos, sedimentos que se forman por precipitación de agua de mar (sedimentos de tipo salino, nódulos de manganeso); biógenos, sedimentos que están formados por organismos como arenas coralinas y conchas.

En el transporte de sedimentos se suele diferenciar entre aquellos no cohesivos, como la arena, y los cohesivos. Precisamente, al transporte de arena se le denomina transporte litoral y está controlado principalmente por la altura de las olas, el ángulo de incidencia de las mismas y el tamaño de los sedimentos. En este caso son las costas que se han denominado anteriormente como sedimentarias expuestas y moderadamente expuestas las más vulnerables a la alteración de esta variable.

Img: Total Sediment Thickness of the World's Oceans & Marginal Seas. A digital total sediment-thickness database for the world's oceans and marginal seas has been compiled by the NOAA National Geophysical Data Center (NGDC) (now the National Centers for Environmental Information (NCEI)). (Divins, D.L.; 2003)

Obstrucciones como espigones, puertos, rompeolas, etc suponen fuertes alteraciones del transporte sedimentario, ante las cuales, las costas responden físicamente modificando su morfología. De manera análoga los cambios en la disponibilidad de sedimentos producidos por infraestructuras hidráulicas o portuarias, tormentas o la paulatina subida del nivel del mar hacen que el perfil de equilibrio teórico cambie a un nuevo estado de equilibrio adaptado a las nuevas condiciones. Se trata de un mecanismo inherente a las dinámicas costeras y por lo tanto, en ese sentido permanente. Sin embargo, cada año los gestores de los frentes litorales, especialmente los de las zonas costeras turísticamente más ocupadas, se afanan en alimentar con más arena las costas para intentar mantener su posición y la morfología de sus arenales.

5.1.6 Tormentas / Storm climate

Todas las zonas costeras del mundo están afectadas en mayor o menor medida por las fuerzas de las tormentas. Un fenómeno climatológico de carácter creciente en intensidad en algunas latitudes en el actual contexto de cambio climático. Incluso aquellos que prevén que como consecuencia del calentamiento global podría disminuir el número total de tormentas que se forman consideran que podría aumentar su intensidad. Y es que a medida que las temperaturas continúan aumentando, más y más vapor de agua podría evaporarse en la atmósfera, y el vapor de agua es el combustible de las tormentas. De hecho, la combinación del aumento de las temperaturas sobre la Tierra, la disminución de las diferencias de temperatura entre el ecuador y el polo, y el aumento de la humedad, parecen conducir a ciclos cada vez más intensos de sequías e inundaciones. Además, una atmósfera más cálida y húmeda también podría afectar a las tormentas tropicales (huracanes). Las temperaturas más cálidas también pueden calentar las aguas oceánicas más alejadas del ecuador, ampliando el radio de alcance de grandes tormentas tropicales (IPCC 2001, 2001).

5.2 La evaluación del peligro inherente

En atención a esta previa caracterización de las costas es posible predecir o si se prefiere, evaluar, algunos de los riesgos a los que están expuestas en función de los efectos del cambio climático. Debe entenderse aquí que cuando se habla de riesgo lo que se está valorando son los procesos perturbadores de cambio en atención a los tipos de costa identificados a los que estas van a estar sometidos. Además, en cada lugar se deberá analizar cómo las actividades e infraestructuras humanas, están favoreciendo o minimizando dichos procesos. Pero esta casuística es, como se puede imaginar, infinita. Por lo tanto lo que se persigue aquí es comprender la relación entre los tipos de costa y el cambio climático desde un punto de vista sistémico y por supuesto dinámico. Este será el primer paso en el diseño de paisajes costeros resilientes.

5.2.1 Alteración de los ecosistemas / Ecosystem disruption

Al enfrentarse al cambio climático, las especies de plantas a menudo deben evolucionar a través de múltiples generaciones, ya que sólo pueden sobrevivir, competir y reproducirse dentro de la gama de climas a los que están evolutivamente y fisiológicamente adaptados. Sin embargo, estos procesos requieren tiempo y espacio. Los acelerados aumentos de temperatura global hacen peligrar la capacidad de algunas especies de adaptación y por lo tanto, su supervivencia en el planeta.

"The climate [change] models predict this gentle, slow increase in temperature," says Peterson, "but the main problem we've had for the last few years is the variability is so high. As scientists, we can't keep up with it, and neither can the animals" (Peterson, 2015).

Predicciones recientes de la NASA indican que para el año 2100, el cambio climático global modificará las comunidades vegetales que cubren casi la mitad de la superficie terrestre (Nasa Jet Propulsion Laboratory, 2011).

Por otro lado, la presión sobre los ecosistemas del planeta se hace sentir en los océanos fruto principalmente del calentamiento, la acidificación y su contaminación. La combinación de una enorme cantidad de nutrientes

Img: Predicted percentage of ecological landscape being driven toward changes in plant species as a result of projected human-induced climate change by 2100. (NASA Jet Propulsion Laboratory, 2011).

agrícolas que llegan al mar a través de las escorrentías, los cambios en los patrones de viento y el calentamiento de los océanos, están creando zonas muertas estacionales en las regiones costeras cuando las poblaciones de algas absorben la mayor parte del oxígeno disponible. La aparición de regiones de bajo oxígeno se ha visto duplicada casi cada diez años desde 1960 y parece que seguirá creciendo a lo largo de las próximas décadas a un ritmo aún mayor. Hasta ahora, las zonas muertas han permanecido principalmente cerca de las costas, pero en el siglo XXI, se prevé que las zonas muertas en aguas profundas lleguen a ser comunes. Estas regiones de bajo oxígeno podrían expandirse gradualmente en tamaño de modo que grandes secciones de los océanos profundos templados sufrirían si la capa libre de oxígeno creciera y se estratificara, empujando el calentamiento del océano a la superficie y obstaculizando el flujo de agua más profunda, más rica en nutrientes.

La mayor evaporación de los océanos más cálidos supondrá lluvias más fuertes y torrenciales que pueden desestabilizar los sistemas radicales de los bosques. En este caso la escorrentía se verá acelerada y se verterán más nutrientes a las zonas costeras, ampliando entonces las denominadas como zonas muertas.

Para los ambientes costeros litorales expuestos y moderadamente expuestos, los niveles de riesgo inherentes son generalmente bajos, ya que estos ambientes representan lugares hostiles para la biota. No pasa lo mismo en las costas protegidas donde la vegetación de humedales, marismas y manglares es más abundante y por lo tanto también más vulnerable. Las pérdidas de humedales han sido excepcionales durante los últimos dos siglos: superan el 50 por ciento para los Estados Unidos y para Europa (Dahl; Johnson, 1997; Finlayson; Davidson; Spiers, 1999). Precisamente por ello, los humedales en buen estado son cada vez más valorados por sus servicios ecológicos (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). En el plano internacional y desde 1971, es la Convención de Ramsar sobre los Humedales la que se encarga de su protección. En la actualidad son ya más de 155 países los adscritos a la misma, con 1.674 sitios de humedales y aproximadamente 150 millones de hectáreas.

Pero sin duda, son los arrecifes de coral los que en el contexto de aumento de la temperatura del mar, contaminación y acidificación de los océanos, están sufriendo más, la delicada simbiosis entre los organismos de coral y las algas ha sido fuertemente perturbada, experimentando una mayor probabilidad de estrés. Los arrecifes de coral tropicales por ejemplo, cubren un área de más de 284.000 km², proporcionando hábitat para miles de especies y produciendo más de 30.000 millones de dólares anuales en bienes y servicios mundiales, como la protección costera, el turismo y la alimentación. Pues bien tan sólo en el periodo entre 1997 y 1998 el 16 por ciento de todos los arrecifes de coral tropicales fueron destruidos por el estrés térmico durante uno de los eventos extremos de El Niño-Oscilación del Sur (Chair, 2010).

5.2.2 Inundación gradual / Gradual inundation

El nivel del mar de todo el globo ha variado repetidamente durante los últimos dos millones de años fruto de las glaciaciones y calentamientos que ha experimentado. Estas fluctuaciones han llegado a cifrarse en diferencias de nivel de hasta 100 metros y han contribuido a la formación de las

distintas geoformas, entre las que se encuentran las costas. En casi todas ellas podemos apreciar una dilatada historia de procesos de emergencia y sumergimiento. Sin embargo, durante los últimos siglos las cantidades de nivel de dióxido de carbono en la atmósfera han aumentado de los 280 ppm de la era preindustrial a los más de 400 ppm y continúan subiendo⁵. Esta cuestión ha elevado las temperaturas y con ellas se ha acelerado el proceso de deshielo de los casquetes polares con la consiguiente subida del nivel de mar, entre otros fenómenos complementarios. Tan sólo durante el siglo XX el nivel del mar subió 19,05 cm.

Los peligros inherentes a la inundación gradual reflejan la posibilidad de la submersión paulatina de un ambiente costero debido a la subida del nivel del mar. Este tipo de inundaciones, al contrario que las provocadas por las lluvias, se producen de manera lenta pero constante a lo largo del tiempo y pueden durar décadas hasta que se empiezan a percibir sus primeros efectos. Una subida continuada, por ejemplo de 3 o 4 milímetros por año durante un siglo, puede anegar enormes extensiones del litoral de tierras bajas y pendiente moderada. Esto ocurre cuando la deposición de sedimentos y el crecimiento de los organismos biológicos no pueden seguir el ritmo del aumento del nivel del mar.

Como es lógico, las costas con una disposición geológica plana como las llanuras costeras, barreras, deltas y arrecifes de coral, tienen generalmente, a estos efectos, un nivel de riesgo inherente más alto. En el caso de las llanuras de inundación, por ejemplo, el mar se acerca peligrosamente a territorios ocupados por usos agrícolas o entornos urbanizados y pueden ser inundadas debido a la superación de diques naturales si el suministro de sedimentos no puede mantenerse al mismo ritmo que avanza el mar.

Img: Variaciones en la temperatura superficial media de la Tierra, en los últimos 20 000 años. Obsérvese que (con la naturaleza logarítmica del eje del tiempo) la tasa anticipada de aumento de la temperatura mundial de este siglo es 20-30 veces más rápida que la que ocurrió cuando el planeta emergió de la última glaciación, desde hace unos 15 000 años (Mcmichael et al., 2003).

5. En 2015, la concentración atmosférica de CO₂ -principal gas de efecto invernadero de larga duración- alcanzó 400 partes por millón (ppm), según se indica en el Boletín sobre los gases de efecto invernadero que publica anualmente la OMM. Asimismo, el informe destaca que los niveles de CO₂ se dispararon de nuevo en 2016, alcanzando nuevos récords como consecuencia del fenómeno de El Niño, que ha tenido devastadores efectos en distintas zonas del mundo entre 2015 y los primeros meses de 2016.

Algo similar ocurre con los deltas, muchos de ellos ya no mantienen su suministro natural de sedimentos debido a las actividades de represamiento aguas arriba y experimentan déficit de sedimentos. En nuestro país este es por ejemplo el caso del Delta del Ebro, uno de los deltas de mayor extensión del Mediterráneo, con aproximadamente 320 Km², que va tendiendo a una paulatina desaparición debido principalmente a dos factores: fenómenos naturales acentuados por el cambio climático, y la disminución del caudal del río Ebro a causa de la proliferación de diversas presas. Estas presas retienen un gran número de deposiciones fluviales que de otra manera llegarían al delta, desnaturalizando así el equilibrio dinámico: aporte fluvial-erosión marina. Se estima que solo los embalses retienen el 93,7% del sedimento que el río aportaría al Delta (Varela; Gallardo; Lopez de Velasco, 1986). Este desequilibrio afecta a la morfología del delta, pero también a sus flujos de nutrientes, ya que se elimina el binomio río/mar, prevaleciendo los ecosistemas vinculados solo al mar. Este territorio además, dedicado en buena parte al cultivo del arroz, está sujeto a Planes Hidrológicos que si bien aseguran el caudal ecológico del río y el necesario aporte de agua para la agricultura, inciden en este problema inherente de hundimiento desatendiendo la visión global del delta.

En general, otras actividades humanas como la extracción de petróleo, gas y agua subterránea, contribuyen aún más al hundimiento de los deltas en todo el mundo.

En el caso de las zonas de pantanos, marismas y manglares, su supervivencia depende del aporte sedimentario, de tal forma que la vegetación pueda ir acomodándose luego a la misma velocidad. Pero si no pueden acomodarse a la velocidad de la subida del nivel del mar, lo que harán las especies vegetales es migrar hacia el interior, en función del gradiente de humedad y salinidad del suelo. En el caso de que los usos e infraestructuras humanas no lo permitan, esta membrana protectora desaparecerá y con ella toda su rica biodiversidad.

Para los arrecifes coralinos el riesgo mayor, tal y como se ha indicado con anterioridad, tiene que ver con el aumento esperado de la temperatura de la superficie del mar y la acidificación de los océanos. No obstante, la subida de nivel del mar agrava este problema dependiendo de las variables locales. Los estudios estiman que el crecimiento medio de los arrecifes coralinos es de 1-10 mm / año y se espera que un aumento de los niveles del mar de más de 20 mm / año conduzca al ahogamiento de los corales (Davies 1980 et al., 2003; Spencer, 1994). Así que si la subida del nivel del mar avanza a un ritmo mayor que su capacidad de crecimiento, estos ecosistemas colapsarán.

5.2.3 Intrusión de agua salada / Salt water intrusion

La intrusión marina es un proceso dinámico, que consiste en el avance del frente de agua salada tierra adentro en los periodos de menor recarga del acuífero y su retroceso hacia el mar cuando la recarga es mayor. Un acuífero costero no es más que una formación geológica que favorece el almacenamiento y movimiento del agua, pero con la característica particular de que está conectado hidráulicamente con el mar. La intrusión marina está pues relacionada con el ciclo del agua. Se podría decir que es el último eslabón en su variante subterránea.

La subida gradual del nivel del mar, los cambios en los patrones de precipitación, evaporación y escurrimiento de las aguas superficiales, todas consecuencias esperadas del cambio climático, actuarán conjuntamente atrayendo o empujando agua salada hacia las aguas costeras superficiales y los acuíferos subterráneos. En especial, si estos son poco profundos.

Esta cuestión, tiene graves efectos en entornos costeros relacionados con la agricultura intensiva, ya que altera las características de los nutrientes para las plantas pudiendo hacer inviable el crecimiento de determinadas especies. Para evitar ese conflicto a menudo se recurre al bombeo del agua salada, provocando un descenso de la superficie piezométrica y en consecuencia evitando la penetración de la cuña de agua marina tierra adentro. Pero además de acelerar los fenómenos de subsidencia se origina un deterioro de la calidad del agua, lo que limita su utilización para cierto usos; poniendo en riesgo el suministro de agua dulce (Lopez-geta; Gomez-Gomez, 2007).

Por último, la intrusión de agua salada conlleva siempre una alteración de los ecosistemas, especialmente de aquellos vinculados al ciclo del agua, que por otro lado, en esta interfaz tierra mar son los mayoritarios. Estos ecosistemas costeros almacenan y reciclan nutrientes, filtran los contaminantes de los sistemas continentales de agua dulce y ayudan a proteger las costas de la erosión y las tormentas. Para adaptarse a los nuevos niveles de salinidad unas especies serán sustituidas por otras. En este contexto, en las zonas de pequeña superficie, como islas o pequeñas zonas de marismas y manglares, donde las especies no tengan espacio para moverse, algunas de ellas inevitablemente desaparecerán. Lo mismo ocurrirá en los ámbitos en los que las actividades o infraestructuras se lo impidan.

En general se podría decir que las zonas costeras con una disposición geológica plana son generalmente más susceptibles a la salinización de los acuíferos poco profundos, ya que la inundación gradual, la erosión y los mayores niveles de inundación aumentan el alcance hacia el mar de las olas y las tormentas.

5.2.4 Erosión / Erosion

Quizás el mayor impacto sobre la estabilidad costera sea debido a la modificación del flujo global de sedimentos de la zona costera.

Img: Eroded coast (Vives de Andrés, 2014).

Img. Sediment flux. Predictions of the sediment load of rivers with basins larger than 25000 km² (Crossland et al., 2005).

Img: Low and High water (Delta Programme Commissioner, 2012).

El perfil y la pendiente de la costa, su composición y la exposición a las mareas son algunas de las variables más significativas que diferencian el alcance erosivo de las distintas costas. La erosión costera y la acreción siempre han existido, forman parte de los procesos que han contribuido a la conformación de las actuales costas. Sin embargo, la erosión costera se ve intensificada en gran medida debido a las actividades humanas. En la actualidad, se calcula que la superficie costera total perdida en Europa debido a la erosión marina es de aproximadamente 15 km² por año. El coste anual de las medidas de mitigación se estima en unos 3.000 millones de euros anuales (Comisión Europea, 2004). Aunque los proyectos de ingeniería están dirigidos a resolver los problemas de erosión, se sabe desde hace mucho tiempo que estos proyectos también pueden contribuir a crear problemas en otros lugares cercanos. Tan sólo en las playas de Estados Unidos alrededor de mil millones de m³ de arena fueron retirados por obras de ingeniería durante el siglo pasado.

5.2.5 Inundación / Flooding

Se corresponde con la posibilidad de una inundación súbita, abrupta y a menudo dramática, de un medio costero fruto del aumento a corto plazo del nivel del mar debido al oleaje de las fuertes tormentas, mareas extremas y variaciones estacionales. De las tipologías de costas vinculadas a su composición geológica las llanuras costeras, las barreras, los deltas y los arrecifes coralinos son los más vulnerables a este tipo de inundaciones.

En este estudio de CHW no se contempla el aumento en la intensidad de estas inundaciones (provocadas por estas mismas condiciones climáticas en tierra) debido a la incapacidad de absorción y/o evacuación de las aguas en áreas fuertemente urbanizadas. Esta cuestión es comprensible ya que no depende de las condiciones geomorfológicas de las costas, sino que frente a un mismo peligro de inundaciones (una misma intensidad de precipitación), el riesgo final será muy diferente según el grado de vulnerabilidad. Es decir, dependiendo del modelo de ocupación del espacio (cantidad de población y bienes expuesta) y del modelo de urbanización (impermeabilización) la escorrentía aumentará más o menos. Con el aumento de las superficies impermeables, el agua se elimina rápidamente del entorno donde precipita, pudiendo afectar gravemente al rendimiento de las redes de saneamiento que tendrán que trabajar con caudales para los que no fueron diseñadas. Esto puede hacerlas no operativas, ocasionando inundaciones más frecuentes dentro de las ciudades. Y es que como ya se ha indicado, los informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) apuntan a un incremento de la frecuencia e intensidad de los eventos extremos, lo cual sin duda incrementará los riesgos de inundaciones en zonas fuertemente impermeabilizadas. Sin embargo, y como se verá en el capítulo tercero de esta tesis destinado a los laboratorios de estudio, es imposible acometer la protección y adaptación de los entornos urbanizados a los efectos del cambio climático sin atender a la gestión de las aguas pluviales, favoreciendo la infiltración y depuración de las mismas antes de su vertido. En este sentido la investigación de esta tesis supone un paso más frente al definido por CHW.

6. LA INFLUENCIA HUMANA EN UNA COSTA EN EVOLUCIÓN

Si hablamos de espacios litorales es imprescindible analizarlos desde la comprensión de las interrelaciones (directas e indirectas; globales y locales) con la actividad y ocupación humana. Históricamente el ser humano ha estado muy vinculado a la costa en buena parte porque sus aguas les permitían el comercio y por lo tanto el acceso a recursos. Con la llegada de la Revolución industrial esta relación se intensificó desde varios puntos de vista. Por un lado el incremento de los medios de transporte, el vertido de residuos y la explotación de recursos marinos para la alimentación a escalas que superaban las necesidades locales y por lo tanto, la capacidad de reposición del sistema. Y esta es una clave importante, porque si bien es cierto que son innumerables los estudios de carácter local sobre el estado de las costas, son mucho menos aquellos realizados con una perspectiva más holística, o si se prefiere: relacional. En todo caso la población en las costas del mundo ha alcanzado ya el 50% y eso refiriéndonos solo a un ámbito entorno a los 100 metros de la ribera del mar. Pero además se trata de una tendencia creciente. En algunas regiones del mundo, en las zonas más turísticas, como el Mediterráneo esta presión sobre las costas se incrementa durante los periodos estivales llegando a duplicarse. La población oscila de los 130 millones a los 265 y se espera que para el 2025 pueda llegar a 353 millones el número de habitantes los que ocupen este territorio durante el verano (Salomons, 2004). No es difícil imaginar que es prácticamente imposible que el sistema esté preparado para ello. Las redes de saneamiento y abastecimiento por ejemplo, no se habrán dimensionado en el pasado para satisfacer dicha demanda. Por lo tanto de manera previsible, todos los residuos excedentes irán al mar y los ríos. Y eso ocurrirá en zonas desarrolladas. Imaginemos las condiciones en países en vía de desarrollo donde espacios de gran vulnerabilidad, como se ha explicado (sistemas dunares, humedales o manglares) son puestos cada vez más, al servicio de una explotación turística masiva.

Mientras tanto, en las zonas costeras mundiales, los cambios globales y su relación con los efectos del cambio climático pasan desapercibidos para la población. Están conformados por procesos naturales de sistemas terrestres a escala planetaria, que se reflejan en un entorno costero que se adapta continuamente. Pero es una adaptación lenta y paulatina. Incluso los seres humanos también pueden afectar a los cambios en el nivel relativo del mar a escala local. Por ejemplo, la remoción de agua subterránea e hidrocarburos de los embalses subterráneos, puede causar hundimiento en áreas cercanas, con una concomitancia en el nivel relativo del mar.

Diagrama: Fuerzas naturales y humanas asociadas a fenómenos de interés en los entornos costeros. Elaboración propia a partir de UNESCO (Loddé et al., 2003).

En este contexto, científicos internacionales han mostrado su preocupación no sólo por la magnitud de los cambios, sino también por el incremento de la tasa de cambio reciente y acelerada. Las predicciones del Panel Internacional sobre el Cambio Climático (IPCC) sugieren que el nivel del mar está aumentando a nivel mundial (entre 15 y 95 centímetros para 2100) como resultado del calentamiento del océano y el derretimiento de las capas de hielo. A medida que el nivel del mar aumenta, la desestabilización del sistema costero es cada vez mayor. Y por lo tanto, la vulnerabilidad de las ciudades costeras también aumenta.

Es necesario reconocer que el desarrollo humano de las regiones costeras ha modificado las costas prístinas en todo el mundo. Si bien esto ha sido así siempre, ahora en el Antropoceno, la sociedad humana es el mayor agente de cambio, alterando sustancialmente los flujos de materiales costeros y fluviales o procesos biogeoquímicos, entre otros (Crossland et al., 2005). La deforestación, los cultivos agrícolas intensivos, los cambios en el hábitat, la urbanización, la construcción de infraestructuras o la modificación de los sistemas hidráulicos, son algunos de los procesos antrópicos que más modifican las dinámicas costeras.

La deforestación supone la pérdida de amplias masas forestales. Los árboles fijan el suelo con sus raíces, cuando faltan las fuertes lluvias erosionan y lavan los suelos. Según estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), se pierden anualmente 7,3 millones de hectáreas de bosque, que es aproximadamente el tamaño del país de Panamá. La NASA predice que si continúan los actuales niveles de deforestación, las selvas tropicales del mundo pueden desaparecer en tan sólo 100 años. Entre los países con deforestación significativa figuran Brasil, Indonesia, Tailandia, la República Democrática del Congo y otras partes de África, y partes de Europa del Este. La pérdida de estas masas forestales supone que hay menos árboles para absorber el carbono creado por el hombre de manera natural. También es más difícil retener la humedad en el ambiente, con el consiguiente aumento de las temperaturas, además de la pérdida de hábitats naturales para los animales que viven en estas áreas. Pero lo más significativo desde el punto de vista de la relación con los entornos litorales tiene que ver con la erosión. Gran cantidad de sedimentos son arrastrados al mar, alterando su composición.

La agricultura, por ejemplo, se ha localizado en estos entornos costeros gracias a la conversión de bosques campos, la intensificación de los cultivos y el incremento de su capacidad productiva con el uso de fertilizantes, pesticidas, herbicidas, sistemas de riego y de drenaje. Del mismo modo las zonas húmedas (marismas, manglares y lagunas de los sistemas dunares) han sido modificadas para el cultivo de arroz y caña de azúcar. El agua utilizada para el riego ha alterado el régimen hidráulico de los acuíferos, cuestión como ya se ha comentado especialmente grave en caso de los Deltas. Por ejemplo se calcula que los flujos se han reducido en el río Nilo en un 90%, con la consiguiente disminución también del aporte sedimentario que necesita su delta (Nixon, 2003). Además, las emisiones provenientes de la agricultura suponen una importante fuente de contaminación en el mar y en la atmósfera. La bióloga marina y escritora Rachel Carson fue la primera en advertir sobre los efectos nocivos de los fertilizantes en la salud humana y en el medio ambiente. El impacto de la que es sin duda, su obra más mediática: *Primavera Silenciosa*, publicada en 1962 hacía presagiar ya la trascendencia del tema. Un asunto que avivó algunas de las primeras protestas ecologistas en todo el mundo y que sin embargo a día de hoy sigue sin resolverse. Y es que la producción global de nitrógenos de los fertilizantes excede la capacidad de fijado del nitrógeno de los ecosistemas terrestres (Van Drecht G, Bouwman AF, Knoop JM, Meinardi C, 2001). Todavía hoy, medio siglo más tarde de que Rachel Carson comenzara sus estudios científicos sobre los compuestos químicos usados por los plaguicidas, se habla de sopa química para hacer referencia a la cantidad de productos de síntesis en la que vivimos sumergidos. Cuando estos fertilizantes que contienen nitrógeno y fósforo por ejemplo llegan a los ríos y lagos provocan su eutrofización. La eutrofización puede reducir la disponibilidad de oxígeno en el agua durante la noche con la consiguiente muerte de otros organismos, y resulta en la formación de áreas con poco oxígeno y sin especies, conocidas como zonas muertas. Son muchos los estudios que coinciden en identificar la subida en los niveles de nitrógeno en uno de los asuntos medioambientales más importantes de nuestros tiempos ya que es el causante de los inquietantes procesos de eutrofización. Es además, una cuestión que afecta a la salud de los humanos, la calidad del agua y de los ecosistemas costeros (Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine environmental Protection) GESAMP, 2001).

Los cambios en la hidrología mundial han modificado la intensidad de las inundaciones y por consiguiente, la descarga efectiva disponible para el transporte de sedimentos. Los cambios climáticos han variado las contribuciones del agua de fusión (nieve, hielo), alterado la intensidad de las lluvias, cambiado la capacidad de almacenamiento de agua de las cuencas de drenaje y alterado las tasas de precipitación y evaporación. Por si esto fuera poco, las innumerables obras hidráulicas han modificado significativamente el flujo descendente. La mitad de los ríos del mundo han visto modificado su caudal mediante la construcción de grandes embalses. A escala menor, la modificación de los cursos de agua para favorecer la agricultura y facilitar el desarrollo de la industria y los asentamientos, hacen peligrar no solo el caudal ecológico y la biodiversidad de los ríos, sino la necesaria deposición de sus sedimentos en la costa. Su ausencia es la causa fundamental de la pérdida de sistemas dunares o de la formación de tierras en la construcción de sistemas deltaicos, marismas y pantanos.

Img: Water fluxes. Distribution of the world's major dams. Between 10.6% and 12.5% of the total annual river runoff is presently stored behind large dams (Crossland et al., 2005).

Un ejemplo interesante de esta afectación es el descrito en 2013 en la revista *Ocean & Coastal Management* en relación a la costa conocida como La Playa, una de las zonas únicas del este de Sicilia desde el punto de vista geológico, ecológico y socioeconómico. Su progresiva disminución tiene un fuerte impacto, especialmente desde el punto de vista medioambiental y turístico. Los datos apuntan a una erosión más severa cerca de la desembocadura del río Simeto y en el tramo meridional de la costa (máximo retroceso de unos 204 m, con tasas promedio de 2,75 m / año) y un retroceso más lento en el norte, aproximadamente 55 m, con tasas promedio de 0,74 m / año). Estas variaciones de la evolución de la línea de costa a través del tiempo están íntimamente conectadas a la evolución de la desembocadura del río Simeto. En el análisis de las variaciones de los parámetros hidrológicos que se producen aguas arriba dentro de la cuenca de drenaje del río Simeto, destaca una drástica reducción de la descarga sólida y líquida, coincidiendo con la entrada en operación de varias obras hidráulicas, incluyendo presas, barrancos fluviales y terraplenes artificiales desde los años cincuenta del siglo pasado. Dicha reducción no parece que sea el resultado de una variación del régimen pluviométrico de la zona, ya que el análisis estadístico de los datos de precipitación indica una tendencia casi constante durante el siglo pasado. Tampoco parece que se deba a una variación en el rango de mareas, ya que no se observa un cambio significativo en los parámetros de onda. De este modo, la reducción de la oferta de sedimentos y el consecuente retroceso de la costa se debe principalmente a la instalación de obras hidráulicas, junto con la destrucción progresiva del cinturón de dunas costeras debido a las actividades de construcción humana. Los estudios realizados muestran que en ausencia de intervenciones adecuadas se prevé una reducción adicional de 20 a 100 m del tramo costero en los próximos diez años (Di Stefano; De Pietro; Monaco; Zanini, 2013).

La urbanización y la industrialización de las zonas costeras como ya se ha explicado, supone una perturbación muy grande para los sistemas costeros. No solo por la ocupación y el agotamiento de recursos como el suelo, el agua, alimentos y nutrientes, sino por el estrés que se produce sobre entornos vulnerables como sistemas dunares, humedales y manglares, entre otros. El turismo por ejemplo, se apoya en gran medida en la zona costera, no sólo por la ocupación del suelo, sino porque se convierte en el espacio de ocio. La contaminación, los vertidos y residuos producidos, dejan su huella y provocan una fuerte alteración de los ecosistemas.

Pero sin duda alguna las tierras ganadas al mar han supuesto una importante transformación de la morfología del litoral. La ocupación de zonas húmedas y la construcción de diques, muros, rompeolas, rigidiza la costa, impidiendo que esta cambie morfológicamente, que se produzca una metamorfosis litoral como resultado de su adaptación a las perturbaciones.

7. RESPUESTAS HACIA EL CAMBIO

Carecería de sentido argumentar que no existen respuestas a todos estos conflictos, ya que son numerosas las instituciones de carácter internacional que llevan tiempo trabajando ellos. Por ejemplo, el International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) lleva desarrollándose durante más de 15 años y su historia científica e institucional está profundamente entrelazada con el desarrollo del entendimiento de la Tierra como un sistema. Ya a principios de los años 2000, promovieron una visión más integrada del sistema terrestre poniendo el énfasis en la interdisciplinaridad. Por supuesto las acciones humanas eran una parte integral del sistema de la Tierra y el concepto de Antropoceno se puso de manifiesto. No en vano Paul Crutzen era entonces vicepresidente del IGBP. Crutzen y Stoermer introdujeron el concepto de Antropoceno a la comunidad global a través de un artículo en el boletín del Global Change del IGBP (Crutzen; Stoermer, 2000).

Del mismo modo, se han llevado a cabo un conjunto de estudios y programas a escala global que tienen el valor, como en el caso del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, de identificar un número de conclusiones emergentes a las que solamente se puede llegar cuando se examina un gran cuerpo de información de manera integral. Juntos constituyen una auditoría comprehensiva del estado del capital natural de la Tierra y del papel que ha jugado el hombre en la construcción-destrucción del mismo. Su conocimiento es imprescindible para aproximarnos a la complejidad de esta era y valorar los posibles patrones de cambio.

The Intergovernmental Oceanographic Commission de UNESCO lleva realizando desde 1995 un conjunto interesante de trabajos vinculados a los mares y océanos como el Global Ocean Observing System (GOOS) o el Global Coral Reef Monitoring Network que han colaborado a lograr una visión holística y sistémica del litoral en todo el globo. También el programa medioambiental de las Naciones Unidas destinado a los mares y océanos (UNEP Regional Seas Program); los programas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y GESAMP (el grupo de expertos de las Naciones Unidas para la protección ambiental del medio marino). Mediante el Global Environmental Programme las Naciones Unidas han acometido el estudio de los ecosistemas a escala global, analizando sus interrelaciones con los fenómenos climáticos y sus previsiones de evolución y migración. En este sentido, ya no solo en los mares y océanos, sino desde una aproximación integrada a escala terrestre The Millennium Ecosystem

Assessment (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio), supone un marco global de reflexión para la toma de decisiones y la gestión a gran escala. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio se inició en el 2001 con el objetivo de evaluar las consecuencias de los cambios en los ecosistemas para el bienestar humano, como punto de partida para encontrar las bases científicas desde las que actuar. El balance de dicha evaluación establece que el 60% de un grupo de 24 servicios de los ecosistemas examinados están siendo degradados. Quizás este dato no sorprenda a muchos, no obstante, lo realmente significativo es que se están produciendo cambios no lineales (acelerados o abruptos) en los mismos. Por ejemplo, enfermedades, alteraciones abruptas de la calidad del agua, aumento de zonas muertas en las aguas costeras o desplazamientos regionales. Es decir, no es que haya más o menos costas degradadas. Se trata de que el planeta entero y en especial, las zonas costeras, están sufriendo alteraciones (todas) para las que no estamos preparados y cuyas consecuencias son imprevisibles.

En general todos estos estudios ponen el énfasis en el reconocimiento de la condición evolutiva de los entornos litorales, así como en su variabilidad local y global. Esta cuestión la de la escala es determinante para la planificación y diseño de los entornos litorales. Y es que solo la conectividad ecológica vincula los hábitats en el espacio y en el tiempo. Es un proceso clave que facilita muchas funciones de la vida de las especies en una gran variedad de contextos y en una amplia gama de escalas. Su aplicación más obvia se refiere en los múltiples vínculos entre las diversas unidades de hábitat que comprenden los complejos ecosistémicos. La investigación de sus implicaciones se ha limitado en gran medida a la migración de organismos. Sin embargo, la conectividad tiene una relevancia conceptual mucho más amplia. Es un proceso penetrante y multifacético que afecta y permite la vida de los organismos en toda la gama de escalas conceptuales, con componentes del ecosistema conectados por una diversidad de factores, incluyendo la translocación física y biológica. Esta mutación es la que proporciona diversidad, variabilidad y adaptación a los cambios ambientales (Marcus Sheaves, 2009).

Img: *Lutjanus argentimaculatus*. Su evolución-transformación ilustra la jerarquía de las migraciones a varias escalas que conectan diferentes hábitats de formas complejas para producir una conectividad-fractal (Marcus Sheaves, 2009).

Tal y como se ha argumentado a lo largo del presente capítulo los ecosistemas costeros son diversos y están interrelacionados a través de procesos funcionales y morfológicos como respuesta adaptativa a las distintas perturbaciones.

Todos ellos además actúan de manera dinámica e imprevisible, entrando en contradicción con estructuras e infraestructuras rígidas. Cuando esto ocurre el resultado es la desaparición de algunos de los ecosistemas, tal es el caso de los humedales, sistemas dunares y manglares en todo el mundo. Pero desgraciadamente, la importancia de esta pérdida pasa desapercibida ante la sociedad. Tan solo cuando su desaparición va de la mano de pérdidas humanas o financieras, fruto de los temporales, epidemias o la contaminación, volvemos la mirada a estos lugares. Nos preguntamos entonces cual es su papel, más allá de su valor como recurso económico y/o turístico. Algunos incluso, son capaces de reconocer que los beneficios económicos (netos) de su explotación se han obtenido con crecientes costos consistentes en la degradación de muchos otros servicios de los ecosistemas. Estos otros servicios ecosistémicos de las zonas costeras son los que proporcionan por ejemplo, capacidad de adaptación y protección ante los efectos del cambio climático.

Nos preguntamos también por consiguiente, cuál es nuestro papel en el contexto actual y lo hacemos desde el punto de vista de la planificación y el diseño. Para responder a estas preguntas es necesario recordar el comienzo de este capítulo y reconocer que vivimos en un estado de crisis de percepción que resulta inadecuada para abrazar la complejidad de esta era. Es necesario primero cambiar nuestra percepción respecto a las características del litoral y sus peligros inherentes a los efectos del cambio climático (como se ha perseguido en este capítulo) para encontrar nuevas maneras de actuar. Es precisamente el marco conceptual de estas nuevas formas de relación lo que se desarrolla en el capítulo siguiente.

Img: Portadas de la revista TIME tras el desastre del huracán Katrina.

A theory is a set of general propositions, used as principles of explanation of the apparent relationships between certain observed phenomena. (...) Prediction and understanding are two purposes of theory. One uses theory deductively and places it toward the beginning of the plan for a study (Azlan 2013, 53).

CAPÍTULO 2. EL CONTEXTO TEÓRICO

LAS PROPOSICIONES

PROPOSICIÓN 1. DEL RIESGO A LA RESILIENCIA 1. LA FUNCIÓN ALUMBRADORA DEL RIESGO

No sabemos si vivimos en un mundo con más riesgos que los de anteriores civilizaciones, sin embargo la sociedad actual ha sido definida por algunos sociólogos como Ulrich Beck y Niklas Luhmann como una sociedad en riesgo. Con ello se pretende llamar la atención sobre el hecho de que vivimos en un mundo fuera de control, donde nada es seguro menos la incertidumbre (Beck, 1992). Y es que el concepto de riesgo es una de las principales herramientas teóricas de las que dispone la sociología para dar cuenta de las dinámicas propias de la sociedad contemporánea. “Este rasgo teórico fundamental de la conciencia del riesgo tiene un significado antropológico: las amenazas de la civilización hacen surgir una especie de nuevo reino de las sombras, comparable a los dioses y demonios de la Antigüedad, el cual se esconde detrás del mundo visible y pone en peligro la vida humana en esta tierra. Hoy ya no estamos en contacto con espíritus que hay en las cosas, sino que estamos expuestos a radiaciones, tragamos toxinas y nos vemos perseguidos hasta en sueños por el miedo a un holocausto atómico. En lugar de una interpretación antropomórfica de la naturaleza y del medio ambiente ha aparecido la conciencia moderna y civilizatoria del riesgo con su causalidad latente, no perceptible y sin embargo presente por doquier” (Beck, 2006, 103).

Estas tres proposiciones fundamentan la primera de las metamorfosis que se reclama en esta tesis: la renovación del marco teórico de la planificación del litoral.

Img: Portada de la revista TIME tras el desastre del huracán Katrina.

No se trata tanto de la cantidad de riesgo, como de la falta de control y desconocimiento de las consecuencias inesperadas que las acciones de una parte de la sociedad tienen sobre el medio socio-ecológico, lo que diferencia este momento de la historia. Lo contradictorio de este momento es que el concepto de riesgo se ha venido utilizando, especialmente en el campo del diseño y de la planificación pero también en otros como la economía o la política, aplicado a un mundo gobernado exclusivamente por las leyes de la probabilidad en el que todo es medible y calculable. Sin embargo, las acciones y proyectos llevados a cabo a corto plazo en base a esta noción de riesgo, han acabado por amplificar a la larga los riesgos que querían evitarse. Pensemos en la canalización durante casi 300 años del río Mississippi por ejemplo, y como ésta ha evitado la acumulación de sedimentos en la base del delta generando un fenómeno de subsidencia y amplificando los efectos de la subida del nivel del mar, haciendo más vulnerable aún toda la región. O en las políticas de inmigración y cierre de las fronteras de los países, que se han visto superadas por el éxodo masivo de ciudadanos huyendo de guerras y hambrunas, generando situaciones dramáticas que pone en evidencia el fallo de un sistema político y social encerrado en las necesidades de los países más desarrollados y desoyendo las crisis que ocurren más allá de sus fronteras. De nuevo, todas estas cuestiones ponen en evidencia la ineficacia de considerar los sistemas como medios cerrados y la incapacidad del ser humano de controlar todas las variables de los mismos.

Pues bien, sin desviarnos de la cuestión que nos ocupa en esta tesis, es posible afirmar que la noción determinista y fiable de riesgo con la que se ha venido planificando y diseñando a ambos lados del Atlántico durante los últimos siglos, se ha demostrado falible. Las denominadas catástrofes ambientales, entre otras, lo han puesto en evidencia. En este sentido resulta tremendamente reveladora la descripción de infalibilidad que aporta Beck: "Si es que las consecuencias secundarias no deben aceptarse por más tiempo, el desarrollo científico-técnico ha de variar su ritmo y sus formas de desarrollo para adquirir capacidad de aprendizaje en cada estadio. Esto supone que se deben evitar los desarrollos que generan irreversibilidades. En cambio, conviene descubrir y elaborar aquellas variables del desarrollo científico-técnico que permitan corregir errores. La investigación tecnológica y política ha de partir de las teorías hasta hoy más confirmadas y más atractivas: la capacidad de error y de fallos del pensamiento humano y de la acción" (Beck, 2006, 296). Y es que el desarrollo de la tecnología ha sido envuelto en un halo de conocimiento absoluto, infalible y seguro, que ha hecho precisamente aumentar los riesgos inherentes de los sistemas al forzarlos hasta límites inimaginables. Muchos de ellos han adquirido la forma de grandes presas o diques, por ejemplo. Resulta formidable como, al criticar la fiabilidad, Beck se aproxima sin nombrarlo al concepto de resiliencia animándonos a "(...) liberar el falibilismo de su escisión empírico-teorética, revalorar la técnica sólo como posibilidad y reconducir las posibles variantes del desarrollo técnico a su humanidad, de modo que se elimine la infalibilidad" (Beck, 2006, 297).

En este contexto es necesario recordar que lo diferente del momento actual frente a otras épocas de la humanidad es el hecho de que en nuestra civilización las decisiones implican, más que nunca, consecuencias que superan la escala local transformando los riesgos en regionales, incluso globales. La vulnerabilidad no se reduce ya solo a una variable vinculada a

la pobreza o la escasez de recursos. Algunos riesgos, como los derivados del cambio climático nos afectan a todos, quizás no por igual, pero sí a todos. ¿Es posible entonces encontrar una relación entre el sentimiento de riesgo global que domina nuestro tiempo y la creación de una nueva conciencia en la planificación y el diseño? Para explicar esta relación Ulrich Beck recurre al filósofo americano John Dewey quien en su libro publicado en 1927 *The Public and its Problems* argumenta que no son las acciones, sino sus consecuencias las que conforman el corazón de la política y de una nueva conciencia (Beck, 2006, 339). En este libro, el influyente filósofo americano cuyos textos están siendo revisitados en nuestros días, apuesta por una reconstrucción del sentido y la racionalidad práctica basada en la intersubjetividad del conocimiento y la recuperación del sentido crítico. Este cuestionamiento del conocimiento, como crítica del poder como haría Foucault, implica reconocer el carácter falible, comunitario y diverso del ser humano. Significa también algo que ya se ha comentado al explicar el funcionamiento de los sistemas adaptativos complejos, y es que el análisis aunque necesario, no es suficiente. Se trata por tanto de abrirse a la acción y la experiencia. Así para Dewey la actividad científica consiste, más que en buscar un fundamento último de la realidad, en ir desarrollando progresivamente hábitos que respondan más eficazmente a los problemas del hombre en la Tierra. Es en esta interacción social de los seres humanos con el entorno donde surgen hábitos y formas de conducta comunitaria que permiten la comprensión-adaptación progresiva al mismo. "The old center of the universe was the mind knowing by means of an equipment of powers complete within itself, and merely exercised upon an antecedent external material equally complete within itself. The new center is indefinite interactions taking place within a course of nature which is not fixed and complete, but which is capable of direction to new and different results through the mediation of intentional operations" (Dewey, 1930).

Claramente Dewey no estaba pensando entonces en el cambio climático, pero su discurso postmoderno es aplicable en este campo también como apunta Beck. Se puede decir entonces, que existe otra noción de riesgo, aquella utilizada para referirse a las incertidumbres no cuantitativas. Es decir a los riesgos que no pueden ser conocidos. Así, el discurso global sobre el cambio climático no surge del consenso sobre su origen, sino sobre las consecuencias del mismo. También por eso en el capítulo precedente se ha seguido una caracterización (CHW) de las costas que parte del entendimiento de sus riesgos inherentes ante los efectos del cambio climático. Y es aquí cuando en vez de centrarse en las secuelas negativas de estos riesgos, Beck propone reflexionar sobre las consecuencias imprevistas, pero positivas y emancipadoras de las catástrofes o los acontecimientos climáticos extremos (Beck, 2015). Es lo que el autor denomina como la función esclarecedora o iluminadora del riesgo. "Where some may see an overreaction to risk, it is also possible to see grounds for hope. Because such risk conflicts do indeed have an enlightenment function. They destabilize the existing order, but the same events can also look like a vital step towards the building of new institutions" (Beck, 2006). Es interesante esta función iluminadora del riesgo, porque muestra un camino por el que conducirse en la investigación sobre un asunto tan complejo como el cambio climático, del que se ha escrito y se seguirán escribiendo innumerables textos pero del que sin embargo, parece haber tan pocas pistas sobre nuevos marcos y modelos de relación.

Parece entonces que vulnerabilidad y riesgo abren una ventana al conocimiento, la planificación y el diseño desde nuevos órdenes y que es necesario asomarse a ella para reconocer estos laboratorios del cambio.

Por otro lado estos momentos clave de decisión son también espacios para reforzar la comunicación superando las barreras, incluso los totalitarismos políticos, científicos, ideológicos y técnicos. Las crisis suponen lo que algunos autores como el politólogo Colin Hay o el economista Joseph Schumpeter han denominado como ruptura radical o destrucción creativa, haciendo referencia a que suponen oportunidades históricas para nuevas formas políticas de intervención surgidas de la innovación (Hay, 1996; Schumpeter, 1942). Momentos en los que la necesidad y la voluntad hacen aflorar nuevos marcos de investigación, cooperación y acción en los que intervienen una pluralidad de agentes, muchos de los cuales habían sido apartados de la toma de decisiones sobre estas cuestiones, a pesar de ser todos ellos actores de los mismos. Es este sentido cobran también vital importancia los no humanos, la propia naturaleza, quien con sus dinámicas puede convertirse en un aliado de estos procesos de cambio, amplificándolos o colaborando, por el contrario, en su adaptación. En definitiva, aunque el cambio climático representa un terrible peligro para la humanidad, también ofrece una maravillosa oportunidad de convertir la política y la planificación en acción colectiva y consciente de gestión del medio. Y esa relación renovada entre sociedad y entorno, entre lo natural y cultural, no es otra cosa más que la construcción de nuevos paisajes. "En efecto, el paisaje puede interpretarse como un producto social, como el resultado de una transformación colectiva de la naturaleza y como la proyección cultural de una sociedad en un espacio determinado. Las sociedades humanas han transformado a lo largo de la historia los originales paisajes naturales en paisajes culturales, caracterizados no sólo por una determinada materialidad (formas de construcción, tipos de cultivos), sino también por los valores y sentimientos plasmados en el mismo. En ese sentido, los paisajes están llenos de lugares que encarnan la experiencia y las aspiraciones de los seres humanos. Estos lugares se transforman en centros de significados y en símbolos que expresan pensamientos, ideas y emociones de muy diversos tipos. El paisaje, por lo tanto, no sólo nos muestra cómo es el mundo, sino que es también una construcción, una composición de este mundo, una forma de verlo" (Nogué, 2007, 12).

2. PAISAJES EXTERNALIZADOS

Aquellos que usan términos simplificados ante el concepto de riesgo, se colocan en una situación de peligro porque no están contando toda la historia. Puesto que los paisajes son el producto de la relación intelectual del hombre con su entorno, los lugares que habitamos son también fruto de esa interrelación. Aquello que denominamos como paisajes de la crisis o del riesgo, no son más que el resultado de una relación fallida. Algunos autores han denominado a estos paisajes externalizados (external landscapes). Es decir, aquellos paisajes fruto del entendimiento de los recursos naturales desde la perspectiva económica. Porque incluso aquellas líneas de pensamiento que consideran los recursos naturales como un bien común (otras posturas adoptadas en el pasado pueden ser consideradas ya mayoritariamente impopulares) defienden la explotación de los mismos a favor del desarrollo socio-económico. Sin embargo, y según el alcance de dicha explotación, pocos reparan en que quiénes explotan dichos recursos no son propietarios de los mismos y por lo tanto las externalidades son absorbidas por la colectividad. O simplemente, más allá del concepto pingüino de la propiedad, los efectos de su explotación trascienden con mucho del ámbito espacial en el que ésta se produce (Alan Berger, 2011). Así es como surge el concepto de externalidad. Es decir, el de un coste que es absorbido, no por el creador del mismo (imaginemos una empresa contaminante o el uso de pesticidas en los campos de cultivo), sino por la sociedad en general. Esta situación conlleva que estas externalidades (o efectos ambientales) sean tratadas con distancia por quienes las producen y al mismo tiempo sean sufridas con impotencia por quienes las padecen. Este proceso de toma de decisiones ha supuesto consecuencias devastadoras para los humanos y los sistemas naturales. Las inundaciones, la extracción de mineral, los embalses y presas, o la contaminación del suelo, la atmósfera y las masas de agua, son solo algunos de estos ejemplos.

Las inundaciones, por ejemplo, están consideradas como la tercera catástrofe mundial. Tan sólo durante el siglo XX en un país como Estados Unidos las inundaciones fueron las responsables del mayor número de pérdidas humanas y de daños sobre las propiedades. En 1993 la inundación en el alto tramo del Mississippi-Missouri, una de las peores de la nación, inundó 8.100 hectáreas a lo largo de nueve estados y dejó casi 75 ciudades anegadas. Las inundaciones del 2011 a lo largo del río Mississippi afectaron a 25 millones de personas y 1,2 millones de hectáreas.

Img: An example of the product of an External Landscape is this nutrient plume entering into the Tyrrhenian Sea at Bonifica della Pontino (Pontine Marshes), Provincia die Latina, Italy (Berger, 2012).

Img: Southeast Louisiana Coastal Land Extent 1932-2002. Coastal Louisiana has lost an area of land approximately equal to the state of Delaware from 1932-2000 (Berger, 2012).

Img: The US spent \$23 billion on flood control projects, for example along the Mississippi River. But dams capture sediments behind them. This mapping compiles information from 26 navigation lock and dams in the first two reaches of the Mississippi River and evaluates adjacent land uses near each dam to calculate sediment potential and loss. Additionally, the graphic details the percent of land use change over the past 100 years, relocation strategies for sediment, and the overall economic impact of the sediment network (Berger, 2012).

La construcción de diques para el control de las inundaciones en Estados Unidos se generalizó desde la aprobación de la Ley de control de inundaciones de 1936 (Flood Control Act). Desde entonces, USACE ha empleado 23 billones de dólares en la construcción de estas infraestructuras de control y defensa de las zonas más pobladas. Sin embargo, estas obras han generado externalidades negativas en el entorno. Así por ejemplo los diques a lo largo de los ríos Missouri y Mississippi capturan sedimentos tras sus estructuras impidiendo su acumulación aguas abajo y la creación de suelos para los humedales del Golfo de Méjico. Precisamente y como se analizará en el capítulo tercero dedicado a los casos de estudio, ésta ha sido la causa fundamental que alimentó el catastrófico impacto del huracán Katrina en

Decline of Sediment Discharge

Img: The sediment discharge of the Mississippi River has been declining steadily since 1891. A potential and dangerous new External Landscape emerges (Berger, 2012).

la ciudad de Nueva Orleans. Como es de imaginar, nadie había calculado las consecuencias de esta pérdida de sedimentos durante la construcción de los diques y mucho menos su acción combinada con la subida del nivel del mar. De nuevo, un paisaje externalizado de consecuencias devastadoras.

Tal y como se ha descrito en el capítulo precedente, el litoral es sin duda alguna el ámbito de mayor vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático. Además, se trata de un territorio en el que es fácilmente aplicable este concepto de externalidad, ya que en este espacio de transición entre la tierra y el mar se concentran e interrelacionan muchos de los efectos de las actividades y usos que se dan en el interior del continente junto con las de los mares y océanos. Pensemos en las actuaciones sobre las masas de agua por ejemplo, y cómo aunque se sitúen fuera de lo que coloquialmente entendemos como litoral, sin embargo pueden acabar modificando su morfología o la calidad de las aguas. O pensemos en las obras e infraestructuras portuarias y cómo estas pueden alterar playas más o menos cercanas. De nuevo parece procedente recordar a Beck cuando indica que: “El efecto secundario inadvertido de la socialización de la naturaleza es la socialización de las destrucciones y amenazas de la naturaleza, su transformación en contradicciones y conflictos económicos, sociales y políticos: las lesiones de las condiciones naturales de la vida se transforman en amenazas médicas, sociales y económicas globales para los seres humanos, con desafíos completamente nuevos para las instituciones sociales y políticas de una sociedad mundial superindustrializada” (Beck, 2006, 113).

Así que son decisiones no solo técnicas, sino sociopolíticas las que priorizarán unas perspectivas frente a otras, unos proyectos frente a otros, minimizando la vulnerabilidad de estas poblaciones y sus recursos y preparando a la sociedad para una relación más coherente entre éstas y la naturaleza. El cambio climático demanda una aproximación diferente al diseño, la planificación, la gestión y el mantenimiento del paisaje. Una perspectiva que explícitamente dote de capacidad de adaptación a largo plazo a las poblaciones y su entorno, a su paisaje, posibilitando su viabilidad ecológica, cultural y económica.

3. EL MARCO DE LA RESILIENCIA

Como se ha visto ya, este escenario de crisis climática se manifiesta con diferentes intensidades y escalas relacionando la dimensión económica, ecológica, política y social. Es en este contexto, donde el concepto de resiliencia ha supuesto una renovación en la manera de entender las relaciones entre hombre y naturaleza dominante en la Modernidad. Probablemente la noción más extendida de este concepto tenga que ver con la capacidad de un sistema de sobreponerse y recuperarse tras una perturbación. Pero su alcance va mucho más allá y en las últimas décadas este concepto ha evolucionado llegando a convertirse en el marco para la comprensión de cómo los sistemas complejos se auto-organizan y cambian a lo largo del tiempo. Así se ha definido también como “a broad, multifaceted, and loosely organized cluster of concepts, each one related to some aspect of the interplay of transformation and persistence” (Carpenter; Brock, 2008).

3.1 Construyendo la resiliencia

A pesar de tratarse de un concepto que en la actualidad tiene una fuerte presencia en la planificación y la gestión de las ciudades y regiones, su estudio se ha desarrollado desde hace ya más de 50 años, desde diversos campos como la psicología o la ecología. Aunque la literatura sobre resiliencia es abundante, sin embargo, es todavía un concepto en construcción, especialmente en lo que a su aplicación se refiere. Se podría decir que básicamente y pesar de sus distintas interpretaciones en las diferentes disciplinas, es posible diferenciar al menos tres variaciones, de complejidad creciente, del concepto de resiliencia: lo que se conoce como Resiliencia Ingenieril (o de sentido común), la Resiliencia de Sistemas y la Resiliencia en Sistemas Adaptativos Complejos (Complex Adaptive System, CAS). La Resiliencia Ingenieril se utiliza, por ejemplo en el desarrollo de programas educativos, la Resiliencia de Sistemas tiene más difusión en el campo de la gobernanza y la gestión y la Resiliencia de los Sistemas Adaptativos Complejos se ha utilizado en economía, innovación, y tecnología y planificación ambiental y urbana.

La Resiliencia Ingenieril es la aproximación más directa al concepto de resiliencia, e implica al mismo tiempo la capacidad de recuperarse más rápido después del estrés y ser capaz de soportar cada vez un nivel mayor de éste. Desde esta perspectiva, ser resiliente implica soportar una

gran perturbación sin cambiar, desintegrarse, o ser dañado de manera permanente; regresando a la normalidad rápidamente y con la menor distorsión. Esta es probablemente la acepción del concepto más extendida, sin embargo es también la de menor alcance. Su nombre proviene de su uso en infraestructuras tales como puentes, que están diseñadas para soportar grandes situaciones de estrés y recuperarse de manera rápida cuando éstas cesan. Aunque el concepto se utiliza de manera análoga en el campo de la sociología, aplicado a los seres humanos después de que hayan sufrido acontecimientos traumáticos. Esta acepción del término resiliencia pone el acento tan solo en la disminución del riesgo y en la recuperación de las condiciones de partida. Defiende que existe solamente un estado de equilibrio, que los elementos vuelven a ese estado de equilibrio después de una perturbación y que las perturbaciones son esperadas y conocidas. Por lo tanto, se trata de una aproximación que no es aplicable a los ecosistemas, ni a los sistemas socio-ecológicos que como ya se ha visto, están en constante proceso de transformación fruto de características internas del sistema, y como reacción/adaptación a agentes o condiciones externas directas e indirectas. En este caso es necesario o volver la mirada a la resiliencia ecológica, es decir, a la resiliencia de los CAS. Es importante esta precisión puesto que en base a la acepción ingenieril del concepto de resiliencia se han llevado a cabo (todavía sigue siendo la mirada más extendida) las grandes estrategias de gestión hidráulica, defensa y obras portuarias de las costas de todo el mundo, entre otras. Estrategias que hoy en día desde la perspectiva más amplia de los CAS estarían en contradicción con la identidad y el funcionamiento de los medios en los que se han aplicado (**Crawford Stanley Holling, 1996**). Se trata por lo tanto de una acepción que no sería aplicable a la planificación de las ciudades y regiones, o a los entornos litorales en el actual contexto de cambio climático. Es decir, a sistemas socio-ecológicos (socio-ecological systems, SES) ya que son sistemas complejos.

Una aproximación un poco más amplia que la ingenieril es la conocida como Resiliencia de Sistemas, que frente a la anterior lleva implícita el concepto de cambio. Desde esta perspectiva, un sistema engloba al conjunto de agentes y a las relaciones entre ellos. De este modo, para que un sistema siga funcionando tras una situación de estrés o de perturbación, el sistema o una parte del mismo, debe experimentar un cambio. Esta mirada es coherente con el contemporáneo entendimiento dinámico de los sistemas, que están inmersos en continuos cambios. Una perspectiva fundamental de la Teoría de la evolución defendida por Wallace y luego Darwin y que ha ido desarrollándose hasta nuestros días traspasando la frontera determinista de la evolución para abrazar la de la capacidad inherente de adaptación de algunos sistemas.

Pero la aproximación más amplia y a la que quiero referirme es la de los CAS, que como ya se ha indicado es la asimilable a los paisajes socio-ecológicos entre los que se encuentran las costas. Un CAS, denominación acuñada en el Interdisciplinar Santa Fe Institute por John H. Miller, Scott E. Page (**Miller; Page, 2007**) y otros, es un tipo de sistema complejo. Es decir, que además de ser diverso y de estar formado por distintos elementos interrelaciones, tiene la capacidad de cambiar y aprender de la experiencia. Un CAS se define como "a system composed of a heterogeneous assemblage of types, in which structure and functioning emerge from the balance between the

constant production of diversity, due to various forces, and the winnowing of that diversity through a selection process mediated by local interactions" (Levin, 2000). La biósfera, los partidos políticos, las comunidades, las ciudades y regiones son CAS, también los fenómenos climáticos que son además impredecibles.

La resiliencia de los CAS tiene que ver precisamente con esta singularidad: con su capacidad de adaptabilidad, que no es solo cambio, sino que significa la capacidad de generar nuevos modos de auto-organización tras las perturbaciones. Esta capacidad de auto-organización está directamente relacionada con la innovación ante una nueva situación, incluso ante situaciones que pueden no haber sido previstas. De este modo, las funciones principales de los CAS pueden no resultar alteradas tras una perturbación, pero su estructura, su modelo de organización, sí. Pero además los CAS, tras una perturbación o fruto de su propia evolución, pueden asumir nuevas funciones. Esta propiedad es la que se conoce como capacidad de transformación. Una cualidad imprescindible de incorporar al concepto de resiliencia desde el punto de vista de la planificación y el diseño. Una cualidad, o una condición, que implica que la interacción en entornos socio-ecológicos desde esta perspectiva no puede consistir únicamente en la protección frente a los riesgos. De tal modo que la acción, o la intervención de los humanos como integrantes de estos sistemas, debe tender a posibilitar el aprendizaje, la auto-organización y la transformación de los mismos. Debe posibilitar, incluso facilitar su cambio, su metamorfosis adaptativa. Por lo tanto se trataría de trabajar con los procesos socio-ecológicos para ampliar el gradiente de flexibilidad y diversidad de los mismos. Esto incluye trabajar también con la ciudadanía, generando al tiempo la consciencia y la comprensión de su interrelación.

3.2 Evolución del concepto de resiliencia en los Sistemas Adaptativos Complejos

La teoría dominante en el siglo XX estaba construida sobre la idea de la sucesión ecológica de las comunidades en la búsqueda de la estabilidad dentro de diferentes medios (Clements, 1916). Frente a esta aproximación, en los años 70 del siglo pasado surge el concepto de resiliencia como reacción a la estabilidad aplicada a la ecología. C. S. Holling avanzaba el concepto de resiliencia ecológica frente a la tradicional discusión sobre la estabilidad de los sistemas (naturales y sociales). "I propose that the behavior of ecological systems could well be defined by two distinct properties: resilience and stability. Resilience determines the persistence of relationships within a system and is a measure of the ability of these systems to absorb changes of state variables, driving variables, and parameters, and still persist. In this definition resilience is the property of the system and persistence or probability of extinction is the result. Stability, on the other hand, is the ability of a system to return to an equilibrium state after a temporary disturbance. The more rapidly it returns, and with the least fluctuation, the more stable it is. In this definition stability is the property of the system and the degree of fluctuation around specific states the result" (C S Holling, 1973). Es decir, los ecosistemas no evolucionan hacia un único estado de equilibrio, sino a través de periódicos ciclos de cambio. De este modo la resiliencia representaba la capacidad de un sistema de

absorber y aprender de las perturbaciones a las que se viera sometido consiguiendo salir adelante sin cambios sustanciales en su estructura y función, o sin transformar cualitativamente su estado. Desde este punto de vista un sistema puede ser muy resiliente y fluctuar mucho. Es decir, tener poca estabilidad. De hecho, según el propio Holling, los sistemas complejos fluctúan más que los sencillos.

El concepto de resiliencia se revela entonces como contrapunto al de vulnerabilidad, cuestión que le ha valido su aceptación e integración en otras disciplinas. Tiene por lo tanto un alcance físico, social, económico y medioambiental. Una gestión o un diseño basado en el concepto de resiliencia, para Holling, enfatizaría la necesidad de dejar opciones abiertas y de dotar de heterogeneidad al sistema (Holling, 1973, 21). Esta aproximación defendida por Holling ha sido denominada resiliencia ecológica o resiliencia de los ecosistemas, y enfatiza la persistencia, el cambio, y la imprevisibilidad, en oposición a la resiliencia ingenieril dominante en el campo del diseño y la planificación que se centra en la eficiencia, la constancia y la previsibilidad (Crawford Stanley Holling, 1996).

Hay otros dos conceptos interesantes de diferenciar. Por un lado, la denominada resiliencia específica con la que se denomina a la capacidad de un sistema específico a responder a una perturbación conocida. Y por otro, la resiliencia general, referida a la capacidad de todo el sistema de sobreponerse a diferentes perturbaciones o cambios. Esta distinción es importante, porque si nos centramos en la resiliencia específica, el sistema en su conjunto se puede volver menos diverso, menos flexible, menos receptivo a interrelaciones y, por lo tanto, más vulnerable (Walker; Salt, 2006). Es aquí cuando el concepto de la escala aplicado a la planificación cobra sentido, ya que esta característica de los CAS supondría analizar los eventos desde una perspectiva regional en vez de local. O mejor expresado: implica una aproximación multiescalar. Es decir, un continuo subir y bajar de escala, en relación a los elementos del sistema en cada uno de los distintos ciclos adaptativos. No en vano los CAS se caracterizan por la auto-organización o auto-regulación, mediante la cual pequeñas interacciones a pequeña escala se transforman en patrones emergentes a gran escala. Para posibilitar esta auto-organización los sistemas han de ser heterogéneos, carecer de linealidad cronológica, contar con una organización jerárquica y flujos.

Las definiciones del concepto de resiliencia no han variado mucho desde Holling, pero si se han ido refinando incorporando las dinámicas de los CAS. Así, la resiliencia depende de la capacidad del sistema de absorber las perturbaciones permaneciendo en el mismo estado, alterando su grado de auto-organización y mejorando su adaptación y aprendizaje (Folke, 2006). Estableciendo una analogía geométrica se podría decir que los sistemas operan como una serie de capas anidadas e interconectadas que se relacionan e influyen unas con otras. Es precisamente el entendimiento de la estructura y funcionamiento de estos sistemas, sus elementos e interrelaciones, su alcance y escala, lo que permitirá a los humanos intervenir en los mismos a través del diseño favoreciendo su resiliencia. Bien sea a través de la manipulación de su estructura y función, introduciendo repeticiones y/o espacio para que el sistema se mueva; o mejorando los mecanismos de retroalimentación y de respuesta adaptativa (B. Walker; Holling; Carpenter; Kinzig, 2004).

Img: Ilustración del concepto de múltiples estados de equilibrio, donde d representa la resiliencia del sistema si este es unidimensional. Se puede apreciar entonces como la geometría del cuenco de atracción cambia lentamente y como varía en el tiempo (Scheffer; Carpenter; Foley; Folke; Walker, 2001).

3.3 Dinámicas no lineales

El estudio de los CAS pone el énfasis en las dinámicas no lineales, los atractores estables y las transiciones entre ellos (S. R. Carpenter; Ludwig; Brock, 1999; Folke et al., 2004; Crawford Stanley Holling, 1996; Ludwig; Walker; Holling, 1997; Perrings; Walker, 1997; A. B. H. Walker; Ludwig; Holling; Peterman; Walker, 1981).

Uno de los elementos clave de los CAS es la caracterización de los atractores, ya que sus propiedades resumen el comportamiento a largo plazo del sistema. Continuando con la representación geométrica más comúnmente utilizada para expresar estos elementos clave, se identifica a un atractor como el punto o conjunto de puntos, en el que todas las trayectorias cercanas del sistema convergen. El movimiento de un sistema dinámico puede representarse en el espacio mediante diagramas de fases que no muestran una trayectoria bien definida, pero que se comporta como errante alrededor de algún movimiento bien definido. Esto sucede porque los sistemas dinámicos buscan modos de comportamiento preferidos en función de las interacciones entre sus componentes internos y la sensibilidad a las condiciones externas. Esta atracción del sistema hacia un tipo de movimiento, representa el movimiento hacia ese atractor. Desde esta definición geométrica, la resiliencia representaría la mínima distancia entre el punto estable y el borde o los bordes, del atractor o atractores. Por supuesto si hablamos de atractores, esta geometría puede complejizarse, ser fractal y por lo tanto aún más difícil de expresar. Dentro de este tipo de atractores se encuentran los atractores caóticos o atractores extraños. Un ejemplo de éstos es el atractor descubierto por el meteorólogo y matemático Edward Norton Lorenz, universalmente conocido, no solo porque fue uno de los primeros (1973), sino porque se desarrolla de forma que recuerda el aleteo de las mariposas. En realidad el atractor de Lorenz (Lorenz, 1963) es una representación tridimensional del sistema climático que sirve para expresar como si en un sistema se produce una pequeña perturbación

inicial, gracias a un proceso de amplificación, se podrá generar un efecto considerablemente grande en el tiempo. De ahí surgen algunos proverbios como: "el aleteo de las alas de una mariposa se puede sentir al otro lado del mundo" o "el aleteo de las alas de una mariposa puede provocar un tsunami al otro lado del mundo". El conocido como efecto mariposa por tanto relaciona la sensibilidad de los CAS a variaciones pequeñas en las condiciones iniciales, y los efectos sobre la predicción del clima atmosférico a largo plazo. Esta cuestión es fundamental, en el campo de la planificación y el diseño. Las estrategias tradicionalmente llevadas a cabo están pensadas para proyecciones de acontecimientos climáticos extremos, sin reconocer que son los pequeños, lentos y paulatinos cambios de las condiciones iniciales y del propio sistema, las que acaban definido su estructura y organización y, por lo tanto, su capacidad de resiliencia.

Además de los atractores, otro de los conceptos claves es el del cuenco de atracción (basin of attraction) y representa la zona en la cual cualquier estado inicial evolucionará hacia el atractor. Se representa con una geometría que refleja su variación con el tiempo.

Es necesario además reconocer la existencia de múltiples estados estables. Aplicado al paisaje supondría no reconocer ningún estado como original, pero sin embargo si como más resiliente. Las transiciones de los CAS entre diferentes estados estables se conocen como cambios de régimen. Éstos pueden resultar en cambios abruptos y dramáticos en la estructura y función del sistema en algunas ocasiones, o ser más continuos y graduales en otras. Estas variaciones se producen fruto de variables rápidas (perturbaciones) o lentas (Anderies; Janssen; Walker, 2002; Anderies; Ryan; Walker, 2006; A. B. H. Walker et al., 1981). El cambio climático o el sobrepastoreo, por ejemplo, pueden transformar una pradera en un matorral. Un pequeño cambio en el sistema puede provocar cambios rápidos, lo que significa que estas dinámicas no lineales y los cambios de régimen conllevan en ocasiones grandes sorpresas.

Estas variaciones se dan en los sistemas ecológicos y sociales y en los sistemas socio-ecológicos y constituyen la base conceptual de dos conceptos importantes como parte de la resiliencia: la adaptabilidad, o capacidad adaptiva y la capacidad de transformación (Colding; Berkes; Folke, 2003; Folke et al., 2010; Olsson; Folke; Berkes, 2004; B. Walker et al., 2004).

En este contexto la adaptabilidad ha sido definida como la capacidad de un sistema de mantenerse en su estado de equilibrio (Berkes; Colding; Folke, 2003). De este modo la resiliencia tendría que ver con el mantenimiento de determinados procesos a pesar de los cambios exógenos y endógenos (Carpenter; Brock, 2008). Si además el sistema es capaz de transformarse parcialmente cuando las estructuras ecológicas, económicas o sociales son insostenibles nos encontramos más próximos a su transformación (B. Walker et al., 2004). Un elemento fundamental para que se de esa capacidad de transformación son lo que se conoce como umbrales. Estos umbrales son límites regulables, como comienzos o primeros pasos de un proceso que lleva al sistema a un régimen diferente y que se suelen representar geométricamente como los bordes entre los cuencos de atracción (Stephen R. Carpenter, 2003).

4. EL CICLO ADAPTATIVO

Pero ¿cómo se producen estos ciclos adaptativos en los sistemas socio-ecológicos? Y es que es esta capacidad de transformación o metamorfosis como mecanismo de resiliencia es el concepto que inspira el título de esta tesis.

En general se puede decir que los sistemas adaptativos complejos a menudo están sometidos a un conjunto de dinámicas recurrentes a lo largo de cuatro fases: una fase de crecimiento o explosión, otra de conservación o consolidación, otra de liberación, catarsis o colapso y una fase de reorganización o renovación. Son estas cuatro fases lo que se conocen como ciclo adaptativo y representan el comportamiento dinámico de los sistemas socio-ecológicos.

Los ciclos adaptativos ocurren a múltiples escalas espaciales, temporales y organizativas, desde nuestros días a las distintas épocas geológicas y desde una hoja a la biosfera. Una red anidada de ciclos adaptativos, cada uno de ellos situado a una determinada escala temporal y espacial se conoce como panarquía. De tal modo que cualquier ciclo, en determinadas circunstancias, puede verse influenciado tanto por los ciclos situados a escalas superiores como por los ciclos situados a escalas inferiores. Es decir, la afección entre los distintos sistemas socio-ecológicos viene tanto desde arriba (top-down) como desde abajo (bottom-up). Esta doble vía de afectación es por lo que Holling y Gunderson lo denominaron panarquía (panarchy) frente al concepto de jerarquía clásico, donde la influencia siempre viene desde arriba pero nunca desde abajo (Lance; Gunderson; Holling, 2002). Por lo tanto el concepto de panarquía es una pieza clave de la teoría de la resiliencia que se ha utilizado para analizar los ciclos o las dinámicas de los sistemas ecológicos y socio-ecológicos, como oposición a la evolución determinista o al análisis predictivo.

Éstos se pueden representar por un ciclo adaptativo, en el cual se identifican cuatro fases diferentes Crecimiento o explotación (r), Conservación (K), Colapso o liberación (omega) y Reorganización (alpha). El primero es el bucle, de r a K, es una, fase lenta, de crecimiento y acumulación gradual en la que el sistema pasa de explotación a conservación. Una fase en la que la conectividad y la estabilidad crecen, mientras un capital (nutrientes y biomasa en los ecosistemas) poco a poco se va acumulando y reteniendo. Es precisamente este capital acumulado el que será utilizado en la fase

de conservación para el crecimiento y maduración del ecosistema. Sin embargo el bucle de vuelta, de omega a alpha, se corresponde con la fase rápida de reorganización que conduce a la renovación. Es una fase en la que se incrementa la incertidumbre, disminuye la conectividad, la influencia de los factores exógenos es muy elevada. Poco a poco se comienzan a generar oportunidades para la innovación e incluso para el ingreso de exógenos (aumenta la resiliencia). De alpha a r algunos de los recursos acumulados se pierden a favor del crecimiento y la adaptación. Con ello se establecen asociaciones nuevas y comienza a aumentar la conectividad. De r a K algunas de las innovaciones se establecen, vuelve a aumentar la conectividad pero sin embargo disminuye la resiliencia. Curiosamente en esta fase de menos resiliencia existe también menos incertidumbre y se incrementa la predicción a corto plazo. Es entonces cuando el sistema alcanza su máxima conexión y rigidez, y por lo tanto también cuando se vuelve más vulnerable a los factores imprevistos. Este modelo por ejemplo, ha sido utilizado para analizar los cambios en la agricultura (Allison; Hobbs, 2004; Evans, 2008) o en los procesos participativos (Westley; Frances, 2008). Los modelos de ciclos adaptativos alternan entre largos períodos de incorporación y transformación de los recursos, que proveen al sistema de memoria y periodos más cortos de agitación que generan oportunidades para la innovación (Lance et al., 2002).

Img. Ciclos adaptativos de los ecosistemas redibujados e interpretados por Tomás Folch, Nina Marie Lister y Chris Reed. 2002/2012. (Reed; Lister, 2013, 278).

El modelo de ciclos adaptativos surgió del estudio comparativo de la dinámica de los ecosistemas. En un bosque por ejemplo, existen diferentes grupos de especies, cada una de las cuales evoluciona y crece de una forma y con un tiempo distinto. Cuando un fuego, una tormenta, una enfermedad o cualquier otra perturbación le sobrevienen, puede causar la muerte de determinadas comunidades, incluso (aparentemente) de todo el bosque. Pero con el tiempo, algunas de ellas son capaces de volver a crecer, son las conocidas como especies pioneras. Estas especies se abren paso y van fertilizando el suelo, aumenta entonces el capital de energía y biomasa. Su ritmo de crecimiento es muy rápido, es una primera fase de explosión, de poca diversidad, que dependiendo del bosque puede llevar unos 4 o 5 años (plantas anuales, gramíneas y herbáceas perennes, por ejemplo). A partir de ahí se inicia una fase de un periodo mayor, en el que las distintas especies pugnan por mantener su espacio, es una fase de gran dinamismo también, que puede ir de los 5 a los 150 años y donde las especies pioneras dan paso a las especies intermedias con la diversidad retenida en bolsones residuales preservados en un paisaje más heterogéneo e irregular (gramíneas perennes, matorrales y árboles). Poco a poco la conectividad y la estabilidad van creciendo hasta que finalmente la comunidad se estabiliza, es lo que se conoce como comunidad climax. Se podría decir que el paisaje por lo tanto cambia, pero el bosque en un sentido amplio como tal permanece.

Una gran mayoría de los estudios realizados en relación a los ciclos adaptativos de los ecosistemas han centrado la atención en los procesos de destrucción y reorganización, ya que la sociedad industrializada los ha anulado en favor del crecimiento o la conservación (romántica). Sin embargo, la inclusión de estos procesos ofrece una visión más completa del sistema que lo vincula a su auto-organización, resiliencia y su dinámica.

Son esos momentos de aparición y crecimiento de contraculturas y especies creativas. Son momentos de gran fragilidad e inestabilidad en los que la incertidumbre es muy grande, ya que las acciones tradicionales no son efectivas. Son momentos también de falta de control, de gran influencia de los factores exógenos.

Por lo tanto los CAS tienen múltiples posibles estados operacionales y son capaces de pasar de uno a otro. Efectivamente, un sistema puede pasar de un estado a otro de forma progresiva o repentina. Esto es lo que se conoce como bifurcaciones y que a veces vienen provocadas por eventos denominados como catastróficos; aunque como ya se ha dicho, son perturbaciones posibles de los sistemas. El problema reside cuando las condiciones del diseño y uso de un determinado paisaje, coartan la capacidad de este sistema de saltar a un nuevo estado de equilibrio. Por ejemplo, si la subida del nivel del mar o un fuerte temporal impiden la transición de llanuras dedicadas al cultivo a áreas de humedal, será muy costoso mantener su protección frente a las inundaciones, gestionar su drenaje y las características de salinidad del agua además de perder una posibilidad de barrera natural de protección frente a la energía de las olas y las inundaciones que suponen estos espacios húmedos e intermareales.

El estado de un ecosistema es por lo tanto función de sus condiciones medioambientales, sus perturbaciones y la identidad de su especificidad. Todos estos estados, al menos desde el punto de vista ecológico, son tan saludables y apropiados como los demás. Favorecer el cambio de los paisajes para afrontar los efectos climáticos forma parte de su protección. Lo que es realmente importante desde el punto de vista del diseño, la planificación y la gestión es que no hay un único estado posible para un determinado paisaje. Esta mutabilidad ofrece al mismo tiempo retos y oportunidades para los diseñadores a la hora de escoger escenarios futuros. Es precisamente la paradoja del dinamismo la que mejor abre nuevas oportunidades en el campo del diseño y la planificación, abrazando simultáneamente lo efímero y lo permanente; lo estratégico y lo táctico.

De hecho, muchas comunidades con fuerte arraigo y dependencia de los recursos locales han aprendido de los ciclos de los ecosistemas llegando a gestionar las perturbaciones para ampliar los periodos de los ciclos, la diversidad y la resiliencia del sistema. El hombre en estas culturas, se convierte en elemento (consciente) regulador del medio. Por ejemplo, la agricultura que practican algunas tribus indígenas de Amazonia imita el régimen natural de las perturbaciones. En torno a las aldeas se registran los mayores valores de biodiversidad. Esto es porque los indígenas para evitar que las especies más fuertes se impongan (y disminuya la biodiversidad), realizan pequeñas talas. Estas talas aportan heterogeneidad estructural y diversidad, ya que las condiciones del suelo o de captación de luz, se modifican y surgen especies nuevas. El aprendizaje de los sistemas de explotación basados en la naturaleza consiste en imitarla fomentando la heterogeneidad espacio-temporal al provocar o catalizar cambios de la composición y estructura de una comunidad ecológica. Cambios más o menos ordenados y predecibles, de modo que se favorece la sucesión ecológica. Estas mismas técnicas han sido utilizadas para la conservación de espacios.

5. VALORAR LA RESILIENCIA

The Resilience Alliance's Workbook for assessment of resilience in Social-Ecological Systems establece un conjunto básico de aspectos sobre los que valorar la resiliencia de este tipo de sistemas (Gunderson; Kinzig; Quinlan; Walker, 2010):

- Identificar el sistema o sistemas, incluyendo la respuesta a la pregunta resiliencia de qué y para qué. Esto implica definir los límites espacio-temporales del análisis de los sistemas y aclarar los objetivos ya que no es posible realzar la resiliencia de todos los elementos de un sistema a la vez. De nuevo, esta decisión, la previa al diseño o la planificación, es una decisión política. Precisamente por ello en el capítulo precedente se ha analizado la agenda antropocena.
- Describir los procesos de cambio como ciclos de adaptación, que impulsan cada sistema, e identificar en qué medida cada sistema puede ser estresado antes de que colapse o cambie de estado. Tanto la formulación de hipótesis y las experiencias experimentales, como la información histórica son esenciales aquí.
- Explicar las interacciones dinámicas entre escalas, tales como las relaciones de retroalimentación, positivas y negativas; lentas y rápidas. De nuevo, teoría e historia son necesarias.

La relación con la gestión de los sistemas incluye la comprensión del proceso de traducir las políticas en acciones, las fuentes, la fiabilidad, los flujos de información, y los objetivos específicos y valores que cada uno de ellos tiene. Es decir, los agentes son considerados por sí mismos como parte del sistema que está siendo evaluado.

Esta valoración es un proceso iterativo que permite no solo establecer las acciones y proyectos a desarrollar, sino tener un mejor conocimiento del sistema y poder evaluar sus procesos y volver a incorporar nuevas acciones. Se debe tener en cuenta que esta evaluación supone una gestión continuada, ya que en cualquier momento las condiciones externas o internas del sistema pueden variar y las estrategias y acciones deberían de ser identificadas. Por ello se aconseja analizar la información del sistema al objeto de tener en cuenta las limitaciones prácticas y políticas del contexto y reconocer las partes del mismo que pueden ser modificadas.

6. DISEÑANDO LA RESILIENCIA

Tal y como se ha indicado para poder utilizar el concepto de resiliencia en general es necesario responder a la pregunta “The resilience of what to what?” (S. Carpenter; Walker; Anderies; Abel, 2001). Diseñar la resiliencia de los territorios litorales en el contexto actual de cambio climático conlleva para mantener su funcionamiento a largo plazo, la comprensión de la naturaleza de la adversidad sobre la que se construye la capacidad de recuperación de los mismos. Precisamente por ello se han identificado en el capítulo precedente sus principales peligros inherentes. A partir de ahí es posible diseñar el cambio (la metamorfosis) con criterios de resiliencia. Como se ha visto también esta perspectiva, difiere de la tradicional aproximación sustentada en predicciones, cálculos y certezas, con las que se han construido las grandes infraestructuras de todo tipo, también las costeras, y que han permitido el desarrollo de regiones y ciudades litorales en todo el mundo.

Reforzar la resiliencia se reduce a dos cosas: dejar al sistema mutar conservando sus funciones en respuesta a las adversidades, y prevenir y mitigar el riesgo que pueden provocar las adversidades que la capacidad de recuperación actual del sistema no puede gestionar por sí mismo. Esto significa diseñar y planificar procesos lentos, de larga duración y escala global y al mismo tiempo estar preparados para intensas y rápidas perturbaciones a escala local. Es por esto que se podría decir que en nuestros días el concepto de resiliencia de las regiones y comunidades frente a los efectos del cambio climático aparece asociado a otros conceptos tales como: flexibilidad, adaptabilidad, persistencia, auto-regulación y auto-organización a largo plazo en múltiples contextos y escalas a lo largo del tiempo.

Estas cuestiones están en el corazón de los cambios a los que están sometiendo su planificación muchos países y regiones para enfrentarse a los efectos del cambio climático. Fenómenos cada vez más frecuentes como los huracanes o las inundaciones han puesto de manifiesto la necesidad de estar listos, adaptarse y aprovechar estos nuevos retos para transformar nuestros entornos. En este contexto, parece cada vez más evidente abandonar la filosofía del desastre y la resistencia para abrazar la de la resiliencia y la adaptabilidad, puesto que se ha demostrado que es insostenible seguir mantenido la idea de una falsa seguridad y control. En este sentido es posible encontrar algunas definiciones clave:

“Adaptation is an adjustment in ecological, social or economic systems in response to observed or expected changes in climatic stimuli and their effects and impacts in order to alleviate adverse impacts of change or take advantage of new opportunities” (Adger; Arnell; Tompkins, 2005, 78).

“Adaptability refers to the degree to which adjustments are possible in practices, processes, or structures of systems to projected or actual changes of climate. Adaptation can be spontaneous or planned, and can be carried out in response to or in anticipation of change in conditions” (Smith et al., 2000, 228).

“Adaptation refers to adjustments in ecological-social-economic systems in response to actual or expected climatic stimuli, their effects or impacts” (Smith et al., 2000, 225).

Alrededor de estas definiciones parece quedar claro que la adaptación no es al cambio climático, sino a los cambios que se esperan fruto de los efectos del cambio climático. Es decir, a las consecuencias de las condiciones climáticas que están cambiando y de las que se esperan aún transformaciones más intensas. Pero el clima es una variable local o regional y el cambio climático es global. Esta circunstancia pone de manifiesto, de nuevo, la importancia de la escala y de las relaciones entre los sistemas y sus procesos. Pero, ¿en qué consisten estos conceptos aplicados a la planificación y el diseño?

6.1 Pensamiento resiliente

Indudablemente para ello es necesario un cambio político, de herramientas, marco legislativo y programático. Es decir, es necesario una nueva manera de pensar, lo que Brian Walker y David Salt denominaron pensamiento resiliente. Los autores identifican nueve características propias de un mundo resiliente (resilient world) que expresan de manera didáctica este concepto y su aplicación a la planificación y gestión espacial a todas las escalas (Walker; Salt, 2006, 146).

Diversidad (Diversity): promover la diversidad en todas sus formas (biológica, física, social y económica). La diversidad puede considerarse como una librería de información, con ejemplares nuevos y otros maduros que recogen infinidad de conocimiento y por lo tanto distintas respuestas posibles frente a las perturbaciones. Los sistemas son menos vulnerables ya que ante una perturbación si una especie se extingue, otra llena su hueco.

Versatilidad ecológica (ecological variability): promover y trabajar con esta variabilidad ecológica, incluso para probar sus límites, en vez de intentar controlarla y simplificarla. Ningún cambio es bueno ni malo, la única certeza es que el cambio siempre estará presente. Así que congelar un sistema en un punto (aunque este sea el de máxima eficacia), puede crear problemas imprevistos ya que como se ha indicado en el momento de climax los ecosistemas se vuelven más rígidos y por lo tanto más vulnerables a las perturbaciones.

Modularidad (Modularity): mantener un cierto grado de compartimentación como para permitir que cambie o falle parte del sistema y de este modo las perturbaciones queden contenidas dentro de un determinado alcance. La modularidad además facilita la versatilidad y la experimentación, incluso el fallo (seguro) de alguna parte del sistema. La modularidad también permite

la convivencia dentro del ecosistemas de nichos más adaptados y otros más innovadores. Posibilita la anidación de ciclos en el espacio y en el tiempo.

Variables lentas (acknowledging slow variables): reconocer los procesos lentos y controlar su tolerancia y sus límites. Algunos cambios se producen durante un largo período de tiempo y pueden ser invisibles hasta que llegan a un punto de inflexión. Un ejemplo sería el derretimiento del hielo polar o el efecto acumulativo de la lluvia ácida sobre los bosques. En general, se tiende a focalizar la atención en lo inmediato cuando estas condiciones o procesos pueden tener a la larga, resultados desastrosos. Pero al mismo tiempo, como se ha visto son los procesos lentos los que son útiles para la estabilización de los cambios.

Retroalimentación próxima (Tight feedbacks): es lo contrario a las variables a largo plazo. Significa que los efectos están directamente relacionados con las causas. Por ejemplo una inundación en un río provocada por su crecida fruto de intensas lluvias. En este caso los efectos son inmediatos, no es necesario esperar años para conocerlos. Por lo tanto, la retroalimentación próxima puede vincularse a la innovación, aunque son momentos de mucha inestabilidad del sistema son también aquellos que permiten que surja la innovación.

Capital social (social capital): promover la confianza, las redes sociales y la implicación de la ciudadanía en el liderazgo. Puesto que la resiliencia está fuertemente conectada a la capacidad de respuesta y adaptación de la sociedad. Las personas además son elementos del sistema que pueden detectar los problemas, en base a su conocimiento y experiencia. Los problemas o desequilibrios ambientales han sido provocados por la sociedad, por lo tanto sus soluciones y procesos de cambio, son también sociales.

Innovación (Innovation): poner el énfasis en el aprendizaje, la experimentación y el cambio. Incluso imaginando o anticipando escenarios futuros y las estrategias o proyectos que los hagan posibles. Esta es también una forma de mantener alerta al sistema y de alimentar su variabilidad.

Solapamientos en la gobernanza (overlap in governance): compartir las estructuras de gobierno y promover la inclusión de la gestión de lo público y lo privado. Es habitual en los sistemas ecológicos utilizar la redundancia como mecanismo de supervivencia. Muchas especies por ejemplo dan a luz a más individuos de los que finalmente sobreviven. También es común que en una comunidad convivan especies que cumplen funciones análogas.

Servicios ecológicos (ecosystem services): incluir los servicios ecológicos en la valoración de las nuevas propuestas. Por ejemplo en las estrategias de planificación costera basadas en el fortalecimiento de sus zonas húmedas, su conexión y amplitud de las riberas queda patente, especialmente si el proyecto ha incluido el uso lúdico, que suponen una defensa frente a la subida del nivel del mar o la fuerza de la energía de las olas. Pero también una mejora de la funcionalidad y diversidad ecológica, así como de la calidad del aire y del medio perceptual.

Estos atributos definidos por Walker and Salt, a pesar de ser aún muy generales, son útiles porque tienen implicaciones espaciales y esto posibilita su aplicación al campo de la planificación y el diseño a múltiples escalas.

Esta nueva forma de pensar pone en conexión los sistemas ecológicos y sociales de manera compleja y adaptativa, con el objetivo de provocar determinadas transformaciones que los aproximen a un estado o conjunto de circunstancias que les provea de nuevos valores y beneficios. Es en este contexto en el que la teoría de la resiliencia puede ofrecer una alternativa a la paradoja de la sostenibilidad en un mundo en constante cambio¹. Se trata de un enfoque que va más allá de considerar a los humanos como causantes externos de las dinámicas de los ecosistemas (que es como se aborda en los tradicionales modelos de evaluación ambiental). El enfoque de la resiliencia “más bien estudia cómo formamos parte e interaccionamos con la biosfera-la esfera de aire, agua y tierra que rodea al planeta y en la que se encuentran todas las formas de vida. Una de las principales maneras en las que la gente depende de la biosfera e interacciona con ella es a través del uso de los diferentes servicios ecosistémicos (...). El enfoque del pensamiento resiliente trata de investigar cómo éstos sistemas de personas y naturaleza que interaccionan o sistemas socio-ecológicos pueden ser manejados de la mejor forma posible para garantizar un suministro sostenible y resiliente de los servicios ecosistémicos de los que depende la humanidad” (Simonsen et al., 2016, 3). Los siete principios para desarrollar la resiliencia en los sistemas socio-ecológicos del Stockholm Resilience Centre recogen básicamente lo expresado por Walker and Salt. En este caso estos principios inspiradores del pensamiento resiliente son: mantener la diversidad y la redundancia, gestionar la conectividad, gestionar las variables y retroalimentaciones lentas, fomentar el pensamiento sistémico adaptativo complejo, estimular el aprendizaje, ampliar la participación y promover los sistemas de gobernanza policéntricos.

6.2 Diseño resiliente

La mayoría de las veces, el diseño, la planificación y la gestión en un contexto medioambiental, están basadas en la idea de que mayor conocimiento aporta mayor certeza y por lo tanto, mayor predictibilidad y éxito del plan o proyecto. Aunque esto pueda resultar cierto en la aplicación de ingenierías o ciencias deterministas, no es el caso de los sistemas adaptativos complejos. No podemos predecirlos, porque evolucionan, cambian y se comportan de manera inherentemente imprevisible. Ya se ha comentado, pero parece pertinente recordarlo aquí, que el análisis no es el único, a veces ni siquiera el primero, de los mecanismos de comprensión-diseño de un sistema. La experimentación, la capacidad de aprendizaje a partir de la experiencia, forma parte del diseño resiliente. Esto no significa tampoco que debamos caer en la trampa de un nihilismo posmoderno que deje de lado cualquier intento de diseño, plan o gestión. Pero desde luego sí que significa que debemos aceptar abrazar el cambio como algo normal en nuestros planes y proyectos y pensar en su capacidad de adaptación y flexibilidad. Combinar lo estratégico, en relación a las variables lentas y acumulativas de los sistemas, con lo táctico, parece el camino a seguir. Como se desarrollará más adelante en este mismo capítulo, el diseño a través de la experimentación

1. Parte de esta reflexión ha sido publicada en *Ambienta*, 2016, 116:4-22. Desmontando la paradoja de la sostenibilidad. Miriam García García. http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/art_datos.asp?articuloId=1721&codrevista=AM

es una herramienta que posibilita la flexibilidad y la adaptación, a partir de incidir en transformaciones sucesivas de los sistemas socio-ecológicos que refuercen sus mecanismos de aprendizaje y auto-organización internos.

Esta nueva manera de pensar pone en conexión los sistemas ecológicos y sociales de manera compleja y adaptativa produciendo determinadas transformaciones que los aproximan a un estado o conjunto de circunstancias que les provee de nuevos valores y beneficios. Todas estas condiciones tienen una actitud que las une, el dinamismo, el cambio. Un cambio que surge de involucrar acciones, catalizar procesos encaminados a la mejora del sistema. Si la ecología aportó la perspectiva del no equilibrio, la ecología del paisaje define los paisajes como entidades espaciales heterogéneas, con regímenes de perturbación inherentes en términos de tipo, frecuencia e intensidad de la perturbación. Con el foco puesto en las relaciones de los procesos de los patrones del paisaje, la ecología del paisaje ha llevado de manera explícita y sistemática la perspectiva del no equilibrio a la planificación del paisaje, especialmente en términos de forma, patrones y cambios de paisaje (Turner, 1989). Hoy en día la ecología del paisaje engloba también el concepto de gestión adaptativa que, en cierta manera, surge de la incertidumbre en relación a la evolución de los sistemas y que promulga el aprendizaje a través de la concepción y diseño de acciones de gestión como pruebas experimentales que puedan adaptarse si los resultados no son los esperados o de los que se puedan aprender nuevos métodos si las acciones se prueban efectivas. "The whole point of the work on adaptation processes is to have risks (and opportunities) associated with climate change (or other environmental changes) actually addressed in decision-making at some practical level" (Smit; Wandel, 2006).

La experimentación proporciona una oportunidad para vincular el diseño y la ecología. Ambas disciplinas utilizan la experimentación, aunque de manera complementaria. Mientras que los ecologistas desarrollan experimentos como un medio para llegar a un fin, es decir, para obtener datos cuantitativos mediante manipulaciones simples y eficientes; los diseñadores usan la experimentación como una herramienta creativa y exploratoria. Trabajan con la estructura, los materiales, la percepción y la forma. Utilizan estadísticas, matemáticas y lógica para establecer diseños experimentales, para probar hipótesis. Pero quizás lo más singular es que los ecologistas toman decisiones de diseño durante el desarrollo de experimentos. Esta actividad, conocida como diseño experimental, implica la formulación de preguntas de investigación, la elección de sitios, la configuración de tratamientos y la planificación de mediciones y pruebas estadísticas. Además, la escala y la distribución espacial de los experimentos ecológicos a menudo se corresponden con la escala de los proyectos de planificación y diseño. Por lo tanto ambas disciplinas presentan un campo fértil para la colaboración. Por otro lado, en los sistemas socio-ecológicos son múltiples las influencias entre el hombre y su entorno, incluyendo la ocupación humana y el consumo de recursos, procesos químicos y biológicos inducidos y en evolución, entre otros. Estas relaciones han sido estudiadas cuando afectan a las ciudades (Clay, 1973; Jacobs, 1961; McHarg, 1969; A. W. Spirn, 1996), puesto que muchas propiedades biológicas ya han sido altamente modificadas (por ejemplo, hidrología, ciclos de nutrientes, composición de especies y fragmentación de la vegetación). Sin embargo, la innovación y las necesidades humanas

contribuyen de manera significativa a la evolución de las condiciones urbanas y proporcionan una oportunidad para la ecología urbana, especialmente en estos ambientes altamente alterados (Cronon, 1991; Forman, 1995; Goudie, 1994). A pesar de todo, no podemos engañarnos y sigue sin ser esta postura la visión mayoritaria (Felson; Pickett, 2005).

Pero donde sorprendentemente existen aún menos ejemplos desde esta perspectiva es en los entornos litorales urbanizados, en donde este planteamiento ha quedado prácticamente destinado a la restauración ecológica de determinados hábitats, con nula o escasa interrelación con el modelo territorial y el orden urbano. Esta cuestión convierte a estos entornos altamente poblados y sujetos a los crecientes efectos del cambio climático, en unos de los territorios más vulnerables del planeta en nuestra era.

Y es que parece que en estos contextos la planificación, el urbanismo, incluso el diseño, no se encuentran cómodos moviéndose en el campo conceptual de la ecología. Con carácter general el urbanismo y la construcción de infraestructuras en las zonas costeras de todo el mundo se han basado en el equilibrio y en la estabilidad. En lo que se podría denominar como un modo a prueba de fallos (fail safe), incompatible con la impredecibilidad de los sistemas adaptativos complejos. Por el contrario, en estos entornos la perspectiva de la resiliencia trataría de anticiparse a los fallos. Es en este contexto donde el papel del diseño cobra una función principal. Y es que se trata de mejorar estratégicamente la adaptabilidad de los sistemas a través de sus procesos de cambio inherentes o inducidos (sintéticos), de modo que los efectos del fallo en el entorno se minimicen (Steiner, 2006).

Esto hace saltar por los aires la práctica del urbanismo contemporáneo ya que supone una planificación y un diseño adaptativos, fundamentados entre otros en la diversidad, la flexibilidad y la experimentación. Y donde el diseño experimental forma parte indisoluble del proceso de planificación. "The attributes can be described in an abstract, general sense, for example, diversity, and the experimentation and inherent risk associated with innovation creates a source of future options, or redundancies. Modular systems are safe to fail" (Lister, 2007, 46).

Efectivamente, aunque no podremos aspirar a una total gestión de los sistemas vivos, sin embargo si podemos centrar nuestras energías en proporcionar las condiciones o el contexto que favorezca su auto-organización. Y para ello, es necesario tener en cuenta a todos los actores (humanos y no humanos) del sistema, sus flujos e interrelaciones. Abrazar la resiliencia posibilita entonces unir ecología y planificación a través de la gestión adaptativa mediante el diseño y la experimentación. Esto necesariamente implica una posición proactiva y creativa, experimental y no proteccionista o reactiva. Conlleva también un planteamiento multiescalar, como constante subir y bajar de escala, como proceso iterativo de planificación y diseño, de estrategia y de detalle, de experimentación y aprendizaje.

Construir la resiliencia a través de la planificación y el diseño (por fin juntos de nuevo) requiere por lo tanto identificar los procesos y perturbaciones que un lugar tiene que afrontar, la frecuencia e intensidad de los mismos, así como los elementos y relaciones con los que trabajar, como punto de partida desde el que mejorar su capacidad adaptativa (Lawrence; Campanella; Thomas, 2005).

Además, puesto que estos sistemas incluyen al hombre, la planificación y diseño han de ser capaces de identificar infraestructuras sociales que mejoren la integración, conciencia y compromiso de las comunidades con el resto de los elementos del sistema, así como su capacidad de empoderamiento. La percepción, el aprendizaje y las acciones resultantes de las comunidades, son activos agentes de cambio de los sistemas socio-ecológicos. De esta manera, diseñar la resiliencia supone ligar estructura con función mediante procesos permitiendo al sistema su adaptación, incluso su transformación. Este diseño adaptativo es, por definición, un diseño sostenible: la supervivencia a largo plazo demanda adaptabilidad y ésta se afirma en la resiliencia. En cierta manera la resiliencia es también una metáfora de vitalidad, precisamente por ello no se trata solo de sobrevivir, o sobreponerse, sino de alcanzar nuevos niveles de auto-organización que refuercen la salud de los sistemas socio ecológicos. Se trata, en definitiva, de cambiar.

7. RESILIENCIA COSTERA

La breve descripción de los sistemas costeros realizada en el capítulo precedente sirve para tomar conciencia de la diversidad y complejidad de los mismos, pero también de su dimensión y alcance espacio temporal. Su extensión, capacidad productiva, las poblaciones que viven vinculadas a los mismos y su vibrante crecimiento y dinamismo, los convierten en uno de los ámbitos más interesantes desde el punto de vista de la planificación y diseño. Y en especial, en atención a los retos que los efectos del cambio climático suponen en ellos.

En el marco de la resiliencia son cada vez más las voces autorizadas que nos convocan a una reflexión, para abandonar los grandes proyectos infraestructurales de carácter defensivo en favor de una planificación y diseño adaptativo de los mismos. Planificadores y diseñadores tenemos un papel importante en la definición de estrategias, tipologías y diseños innovadores que mejoren la calidad de las poblaciones, al mismo tiempo que posibilitan su adaptación al cambio climático. Esto conlleva innovar también en materiales y tecnología basados en procesos ecológicos capaces de desencadenar procesos que faciliten su auto-organización. Más que nunca nos enfrentamos a retos de los que se desconoce la solución, pero de los que sin embargo es posible avanzar caminos. Como se verá más adelante en la motivación de las proposiciones siguientes, las claves de estos retos pasan por un lado por generar nuevos modos de auto-organización en un proceso continuo de aprendizaje que convoca a todos los agentes, humanos y no humanos². Y por otro, plantear estas infraestructuras como paisajes, o mejor dicho trabajar desde el paisaje, desde sus herramientas, que definen la relación del hombre con su entorno. No se trata por lo tanto de mitigación, sino de adaptación creativa³. Una perspectiva que necesita de estrategias y diseños capaces de concebir y planificar procesos lentos, de larga duración, a numerosas escalas (de barrio, de región y a escala global).

2. Ver pág. 126, Del diseño a la investigación a través del diseño.

3. Ver pág. 179, De la infraestructura al paisaje.

7.1 Estrategias

Los efectos del cambio climático no son constantes ni idénticos en las diferentes partes del mundo, aunque la pérdida de superficie terrestre es más bien una tendencia generalizada. Por eso las poblaciones costeras deberán escoger en función de sus condiciones concretas entre aceptar la pérdida de tierra costera, adaptarse a la subida del nivel del mar y a las inundaciones o protegerse con infraestructuras, o una combinación de todas ellas. Este ha sido el marco en el que se han tomado hasta la fecha la mayoría de las decisiones en relación al litoral. Pero como ya se ha indicado, esto no es suficiente, ya que es necesario tener en cuenta los peligros inherentes vinculados al dinamismo de la costa y su relación con el cambio climático. Se enuncian a continuación las estrategias más comunes.

Retirada (Retreat), conlleva la gestión de la retirada de edificaciones, usos e infraestructuras y su reubicación en ámbitos menos vulnerables. Pero no se trata solo de construcciones y bienes, también tiene que ver con terrenos, campos de cultivo, playas, etc. Del mismo modo estas actividades agrícolas, sociales o de ocio, deberán ser también reubicadas o reformuladas dentro del nuevo modelo/diseño propuesto. Por lo tanto, en la mayoría de las ocasiones la retirada significa diseño. No se trata solo de un mero acto de abandono o protección, sino que conlleva fuertes estrategias y decisiones tanto políticas como técnicas y su costo tampoco es menor. Por ejemplo, la pérdida de tierras agrícolas se puede ver compensada por la creación de marismas de agua salobre o arenales y playas que actúen también como defensas costeras. Esta suele ser una medida útil en ámbitos con poca población y en lugares con ecosistemas que tienen además capacidad de auto-organización y transformación para resistir a los efectos del cambio climático. Pensemos por ejemplo en zonas de viviendas aisladas, o usos agrarios en zonas húmedas o forestales, donde el coste de realojo es pequeño y los beneficios de reforzar los ecosistemas existentes suponen una protección natural.

Adaptación (Accommodation), esencialmente significa aprender a convivir con la subida del nivel del mar y las inundaciones. Esta cuestión conlleva la adaptación a los efectos de la subida del nivel del mar de edificaciones e infraestructuras, mejorar los sistemas de alerta y gestión de las tormentas e inundaciones y modificar los sistemas de drenaje. Para aquellas comunidades en las que la retirada o los sistemas de protección no son posibles desde el punto de vista socio-económico, esta estrategia requiere elevados niveles de auto-organización y planificación, así como su participación activa en el proceso. Es posible también que determinadas actividades y usos deban remodelarse, tales como las actividades agrícolas o de ocio, para adaptarse a las nuevas condiciones medioambientales. Lo contrario llevará a su inviabilidad económica, pues cada vez son más comunes políticas empleadas por parte de las aseguradoras del incremento de sus primas de riesgo. Por lo tanto esta opción parece solamente aconsejable en comunidades fuertes y cohesionadas con baja vulnerabilidad a las inundaciones.

Protección (Protection), conlleva la protección física de la costa, y se ha asimilado tradicionalmente a la construcción de infraestructuras duras (diques, muros de contención, barreos), especialmente en zonas particularmente vulnerables a las inundaciones y a la erosión. El mayor inconveniente de estas infraestructuras duras, además de su elevado coste

de mantenimiento, es su fallo. Porque si éste se produce las consecuencias para las comunidades y bienes son devastadoras. Como ya se ha explicado, los efectos del cambio climático son imprevisibles, además de formar parte de un sistema más amplio que el local, en el que se construyen y calculan estas infraestructuras. Por lo tanto, es posible que las condiciones para las que se han calculado varíen en el tiempo, incluso en su ámbito de afección, fruto de agentes naturales o antrópicos no previstos. Por eso, se están estudiando cada vez más métodos alternativos mixtos de protección que combinan opciones blandas, que tiene que ver con trabajar a favor de los procesos ecológicos de las costas (alimentación de playas, barreras naturales, etc.). La ventaja de estas infraestructuras (blandas) es su flexibilidad, capacidad de adaptación, cambio y anticipación al fallo.

Sin embargo estas estrategias no son ni pueden darse de manera aislada en el espacio y en el tiempo. La complejidad de los sistemas costeros y sus interrelaciones socio-ecológicas suponen que la intervención en una parte del sistema tenga efectos directos o indirectos en otra. De tal modo que más allá de acciones o proyectos puntuales, la planificación y diseño de las zona costeras con criterios de resiliencia supone la gestión de las mismas en un proceso iterativo que permita feedbacks ecológicos y sociales en el ámbito al menos, de la biorregión. Utilizo aquí el concepto de biorregión en sentido análogo al utilizado por José Fariña Tojo, cuando recordando a Patrick Geddes nos hacía ver como la famosa sección del valle desde las colinas hasta el mar adquiriría toda su fortaleza “como instrumento didáctico para hacer comprender a la gente las características del lugar donde viven adquiere un significado distinto al puramente literal de región natural” (Fariña, 2011). Es por esto que la resiliencia costera requiere acciones a diferentes escalas geográficas: desde la individual a la biorregión, integradas en una red que abarca la planificación y las políticas económicas, infraestructurales y sociales, conformando un sistema multiescalar. En definitiva, un paisaje litoral conceptualizado desde su dimensión más holística, de infraestructura verde y social.

7.2 Comunidades

A menudo se olvida que la vulnerabilidad de los entornos costeros no es solo una variable física, sino que es también una cuestión social. Esta varía en el espacio y en el tiempo y depende de la interacción de factores sociales, económicos y biofísicos que se hacen aún más presentes ante la ausencia de redes y estructuras sociales que permitan la gestión de estos espacios y la ayuda ante eventos catastróficos (Cutter; Boruff; Shirley, 2003). Por ejemplo, en New Orleans durante el huracán Katrina, la ausencia de coches entre los ciudadanos más pobres y dependientes hizo imposible su evacuación y abandono de la ciudad cuando se hizo imprescindible. Este es el motivo por el cual se comprende que la perspectiva de la resiliencia a largo plazo mejora la calidad de vida de las poblaciones. Por ejemplo, conservar y restaurar los ecosistemas costeros aumentará la resiliencia pero al mismo tiempo colaborará al incremento de la biodiversidad y a la capacidad educativa y recreativa de estos espacios. Reforzar las redes sociales entre los vecinos de las comunidades las hará más resilientes al mismo tiempo que mejorarán la relaciones humanas y habrá un mayor sentimiento de comunidad. Para ello es necesario aprontar desde una nueva perspectiva los retos a los que se enfrentan estas áreas, lo que Walker and Salt denominaron como pensamiento resiliente.

Img: Planing for coastal resilienice at Different Scales. Elaboración propia basado en (Beatley, 2009, 37; Girling; Kellet, 2005, 58).

Una manera de pensar que reconoce el hecho de que las comunidades costeras forman parte de un sistema socio-ecológico adaptativo y complejo (Walker; Salt, 2006). Precisamente por ello es importante trabajar con las comunidades a todas las escalas desde el edificio, la calle o el barrio, hasta la región o biorregión. Preservar por ejemplo los sistemas verdes regionales, proteger y conectar sus elementos esenciales en una red y restaurar sus funciones ecosistémicas, son importantes herramientas de resiliencia y de mejora de la calidad de vida de las poblaciones. Solo entonces la adaptación al cambio será completa y tendrá posibilidad de perpetuarse en el tiempo. Del mismo modo, barrios cohesionados donde los individuos y las familias se conocen y confían y dónde existe la posibilidad y el deseo de compartir recursos (bienes, tareas, información) puede contribuir a mejorar la resiliencia social. Esto significa para las comunidades costeras no solo tomar consciencia del medio y los procesos del mismo, sino tener capacidad en la toma de decisiones, así como liderar los procesos de gestión a largo plazo. Pero esta capacidad de participación ha de ser activa en cuanto al conocimiento del medio, sus procesos y perturbaciones y también en cuanto a las estrategias y alternativas posibles. No se debe olvidar que el aprendizaje es una parte importante de la resiliencia y que aunque los sistemas socio-ecológicos se transforman, lo hacen mediante ciclos adaptativos en los que la memoria forma parte de su capital de evolución. Por lo tanto ha de ser experimentada y vivida al mismo tiempo. Para ello las comunidades han de estar implicadas también en los procesos de restauración, gestión y mantenimiento. Porque el contacto directo con el medio es el que en última instancia genera la capacidad de auto-organización de las comunidades. En buena parte las grandes obras civiles defensivas, en las que se aseguraba un control sobre el medio, han conseguido también una distancia emocional y cultural de las comunidades, incapaces de responder cuando estas infraestructuras fallan, porque no conocen sus causas. Por el contrario, comunidades más en contacto con el medio, experimentan y reconocen sus procesos de cambio, incluso pudiendo llegar a anticiparse a los mismos. Parece lógico pensar entonces que existe una cierta relación entre el sentimiento de identidad y la gestión de recursos (al mismo tiempo que mejora su calidad ambiental y social).

Img: Local Strategies for Strengthening and Expanding Social Capital. Elaboración propia basado en (Beatley, 2009, 36).

Img: Economic resilience. Elaboración propia basado en (Beatley, 2009, 38).

Por ejemplo, también tras el huracán Katrina, muchas grandes superficies o cadenas comerciales tardaron tiempo en abrir sus puertas. Fueron sin embargo los pequeños comercios de barrio los que primero renovaron su actividad realizando labores también de comunicación y ayuda que las grandes cadenas no podían hacer. Uno de los ultramarinos más antiguos: Terranova's grocery en Nueva Orleans, fue uno de estos casos. Este pequeño negocio familiar con fuerte arraigo entre la comunidad, fue uno de los primeros en abrir sus puertas sirviendo también como un improvisado centro social. Allí los vecinos se conocían, sabían las limitaciones y necesidades de las diferentes familias, pero también conocían sus recursos y habilidades. Esto es lo que les dotó de capacidad de auto-organización, convirtiéndose en un dispositivo imprescindible de restauración del barrio tras la tragedia.

Img: Terranova's grocery (Read, 2015).

This morning, walking in the soft light of New Orleans East, I fell in love with a bright red swing hanging silent from a tree. The house was deserted, but the swing reminded me of the child and of the family that might return someday. And then, in the house across the street, while sorting through the heap of moldy couches and porcelain figurines, newspapers and self-help tapes, I fell in love with the house's owner. I fell in love with the way she clutched her face as she sobbed, the way she called me angel for helping her. I fell for her surrender, for her inability to look or touch her favorite chair, lying on its back like a harlot thrown out into the street. This is the kind of love that's born of great loss, of wreckage, of misunderstanding. It's the love born out of emptiness because there is nothing familiar to hold it up.

And later, as I walked near the Fairgrounds, the light settling like a heavy mist over the city, I noticed the statue of the Virgin Mary nestled into a tree just above the high-water mark. I noticed Terranova's grocery, open despite everything, and the hot Po-Boys down the street, and the Laundromat, God, the Laundromat—and the soap. My heart is nudged open like the stick that holds ajar the window across the street. Anything could fly in, and it does. And when the night dims and the sun flushes orange across the sky, the sound of a trumpet begins the slow feet of a Jazz funeral. I stare into the window of Terranova's grocery, at the boxes of food and the clerk's tired eyes. I hear her say "We're open," and I fall in love again.

This Kind of Love (Melisa A. Bond, 2015)

7.3 Obstáculos

Los obstáculos para conseguir la resiliencia costera son muchos y significativos. Algunos, como la falta de conciencia política y económica de los efectos del cambio climático, ya se han comentado. Sin embargo, hay otros de carácter administrativo o competencial, más difíciles de percibir en función de los países y regiones que dificultan la misma. Generalizando, a ambos lados del Atlántico, se podría decir que salvo países como Holanda (en especial en su última etapa volcada en diseñar con los procesos de la naturaleza⁴) la planificación costera no guarda relación con una costa en evolución. Es decir, la política o las infraestructuras defensivas y/o portuarias, siguen su camino sin atender a los planes de desarrollo, agrícolas o a la gestión de la respuesta de las propias comunidades frente a eventos climáticos extremos, así como a los progresivos cambios ecológicos de los entornos en los que viven. Se trata por lo general de planes ensimismados, de corto alcance, en los que además la falta de visión de conjunto genera excesivos individualismos. Éstos se ven amplificados en la mayoría de los estados y regiones, por una política liberal de defensa de los derechos de propiedad de los titulares de los terrenos costeros, en detrimento de un interés común.

Precisamente por ello es importante implicar no solo a la ciudadanía, sino a los agentes interesados. Ellos son los grupos de interés que pueden ayudar a que el proceso llegue a un mayor grupo de individuos. Al mismo tiempo, como estos grupos tienen intereses a veces opuestos o contradictorios, es interesante integrarlos junto con el resto de la ciudadanía en los procesos de toma de decisiones, al objeto de facilitar la necesaria colaboración y la coordinación.

4. Ver pág. 221. Los Laboratorios.

Img: Key Actors in the Local Coastal Development Process. Elaboración propia basada en (Beatley, 2009, 55).

7.4 Visiones de futuro

Todos los asuntos, sociales, económicos, culturales y ecológicos relacionados con los efectos del cambio climático tienen un impacto espacial y se mezclan e interrelacionan a todas las escalas. Sin embargo su escala, la lentitud de los cambios, la complejidad y variabilidad de los mismos, resultan difíciles de visualizar para la mayoría de la sociedad, convirtiéndose en conceptos casi abstractos. Ese hiper-objeto del que hablaba Morton. Por ello, cualquier estrategia de resiliencia costera está destinada al fracaso si los ciudadanos, la administración y los agentes interesados o líderes de las regiones, son incapaces de visualizar convincentes y persuasivos escenarios futuros. Es aquí entonces donde el diseño, más allá de la planificación o de la mera gestión, se vuelve a hacer necesario. Un diseño donde los agentes implicados puedan reconocerse. No como una imagen final, sino cómo construcción social de un paisaje. Por eso, como se verá mas adelante, el proceso de diseño ha de ser dinámico. Facilitando así la incorporación de lo aprendido y activando los necesarios cambios como mecanismo de adaptación.

Estos futuros escenarios tienen un status formal y son instrumentos marco para la planificación en los que el diseño permite enfrentarse a los conflictos e innovar a través de esta confrontación. El diseño conecta los complejos desafíos globales con las especificidades locales. El diseño se hace visible y se engancha en la política y en los ciudadanos. El diseño organiza y no sólo se refiere a los factores, sino también a los actores. El diseño identifica y atribuye responsabilidades. Por lo tanto el diseño es la herramienta capaz de hacer visible y conectar factores y actores. De nuevo entran en acción lo estratégico y lo táctico.

Por ello, desarrollar estrategias resilientes tiene parte de elaborar estrategias efectivas y participativas capaces de agitar el diálogo y la discusión entre las comunidades sobre sus vulnerabilidades y opciones de futuro ante el cambio climático. Pero al mismo tiempo, el resultado de estas discusiones y debates, deben integrarse en algo más que un manifiesto, incluso en algo más que un plan. Deben ser capaces de visibilizarse como escenarios atractivos en los que las comunidades deseen vivir conforme a los objetivos

previstos. Implicándolos de este modo en su gestión y reconociendo que ese es el camino hacia una mejor calidad de vida y una minoración de la vulnerabilidad de las mismas. Por eso es necesaria una visión holística e integrada de la planificación, gestión y diseño, que combine la perspectiva regional con el activismo local.

Img: The annual plant, Goethe's basic model in his discussion of metamorphosis.

Es por eso que en última instancia planificadores y diseñadores tienen la responsabilidad de liderar estos procesos de cambio, estas metamorfosis, generando nuevas metodologías de trabajo, pero también nuevas tipologías. Ese nuevo abecedario visual al que nos convocaba Juan Navarro Baldeweg. Y es que los diseñadores son en cierta manera narradores de escenarios futuros. por eso los diseños y diseñadores pertenecen al núcleo de la ordenación del territorio. No sólo hacen tangible lo que no puede ser visto por la imaginación (y que se mueve en el campo de lo estratégico), sino que investigan a través del diseño escenarios futuros. Avanzan a través de lo táctico, de los prototipos de diseño, de los proyectos. Porque para que esas visiones se materialicen, es necesario innovar en materiales, modelos de organización, tipologías y tecnología. Los diseños nutren la agenda de la innovación y la enmarcan dentro de un futuro con capacidad de adaptación. Y cuando incorporan a los agentes (humanos y no humanos) como parte del proceso de diseño, se convierten en medio físico y marco cultural de la resiliencia.

¿Cómo pueden entonces los diseñadores responder a estos retos? En principio la estrategia a la luz de lo visto debería suponer la anticipación de distintos posibles estados de los sistemas, basándose en la historia local y en las narrativas que los soportan. Pero al mismo tiempo investigando y conociendo tecnologías y estrategias globales capaces de ser acomodadas a los diferentes contextos locales. Dando forma de este modo a nuevos escenarios capaces de ser desarrollados tanto en el tiempo como en el espacio. De hecho, los diseñadores deben abrazar los retos y las oportunidades que ofrece la paradoja del dinamismo, como constante danza entre lo efímero y lo permanente, entre la formación y la forma, como diría Goethe.

8. TIPOLOGÍAS COSTERAS

A lo largo de la historia, la humanidad ha adoptado diferentes estrategias y tipologías para protegerse de las inundaciones en las zonas costeras, transformando el medio y conformando nuevos paisajes. La industrialización y la tecnología, el posicionamiento científico, filosófico y social de un falso control del medio han hecho que la mayoría de ellas, al menos en las regiones más desarrolladas tecnológicamente, estén preparadas para evitar los daños de eventos a corto o medio plazo. Pero en las últimas décadas se ha demostrado que los lentos pero progresivos cambios que experimentarán la zonas costeras en las próximas décadas exigen un replanteo de estas medidas. A pesar de esto, son muy pocas todavía las que se posicionan como estrategias adaptativas ante la incertidumbre de la evolución de los distintos sistemas socio-ecológicos frente a los efectos del cambio climático. No obstante, es posible identificar diferentes aproximaciones tipológicas que aunque han de ser adaptadas a las condiciones específicas de los distintos sistemas socio-ecológicos costeros, sirven de base para identificar alternativas. Por supuesto, las propuestas que se definen a continuación son meramente orientativas y es posible su reorganización formulando distintos híbridos. Recogen además un amplio abanico que incluye propuestas tradicionales y nuevos enfoques. Esta categorización, o si se prefiere, esta muestra, está basada en las tipologías definidas por Kristina Hill a partir de dos variables fundamentales: la energía de las olas y los materiales y tecnologías empleados (**Kristina Hill, 2014**). Esta categorización es también muy representativa de los dos caminos de diseño a escoger (con sus hibridaciones y combinaciones): muros frente a formas del terreno y elementos fijos frente a dinámicos.

En ambos casos, suponen además ejemplos palpables y no meramente utópicos. A partir de ellos quizás sea más fácil comprender el cambio conceptual que se propone que esta primera proposición (del riesgo a la resiliencia).

8.1 Formas del terreno (Landforms)

La manipulación del terreno, en especial de su relieve, ha sido históricamente la respuesta primera de las civilizaciones a las inundaciones.

8.1.1 Formas fijas (Fixed landforms)

Barreras y diques de tierra fueron construidos para contener los cursos de los ríos y proteger los asentamientos. Montículos como los holandeses terps se construyeron desde el siglo VIII, junto con una red de canales que controlara el agua favoreciendo así la gestión de los cultivos.

Img: Dutch Terps (Dutch Water Sector).

Pero en los Países Bajos, famosos por su gestión del agua desde la antigüedad, el dique más antiguo conocido tiene alrededor de 2000 años y está situado cerca de Peins, un pueblo en Frisia. Fue construido por los monjes y está hecho de tierra y pastos apilados.

Por ejemplo, la masiva barrera de Afsluit construida en Holanda durante la década de los años 20 y 30 del siglo pasado, se realizó para proteger el área de IJsselmeer del mar, transformando así lo que era un estuario en un lago. Este dique tiene 32 kilómetros de largo, de los cuales 2,5 kilómetros se hallan entre Noord-Holland y Wieringen y 30 kilómetros entre Wieringen y Friesland. El dique de Afsluit tiene 90 metros de ancho y una altura cumbre de 6,80 a 7,50 metros por encima del nivel de agua normal de Ámsterdam. Cada esclusa mide 12 metros de ancho y 4 metros de profundidad. Para su construcción se utilizaron 15 millones de metros cúbicos de sedimento glacial y 27 millones de metros cúbicos de arena, todo un reto tecnológico en su época.

Una variable de estas formas de terreno podría ser definida como los vacíos. Es decir, dejar más espacio para que las inundaciones ocurran. Esta es la idea que está detrás de estrategias como las que están llevando a cabo el gobierno Holandés y el del Reino Unido y que se ejemplifica en proyectos como Room for the River o el East London Green Grid respectivamente. Ejemplos ambos en los que la adaptación se produce no por adición de estructuras, sino por generación de vacío y tratamiento del mismo mediante hábitats naturales. Es difícil valorar si el coste inicial de estos proyectos, que conllevan expropiaciones de tierras, movimientos del terreno y de las infraestructuras, reorganización de los sistemas de movilidad y de gestión del agua, cambios en los usos del suelo y fuertes transformaciones del paisaje, son más o menos elevados al menos en su estado inicial. Lo que sí parece claro es que a largo plazo los beneficios ecosistémicos resultantes de trabajar a favor de la naturaleza son mucho mayores que los tradicionales sistemas ingenieriles, disminuyendo la vulnerabilidad de los entornos costeros o fluviales y aumentando su capacidad de adaptación.

En el caso de The Room for the River el programa surge tras las inundaciones de 1995. Durante 2 años se llevaron a cabo un conjunto de estudios que pusieron de manifiesto la necesidad del país de devolver a los ríos parte del espacio ganado. En concreto unas 300.000 hectáreas de terreno, alrededor de un 10% de la superficie de Holanda, lo que es todo un reto para el país, ya que el 99% de esa superficie está habitada. Mediante estrategias como la recolocación de los cauces, la ampliación del ancho y de la sección transversal

A diagram of a beam with a triangular load. The beam is supported by a pin support at the left end and a roller support at the right end. A triangular load is applied to the beam, with its peak at the right end. A red arrow points downwards from the peak of the triangular load, indicating the direction of the load.

Deepening summer bed
The river bed is deepened by excavating the surface layer of the river bed. The deepened river bed provides more room for the river

The Volkerak-Zoommeer lake provides for temporary water storage when exceptional conditions result in the combination of a closed storm surge barrier and high river discharges to the sea.

Dike relocation
Relocating a dike land inwards increases the width of the floodplains and provides more room for the river.

Dikes are strengthened in areas in which creating more room for the river is not an option

A high-water channel is a diked area that branches off from the main river to discharge some of the water via a separate route.

Lowering (excavating) an area of the floodplain increases the room for the river during high water levels.

Lowering groynes
Groynes stabilise the location of the river and ensure that the river remains at the correct depth. However, at high water levels groynes can form an obstruction to the flow of water in the river. Lowering groynes increases the flow rate of the water in the river.

The dike on the river side of a polder is relocated land inwards and water can flow into the polder at high water levels.

Removing or modifying obstacles in the river bed where possible, or modifying them, increases the flow rate of the water in the river.

Img: Impression of future scenario
(Room for the river, 2006).

Img: Indicative flood plains (Greater London Authority, 2008).

Img: Main ecological and landscape zones (Greater London Authority, 2008).

Ambos proyectos, The Room for the River y The London Green Grid, comparten muchas de las ideas claves de los proyectos resilientes anteriormente indicadas. Diversidad, que se manifiesta en las distintas tipologías y espacios; versatilidad ecológica como resultado de la conectividad de los espacios verdiazules; modularidad; solapamiento de funciones; proyectos tácticos en el marco de una estrategia de alcance de biorregión; implicación de la ciudadanía; capacidad de innovación y aprendizaje, entre otros.

Otro tipo de formas del terreno son los arrecifes artificiales que han sido ampliamente utilizados como rompeolas. Es decir, para disipar la energía de las olas antes de que éstas golpeen tierra. Por ejemplo, algunas de las propuestas para proteger la costa entre Nueva York y New Jersey tras el huracán Sandy se basan en estos principios. Una de las propuestas más carismáticas e innovadoras es la presentada por el despacho de arquitectura de paisaje y que resultó una de las ganadoras del Rebuild by Design Competition. Living Breakwaters, o el rompeolas vivo, persigue reducir el riesgo, revivir la ecología, y conectar a los agentes con la costa, inspirando a una nueva generación de administradores y gestores costeros. Se ubica en Staten Island, que se encuentra en la boca de la ensenada de Nueva York, y es vulnerable a la acción del oleaje y la erosión. En lugar de crear un muro entre la gente y el mar, el proyecto abraza el mar, aumenta la conciencia del riesgo y disminuye, diseñando un collar rompeolas capaz de amortiguar los daños provocados por la energía de las olas, las inundaciones y la erosión. Además, el proyecto integra el diseño en este rompeolas de unas piezas capaces de albergar peces, mariscos y langostas. Esta infraestructura viva se complementa con otros proyectos formativos y de investigación en los barrios adyacentes. Uno de estos proyectos es el denominado The Billion Oyster Project, asociado a los centros de innovación y las escuelas locales, apostando por el refuerzo de la ecología litoral y las economías locales⁵.

Todos estos ejemplos son en cierta manera elementos fijos, a aunque algunos de ellos estén conformados por materiales que evolucionan en el tiempo fruto de sus propias dinámicas (fixed landforms).

Img: Living breakwaters. SCAPE/ LANDSCAPE ARCHITECTURE with Parsons Brinckerhoff, Dr. Philip Orton / Stevens Institute of Technology, Ocean & Coastal Consultants, SeArc Ecological Consulting, LOT-EK, MTWTF, The Harbor School and Paul Greenberg (Rebuild By Design, 2012; SCAPE, 2012).

5. Ver pág. 148. The Billion Oyster Project.

8.1.2 Formas dinámicas (Dynamic landforms)

Existe un extenso abanico de lo que se podría denominar como formas del terreno dinámicas puesto que están concebidas para moverse: batidas por las olas y mareas, forzadas a crecer fruto del aumento de sedimentos o creadas para flotar. Un ejemplo paradigmático de estas tipologías es el holandés Zandmotor (Sand engine) situado en el 2011 entre la costa de la Haya y la de Rotterdam, generando una superficie arenosa artificial que será movida por las olas y las mareas depositando la arena a lo largo de la costa y protegiéndola así de las inundaciones y la subida del nivel del mar. Es un proyecto piloto, surgido a la luz de la necesidad de combatir los efectos del cambio climático, en especial la subida del nivel del mar. La idea es realizar una mega-alimentación de arena una vez cada veinte años, en vez de los tradicionales aportes de arena a las playas realizados tres o cinco veces al año. El Sand engine sigue el principio de construir con la naturaleza (Stive et al., 2013). Se trata de un enorme motor, capaz de generar $2,5 \text{ Mm}^3$ de arena (una magnitud para la defensa de las inundaciones que no tiene precedentes en el planeta). Y son las corrientes naturales las que depositan la arena en la costa (10 km). Un nuevo e inesperado paisaje costero en forma de una enorme península de 128 hectáreas distribuidas a lo largo de 2 Km y con una profundidad de hasta 10 km de la costa, que ha abierto nuevas oportunidades para la ecología y el ocio en el área. Como se verá, esta experiencia piloto, se ha convertido en una tipología utilizada en todo el mundo para favorecer procesos de alimentación y deriva sedimentaria⁶.

También en Holanda, en una zona del viejo puerto de Rotterdam conocida como Rijnhaven se ha creado otro nuevo paisaje dinámico. Una infraestructura a base de antiguos contenedores rodeada por barreas y diques que permite a esta nueva tierra flotar cuando la zona se inunda, estando así protegida de la fuerza del mar. Las tres primeras unidades, que forman un equipamiento socio cultural, se encuentran amarradas en distintos puntos a lo largo del cauce del río Rijnhaven. Un laboratorio móvil desde el que experimentar con nuevas soluciones arquitectónicas adaptadas a las dinámicas del estuario. Este laboratorio colabora con las políticas ambientales de la ciudad de reducir las emisiones de CO_2 en un 50% y conservar unos índices de contaminación por debajo de lo recomendado en los acuerdos internacionales. En 2013, la ciudad de Rotterdam invitó a las empresas a elaborar planes e ideas sobre cómo integrar este puerto a la ciudad en los próximos años. Esto se debía hacer, no rellenando el puerto, sino más bien utilizando el agua de una manera innovadora y teniendo en cuenta factores tales como la subida del nivel del mar y la mayor intensidad de los caudales del río y el agua de lluvia. Dentro de los planes que la ciudad tiene para construir distritos urbanos flotantes, el distrito de Stadshavens dispone de 1.600 hectáreas de área donde están previstas construir hasta 2040 unas 13.000 viviendas sobre el mar. El resultado todavía experimental, abre nuevos caminos para zonas fuertemente urbanizadas. Pero más allá de la innovación arquitectónica e ingenieril, lo interesante de este tipo de actuación es que los esfuerzos están dirigidos a asegurar que Rotterdam siga siendo una ciudad accesible para personas, bienes y servicios. Esto se consigue a partir de integrar este conjunto de proyectos en redes urbanas vitales (de utilidad pública), impidiendo que se generen zonas muertas que frente a los fenómenos climáticos extremos den lugar a situaciones inmanejables.

Img: Diagramas conceptuales de alimentación costera. (a) La alimentación tradicional de las playas y dunas utilizada con desde los años 70 en adelante colocaba la arena directamente sobre la playa y las dunas. (b) La alimentación de los frentes costeros iniciada en los años 90 hace uso de los procesos marinos naturales para redistribuir la arena que se coloca bajo del agua y en dirección transversal a las corrientes de manera que gradualmente se crea una defensa costera más amplia. (c) Las mega-alimentaciones concentradas, como el sand engine, explotan tanto los procesos marinos como los eólicos, redistribuyendo la arena la arena tanto de panera perpendicular como paralela a la línea de costa (Stive et al., 2013).

Img: Fotografía aérea del Sand Engine (Ecoshape; TU Delft, 2014) (Hill, 2014).

⁶. Ver pág. 221. Los Laboratorios.

Otras formas dinámicas consisten en la creación de humedales costeros que interaccionan con la fuerza de las marejadas, absorbiendo la energía de las olas y minimizando sus efectos en función de las características específicas del medio, al menos durante unas décadas. Pero los humedales realizan además otros muchos servicios esenciales de los ecosistemas tales como el secuestro de carbono, el mantenimiento de la biodiversidad, la depuración de las aguas, el control de la erosión, la creación de hábitats para aves y peces, y la recarga de acuíferos, entre otros. Sin embargo, son uno de los ecosistemas más deteriorados y disminuidos por la acción de hombre. La construcción de infraestructuras o su uso para la agricultura y acuicultura ha provocado una drástica disminución de los mismos, siendo en la actualidad ámbitos que gozan de una especial protección. Precisamente por ello, la conservación de los humedales se está empleando como el primer paso para prevenir pérdidas futuras tanto en las zonas de pantanos y marismas estuarinas e intermareales, como en las lagunas interiores (Stelk; Christie, 2014). Su desarrollo vertical o si se prefiere: su espesor, depende principalmente de la concentración de sedimentos en suspensión en el mar y de su capacidad de fijación para la creación de tierras nuevas. También de la generación de condiciones de calidad del suelo que hagan posible la colonización de éste por especies vegetales. En el caso de los de aguas salobres, típicas de los estuarios como resultado de la mezcla del agua del río con el agua del mar (aunque también se encuentra agua salobre de origen fósil en ciertos acuíferos asociados con rocas salinas), su crecimiento depende fundamentalmente de la acumulación de materia orgánica y nutrientes.

La Convención de Ramsar sobre los Humedales ha supuesto un impulso para la restauración de los humedales y para su reconocimiento como un componente importante para lograr el desarrollo sostenible en todo el mundo. Incluyendo esfuerzos recientes para restaurar las Marismas de Mesopotamia en Irak; la llanura de inundación de Logone en Camerún; el lago Karla en Grecia o la restauración de manglares en Tailandia, Filipinas e Indonesia, por mostrar un amplio abanico de ejemplos. En este sentido, resulta imprescindible nombrar algunos documentos de referencia a nivel global. Cabe señalar que todos ellos ponen de manifiesto la necesidad de realizar un proceso integral de toma de decisiones que tenga en cuenta los muchos beneficios ecosistémicos de los humedales: Valorización de los humedales, Guía para valorar los beneficios derivados de los servicios de los ecosistemas de humedales, publicado por la Convención de Ramsar (de Groot; Stuij; Finlayson; Davidson, 2006); Conjunto de herramientas para la evaluación integrada de los humedales: Una guía de buenas prácticas, publicado por el Programa de Especies de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Oliver Springate-Baginski; Allen; Darwall (ed.), 2009) y Valorización de la protección de los sistemas y servicios ecológicos, publicado por la EPA (O. Springate-Baginski; Allen; Darwall (ed.), 2009). No obstante es de destacar la enorme variedad de tipos y funciones de los humedales, así como la diversidad de paisajes (ambientales, culturales y económicos) de los que forman parte.

Idealmente, un humedal restaurado con éxito imitará las funciones de un humedal natural sano. La construcción de humedales (su restauración, creación y mejora) es muy diferente de otros tipos de restauración como la de praderas o bosques, debido a que el componente hidrológico es

muy complejo. El éxito radica en la combinación correcta de la hidrología, la salinidad y las comunidades vegetales. En los entornos costeros estos ámbitos suelen estar fuertemente presionados por la acción humana y su restauración a un estadio de funcionamiento auto-sostenible, es un proceso muy complejo que obliga la mayoría de las veces a la intervención en ámbitos mucho mayores. Al menos, lo suficientemente amplios como para poder recuperar los flujos hidráulicos esenciales para la funcionalidad del ecosistema.

8.2 Muros (Walls)

El uso de los muros o pantallas como elemento de protección costera tiene también una larga y dilatada historia. Del mismo modo que las murallas se elevaban para preservar las ciudades de los peligros exteriores, los muros costeros se levantaron para evitar el azote de las inundaciones y la alteración de elementos valiosos para la población (como caminos, tierras de labor o playas). Los ejemplos más conocidos tienen que ver con las barreas defensivas levantadas por los ingenieros hidráulicos y militares en todo el mundo, utilizando materiales duros como la piedra, el hormigón o el acero y conformando diques y barreras de contención. Este tipo de barreras y cierres de los estuarios y lagunas de marea, tienen un gran impacto en el desarrollo no sólo de sus cuencas más o menos cerradas, sino también en los tramos de costa adyacentes. Por lo tanto influyen en el desarrollo morfológico a gran escala de la costa y en el depósito de sedimentos. A escalas más pequeñas, influyen en el desarrollo de los canales, las llanuras intermareales y otros elementos morfológicos. En concreto, la afección sobre las llanuras intermareales tiene un fuerte impacto en su sistema ecológico, disminuyendo la diversidad y variabilidad de especies.

Probablemente uno de los ejemplos más paradigmáticos de este tipo de infraestructuras es el gran dique de Oosterschelde, (the Oosterschelde Stormvloedkering o the Eastern Schelde Storm Surge Barrier) que incluso es conocido como la Octava Maravilla del Mundo por ser una de las grandes obras hidráulicas de la Historia de la Humanidad. Se construyó tras las catastróficas inundaciones del Mar del Norte que asolaron Holanda en febrero de 1953 dejando tras de sí 1835 vidas e inundando 165.000 hectáreas de tierra. Es entonces cuando se creó la Delta Works Commission con el objeto de investigar las causas y establecer las medidas y criterios para prevenir este tipo de desastres en el futuro. Se revisaron también entonces los antiguos planes de protección frente a las inundaciones y se sustituyeron por el primer Deltaplan. En este ámbito el plan consistía en bloquear la boca del estuario del Oosterschelde, Haringvliet y de la Grevelingen. Esto reduce la longitud de los diques expuestos al mar en 700 kilómetros. Las bocas de la Nieuwe Waterweg y el Westerschelde debían permanecer abiertas debido a las importantes rutas de transporte a los puertos de Rotterdam y Amberes. Los diques a lo largo de estos cursos de agua debían ser entonces aumentados y fortalecidos. Es entonces también cuando estas obras defensivas se combinaron con la construcción de infraestructuras rodadas y marítimas para estimular la economía de la provincia de Zeeland y mejorar la conexión entre los puertos de Rotterdam y Amberes. Tal y como se puede imaginar, la apuesta por la investigación y la innovación de estas infraestructuras en este periodo muy fue intensa, colocando al país en una

posición de liderazgo que aún se mantiene en nuestros días. El fundador de la nueva metodología de cálculo probabilístico fue P.J. Wemelsfelder y ésta se extendió no solo a los Delta Works, que es solo una parte del DeltaPlan, sino a todo el sistema de anillos de diques del país.

Pero esta obra es paradigmática puesto que se decidió construir una barrera porosa contra las marejadas, en lugar de una presa cerrada para proteger la cuenca del Oosterschelde. Se trataba de mantener en lo posible el rango de mareas, preservando así los valores naturales y los intereses pesqueros. La revolucionaria y costosa construcción del gran dique poroso de Oosterschelde, hizo que no se inaugurara hasta 1986. La ejecución del proyecto se convirtió en un laboratorio, puesto que se siguió rediseñando prácticamente hasta su finalización. Se trata de una barrera de 3 Km de largo que tiene 66 pilares de más de 50 metros de altura cada uno y unas compuertas de acero entre estas columnas que regulan la entrada y salida del agua. Estas 62 compuertas casi siempre están entreabiertas y dejan pasar el agua constantemente. Pero cuando arrecian fuertes temporales, en un plazo máximo de una hora, las compuertas se cierran herméticamente. Esta barrera, se complementa con un conjunto de estructuras de retención de agua situadas detrás de ella, formando un sistema alrededor del Oosterschelde que es capaz de dotar a la zona circundante de la denominada como seguridad Delta, al menos durante 200 años (d'Angremond, 2003).

Img: Aerial view of the completed Oosterschelde Storm-Surge Barrier 1986. (d'Angremond, 2003).

Img: One of the spin-offs of the Delta Project: discharge caissons at the Oosterschelde, built in 1976 (d'Angremond, 2003).

En todo el mundo, todavía hoy, los muros siguen siendo las infraestructuras mayoritarias. A pesar de su enorme coste de mantenimiento, su baja capacidad de resiliencia, de la importante transformación del medio y de las consecuencias catastróficas que su fallo supone para las poblaciones que supuestamente protegen. Estas cuestiones están en la base del debate contemporáneo. Sin embargo, son muchas las ciudades que siguen apostando por estos modelos frente a otros basados en componentes de la naturaleza y en sus procesos ecológicos.

En Venecia, por ejemplo se está construyendo en la laguna un costoso sistema de barreras de 5,493 millones de euros para protegerse de las inundaciones anuales y el progresivo aumento del nivel del mar, es el conocido Venices's Mose (Modulo Sperimentale Elettromeccanico) (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti; Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche del Triveneto; Consorzio Venezia Nuova, 2016; Windsor, 2015).

Img: Piazza San Marco, Venecia durante un episodio de acqua alta. Cada invierno las aguas alcanzan normalmente los 130cm. (Andrea Pattaro/AFP/Getty, 2008)

Venecia se ha hundido 23 cm durante el último siglo como resultado de la combinación de dos fenómenos: la subsidencia y la subida del nivel del mar. Sin embargo, esta no es una historia nueva para los venecianos, su relación con el mar se remonta a la fundación de la ciudad. Y es que como cuentan algunas historias, Venecia surgió de la nada, un islote en medio de una laguna inhóspita donde a partir del siglo V muchos hombres y mujeres buscaron refugiarse de las invasiones de los pueblos bárbaros. Aunque se trata de una historia algo de cierto hay, ya que en el año 452 al producirse la invasión de los hunos, la población del interior continental escapó hacia los pantanos cercanos y encontró refugio en las islas arenosas de Torcello, lesolo y Malamocco; unas tierras pantanosas, dónde poder esconderse. Pero esta situación estratégica entonces y su esplendor económico posterior, han estado siempre vinculados a la fluctuación del nivel del mar. Por ejemplo durante el medievo, el gobierno de la ciudad tuvo que enfrentarse a las crecidas de los dos grandes ríos que desembocaban en la laguna anegando a la ciudad: el Piave en el norte y el Brenta justo en frente de la ciudad, donde ahora un moderno puente da acceso por tierra. La primera solución fue idear un sencillo dique que bordeaba el margen norte de la laguna para desviar el flujo hacia el este. Pero esa solución no estaba destinada a durar mucho tiempo, y al principio del siglo XVI, 24 kilómetros de largo canal fueron contruidos para desviar el río hacia el sur, fuera de la laguna y directamente al mar. El Piave se desvió hacia el norte utilizando el cauce de otro río y su viejo lecho se utilizó para recibir las aguas del río Sile, que a su vez se desvió de su flujo natural. En definitiva, cinco cursos de agua principales fueron desviados a lo largo del siglo XV para evitar que la laguna se llenara de agua. Estas obras civiles se completaron con el dragado de las entradas. Hasta hace muy poco estas entradas eran poco profundas y por lo tanto suponían un riesgo para la navegación, fundamental para la vitalidad comercial en las que se basaba la economía de la antigua República. Posteriormente, esto permitió la construcción de muchas millas de canales y paredes artificiales y la reelaboración completa de las barreras naturales entre el mar y la laguna. En el siglo XIX, con la finalización de la República, se excavaron profundos canales para que los barcos de gran calado pudieran llegar al nuevo puerto y al complejo petroquímico industrial.

Venecia siempre ha fascinado por esa situación de androginia lagunar, de lucha entre la tierra y el mar. Incluso algunos escritores han fabulado con su muerte como anhelo de eternidad: "A veces me imagino que Venecia muere antes que yo [...], hundiéndose no en los abismos, sino unos pocos centímetros bajo la superficie, donde emergerían sus chimeneas cónicas, sus miradores [...] Venecia se ahoga. Tal vez sería lo mejor que pudiera ocurrirle" (Morand, 1971).

Sólo recientemente el agua ha pasado de ser considerada un aliado a una amenaza para la ciudad, ya que la parte más baja de la misma está a sólo 90 centímetros por encima del nivel del mar y se encuentra en una zona de fuertes mareas. Estas condiciones unidas a las previsiones de la subida del nivel de mar, hacen que aumente la frecuencia de las aguas altas que periódicamente inundan grandes extensiones de la ciudad histórica. Actualmente, la combinación de la marea y del paso de borrascas hace que en determinadas ocasiones el nivel de la mar supere los 90 cm, momento en el cual las partes bajas de la ciudad se inundan. Estos acontecimientos, denominados acqua alta, ocurren con una frecuencia media de 1,4 veces cada año, y una intensidad media de 105 centímetros. Aunque el sistema

Img: Número de eventos superiores a 110 cm por década. Plan MOSE (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti et al., 2016).

de alarmas y control de la ciudad hacen que no exista, para los venecianos, sensación de riesgo y que estos eventos sean predecibles, incluso memorables para los turistas, lo cierto es que representan graves daños económicos y un serio peligro para la ciudad en el actual contexto de cambio climático (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti et al., 2016).

Las inundaciones récord de 1966, donde las aguas llegaron a inundar hasta 194 cm de altura en algunas partes de la ciudad, provocaron la necesidad de una respuesta definitiva. Las autoridades de la ciudad reconocieron rápidamente que sólo la separación completa de la laguna con respecto del mar durante la marea alta podría salvaguardar a Venecia. Así es como surge el proyecto Moisés o MOSE (Modulo Sperimentale Elettromeccanico), una de las mayores infraestructuras hidráulicas que se están realizando en nuestros días. Hay que tener en cuenta además que Venecia se hundió 23 centímetros durante el pasado siglo y que está previsto que se hunda unos 8 centímetros más en los próximos veinte años. Parece ser que la combinación entre los pilares de madera de la ciudad, las mareas altas del mar Adriático y el cambio climático, contribuye a ello. Fruto de este proyecto están siendo instaladas cuatro barreras en las tres entradas de la laguna. Estas barreras están compuestas de 78 puertas independientes de diferentes tamaños. Cada puerta se encuentra en posición horizontal sobre el fondo del mar cuando no está en uso y cuando sea necesario, el agua en su interior se bombeará mediante aire comprimido y las puertas girarán gracias a su propia flotabilidad. Está previsto que toda la barrera pueda cerrarse en sólo 30 minutos. Una vez en funcionamiento, la ciudad flotante estará protegida de mareas de hasta 3 metros. Pero son muchas las críticas que aseguran que esta gran obra hidráulica no será suficiente para proteger la ciudad teniendo en cuenta los 194 cm que alcanzó la marea en 1966, las crecientes previsiones de subida del nivel del mar y la frecuencia de fuertes tormentas, fruto del cambio climático.

Img: Plan MOSE (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti et al., 2016).

Img: Venice Modulo Sperimentale Elettromeccanico barriers (Vincenzo Pinto/AFP/Getty Images, 2014).

Por otro lado desde las instituciones italianas se justifica que el impacto visual de una solución de este tipo es mínimo, cuestión que a mi juicio dada la complejidad del problema es irrelevante. Pero además tampoco es rigurosamente cierto. Y es que mientras que las barreras en sí son invisibles cuando no están en uso, las complejas estructuras necesarias para su funcionamiento son visibles ya en la actualidad. Las tres entradas se han reforzado con nuevas paredes y muros de contención de hormigón, incluyendo los zócalos que los conectan con las barreras móviles. En el extremo norte de entrada Lido, el más amplio y más complejo ya que conduce a dos canales diferentes, se ha creado una nueva isla artificial; permitiendo dos barreras diferentes que se construirán una para el cierre del canal más profundo (utilizado para los buques cisterna y grandes de pasajeros) y la otra para dar accesibilidad a la parte norte de la laguna. También se han construido varios puertos fuera de la laguna para cuando las barreras estén cerradas. Por otro lado las enormes bases de hormigón prefabricado que se incrustaron en el fondo marino de cada canal para integrar las puertas móviles han supuesto una gran modificación del fondo marino y del sistema ecológico. Finalmente, como ya se ha explicado, los paisajes costeros evolucionan. Mantener la actual foto fija de la ciudad impedirá esta transformación adaptativa del paisaje

Por todas estas contracciones y alguna más que tienen que ver con la financiación entre otras cosas, esta gran obra en una de las ciudades más icónicas del planeta cuenta con grandes detractores. Pero hay que decir que no son todos ellos ecologistas, incluso ingenieros hidráulicos como Luigi d'Alpaos, autor de una obra completa sobre la historia de las obras hidráulicas en la laguna, han expresado su preocupación. Los futuros efectos de la erosión fruto de la nueva morfología de las entradas a la laguna parece ser que no han sido suficientemente estudiados y podrían dar lugar a sorpresas, incluso impedir el uso de la barrera.

Esta solución parece olvidar las causas dinámicas y previsiblemente crecientes por las cuales la ciudad se inunda. Por eso son muchos los que apuestan por impulsar, aunque sea con carácter complementario ya que las obras ya están casi finalizando, proyectos basados en los procesos de la naturaleza. El reto sería la reutilización de 20 millones de m³ de sedimentos dragados para la construcción de marismas, 15 km², en toda la laguna.

8.3 Formas Mixtas (Mix forms)

Tras este breve repaso y reconociendo que cada vez son más los avances en el campo de la resiliencia costera y en el uso de estrategias y herramientas basadas en los procesos de la naturaleza, es también cierto que su carácter innovador y la imprevisibilidad de los acontecimientos futuros aconsejan en ocasiones aproximaciones mixtas. En las que lo mejor de cada una de las dos tecnologías (la basada en los procesos de la naturaleza y la ingenieril) se unen para generar sistemas más complejos.

Ese es el caso por ejemplo de la ciudad de New Orleans que tras las inundaciones provocadas por el huracán Katrina en 2005 se planteó desde el principio el carácter de la estrategia a desarrollar: sistemas fijos y duros o sistemas flexibles y blandos. Como se verá más adelante la singularidad de su configuración geográfica al estar ubicada en la parte baja del Delta del Mississippi, hacía imposible pensar en la ciudad sin hacerlo antes en todo el delta. Por ello, en este caso el alcance de las actuaciones a desarrollar para defenderse de las inundaciones, tormentas y huracanas iba más allá que la mera reconstrucción de la ciudad. Desde la perspectiva de la resiliencia anteriormente expuesta era necesario recuperar el movimiento y la fijación de sedimentos en la base del Delta, así como los flujos y movimientos del agua en la ciudad. Es decir, complementar su infraestructura gris con una infraestructura verde y azul.

Para desarrollar entonces una estrategia integral, integrada y sostenible de gestión del agua para las llanuras del este de Orleans y Jefferson Parishes y St. Bernardin, el estado de Louisiana junto con la Oficina de Desarrollo Comunitario de la Unidad de Recuperación de Desastres encargó en el año 2010 a Waggonner & Ball Architects y un equipo de expertos holandeses y estadounidenses en gestión del agua, un estudio. Pero en realidad el trabajo había comenzado mucho antes, cuando justo después del huracán Katrina en 2006, David Waggonner viajó a Holanda como parte de la delegación estadounidense en la que se formalizaron los primeros Dutch Dialogues⁷ y la exposición Living with the water⁸. En ese momento ya se facilitaron un amplio abanico de posibilidades para la investigación y el diseño. Se podría decir entonces que el resultado de este proceso culmina con the Greater New Orleans Urban Water Plan. El primer plan de gestión de integral del agua de una ciudad americana que le ha valido el reconocimiento de la Asociación Americana de Planificación como mejor trabajo en el año 2015. El plan, que incluye tres cuencas hidrográficas que cubren casi 300 km² de tierras urbanas y más de 179 km² de humedales ocupados por usos urbanos, necesita abordar el manejo de aguas pluviales, aguas superficiales y aguas subterráneas. Su idea central es transformar la infraestructura de protección actual para trabajar con las fuerzas de la naturaleza mediante la reintroducción del agua en la ciudad. Por otro lado, existe la voluntad de aprovechar esta oportunidad para crear una experiencia urbana mucho mejor que además requiere menos mantenimiento. Nueva Orleans se alinea en este sentido con ciudades como Rotterdam (Water Plan 2) o la ciudad de Londres (Drain London), que han asumido que la protección frente a los efectos del cambio climático no puede verse solo como una defensa de los procesos vinculados a las dinámicas marinas, sino que ha de vincularse también a la eficiencia y el funcionamiento metabólico de la ciudad en relación a los flujos de materiales y agua.

Img: Concepto. (Waggonner & Ball Architects, 2010).

7. Una serie de tres talleres desarrollados en la Universidad de Tulane y conocidos como los Diálogos Holandeses dirigidos por Waggonner, con la ayuda de la Embajada de los Países Bajos en Washington DC y la Asociación Americana de Planificación. El primero de los talleres se llevó a cabo en marzo de 2008 e inició un conjunto de interacciones multidisciplinares e interculturales diseñadas para explorar cómo los enfoques holandeses de la gestión del agua, la arquitectura del paisaje, la protección contra las inundaciones y el diseño urbano podían guiar a la ciudad de Nueva Orleans en la recuperación tras el Katrina. El segundo se celebró en octubre de 2008 y se centró en la planificación a diferentes escalas, desde la regional hasta la ciudad y el barrio. Y por último el fue en abril de 2010 para desarrollar escenarios futuros para todo el sistema. Más información en: Enviar a la página de los laboratorios, capítulo 3 en la que lo cuento.

8. Más información en: <http://livingwithwater.com/>.

Img: The Lafitte Blueway, a part of the proposed waterway network, providing drainage, circulating water, and bridging between disconnected communities. (Waggonner & Ball Architects, 2015).

Este plan desarrolla al mismo tiempo la búsqueda de infraestructuras adaptables (DIY infrastructures) en las que la ciudadanía tenga un papel activo en la gestión y que ha sido objeto de estudio por distintos investigadores, como Louise A. Mozingo y Margaret Crawford de la Universidad de Berkeley (John Leighton Chase, Margaret Crawford, 2008). Para promover esta integración algunos de los vacíos de la ciudad junto con amplias calles, se convertirán en canales y jardines de lluvia; los espacios verdes existentes se transformarán para procesar las aguas pluviales; las terrazas de los humedales se alimentarán con la escorrentía de calles cercanas y plantas nativas filtrarán los contaminantes. Además, los residentes serán animados a instalar jardines de lluvia y bios-suelos en sus propiedades. Estas estrategias basadas en los procesos naturales transformarán la malla urbana reduciendo el riesgo de inundación y creando un mejor ambiente para trabajar y vivir.

Img: Mirabeu Water Garden, one of the Urban Water Plan's demonstration projects and the centerpiece of the forthcoming Gentilly Resilient District. (Waggonner & Ball Architects, 2015).

Además, el plan está integrado con el Plan Maestro Costero de Louisiana⁹ a escala regional y con otras estrategias locales para recuperar la habitabilidad del área afectada por el Huracán Katrina y mejorar su futura resistencia a las tormentas. Son el conjunto de las acciones previstas a escala regional y local lo que se espera que dote a la ciudad de Nueva Orleans de suficiente seguridad frente a futuros eventos climáticos.

9. Ver pág. 234. Precedentes del Rebuild by Design.

Img: "Steep canal banks can become tree-lined terraces, with pathways and other features that allow residents to enjoy the water". (Waggonner & Ball Architects, 2015).

Y es que si no se consigue que el Delta del Mississippi vuelva a generar nuevas tierras y los humedales costeros comiencen su recuperación, no parece que vaya a poder existir infraestructura alguna que evite su desaparición. Precisamente este conjunto de acciones es lo que se conoce como Resilient New Orleans, una estrategia que ha sido merecedora en el año 2016 del Premio de la Asociación Americana de Planeamiento por su alcance e innovación.

Img: Concept. (Waggonner & Ball Architects, 2015).

Son proyectos como éste, que pretenden transformar la relación de la ciudad con el agua y la forma en que los habitantes perciben esa relación, los que se han convertido en un laboratorio de resiliencia costera para conservar y mejorar la salud de los sistemas naturales y gestionar los impactos del cambio climático.

Img: El Urban Water Plan forma parte de Resilient New Orleans, una Estrategia que se compone de 41 acciones a todas las escalas, estratégicas o a largo plazo y tácticas o a corto plazo. (Resilient New Orleans, 2016).

PROPOSICIÓN 2 DEL DISEÑO A LA INVESTIGACIÓN A TRAVÉS DEL DISEÑO

1. PENSAMIENTO DE DISEÑO

La necesidad de afrontar la complejidad y al mismo tiempo la incertidumbre de los efectos del cambio climático en los sistemas socio-ecológicos, ha supuesto también un cambio en la cultura, la investigación, el diseño y la tecnología contemporánea. En los últimos siglos la tradicional comunión entre las artes y las ciencias ha sido dividida y subdividida en numerosos campos de especialización. Y si bien es verdad que cada uno de ellos contribuyen al conocimiento no es menos cierto que colaboran a su fragmentación y en cierta manera a su desconexión, dado su estrecho campo de visión. “(..) connection with each other and with the common problems and matters of daily life from which they select aspects for precise methodological analysis” (McKeon, 1972). Precisamente por ello la búsqueda de nuevos marcos de pensamiento y acción capaces de integrar las artes y las ciencias es una de las vanguardias intelectuales más destacadas del presente siglo. Es importante también reconocer que sin esta integración, sin su experimentación mediante acciones concretas y sin su comunicación e implicación de la sociedad es difícil pensar que una auténtica metamorfosis conceptual vaya a llevarse a cabo.

Por eso uno de los papeles de los diseñadores y planificadores es el de servir como interlocutores entre el medio y la sociedad, centrando el objetivo no sólo en los valores estéticos o constructivos, sino en la comprensión, auto gestión y funcionalidad de los sistemas. Los métodos de investigación en diseño han ideado diferentes marcos que permiten la integración de los distintos actores, desde otros profesionales hasta el usuario atendiendo así al medio y a la sociedad en la que se trabaja. Es aquí donde las estrategias metodológicas del diseño participativo cumplen un rol fundamental, constituyendo el diálogo a través del cual se desvelan diferentes respuestas a esas necesidades puntuales y anhelos generales de una comunidad.

Y es que como ya se ha explicado, la reformulación de los paisajes costeros ante los efectos del cambio climático no es una cuestión meramente especulativa, sino de auténtica metamorfosis física y cultural. Esto conlleva necesariamente una mirada integradora de disciplinas y amplificadora de aproximaciones (el pensamiento, la experimentación, el diseño, la acción y la comunicación), extendiendo así los límites del conocimiento de entornos abstractos y cerrados, a laboratorios vivos a través del diseño. Todo ello supone un reto para los planificadores y diseñadores, un reto que no es simplemente tipológico, sino metodológico. Un cambio del diseño a la

investigación a través de éste y es que los diferentes procesos de diseño y sus aproximaciones generan conocimientos y resultados que van más allá de la concreción del proyecto mismo.

1.1 Pensamiento de diseño: ¿qué es eso?

Cuando se traduce el término design thinking al castellano: pensamiento de diseño, no debemos quedarnos con la traducción literal, porque design thinking es mucho más que la manera de pensar de un diseñador. C. West Churchman, filósofo y profesor de economía, dedicó su investigación y práctica a metodologías encaminadas a la toma de decisiones, la planificación y el diseño basadas en el pensamiento sistémico. Puso de manifiesto que el enfoque analítico adecuado es el enfoque holístico e integrador. Integrador en el sentido de abrir la posibilidad a la entrada de agentes diferentes a los actuales. De este modo el conocimiento se nutre, pero también alimenta el discurso social: "In principle, we have the capability of organizing the societies of the world today to bring into existence well developed plans for solving the problems of poverty, health, education, war, human freedom and the development of new resources. If the human being has the capacity of doing all these things, why doesn't he do so?" (Churchman, 1968). West dedicó parte de su carrera a investigar en este sentido, consiguió el apoyo de la NASA para crear un laboratorio en la universidad de Berkeley (UC Berkeley's Space Sciences Laboratory) desde el que durante años trabajó con equipos interdisciplinarios. El punto de partida de estas investigaciones era el entendimiento de que el diseño es una actividad que cualquiera puede desarrollar en algún momento de su vida y que debe haber por tanto algunos criterios que de manera general sirvan para catalizarlo y desarrollar sus capacidades. Parte de los motivos por los que nuestra capacidad para inventar y crear no ha recibido la misma atención que la investigación puede ser que la capacidad de diseño a menudo se ve más como un don, un talento que algunas personas tienen y otras no, y no como una actividad en la que todo el mundo puede participar. Incluso hoy en día, es algo que muchos diseñadores prefieren no discutir, bien porque creen que la actividad de diseño elude el análisis, o por el contrario que el análisis destruye la creatividad. Otros opinan que el estudio del proceso de diseño no tiene ninguna aplicación práctica; que es sólo de interés académico. Precisamente sobre esto versaban los seminarios de West.

El pensamiento de diseño es tremendamente útil para la construcción de un pensamiento resiliente, ya que permite establecer retroalimentaciones que fortalecen la reflexión, el conocimiento y el establecimiento de nuevos modelos de organización entre las sociedades y el medio. La construcción del paisaje es un proceso histórico y cultural continuado conformado por procesos estratégicos planificados y otros tácticos e informales. Es decir, procesos que surgen desde las instituciones y otros que surgen desde la ciudadanía, ambos transforman el medio y la manera en la que lo percibimos. Por lo tanto, si lo que se busca es transformar la forma en la que nos relacionamos con el cambio climático en los entornos costeros, necesariamente deberemos acudir a procesos de diseño que permitan dialogar con él y hacerlo visible. A partir de ahí será posible la integración de los necesarios actores para abrazar la complejidad por un lado y construir las bases conceptuales y organizativas que permitan materializar los necesarios mecanismo de adaptación.

La mayoría de los autores sitúan los inicios de la disciplina, tal como la entendemos hoy en día, en la década de 1940, en la noción de Cibernética de la Segunda Guerra Mundial de Norbert Wiener. Aunque algunos incluso se remontan a finales de 1920 y a los trabajos del biólogo austríaco Ludwig von Bertalanffy sobre los sistemas abiertos, mientras que otros van aún más lejos, hasta los *Principles of Scientific Management* de 1911 de Frederick Taylor.

En cualquier caso, fue durante la Segunda Guerra Mundial, en concreto entre la Batalla de Francia y la Batalla de Inglaterra, cuando se reconoció que los problemas de defensa a los que se enfrentaba el ejército aliado estaban más allá de la competencia de cualquier mando militar. Desde su ascenso al poder en 1933, Hitler había anunciado su determinación de crear un ejército aéreo más potente que el británico y el francés. Los británicos tenían el problema de su propia configuración como isla, que hacía imposible detectar al ejército aéreo alemán con tiempo suficiente como para responder. A principios de 1936 el Ministro británico del aire estableció the Bawdsey Research Station en la costa Este, cerca de Felixstowe, Suffolk, como el centro desde el que investigar y probar los primeros radares. Aunque pronto comenzaron a dar buenos resultados se comprobaron ciertas contradicciones en la información que éstos daban. Por ello se necesitaba una nueva metodología no basada solo en la confianza en los medios técnicos, sino en los operativos. Asumiendo un cierto grado de incertidumbre en la toma de decisiones. En respuesta a esta necesidad equipos de especialistas de diferentes disciplinas ajenas al ejército fueron llamados para definir las estrategias. Esto es lo que más adelante se conocería como investigación de operaciones (*operational research*), ingeniería de sistemas, análisis de sistemas, etc. Estas aproximaciones están destinadas a encontrar las mejores decisiones que sean posibles relativas a la mayor parte de cualquier organización en función de escenarios alternativos y el potencial de las organizaciones. Desde este enfoque la solución que es mejor para la organización en general es una solución óptima. Se trata por lo tanto de valorar los efectos de decisiones de una parte de la organización en otras partes de la organización y de ésta en su conjunto. Es decir, se trata de una visión de sistemas para la resolución de problemas, ya que el sistema implica un complejo conjunto interconectado de componentes relacionados funcionalmente. Después de la guerra, este enfoque de diseño fue pronto adaptado a la vida civil y aplicado sobre todo a los problemas de gestión.

El diseño pasó a convertirse en un objetivo, en un procedimiento racional, sujeto a las mismas normas rigurosas de prueba y verificación de las ciencias, con muy poca consideración sobre el problema a resolver, o los objetivos a alcanzar. Ambos, problemas y objetivos, se supone que deben darse con claridad. Pero la mayoría de los problemas de los sistemas socio ecológicos no son así. Su resolución o diseño no es obvio tal y como apunta Donald Schön: "In real-world practice, problems do not present themselves to practitioners as givens. They must be constructed from the materials of problematic situations which are puzzling, troubling, and uncertain" (Schön, 1983). Precisamente por ello autores como Rittel o Rowe han profundizado en el concepto del pensamiento de diseño. Este último, como profesor y planificador fue quien puso de relevancia el término con su libro *Design Thinking*. Para Rowe *Design Thinking* significa reflexionar sobre "situational

logic and the decision making process of designers” y la “theoretical dimension that both account for and inform this kind of undertaking.” (Rowe, 1987). Para Rittel “Design is as an activity, which aims at the production of a plan, which plan—if implemented—is intended to bring about a situation with specific desired characteristics without creating unforeseen and undesired side and after effects” (Rittel, 1968). Aunque algunas personas sostienen que el diseño y la planificación son dos actividades distintas, para Rittel no existe tal distinción; de hecho, él consideró los términos sinónimos. Su posición radicaba en entender que formular el problema es el problema. Al reflexionar sobre la naturaleza de los problemas de diseño, Rittel destacó varias de sus características:

El análisis y la síntesis no son separables, de forma que el problema no puede ser definido hasta que se haya encontrado la solución. O cada formulación de problemas aconseja una solución.

Cada problema puede ser visto como un síntoma de otro y por lo tanto los problemas no pueden separarse en disciplinas.

A diferencia del ajedrez, no hay reglas que nos indican cuando terminar.

Las soluciones no son ni verdaderas ni falsas; ya sean buenas o malas. Lo que es bueno o malo es una cuestión de valores y juicios.

No existen soluciones atemporales a problemas de diseño. Una solución puede funcionar en un primer momento, justo como estaba previsto, y llegar a tener consecuencias imprevistas más tarde.

Cada problema es esencialmente único; no hay clases de problemas. No importa cómo de similares pueden parecer siempre hay una posibilidad de que haya una diferencia que importe más que todas las similitudes.

Cada plan implementado tiene consecuencias que no se pueden deshacer totalmente y que tienen repercusiones.

No hay grandes fases (es decir, análisis-síntesis-evaluación) ni hay procedimientos específicos absolutos o universales.

Para ello es importante reconocer lo que Richard Buchanan, recuperando las teorías formuladas por Horst Rittel y Melvin Webber en los años 60 del siglo pasado, denomina como problemas retorcidos debidos al conjunto de factores complejos, indefinidos, cambiantes y controvertidos que envuelven al proceso de diseño y que sitúan la práctica en el campo de la indeterminación. Esta postura contradice la visión tradicional y lineal del diseño en la que este proceso consiste en una primera fase analítica de identificación de problemas y una segunda fase práctica de establecimiento de las soluciones. Por el contrario, la aproximación de los problemas retorcidos sugiere que es fundamental la indeterminación, lo que implica, como apuntaba Rittel, que no hay unas condiciones definitivas o unos límites para el diseño y que las soluciones no son verdaderas o falsas, solo buenas o malas (Buchanan, 1992). De este modo el proyecto no es la demostración práctica de un conjunto de principios científicos, sino que es en sí mismo parte del proceso científico-creativo. Un proceso de apreciación, acción y reapreciación. Un proceso en

el que las situaciones se van clarificando en la medida en la que intentan resolverse a través del diseño. Donde los cambios introducidos ayudan de nuevo a la solución de esos problemas retorcidos. Para Buchanan esto implica conjugar comunicación, construcción, planificación estratégica e integración sistémica.

Desde esta perspectiva la emergencia del pensamiento de diseño en el siglo XX ayuda a la exploración de fórmulas concretas de conocimiento que combinen la teoría con la práctica ante situaciones de incertidumbre. Situaciones como se ha visto inherentes a los sistemas socio-ecológicos. En cierto modo se trata de ampliar el conocimiento a través del arte o la creatividad, así como la aproximación a nuevos modelos de cambio mediante el diseño y la tecnología. Al hablar aquí de tecnología ésta es entendida como proceso experimental y no como la mera capacidad de fabricar o hacer. "The consideration that completes the ground for assimilating science to art is the fact that assignment of scientific status in any given case rests upon facts which are experimentally produced. Science is now the product of operations deliberately undertaken in conformity with a plan or project that has the properties of a working hypothesis" (Dewey, 1944).

Por otro lado la investigación a través del diseño posibilita operaciones intencionadas, desde las que integrar a los humanos en un entorno ecológico y cultural cada vez más amplio. No se trata por lo tanto de procesos lineales de diseño, basados en la identificación de determinados problemas que tienen determinadas soluciones. Por el contrario la investigación a través del diseño propone que en el proceso de interacción de las distintas posiciones y su aplicación a los lugares es cuando surge el descubrimiento o si se prefiere, la invención. Precisamente por ello las posiciones tienen una especial importancia como herramientas que el diseñador intuitivamente adapta a las situaciones, identificando los agentes, los asuntos que les afectan y creando el relato que servirá como hipótesis exploratoria del trabajo.

Img: Design research and research by design determined by object and context (Steenbergen, 2008).

Context	Object		
		<i>Determined</i>	<i>Variable</i>
	<i>Determined</i>	Plan analysis	Design experiment
	<i>Variable</i>	Comparative research	Experimental design
		Design research	Research by design

Desde esta actitud surgen diseños y propuestas que dan forma a estos entornos ecológicos y sociales y se adaptan a ellos en el marco de una cultura cada vez más marcada por la tecnología. Esta dimensión del diseño es aplicable a disciplinas como la ingeniería, la arquitectura y la planificación. Y esta dimensión del diseño es inherente a la disciplina del paisaje ya que esta se basa en las relaciones ecológicas y sociales. Todos ellos ante la necesidad de afrontar los nuevos retos de percepción y relación que plantea el cambio climático.

1.2 Las posiciones

¿Cómo afrontar entonces este reto? Como ya se ha apuntado en otros apartados de esta investigación el sociólogo Ulrich Beck, señaló que todos los autores han de enfrentarse a profundas contradicciones surgidas de la reflexión sobre los peligros que la humanidad ha creado. Si asumimos que estos peligros son el resultado de los patrones actuales de crecimiento, el comportamiento humano y la toma de decisiones, deberemos asumir también que necesitamos un tipo fundamentalmente diferente de pensar basado en nuevas posiciones. Es entonces cuando el pensamiento a través del diseño se utiliza para catalizar los procesos y habilidades cognitivas de los distintos agentes e infundir la innovación. El pensamiento a través del diseño se valora como herramienta metodológica desde la que abordar la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos. Una herramienta basada en nuevas posiciones:

Fluidez disciplinar

Una mayor especialización (o fragmentación del saber) supone el riesgo de ampliar los efectos colaterales de las acciones. Por ello Beck nos convoca también a la integración disciplinar en el proceso de diseño, entendido éste en el sentido amplio que aquí se expone. En otros tiempos podría ser suficiente con ser experto en la propia profesión, pero en éstos se hace necesario no sólo ser experto en una sola disciplina, sino también tener una percepción real de otras con el fin de saber cómo estas pueden ser integradas con la propia para producir un resultado armónico. En este sentido fue para mí muy esclarecedora la conversación mantenida con Iñaki Alday el pasado verano en la que reclamaba la perspectiva de Giuseppe Dematteis: “Nos ha interesado siempre más el descubrimiento a partir de procesos y del movimiento. Esto nos ha llevado a una situación de dualidad como arquitectos y paisajistas desde una perspectiva, como dice Giuseppe Dematteis, el geógrafo italiano, que se basa en la fluidez disciplinar. Una expresión a la que recurro porque ayuda a eliminar barreras estériles. A mí me gusta explicarlo con una metáfora geométrica: los conocimientos profundos son anclas verticales que ayudan a desarrollar el proceso horizontal de diseño. Se trata de entender la complejidad, manejarla creativamente y transformarla con tantos anclajes verticales como sean necesarios. Y sinceramente, uno siempre tiene menos de los que necesita. Por lo tanto, uno tiene que rodearse de otros profesionales que aporten esos conocimientos que dan solidez al proyecto. Como estamos en un mundo en el que los problemas, al menos los complejos, dejan de estar circunscritos a una disciplina, el arquitecto o el paisajista necesita colaborar con otros profesionales. Por eso lo de la fluidez. No me gusta nada lo de disciplina o interdisciplinar, porque significa que reconocemos estos campos como espacios cerrados de conocimiento que, en el mejor de los casos, dialogan. Los paisajistas, por ejemplo, sabemos básicamente de dinámicas y tenemos la capacidad de entender procesos y proyectar con ellos. Algunos, además, saben de vegetación o de suelos, pero es habitual trabajar además con un botánico. La expertise o capacidad diferencial que compartimos arquitectos, paisajistas, o ingenieros es la del proyectar. Es decir, entender lo que se ve y lo que no se ve, los aspectos sociales, económicos o políticos y con todo ello, generar una propuesta de transformación de un lugar” (García, 2016).

Argumentación

Se entiende el diseño como un diálogo reflexivo en el que el diseñador enmarca y re-enmarca los problemas y potencialidades. Para ello todos los actores involucrados deben tener la posibilidad de incorporarse, ya que forman parte activa tanto del problema como de la resolución del mismo. Esto supone el reconocimiento de que la argumentación y los debates son, si no diseño en sí mismos, si imprescindibles para el diseño. Para ello también éstos han de ser lo más abiertos y transparentes posible a los agentes involucrados. Y es que si realmente aceptamos que los problemas de diseño relacionados con el cambio climático son retorcidos, entonces la participación y contribución en el proceso de diseño de todos los afectados es una consecuencia obvia. Sin embargo, esta tarea no es sencilla ya que a menudo es difícil encontrar la estructura apropiada para articular una contribución máxima.

Diseño incompleto y diseñar para lo inacabado

Debido a que no podemos garantizar que un determinado conjunto de planes o acciones llegará a buen término, o simplemente que se desarrollará como hemos pensado, necesitamos algo más. Esto significa realizar proyectos inacabados. Es decir, abiertos, flexibles, modulares, capaces de adaptarse a las nuevas condiciones. Y al mismo tiempo, establecer mecanismos de gestión multiescalares que faciliten nuevos modelos de auto-organización. Ser conscientes de los riesgos capaces de asumir cuando los planes fallan. Este es quizás uno de los aspectos más descuidados del diseño y la planificación, centrados tradicionalmente más en las propuestas y modelos cerrados que en procesos adaptativos de diseño. Esto nos lleva a otra cuestión fundamental: diseñar o planificar para lo inesperado y no en base a variables históricas, sino frente a posibles escenarios futuros.

Campo de experimentación

Los lugares, ahora más que nunca, no están definidos por límites fijos, sino que surgen del conjunto de condiciones esenciales, la confluencia de procesos y de las acciones de las partes involucradas. Estos factores requerirán nuevos modelos de práctica y cooperación para abordar las complejidades del cambio climático desde las perspectivas sociales, ecológicas y económicas. En este contexto desde campos como la disciplina del paisaje es posible identificar proyectos y articular diseños centrados en orientar la interpretación de modos evolutivos de conocimiento, probar y reevaluar ideas que se anticipen a los cambios incrementales que sucederán en las próximas décadas. El paisaje así concebido se convierte en el medio, en el laboratorio (físico y cultural) desde el que afrontar los procesos de cambio y adaptación.

Todas estas posiciones del pensamiento de diseño encajan con los principios de diseño resiliente anteriormente enunciados. De tal modo que es posible enunciar que el diseño resiliente conlleva necesariamente una metodología de trabajo diferente de investigación a través del diseño.

2. PROBLEMAS RETORCIDOS Y SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS

Cuando el huracán Sandy golpeó la costa Este de Estados Unidos en Octubre de 2012, fueron varios los autores que clasificaron la cuestión como un problema retorcido (wicked problem). Algunos, como Timon McPhearson, apuntaban que lo retorcido del problema no era en sí la magnitud del daño provocado, sino la vulnerabilidad del sistema. En este caso de las ciudades de New York y New Jersey, entendidas como sistema socio-ecológico. Efectivamente Sandy puso de manifiesto las complicadas interrelaciones entre los distintos elementos del sistema. La dificultad de recuperar el abastecimiento de agua, energía, las dificultades de movilidad, la distribución de alimentos o el fallo de las telecomunicaciones días después del desastre, evidenciaron que el engranaje entre los elementos no funcionaba como se esperaba. Y es que aunque muchas de estas cuestiones sean abordadas desde políticas sectoriales lo cierto es que un sistema es algo más que la suma de sus factores. El hecho es que no se trataba de una solución sencilla, esa es la naturaleza de los problemas retorcidos, ya que la solución surge del propio proceso y esa no es la manera en la que estamos acostumbrados a trabajar. Apelaba entonces McPhearson a la necesidad de pensar desde el punto de vista de los sistemas, tal y como ya había reclamado McKeon, Churchman, Rittel o Rowe (McPhearson, 2013).

Recientemente la emergencia de disciplinas como la ecología o el paisaje en el campo de la planificación, disciplinas que incluyen a los humanos como elementos fundamentales de estos sistemas, ha favorecido estos enfoques. Katrina, Sandy, la subida del nivel del mar o cualquier otro fenómeno vinculado con los efectos del cambio climático, son en sí mismos problemas retorcidos en tanto que relacionan múltiples elementos de los sistemas sociales, ecológicos o económicos con un escenario de incertidumbre y desconocimiento sobre su funcionamiento y evolución. Por ejemplo, cuando Sandy golpeó Nueva York el corte de energía eléctrica fue a nivel regional afectando a millones de residentes. Aquellos con generadores en hogares o empresas no parecían ser inicialmente un problema. Al menos no, hasta que las colas en las estaciones de servicio se hicieron cada vez más largas y la disponibilidad de combustible se agotó. Así, sólo un par de días más tarde, el problema inicialmente planteado por los fuertes vientos y las inundaciones, ya se había convertido en un millar de nuevos problemas; entre ellos cómo proporcionar combustible líquido a los residentes que lo necesitaban. De modo que lo que no requería de soluciones inicialmente, se convirtió en un problema días más tarde.

Incluso Timothy Morton llega a denominar el calentamiento global como un super problema retorcido. El autor explica algunas de las particularidades de los problemas retorcidos ejemplificando con ellas el cambio climático. Por ejemplo, los problemas retorcidos son inverificables. Imaginemos el cambio climático: en el caso de que llegásemos a resolverlo, nunca podríamos probar que hubiera terminado con la vida en la Tierra. Por eso mismo también se trata de problemas que nunca acaban de resolverse. Y son irreversibles desde el punto de vista de que no se pueden obviar. El cambio climático o el calentamiento global, está aquí, no existen prórrogas, ni puertas giratorias, ni se pueden retardar. En el fondo, los problemas retorcidos tienen unos límites muy difusos, por que surgen siempre como síntomas de otros problemas. El cambio climático es fruto de la industrialización, ésta a su vez de la capacidad de producción masiva de bienes, etc. (Morton, 2016, 36-38).

Esta situación sin duda alguna responde a lo que el planificador urbano Horst Rittel había definido como wicked problems, percibiendo las limitaciones de los métodos de diseño y planificación lineales y tradicionales. Apuntando ya entonces la necesidad de una segunda generación metodológica de planes y proyectos que enfocara los problemas de la escala urbana desde la doble vertiente social y ecológica, más como proceso que como resultado. Los ecologistas y los científicos sociales han aprovechado pensamiento sistémico durante décadas para comprender mejor la complejidad de los ecosistemas y su aplicación a las ciudades. Esto incluye la comprensión de cómo los sistemas responden a las perturbaciones externas, se traten éstas de un huracán o una recesión económica, y qué estructuras y funciones fundamentales son críticos para su resiliencia y la sostenibilidad global. Todos estos estudios se basan más en las relaciones y conexiones entre los elementos del sistema, que en los distintos elementos o componentes en sí mismos. También en la gestión de la información y de los feedbacks. Por lo tanto se trata de un proceso iterativo de análisis, diseño, acción, gestión y vuelta a empezar. Este pensamiento desmonta el tradicional método cartesiano por el cual se asume que uno de los elementos del sistema funciona igual por separado que cuando forma parte de un todo. Sin embargo, desde el punto de vista de los sistemas socio-ecológicos complejos el comportamiento de un elemento depende fundamentalmente de sus interrelaciones con otros elementos del sistema y a veces también de elementos o perturbaciones de fuera del mismo.

¿Es el problema de la marejada provocada por el huracán Sandy un problema de inundación? ¿Hay a priori algo malo en las inundaciones o por el contrario, son las inundaciones un problema porque están conectadas con los problemas de suministro de energía, productividad económica, seguridad alimentaria, disponibilidad de agua potable y transporte? Las zonas más afectadas fueron las zonas bajas directamente expuestas a las mareas de tormenta, que produjo las grandes inundaciones, pero los efectos de mayor escala no fueron impulsados solo por las inundaciones, sino por una combinación de factores infraestructurales y temporales, propios de sistemas socioecológicos complejos como las ciudades. Resolver los problemas de inundaciones en los sistemas socio-ecológicos altamente interconectados no requiere sólo pensar en la hidrología, sino también en la relación con otras estructuras de la ciudad como las redes de transporte, las líneas de tendido eléctricos o la distribución de alimentos. Gestionar la

resiliencia implica también centrarse en las variables lentas (Walker et al., 2002) y no solo, como se ha venido haciendo en los cambios rápidos que definen los eventos críticos (protección de inundaciones, diques, etc.). Estas variables lentas se manifiestan a determinadas escalas ya que se trata de cuestiones o variables acumulativas que permanecen prácticamente invisibles hasta que un evento determinado las saca a la luz. Variables con distintos tiempos de transformación y diferente alcance espacial. Fue precisamente el impacto de Sandy y sus efectos-problemas en cascada lo que reveló la necesidad de trabajar de otro modo en la ciudad para afrontar su resiliencia ante los efectos del cambio climático.

Por eso esta tesis defiende que la resiliencia es una herramienta conceptual que permite afrontar los retos que nos presenta el cambio climático en los sistemas adaptativos complejos y la investigación a través del diseño es la herramienta operativa que posibilita la aplicación de este marco conceptual. Y como se verá en la proposición siguiente, última proposición que define el nuevo marco conceptual de la planificación litoral: el paisaje como infraestructura es el medio desde el que operar.

3. REPENSANDO LA RESILIENCIA COSTERA A TRAVÉS DEL DISEÑO

En este marco y aplicado a los entornos litorales es posible definir un conjunto de principios de diseño.

3.1 Campo de operaciones

El paisaje costero ha estado a menudo representado como un sistema ordenado de distintas capas y elementos interrelacionados. Así la metodología tradicional de planificación ha estado basada en modelos lineales de análisis y propuesta. Modelos en los que lo natural se definía por oposición a lo ocupado con asentamientos, infraestructuras o servicios. Estos dos ámbitos se consideraban sujetos a dinámicas distintas y tan solo se evaluaba en el mejor de los casos su grado de afección, pero no su interacción. Por la misma cuestión, fundamentada en muchas ocasiones en aspectos competenciales, los proyectos a desarrollar en lo urbano y en lo natural no guardaban relación. Quizás si desde el punto de vista del uso público o de su percepción visual, pero no desde el punto de vista de su comportamiento metabólico. Es decir, entendidos como sistema con capacidad de adaptación simbiótica.

Sin embargo en la actualidad sabemos que otra aproximación es posible y que desde el clima a la ciudad nos encontramos ante elementos dinámicos, sistemas adaptativos complejos según las teorías de Prigogine y Laszlo entre otros. También sabemos que un sistema puede pasar por varias fases de cambio a lo largo de su vida, alternando períodos de estabilidad e inestabilidad, continuidad y discontinuidad, orden y caos, experimentando una suerte de metamorfosis que le provee de resiliencia, de auto-organización frente a las perturbaciones. Esta teorización del paisaje, de cualquier tipo de paisaje (y consecuentemente también los entornos litorales), como un campo dinámico ha sido reclamada por varios autores, (Rowbotham, 1999); como campo de operaciones (Allen, 1997; James Corner, 1999) o como “the functioning matrix of connective tissue that organizes not only objects and spaces, but also the dynamic processes and events that move through them” (Wall; Corner (ed.), 1999, 233).

La investigación a través del diseño permite establecer un puente entre tecnología y creatividad aplicada a los lugares mediante la activación de los procesos socio-ecológicos. Es interesante reconocer como intervenciones de pequeña escala pueden por un lado servir como campo de operaciones o de prueba y por otro, actuar de catalizadoras de estrategias a mayor escala.

3.2 Diseño participativo e inclusivo

Cuando se comprende el litoral como un sistema que no está separado de los seres humanos y la ciencia como una empresa humana situada en una época determinada y constituida a partir de un entramado de relaciones culturales, es cuando es posible reconocer la construcción social del paisaje como medio dinámico de adaptación. Y es que tampoco el ser humano debe ser visto solo como parte de problema, sino como el origen de la solución. Entonces la inclusión de todos los agentes implicados en el proceso, es parte imprescindible del mismo. No como meros espectadores, sino como actores e instrumentos de transformación conceptual y física capaces de crear comunidades más resistentes al cambio climático y otras presiones.

Todavía, incluso en este campo es apabullante la predominancia de una racionalidad cognitivo-instrumental, que en general no toma en cuenta problemas que son de naturaleza global y que revelan dimensiones políticas, económicas, institucionales, sociales y culturales. Por eso, para ampliar el diálogo entre ciencia y política es necesario transformar las metodologías de trabajo y aproximar ciencia, poder público, sector privado y sociedad civil. Es lo que algunos autores denominan como ciencia posnormal posibilitando una mayor calidad y validez del saber científico y ampliando su alcance (Funtowicz; Ravetz, 2000). Tal y como se puede imaginar las fórmulas son diversas y dependen de los contextos y escalas, pero cada vez parece más necesaria la democratización del conocimiento, de una ciencia con la gente que apueste por la integración de agentes legitimados no sólo por su conocimiento científico, sino por su capacidad operativa y de influencia. Porque las determinaciones de la ciencia no son socialmente inertes, especialmente cuando las consecuencias de sus investigaciones conllevan cambios del modelo socioeconómico. Queda entonces incorporada a la agenda del científico y por consiguiente del planificador, la necesidad de comunicación de sus investigaciones¹⁰. Hasta el punto que algunos autores de manera provocadora indican que la falta de respuestas ante los efectos del cambio climático es sobre todo culpa de la comunidad académica (Hoffman, 2015).

3.3 Laboratorio (re)generativo

El diseño experimental permite recoger evidencias sobre la actuación y el sistema de tal modo que se convierte también en un proceso de adaptación y aprendizaje. En cualquier situación, pero de manera más clara cuando hablamos de cambio climático y resiliencia costera, estos diseños experimentales, laboratorios o prototipos, se convierten en dispositivos de mediación entre los distintos agentes permitiendo medir no solo su resultado desde el punto de vista científico-tecnológico, sino también desde su capacidad de integración en las estructuras políticas, físicas, sociales y económicas de cada contexto. No deben por lo tanto considerarse como laboratorios aislados, sino como laboratorios tácticos.

10. Es interesante en este sentido la experiencia del Centro Regional de Cambio Climáticos y Toma de Decisiones. Iniciativa impulsada por UNESCO y la Fundación Avina, junto con universidades e instituciones de investigación y capacitación de diversos países de América Latina y el Caribe, con el objetivo de ampliar los diálogos entre científicos y sociedad a través de debates públicos en relación al cambio climático. (Ryan; Gorfinkiel (coord.), 2016).

En el ámbito del litoral en lugar de comprender la ecología como un mandato para la conservación o restauración, podemos pensar en ella como una fuente de conocimiento, de acciones creativas y nuevos componentes, que puedan producir ricas iteraciones futuras. Organismos y ecosistemas evolucionan de forma, material, capacidad de organización, alianza de cooperación, complejidad e inteligencia. Esta perspectiva abre posibilidades para colaboraciones inusuales entre la naturaleza, el arte, el diseño y la ingeniería. Estas exploraciones basadas en la creatividad ecológica a través del diseño, pueden estimular paisajes resilientes al mismo tiempo que responden a las necesidades de las comunidades y se integran en ellas.

En este contexto y en especial durante las últimas décadas, asistimos a la emergencia de la biomimética, de bios (vida), y de mimesis. Desde esta disciplina se estudia la forma en que la naturaleza ha resuelto los problemas, como una fuente de invención y creatividad en el diseño en situaciones análogas. Aunque bajo su paraguas se refugian muchos tipos distintos de proyectos, lo cierto es que no se trata meramente de una cuestión morfológica, sino que va más allá del análisis de las formas naturales adentrándose en sus procesos y sistemas. Se aplica en una gran variedad de escalas, desde las turbinas de hidro-energía hasta la construcción de biohábitats. El diseño biomimético persigue acercar miles de millones de años de adaptación iterativa a una amplia gama de desafíos contemporáneos. En los entornos litorales su uso es cada vez más frecuente, sea para recuperar hábitats dañados o crear otros nuevos que mejoren la capacidad de resiliencia del sistema en su conjunto.

En este contexto, el diseño (re)generativo es una práctica intencionada vinculada a las comunidades y tecnologías locales. Persigue encontrar y fomentar la verdadera esencia de un lugar, explorando sus posibilidades y desbloqueando su potencial para evolucionar de forma dinámica y lo más autosuficiente posible. Al hacer hincapié en los sistemas socio-ecológicos (el descubrimiento de relaciones, conexiones y patrones) y trabajar dentro del contexto de los sistemas vivos (aceptación de la diversidad, la resistencia y la salud) colabora a preparar a las comunidades para recuperar los procesos ecológicos, enriquecer las interacciones sociales y crear riqueza y calidad de vida. Se aplica por ejemplo al diseño de estrategias integrales de gestión del agua (gestión del agua de tormenta, recolección de aguas residuales, tratamiento y reutilización de aguas residuales, humedales flotantes, láminas o pastos de algas, recogida y reutilización del agua de lluvia). Esta gestión del agua desde el interior de la plataforma continental hasta el océano genera un gradiente de hábitats que se pueden integrar en el metabolismo y la vida de las ciudades litorales a través de infraestructuras verdes (ecología urbana, corredores de fauna, gestión del agua de tormenta, jardines de agua de lluvia, calles verdes, cubiertas ajardinadas y jardines verticales, agricultura urbana, áreas de fitoremediación). En el espacio estuarino y marino sus diseños ayudan a la configuración de costas vivas gracias a componentes como muros pantalla vivos en contacto con el mar, mejora de hábitats cercanos a infraestructura portuaria, mejora de los hábitats en mar abierto, humedales flotantes, láminas o pastos de algas o arrecifes artificiales, entre otros.

4. INVESTIGACIÓN A TRAVÉS DEL DISEÑO (RE)GENERATIVO PARA LA RESILIENCIA COSTERA

Analicemos entonces algunas de estas herramientas. Desde que la vida ha existido en la Tierra la naturaleza ha desarrollado soluciones para adaptarse a sus propios desafíos. En el caso de las regiones y comunidades litorales, las soluciones de la naturaleza han incluido dunas, humedales, arrecifes, llanuras de inundación y un enorme gradiente de sedimentos, salinidad, nutrientes y vegetación. Su capacidad de resiliencia como la del conjunto de los sistemas vivos está vinculada con su complejidad, siempre en constante evolución y adaptación a las condiciones cambiantes. Las soluciones que ofrece la naturaleza aportan beneficios como la creación de hábitats, el control de la erosión o el filtrado de sustancias dañinas, entre otros. Por eso, son cada vez más los proyectos de resiliencia costera que encuentran inspiración en la naturaleza para crear infraestructuras vivas. Estas infraestructuras vivas forman a su vez parte de propuestas holísticas que suelen integrar infraestructuras verdes a distintas escalas. El abanico de componentes, infraestructuras y sistemas es cada vez más extenso. No obstante, los matices entre todos ellos dependen de las condiciones particulares de cada lugar.

4.1 Costas vivas (living shorelines)

Bajo esta denominación se definen el conjunto de prácticas de gestión costera que proporcionan beneficios de control de la erosión, protegen, restauran o mejoran el hábitat natural de la costa y mantienen los procesos costeros a través de la ubicación estratégica de plantas, piedras, relleno de arena y otros materiales orgánicos estructurales (por ejemplo, biológicos, arrecifes de ostras, etc.) (NOAA). Aunque esta es la definición más extendida la que proporciona el Connecticut Department of Energy and Environmental Protection¹¹ es más amplia ya que no solo incluye la restauración y mantenimiento. Del mismo modo no habla sólo de hábitats y procesos, sino que incluye también las funciones.

11. Ver CTDEEP Working Definition of Living Shorelines, en An Act Concerning the Coastal Management Act and Shoreline Flood and Erosion Control Structures: <http://www.ct.gov/deep/cwp/view.asp?A=2705&Q=512226>.

Además, reconoce que estas costas vivas pueden combinar elementos estructurales junto con los componentes de base natural: “Una práctica de control de la erosión en la costa que también restaura, mejora, mantiene o crea hábitats, funciones y procesos naturales costeros o ribereños. Los hábitats costeros y ribereños incluyen, pero no se limitan a, pisos intermareales, marismas, sistemas dunares. Estas costas vivas pueden incluir características estructurales combinadas con componentes naturales para atenuar la energía de las olas y las corrientes” (**Connecticut General Assembly, 2012**). La estabilización de la costa no necesita crear una barrera entre la tierra y el mar, como es el caso de las estructuras de estabilización denominadas como duras. Su ámbito espacial suele identificarse con el de los frentes litorales, pero no como una estrecha banda, sino como un ámbito dinámico. Las costas vivas se están abriendo camino como una alternativa a las técnicas ingenieriles tradicionales, ya que al mismo tiempo que controlan la erosión, pueden reducir los daños de las tormentas e inundaciones. Pero además proporcionan servicios ecosistémicos a la sociedad, incluyendo la producción de alimentos y la mejora de la calidad del agua. Por estos motivos su desarrollo proporciona a las comunidades litorales la base científica y la orientación práctica necesaria para implementar una gestión efectiva de la costa que mejore los servicios de los ecosistemas y la resiliencia costera.

Img: Freshkills Park. North Park Tidal Wetland Restoration with Living Shoreline, Staten Island, NY (Field Operations; Biohabitats Inc., 2012).

Por ejemplo, la empresa Biohabitats y el New York City's Department of Parks & Recreation (NYCDPR) restauraron casi una hectárea de humedales costeros en Freshkills Park (**Field Operations; Biohabitats Inc., 2012**). El lugar que había sido considerado durante cincuenta años como el mayor vertedero del mundo y para cuya (re)generación se convocó en el año 2001 un concurso internacional de ideas que ganó James Corner y su oficina Field Operations. El proyecto de Fresh Kills se explicará con mayor detalle más adelante¹², pero basta recordar que fueron colonos holandeses los que en el siglo XVII le pusieron este nombre gracias a sus aguas frescas. Su ubicación, a orillas de un estuario en el lado oeste de Staten Island, fue una vez un paisaje de humedales costeros donde habitaba una rica diversidad de flora y fauna. Juntos, estos ecosistemas actuaban como esponjas absorbentes de las inundaciones, lo cual era esencial para la ciudad durante la temporada de ciclones.

Img: Freshkills Park / NYC Parks and Recreation, Staten Island, NY (Field Operations; Biohabitats Inc., 2012).

En este caso la recuperación de las marismas de marea fue posible gracias a la financiación del New York Department of State's Office of Coastal, Local Government & Community Sustainability. El proyecto de estabilización y (re)generación del frente litoral se concibió como un proyecto piloto, como un laboratorio, que serviría para guiar futuras restauraciones en el parque. La singularidad de las condiciones del emplazamiento y del sustrato lo hacía imprescindible. Una costa viva, construida con troncos de fibra de coco, sacos de mejillones, y arena, que cumple múltiples objetivos simultáneamente: la disipación de la energía de las olas, la creación de hábitats acuáticos, la estabilización de la línea costera, la mejora de la calidad del agua y un control adicional de la erosión. Pastos y malezas nativas, como la spartina y la lavanda de mar, fueron plantados para asegurar aún más el sitio y proporcionar un hábitat adicional.

12. Ver pág. 194. Fresh Kills Park.

El proyecto se desarrolló durante la primavera de 2012 y colaboró junto con el resto de las intervenciones llevadas a cabo hasta esa fecha a proteger a las comunidades de Staten Island de inundaciones mayores durante el huracán Sandy en octubre de 2012 (FreshkillsPark.org et al., 2013). Tan solo unos meses después de Sandy, el New York Times publicaba: “during Hurricane Sandy, the “Fresh Kills landfill on Staten Island absorbed a critical part of the storm surge. Its hills and waterways spared nearby neighborhoods like Travis, Bulls Head, New Springville and Arden Heights from much worse flooding.” (Kimmelman, 2012). La repercusión mediática de los beneficios de estas costas vivas tras Sandy, sirvió también para concienciar a las comunidades locales y reforzar la apuesta técnica y política de la ciudad de Nueva York por este tipo de estrategias vinculadas a los procesos naturales como mecanismo de adaptación a los efectos del cambio climático. De hecho Sandy Success Stories, publicada en 2013, es el resultado del estudio de diseños, tecnologías y características naturales que ayudaron a un edificio, un determinado lugar o un barrio de la región de New York y New Jersey a reaccionar relativamente bien durante la tormenta. Los estudios pretenden llamar la atención sobre soluciones preexistentes en la ciudad y su comportamiento durante Sandy para que sirvan como punto de reflexión de nuevos diseños resilientes en el área. El estudio indica que casi la mitad de la costa de la ciudad de New York es parte de una red de parques y espacios públicos. Solamente desde 2002, más de 151 hectáreas de su frente litoral se han reconvertido en parques. El diseño de estos parques normalmente ha implicado la restauración de antiguos humedales y la integración de estrategias de protección contra inundaciones. Entre ellos, Fresh Kills Park ocupa una posición destacada (Happold Consulting, 2013, 22-25).

Img: Sandy Success Stories (Happold Consulting, 2013, 9).

4.2 Islas vegetales flotantes (Floating islands)

Las islas vegetales flotantes también llamadas balsas flotantes, humedales artificiales flotantes, islas vegetadas flotantes, sistemas de humedal flotantes, entre otros, son un tipo novedoso de proyectos de base ecológica. Construidos con materiales no tóxicos y vegetación adaptada, flotan de manera libre, o ancladas al fondo y a las riberas. La matriz de la isla flotante, con sus fibras densas y textura porosa, es la superficie perfecta para el crecimiento de grandes cantidades de microbios en un corto periodo de tiempo, mientras que una fracción más pequeña es absorbida por las raíces de las plantas. Son generalmente de carácter modular y se llevan a cabo con múltiples propósitos. Entre ellos para proteger diques, marismas u otros ámbitos sujetos a la erosión. En muchas ocasiones se utilizan también como proyecto piloto que permite obtener información a su vez sobre la necesidad de la instalación futura de rompeolas en alta mar para proteger las costas, playas y los humedales afectados significativamente por la subida del nivel del mar u otros efectos del cambio climático. También se utilizan en múltiples ocasiones para mejorar e incluso limpiar las aguas costeras de contaminantes. Existen diversas opciones para los componentes flotantes de los humedales y para su estructura, conexiones, modularidad, material vegetal y flotabilidad; así como diferentes posibilidades de interacción humana, educación, alcance comunitario, sostenibilidad y mejora de la calidad del agua.

Materials

Phasing

Img: módulos y materiales. Fuente (Green Futures Lab, 2013).

Islas flotantes de Biohaven

Su composición es básicamente a partir de unos módulos de esteras flotantes realizadas con distintos materiales, normalmente plástico reciclado (PET)¹³, unidas con espuma de poliuretano y plantadas con vegetación adaptada a las condiciones climáticas de la zona. La espuma proporciona flotabilidad y adhesión. La flotabilidad de la isla es ajustable. La materia orgánica se coloca encima de la isla antes de que las plantas se asienten. Normalmente la vegetación utilizada tiene largas raíces que sirven a la comunidad subacuática para generar nuevos hábitats. La introducción en este caso de un sistema biológico activo para atenuar la energía de las olas, añade muchos beneficios ecológicos, incluyendo la capacidad del sistema para colaborar en la eliminación de la contaminación del agua.

Img: Floating Breakwaters(BFB) (BioHaven, 2012).

Sistemas gestionados de plantas acuáticas (Managed aquatic plant systems MAP)

Generalmente compuestos por una alfombra muy fina, de apenas centímetro y medio de espesor realizada de un material flotante. Las plantas se colocan en los agujeros y sus raíces crecen libremente en el agua proporcionando una amplia superficie colonizable por microorganismos.

Img: Biohabitat's floating habitat mattresses made of 100% recycled plastic bottles, seen here filled with soil and plants by a team of volunteers and ready for deployment as experimental land makers near the Isle de Jean Charles, Louisiana. Image: America's Wetland volunteers plant. (America's Wetland, 2011; BioHaven, 2012).

En el caso por ejemplo de Jamaica Bay, se desarrolló un proyecto piloto por Biohabitats, HDR y Hazen & Sawyer. Se trata de un diseño atenuador de la energía de las olas utilizando una serie de esteras flotantes plantadas con *alterniflora spartina*, colaborando a la creación de hábitats subacuáticos y a la eliminación de contaminantes de Jamaica Bay. Se usaron además dispositivos de vigilancia acústica a distancia para medir la eficacia de estos prototipos en desviar y reducir la energía de las olas, así como la disminución prevista de la erosión a lo largo del borde de los humedales. El objetivo de utilizar esta información es determinar si otras estructuras en el mar (en este caso: bancos de ostras) podrían ser plantados en áreas similares para proteger otras zonas más vulnerables de la costa.

Imgs: Jamaica Bay Floating Island Wave Attenuator Pilot Project, New York City, NY by NYC Water (NYC Environmental Protection, 2015).

13. PET: Tereftalato de polietileno: Es un tipo de plástico utilizado mayormente en los envases de bebidas, en especial botellas de agua, y en textiles. Su reciclaje es importante desde el punto de vista medioambiental por su presencia masiva.

4.3 Tapete de algas filtrador (Algal Turf Scrubber)

Img: Algae on screen from Everglades 1991 study. Reprinted from Adey and colleagues (1993) (Adey; Kangas; Mulbry, 2011).

Las actividades humanas han contribuido a una sustancial degradación de los ecosistemas acuáticos. La eutrofización y la proliferación de algas nocivas son más frecuentes en los ríos y las zonas costeras. Además, el aumento en la agricultura y la industria en estas áreas se ha traducido en un aumento de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo en la descarga de afluentes. Esto supone uno de los principales problemas y de las fuentes de preocupación para la acuicultura y la pesca. La exportación de estos nutrientes a las aguas costeras puede provocar consecuencias negativas como una tasa más alta del fitoplancton o hipoxia severa, además de tener otros efectos indirectos. Para mejorar y restaurar los ecosistemas acuáticos es necesario reducir este aporte de nutrientes. Para ello existe cada vez más una demanda creciente de tecnologías de bajo costo basadas en procesos ecológicos. El Algal Turf Scrubber (ATS) (o el tapete de algas filtrador) es un sistema de filtración biológica inventado por el científico Walter Adey en la década de los 80 del siglo pasado en el Smithsonian Institution. Desde entonces, el sistema consistente en una tecnología basada la utilización de distintas algas filamentosas, de distintos géneros y especies para capturar la energía de la luz solar y construir biomasa de algas a partir de CO₂, ha ido evolucionando aunque manteniendo su esencia.

Se trata de un capturador altamente eficiente de los nutrientes del agua dulce, salobre y de mar, así como de un amplia variedad de residuos y aguas contaminadas industrialmente. Esto le ha valido su utilización para la limpieza de las aguas en las costas. Además, estas cosechas de algas producen más biomasa que otros cultivos agroforestales de las mismas latitudes. Es un producto muy versátil ya que sirve para capturar nutrientes, filtrar el agua, servir de forraje para el ganado y abono orgánico que se utiliza para producir papel y algunos materiales de construcción. Sirve para el secuestro de carbono y su biomasa puede convertirse en productos energéticos como el biodiesel, gasóleo y metano.

Img: Algal screens in a coral reef environment in the eastern Caribbean Sea (Adey et al., 2011).

The Jamaica Bay ATS Pilot Project, New York City, NY, por ejemplo es un estudio piloto desarrollado en Jamaica Bay. Se construyó en Rockway Wastewater Treatment Plant (WWTP) y se implantó en septiembre de 2010. El sistema estuvo funcionando satisfactoriamente hasta el Huracán Sandy, que obligó a reutilizar el área ocupada por el proyecto para una terminal de ferris. El objetivo de este proyecto era determinar la efectividad del sistema para eliminar los nutrientes, carbono y otras sustancias contaminantes de la bahía al mismo tiempo que se valoraba el uso posible de la producción de dichas algas. Los resultados fueron satisfactorios en las dos temporadas en las que estuvo funcionando y la cosecha de algas se utilizó para producir biofuel (New York City Department of Environmental Protection, 2014).

4.4 Restauración de humedales intermareales (Tidal Wetland Restoration)

Los humedales son unos ecosistemas singulares debido a su posición en los límites de los sistemas acuáticos y terrestres. Esta condición, unida al flujo de las mareas les confiere una de sus características más identitarias y es la dualidad de sus condiciones de sequedad o humedad a lo largo del día y las estaciones. Por lo tanto, su régimen hidrológico, la calidad del suelo y sus condiciones bióticas son muy particulares, al estar saturadas de agua durante determinados periodos. Estos suelos anaeróbicos (sin oxígeno) estimulan el crecimiento de microorganismos que captan el oxígeno de determinadas partículas, favoreciendo el crecimiento de un particular tipo de vegetación que proporciona el hábitat para especies adaptadas al mismo tiempo a ambientes secos y húmedos. Entre éstos se encuentran un gran número de invertebrados, peces, reptiles y anfibios que son a su vez el sustento de numerosas aves migratorias. Estos ricos ecosistemas son también el soporte de importantes actividades económicas como la pesca.

Aproximadamente el 75% de las especies marinas de los estuarios dependen de las condiciones de sus humedales para mantener la calidad de sus aguas. Además, estos valiosos ecosistemas ejercen una función de control de la erosión mediante la disipación de la energía de las olas, suponiendo uno de los más importantes elementos de estabilización de los bordes costeros. Por estos mismos motivos son como esponjas que disminuyen los efectos de las inundaciones. Otro importante beneficio de estos ecosistemas es su capacidad de capturar sedimentos y filtrar sus contaminantes, colaborando de este modo a mejorar la calidad del agua. A pesar de todo ello todavía durante los años 60 del siglo pasado se seguía pensando que una vez que estos ecosistemas habían desaparecido, lo hacían para siempre y por lo tanto se empezó una fuerte campaña para su protección a lo largo del mundo. Uno de los primeros libros sobre la materia publicado en 1969: *Life and Death of the Salt Marsh* (Teal; Teal; Fish, 1969), ni siquiera utilizaba el término de la restauración. Poco a poco los primeros intentos de restauración se basaron en la plantación de vegetación, aunque hubo que esperar a bien entrados los 80 para contemplar proyectos diseñados para replicar las condiciones de los humedales. Al mismo tiempo, los primeros proyectos eran relativamente pequeños y por lo tanto sus beneficios ecológicos tenían impacto en un área reducida. Sin embargo, en la medida en la que las técnicas fueron mejorando y se ganó en conocimiento del funcionamiento de estos ecosistemas, de sus condiciones, las mareas, la salinidad y los procesos de sedimentación, entre otros factores, se pudo dar el salto a proyectos más ambiciosos desde el punto de vista de su escala y alcance. Precisamente este alcance mayor y su necesaria coordinación con la política portuaria, pesquera o urbanística, obliga a su integración en los procesos de planificación espacial, elevando estas técnicas a algo más que la mera recuperación ambiental e integrándolas con campos como el diseño o la planificación. La recuperación de estos ecosistemas suele incluir además la manipulación de las condiciones topográficas para conseguir restablecer los flujos de agua. Para ello a veces es necesario recurrir a estructuras de control de agua como presas, diques, azudes o canalizaciones. Por supuesto, estas operaciones requieren del sembrado y plantación intensiva de especies nativas o adaptadas a las condiciones climáticas del lugar.

Img: Location of the Barataria Preserve, proposed park boundary expansion, existing and proposed levees, and pumping stations (U.S. Department of the Interior. National Park Service, 2008).

Por ejemplo, el delta del río Mississippi contiene millones de acres de humedales costeros que son el medio en el que se desarrollan pesquerías y diversas actividades recreativas vinculadas a la naturaleza. Del mismo modo actúan como defensa ante los efectos de los temporales y el fuerte oleaje y son un filtro depurador natural de la calidad del agua. Por lo tanto, los beneficios económicos de estos ecosistemas son innegables aunque en la actualidad se pierden miles de hectáreas cada año. En el caso del Mississippi como en el de muchos otros deltas en el mundo, la pérdida de sus humedales costeros ha producido una ruptura en los complejos equilibrios de estos sistemas socio-ecológicos, aumentando su vulnerabilidad no solo ante los efectos del cambio climático, huracanes o tormentas, sino también ante la imposibilidad de seguir manteniendo determinadas actividades económicas con la misma rentabilidad (como la pesca o la acuicultura). Años de construcciones de canales a lo largo de los humedales para la extracción de combustibles fósiles han contribuido también al deterioro y destrucción de estos paisajes. En la actualidad su recuperación se ha reconocido como una cuestión estratégica y vital para toda la región¹⁴. Se estima que esta recuperación crea unas $\frac{3}{4}$ partes del mismo número de empleos que la construcción de infraestructuras, tales como las carreteras o gaseoductos, por cada millón de dólares invertido. Al mismo tiempo, esto supone una manera de reconectar a las comunidades con su medio y aumentar su calidad de vida.

The Barataria Preserve es uno de los humedales que ha sido más alterado por la construcción de estos canales. Situado al sur de la ciudad de New Orleans, se trata de un área de más de 8.000 hectáreas de bosque y marismas que forma parte de The Jean Lafitte National Historic Park and Preserve (U.S. Department of the Interior. National Park Service, 2014). Esta reserva proporciona su hábitat a especies de flora y fauna características del delta, es una de las zonas de refugio y parada de numerosas aves migratorias, una incubadora de organismos estuarinos que han convertido la zona en una de las reservas de pesca más productivas del país. Se trata de un enclave que representa gran parte de la diversidad de especies propias del Gulf Coast, constituyendo una de las marismas más extensas de todo el continente.

Img: Wetlands at Jean Lafitte National Historic Park after restoration (Biohabitats Inc.).

La recuperación de esta área ha consistido en la retirada de especies invasoras, el relleno de canales, la mejora de la calidad de los suelos, la restitución de los flujos de agua favoreciendo el aporte sedimentario y de nutrientes y la renovación de estos nuevos suelos con especies propias de los humedales de la zona, adaptadas a sus condiciones climáticas (Louisiana Coastal Wetlands Conservation and Restoration Task Force; Wetlands Conservation and Restoration Authority, 1998).

14. Ver pág. 228. Laboratorio 2. Change Course Competition.

Como se desprende de este sintético recorrido, la lista de tecnología experimental vinculada a la construcción y restauración de ecosistemas vivos es interminable, tan amplia como la diversidad de paisajes, componentes y relaciones entre los mismos que generan las condiciones y los procesos adaptativos, cambiantes y dinámicos que permiten la vida, una vida evolutiva, en el Planeta. Aplicada a los sistemas costeros: recuperación de entornos habitados por vegetación acuática y moluscos, restauración de dunas y playas, muros pantalla vivos en contacto con el mar, mejora de hábitats cercanos a infraestructura portuaria, mejora de los hábitats en mar abierto, humedales flotantes, láminas o pastos de algas o arrecifes artificiales, entre otros. Sería necesario mucho más que un apartado de un capítulo para abarcarlos a todos. Habría que remontarse a cuando en 1971 el ecologista H.T Odum, en su libro *Energy, Power and Society*, proponía una extraordinaria nueva dirección de la sociedad humana, una nueva y provocadora ley de la termodinámica que incluyera la vida (Odum, 1972). La idea de Odum germinó rápido, extendiéndose por muchas ramas, entre las que se encuentra la ingeniería ecológica que esencialmente lo que persigue es recrear los modelos de auto-organización y las condiciones que posibilitan generar sistemas salvajes en entornos controlados. Por eso si hubiera que dar un manual de referencia para continuar profundizando en la amplia lista de tecnología experimental vinculada a la construcción y restauración de sistemas litorales este sería sin duda *Dynamic Acuaria*. La experiencia de los autores en el Smithsonian durante más de dos décadas trabajando con manglares, arrecifes de coral y otros sistemas marinos le dota de una perspectiva única al tema (Adey; Loveland, 2007).

Img: Portada del libro *Dynamic Aquaria* (Adey; Loveland, 2007).

5. COMMUNITY ENGAGEMENT

El diseño de procesos que incorporan percepción y aprendizaje es crítico para generar soluciones duraderas, especialmente en el desarrollo de vínculos entre desafíos sociales y ecológicos retorcidos. Por ello uno de los principales papeles de los diseñadores y planificadores es el de servir como interlocutores entre el medio y la sociedad, centrando el objetivo no sólo en los valores ambientales y estéticos, sino también en la capacidad de autogestión y aprendizaje, derivados de sus procesos de implantación. La investigación a través del diseño posibilita precisamente la inclusión de todos los agentes implicados desde el principio. El fin es doble: por un lado colaborar a resolver los problemas de funcionalidad ecológica y riesgos en el marco del cambio climático y por otro, favorecer la retroalimentación positiva de los sistemas. Cuestiones ambas claves de la resiliencia costera. En este sentido un proyecto que ha tenido repercusión mundial, por el ámbito en el que se ha desarrollado, pero también por su pervivencia en el tiempo, es the Billion oyster Project. Una estrategia a largo plazo y un plan a gran escala para restaurar mil millones de ostras vivas en el puerto de Nueva York durante los próximos veinte años. No se trata solo de un proyecto ambiental, sino que persigue también formar a miles de jóvenes de la ciudad de Nueva York en el cuidado de su ambiente marino. Los alumnos de New York Harbour School han estado cultivando ostras desde hace ya más de seis años en el puerto. Han aprendido a bucear con seguridad, migrar las larvas de las ostras, construir y gestionar los viveros de ostras, diseñar equipos de monitorización bajo el agua y llevar a cabo proyectos de investigación en uno de los puertos más activos y también con las aguas más contaminadas de Estados Unidos. Estos estudiantes con la ayuda de socios y voluntarios han trabajado ya con más de once millones de ostras. En el proyecto han participado 36 escuelas públicas que han incorporado a sus clases de matemáticas y de ciencias experiencias basadas en el lugar y en el desarrollo del proyecto (New York Harbor School, 2014).

Img: B.O.P Oyster Gardening Manual
(New York Harbor School, 2014).

El motivo por el cual este proyecto se centra en las ostras es porque estas especies eran clave para el ecosistema del puerto de New York. Aunque hoy en día sea difícil de imaginar, cuando Henry Hudson llegó por primera vez al puerto de Nueva York en 1609 tuvo que atravesar las más de 89 hectáreas de arrecifes de ostras que poblaban la desembocadura del río Hudson y que suponían una buena parte de la base de la economía y el comercio local. Proporcionaban además valiosos servicios ecosistémicos a la región mediante la depuración del agua, generaban singulares hábitats para otras especies marinas y atenuaban la energía de las olas. Era uno

Img: Oyster Reefs Restoration Opportunities. Hudson-Raritan Estuary Comprehensive Restoration Plan for New York Harbour Estuary (U.S. Army Corps of Engineers New York District et al., 2009, 70-71).

de los enclaves más productivos, diversos y dinámicos desde el punto de vista ecológico. Pero en 1906 las ostras habían desaparecido prácticamente del puerto como consecuencia de la sobreexplotación, el dragado y la contaminación. El agua se había convertido en un medio tóxico carente de casi cualquier forma de vida. Fue necesaria la aprobación de la Clean Water Act (1971) para evitar más vertidos y contaminación. La ausencia de estos organismos ha deteriorado la capacidad del estuario para limpiar el agua y absorber el exceso de nitrógeno. Al mismo tiempo, la pérdida de los arrecifes ha reducido los hábitats de protección, desestabilizando el fondo del mar y dejado el litoral más vulnerable a la acción de las fuertes olas en caso de huracanes o tormentas. En la actualidad, el proyecto tiene como objetivo revertir estos efectos mediante la restauración de los arrecifes de ostras y con el tiempo, restaurar los mecanismos naturales del ecosistema marino local para mantenerse a sí mismo, lo que dará como resultado un agua más limpia y una mayor biodiversidad. Por otra parte, al involucrar a los estudiantes y al público en general en este trabajo, se construye una cultura en común y una más sólida comprensión y valoración del puerto para las generaciones futuras.

Este proyecto guarda relación con otro aún más ambicioso a desarrollar por el US Army Corps of Engineers en el Hudson-Raritan Estuary, entre otras experiencias piloto dirigidas a la mejora de la calidad ambiental y la resiliencia del estuario, consistente en la restauración de más de 2000 hectáreas de bancos y arrecifes de ostras para el año 2050.

Ambos proyectos están dirigidos a mejorar la calidad de vida de las poblaciones, desde el punto de vista ambiental, de la salud, pero también social y cultural. Abren nuevas posibilidades de integración de la ciudadanía con el litoral reforzando la identidad de las comunidades, a la vez que se genera una mayor consciencia colectiva sobre su entorno. La regeneración ambiental junto con la propuesta educativa le confieren a estos lugares un atractivo añadido. Precisamente por ello el tratamiento de la calidad escénica y el uso público de estos espacios se convierte en un elemento esencial de la estrategia de resiliencia.

Img: Public Access (U.S. Army Corps of Engineers New York District et al., 2009, 108-109).

Este esfuerzo se inició en 1988, cuando el Congreso reconoció el estuario densamente urbanizado de New York-New Jersey como un espacio de importancia ambiental y para la salud e incluyó el puerto dentro de su programa de recuperación y gestión. Junto con la Fundación Hudson River y la Universidad de Cornell se dirigieron una serie de talleres y se identificó un mosaico de hábitats de restauración o de nueva creación, con criterios que no fueron exclusivamente ambientales, sino también sociales. A escala regional y metropolitana este espacio se conecta a través del sistema de parques y corredores de mayor escala.

Son muchos, aunque todavía insuficientes, los planes y proyectos en el ámbito del litoral basados en la investigación a través del diseño con criterios de resiliencia. No obstante, su alcance permite avanzar que cuándo además estos incluyen medidas basadas en los procesos naturales y se incorporan a todos los agentes, el resultado va más allá de la mera recuperación ambiental, integrándose en los programas de infraestructuras verdes y espacio público, movilidad, educación o salud. Es decir, configurando nuevos paisajes. Por eso es posible imaginar que la reducción del riesgo frente a las inundaciones o la subida del nivel del mar puedan servir de base a planes y proyectos que favorezcan la cohesión social, la integración, la equidad y la calidad de vida de las poblaciones. Y es posible que todo ello venga de la mano de paisajes experimentales e híbridos en los que tienen lugar transformaciones físicas y culturales.

6. DISEÑO DE PAISAJES EXPERIMENTALES FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Las comunidades costeras deben adaptar sus estrategias de planificación con el objetivo de mitigar los riesgos inherentes al cambio climático. Estructuras de Resiliencia Costera (Structures of coastal resilience, SCR) es un proyecto de investigación que integra ciencia con diseño urbano y paisajístico. El objetivo de este programa promovido por la Fundación Rockefeller es el de avanzar en la investigación y la innovación de la adaptación de las áreas costeras a los efectos del cambio climático y en especial, su protección frente a los huracanes y tormentas. Como ya se ha indicado el marco contemporáneo que posibilita afrontar las transformaciones necesarias para esta adaptación está liderado por el concepto de resiliencia frente al riesgo. Esto supone la integración de estrategias basadas en la naturaleza y sus procesos con otras infraestructurales. Para ello es necesario avanzar en diseños experimentales basados en estudios científicos que desarrollen estas estrategias. Esta aproximación es la que ha movido a la Rockefeller Foundation a apoyar y financiar proyectos como 100 Resilient Cities, Rebuild by Design o este mismo: Structures of coastal resilience. Pero la idea en este caso es aún más ambiciosa ya que persigue convertirse en el punto de partida de nuevos marcos legislativos, tipologías y modelos de resiliencia costera implementables por los organismos oficiales y empresas gubernamentales, renovando así la planificación costera.

La idea de este proyecto surgió en octubre de 2013, meses después de que el huracán Sandy azotara la costa Este de Estados Unidos, poniendo en evidencia la necesidad de contar con planes y proyectos a medio y largo plazo para sobrellevar los efectos de cambio climático. El reto consiste en que estas medidas sean tenidas en cuenta por el US Army Corps of Engineers (USACE) para el desarrollo de una serie de proyectos piloto que permitan repensar sus marcos conceptuales y técnicos. Y es que en Estados Unidos como en muchos otros países, es el cuerpo de ingenieros el que lidera la construcción de las infraestructuras para controlar la erosión y proteger a las comunidades de las inundaciones. Aunque es difícil generalizar, los criterios que guían estas obras son los de la protección frente al riesgo y se afrontan mediante la construcción de costosos sistemas de control hidráulico y actuaciones que pueden considerarse como duras y masivas. En el caso de Estados Unidos y como preludio de las metamorfosis de las que hablaba Beck, los fallos en las estructuras de control de inundaciones costeras y fluviales de USACE durante los huracanes Katrina y Sandy hicieron aflorar las críticas de la mano de una creciente preocupación social. Una llamada de alerta masiva que posibilitó, al menos, que el trabajo desde otras

Img: Sandy, Noviembre 2012, Revista Time (EE.UU).

perspectivas, como la de proyectar con la naturaleza, fueran tenidas en cuenta. También que materiales como los anteriormente descritos (dunas, ostras, arrecifes de coral, islas barrera, bosques marítimos y humedales) se incorporaran a la paleta con la que realizar estas infraestructuras. Para USACE, por primera vez, el foco pasó del control del riesgo, a la gestión del mismo. Incluso esta denominación sustituyó a la que encabezaba los antiguos manuales del cuerpo de ingenieros.

En este caso, SCR puede ser visto como una continuación e importante aportación al cambio de rumbo que supuso la Disaster Relief Appropriation Act del año 2013, a la luz de la cual se desarrollaron documentos como Coastal Risk Reduction and Resilience¹⁵ (USACE US Army Corps of Engineers, 2013) y The North Atlantic Coast Comprehensive Study¹⁶ (USACE US Army Corps of Engineers, 2015) a los que SCR complementa. Sin duda alguna uno de los aspectos más interesantes de estos documentos, por lo que suponen como preludio de metamorfosis, tiene que ver con la reformulación y alcance de lo que se dominan como estructuras naturales y basadas en la naturaleza¹⁷.

SCR recoge también el relevo de otra investigación anterior al huracán Sandy liderada por Catherine Seavitt y Guy Nordenson desde la Universidad de Princeton, para la adaptación a la subida del nivel del mar en el puerto de la ciudad de Nueva York. Dicho proyecto culminó entonces en una publicación: On the Water: Palisade Bay y en la exposición Rising Currents, en el Museo de arte moderno de la ciudad (MoMA, 2012)¹⁸.

SCR se ha realizado con el trabajo conjunto de cuatro equipos de investigación de las universidades de Princeton, Harvard University, the City College of New York y the University of Pennsylvania, en colaboración con miembros de the Army Corps of Engineers' North Atlantic Division, incluyendo su National Planning Center for Coastal Storm Risk Management y the Corps' Engineer Research and Development Center en Vicksburg, Mississippi. Estas universidades han incorporado los fundamentos de este proyecto de investigación en distintos talleres y estudios amplificando de este modo los trabajos a lo largo de sus 18 meses de duración.

"Our hope and intention is that these academic studies, and the design thinking they have engendered, will influence USACE's approach to risk management going forward. Though the work of Structures of Coastal Resilience is not officially part of the Comp Study, ongoing discussions with members of USACE and their generous reality checks have informed our research, helping to reframe our thinking on resilience and to push us outside the comfortable niche often occupied by designers" (Seavitt, 2015).

15. US Army Corps of Engineers (2013). Coastal Risk Reduction and Resilience. CWTS 2013-3. Washington, DC: Directorate of Civil Works, US Army Corps of Engineers.

16. North Atlantic Coast. Comprehensive Study: Resilient Adaptation to. Increasing Risk. MAIN REPORT. Final Report. January 2015.

17. Ver natural and natural based features. <http://urbanomnibus.net/2015/01/experimental-research-studio-jamaica-bay/>.

18. Ver pág. 234. Referentes del concurso Rebuild by Design.

En este caso buena parte del estudio se centra en los efectos del oleaje durante las tormentas y huracanes ya que éstos son por una parte una de las causas principales de fallecimientos y por otra una de las causas mayores de los daños a las infraestructuras y bienes, pero también a los sistemas ecológicos. Teniendo en cuenta estos efectos y su amplificación fruto de procesos inducidos por el cambio climático, el estudio propone cuatro emplazamientos concretos a lo largo de la costa Este como laboratorio. Estos emplazamientos dejan fuera a la ciudad de Nueva York ya que esta había sido el objeto de la mayoría de los estudios y proyectos desarrollados hasta la fecha debido a su densidad de población y a la acumulación de servicios y bienes. Se pretende por lo tanto llamar la atención sobre otros ámbitos que suelen quedar fuera de la inversión y actuación desde tradicionales métodos de evaluación de costes y beneficios en el área de New York – New Jersey. Los emplazamientos escogidos son en todo caso suficientemente amplios ya que como indica Seavitt: “The benefits and performance of natural features often increase with scale” (Seavitt, 2015). En concreto, el estudio se centra en Narragansett Bay, Rhode Island; Jamaica Bay, New York; Atlantic City, New Jersey; and Norfolk and Hampton Roads, Virginia.

SCR pone en común el talento de ingenieros, arquitectos y paisajistas con los últimos avances científicos. El proyecto propone abandonar el concepto de riesgo y abrazar el de resiliencia y para ello desarrollar por un lado nuevos modelos de predicción de tormentas y huracanes y por otro, nuevos planes y proyectos con capacidad de adaptación.

Img: Composición de los Equipos de SCR (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

La primera de las cuestiones no es tan fácil como podría pensarse a simple vista ya que la casi totalidad de los planes y proyectos a desarrollar en los entornos costeros están sujetos a la autorización de algún organismo nacional, regional o local. Precisamente estos organismos suelen ser bastante inmovilistas y reacios a cambiar sus parámetros de evaluación. Por eso SCR ha supuesto el trabajo de estos investigadores en coordinación con miembros de the Army Corps of Engineers' North Atlantic Division y the Corps' Engineer Research and Development Center en Vicksburg, Mississippi. Esto se ha logrado mediante la identificación de escenarios claros para tormentas frecuentes y eventos extremos que incluyan los efectos del cambio climático y la elevación del nivel del mar durante este siglo. Y es que uno de los objetivos del proyecto es fomentar una reconsideración de los

Img: Modelización del alcance de las marejadas provocadas por los huracanes y centradas en las zonas de estudio (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

límites absolutos de la zona de inundación en los mapas producidos por la Agencia Federal de Gestión de Emergencias (FEMA) y que determinan los códigos de construcción y las tasas de los seguros. La climatología muestra que las fronteras geográficas de riesgo de inundación deben basarse en las probabilidades y los resultados de los diferentes eventos de tormenta, y no en la evaluación de diques artificiales que pueden ser sobrepasados por las olas en caso de fuertes vientos y huracanes. De hecho, muchas de las casas y negocios afectados por el huracán Sandy no estaban situadas en las zonas previstas para inundaciones de los mapas de FEMA.

Debido a los procesos de subsidencia y al aumento dinámico del nivel del mar en la costa media Atlántica, es posible que el aumento del nivel del mar local en las zonas de estudio supere la media global. Según los estudios específicos realizados en SCR, las proyecciones de aumento nivel del mar en la zona para 2100 se estiman en unos 90-110 cm, siendo sustancialmente más altos que el valor medio global que está en torno a los 78 cm. Incluso se espera que la magnitud de la subida del nivel del mar sea mucho mayor durante la segunda mitad del siglo. En todo caso, estas predicciones locales de aumento del nivel medio del mar deben combinarse con las de los temporales y marejadas, que en esta zona deben tener en cuenta los huracanes para valorar las tendencias del riesgo de inundación (Oppenheimer; Little, 2014).

Img: La línea negra muestran las tendencias locales y la azul la proyección media global de subida del nivel del mar. Las bandas sombreadas indican los márgenes de incertidumbre (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

Para evaluar las probabilidades de inundación provocadas por los huracanes se utilizó una metodología innovadora y distinta a la utilizada tradicionalmente por USACE (basada en los datos históricos). Por el contrario, la metodología propuesta se basa en la simulación de probables tempestades proyectando los datos climáticos previstos. Es decir, que para producir una nueva evaluación de los riesgos actuales y futuros de las inundaciones costeras en las cuatro áreas de estudio de la costa estadounidense del Atlántico Norte, el equipo SCR basa su evaluación de los riesgos de mareas provocadas por un gran número de huracanes sintéticos generados por las actuales y futuras condiciones climáticas. Una vez que se genera un huracán sintético, sus campos de presión y viento obligan a un modelo hidrodinámico que simula las marejadas. El modelo hidrodinámico utilizado es el conocido como Sea, Lake, and Overland Surge from Hurricanes (SLOSH) (Jelesnianski; Chen; Shaffer, 1992). Este es también el modelo utilizado por the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) para los planes de emergencia. Posteriormente estos datos se combinan con las probabilidades de aumento del nivel del mar proyectadas, para estimar el riesgo futuro de inundación (Lin; Emanuel; Oppenheimer; Vanmarcke, 2012; Lin; Mayo, 2014). La combinación de este nuevo método (creativo) basado no en datos históricos, sino en la combinación de condiciones capaces de provocar futuros eventos, superó las previsiones de los tradicionales métodos empleados por USACE.

No se trata de poner de manifiesto cuál de los dos métodos es mejor, sino de reconocer la incertidumbre sobre la intensidad y frecuencia de estos eventos. Es posible tener un orden de magnitud del rango en el que se moverán los eventos climáticos normales, pero es imposible asegurar que no vayan a ser superados. Por ese motivo se propusieron tres criterios iniciales de investigación:

La atenuación y la disipación de la energía de olas en alta mar para reducir la presión sobre las barreras, diques o humedales existentes.

La protección de las estructuras existentes contra las inundaciones contemplando la hipótesis de que las inundaciones inevitablemente se producen (modo de fallo seguro).

La planificación de la inundación controlada mediante el diseño y la gestión de los paisajes urbanos o naturales de los ámbitos de inundación.

Este proyecto se vincula a la planificación resiliente de los entornos costeros y a la gestión y diseño del paisaje, más allá de la mera protección frente al riesgo de las posturas ingenieriles mantenidas durante décadas por USACE. Una perspectiva, ¿una metamorfosis? que como se ha puesto de manifiesto en el capítulo anterior propone la integración de estructuras complementarias (naturales, basados en la naturaleza, no estructurales y estructurales), en las que participan todos los agentes implicados, desde las administraciones, las ONGs, empresarios privados y la ciudadanía en general. De hecho, el término Structures of Coastal Resilience está inspirado en la descripción del trabajo de USACE realizada por Todd Shallat en 1994 en el libro *Structures in the Stream: Water, Science, and the Rise of the US Army Corps of Engineers*. En él se recoge una definición del concepto de estructura que considerando los métodos de ingeniería del USACE como intervenciones desde el punto de vista literal y figurado. Todo ello como parte de una forma tecno-burocrática sistematizada de ordenar el paisaje vinculado a la gestión del ciclo del agua y a las tormentas, así como las instituciones que le dan forma (Shallat, 1994). Parafraseando a Carl Schmitt la ley es un sistema estructural y en este sentido es en el que Shallat utiliza el término structure (Schmitt; Ulmen, 2003). Es decir, las estructuras pueden ser diques o canales, pero también las instituciones o las normas.

En este contexto, el diseño resiliente invita a la recualificación paisajística desde la perspectiva de los procesos naturales (natural and nature-based features). Esto es lo que se ha denominado como proyectar con la naturaleza, infraestructuras blandas o el paisaje como infraestructura. Es decir, en vez de construir barreras se trata, en palabras de Guy Nordeson, de generar: "layered systems of natural and engineered structures that will respond in different ways to different hazards. It is a more nuanced and more resilient approach" (Sharlach, 2015). Los trabajos desde esta perspectiva son además diseños sensibles y flexibles. Sensibles, porque como ya se ha indicado¹⁹ están sujetos a las dinámicas naturales, lo que facilita desde su monitoreo y gestión percibir estos cambios. Esto supone un estado de consciencia que unido a la constante alerta de las investigaciones climáticas, posibilita a través de la gestión de estas estructuras amoldarlas a las condiciones cambiantes. Y efectivamente son flexibles, puesto que su propia constitución lleva implícito un código de evolución ecológica, que puede ser usado como agente de creatividad para diseñar escenarios futuros.

Img: 5000 synthetic hurricane tracks that pass within 200 km of the Battery in Lower Manhattan. Synthetic hurricanes are simulated by a statistical/deterministic hurricane model (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

19. Ver natural and nature based features. <http://urbanomnibus.net/2015/01/experimental-research-studio-jamaica-bay/>.

6.1 Estructuras anfibias (Amphibious structures)

Img: Mapa regional de la costa de South New Jersey. (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

El equipo de la School of Architecture of Princeton University (Paul Lewis, Marc Tsurumaki, David J. Lewis, Kevin Hayes y Anna Knoell) se centró en Atlantic City (New Jersey), un lugar económicamente y geográficamente vulnerable, por su condición de costa baja e isla barrera situada en la ruta de muchos de los temporales que históricamente han azotado esta costa, provocando numerosas alteraciones en su morfología. Además, se trata de la única área del conjunto de islas barrera en New Jersey que cuenta con un tejido urbano que se podría definir como denso. Por otro lado, uno de cada tres vecinos de Atlantic City vive por debajo del nivel de pobreza, lo que triplica la tasa de Nueva Jersey. El desempleo, del 13%, dobla la media de todo Estados Unidos. Esta situación tiene que ver con una historia de expansión y deterioro continuada que se remonta a 1870 cuando esta ciudad costera creció como un floreciente enclave turístico para los habitantes de Philadelphia y de New York gracias a la llegada del ferrocarril y a la construcción de su cinematográfico paseo marítimo. Pero como le sucedería a muchas otras ciudades costeras de Estados Unidos el fin de la Segunda Guerra Mundial supondría el inicio de un declive del que ya no se recuperaría nunca. Años más tarde la apuesta mono-funcional de la ciudad por los casinos y el juego, ha hecho que perdiese paulatinamente su atractivo turístico. A pesar del impulso económico y la revitalización de hoteles y casinos, la legalización del juego en otros estados cercanos y la recesión económica de 2008 agravaron aún más su progresivo deterioro. Hace tiempo que la ciudad parece un fotograma de Atlantic City que retrataba el realizador francés Louis Malle en 1980. Además su singular enclave lo hace vulnerable a huracanes y temporales, desde el primero conocido en 1889, hasta el huracán Sandy en 2012. Todos ellos han provocado destrozos en su famoso paseo marítimo y en los barrios adyacentes. Por supuesto USACE ha destinado numerosos recursos al refuerzo de estas instalaciones y a la alimentación de las playas y sistemas dunares. A pesar de todo ello, las olas generadas por las tormentas y huracanes sobrepasan estas barreras asolando todo a su paso como en un intento de recuperar los humedales ocupados hoy por la urbanización. El resultado es el de un sistema de protección tremendamente debilitado por el paso de los años y los temporales, cuestión que se ve amplificada en nuestros días por los efectos del cambio climático.

Img: Esta es una de las imágenes más emblemáticas de la destrucción provocada por el huracán Sandy y que se mostraba en camisetas, imanes de coches y la portada de los medios de comunicación: La montaña rusa del muelle del casino en Seaside Heights y el paseo marítimo destruido (Getty images).

Img: Ámbitos de protección de Atlantic City. Por alimentación de arena y por barreras (naturales o infraestructurales) mantenidas por USACE. (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

Todo ello lo convierte en un lugar ideal desde el que reconsiderar la relación entre la ciudad y el agua y proponer intervenciones que pongan en cuestión las tradicionales medidas de protección costera. La idea surge de reformular las medidas de USACE (natural, nature-based, structural and non structural) integrándolas en un diseño nuevo del espacio urbano que aporte un valor añadido desde el punto de vista de su atractivo económico y social. Para ello es necesario recuperar la relación de la ciudad con el agua y la sucesión de hábitats que le devuelva su funcionamiento ecológico.

La primera parte del estudio se centró en la posible combinación tipológica de medidas estructurales y basadas en la naturaleza proponiendo formas urbanas que facilitarían un sistema más dinámico y combinadas con estructuras a otras escalas que generaran futuros escenarios más complejos, diversos y resilientes.

Img: Matriz especulativa para explorar la hibridación de posibilidades entre la ciudad y la naturaleza. (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

La reflexión planteada por este equipo es que las tradicionales medidas de protección (diques, pantallas o muros) provocan la ruptura de la relación entre la ciudad y la costa desde punto de vista físico, ecológico y perceptivo. El planteamiento por lo tanto era investigar en nuevas formas híbridas, flexibles y evolutivas que devolvieran la vitalidad a la zona y la conectaran con su funcionamiento ecológico, de manera que pudiera inundarse parcialmente y desalojar con facilidad los flujos de agua. De este modo los elementos no se esconden ni se protegen de la fuerza del agua, sino que revelan y advierten sus dinámicas.

Finalmente el estudio se centró en el área de Chelsea Heights donde un estrecho canal de agua separa este barrio de la avenida principal de la

ciudad y de la zona de comercio y oficinas. Este área está además construida sobre antiguos humedales, lo cual indica ya su elevada vulnerabilidad. Sin embargo, su recuperación ambiental y paisajística todavía es posible si se trabaja en relación al gran sistema de islas de New Jersey. Probablemente en esta coyuntura las posturas más conservacionistas abogarían por desalojar el barrio y devolverlo a su condición de humedal (retreat) y otras más ingenieriles (hard infrastructures) harían valer la idea de construir (¿fiabiles?) infraestructuras defensivas. Sin embargo, el equipo desecha la idea de convertirlo en una fortaleza que nunca estaría totalmente segura frente a eventos climáticos impredecibles, supondría un coste excesivo y no aportaría ningún beneficio complementario desde el punto de vista ecológico o social. En este caso se apuesta por mantener el capital social y económico del área asumiendo que su supervivencia dependerá de algo más que la mera protección. De este modo el proyecto plantea una recualificación del tejido existente, de su capacidad de convivencia con el agua y de la mejora de su calidad paisajística.

Fortification

- * Short-term
- * Susceptible to failure
- * Separates community from waterfront
- * Requires maintenance
- * Depletes wetlands

- * Water becomes an amenity
- * Wetlands slow storm surges
- * Resilient infrastructure
- * Continued settlement and new development
- * Ecological attractions

Retreat

- * Destroys community
- * Tax base is lost
- * Buy-outs are costly
- * Politically impossible

Img: El suburbio anfibio se presenta como alternativa a las tradicionales estrategias de retiro o fortificación. La propuesta anfibia trabaja con la subida del nivel del mar y la construcción y migración de los humedales. Una propuesta combinada de medidas basadas en la naturaleza y otras infraestructurales, como mecanismo para regenerar el actual tejido urbano con criterios de resiliencia costera. (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

Se propone la idea de un suburbio anfibio, donde el agua pueda entrar y regularse con un conjunto de diques y esclusas. Los caminos elevados funcionan como bordes protectores: diques con beneficios para la comunidad. Estas barreras están estratégicamente diseñadas para permitir que el agua penetre en puntos específicos y provea canales navegables. Una permeabilidad controlada que se adquirirá de manera gradual con el tiempo. El proyecto contempla también elevar algunas viviendas y carreteras para recuperar y revitalizar los antiguos humedales costeros. No se debe olvidar que muchas de ellas presentan estructuras y sistemas constructivos de madera y por lo tanto son fácilmente transformables. Se prevé un plazo de 60 años, lo cual en principio permite acomodar las transformaciones necesarias en las viviendas a la evolución de las necesidades de sus ocupantes.

Img: Viviendas del barrio. (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

Al mismo tiempo, esta estrategia posibilita el mantenimiento del barrio, que de otra forma está destinado al abandono y a la lenta degradación, fruto de la imposibilidad de sus habitantes de hacer frente a las cuotas crecientes que imponen las aseguradoras a barrios vulnerables a las inundaciones. Los elevados costes de realización de infraestructuras de protección tradicionales tampoco son posibles de afrontar por la administración local o general con densidades de población bajas y con las previsiones de desarrollo económico de la zona. Por lo tanto, se aprovecha la necesidad de hacer frente a los efectos del cambio climático transformando el barrio y dotándolo de un valor añadido gracias a los beneficios ecológicos, económicos y sociales de una mayor calidad ambiental y funcionamiento ecológico de la zona. Pero para ello será necesario renegociar las fronteras existentes entre lo público y lo privado, cuestión que puede utilizarse para incentivar con ayudas económicas la transformación gradual del barrio. La propuesta no está realizada, pero lo interesante de la misma es poner encima de la mesa cómo actuar en contextos urbanos de baja densidad y alta vulnerabilidad. Esta propuesta recuerda a la ya comentada del Greater New Orleans Water Plan, que a su vez recoge algunas de las propuestas de los Ducth Dialogues²⁰. Desde luego no resulta difícil imaginar estos suburbios anfibios si pensamos en las ciudades holandesas, queda por ver si desde el punto de vista social cuentan con la misma aceptación en otros contextos.

Img: Estrategia general (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

Img: Se propone trabajar sobre los espacios dedicados al automóvil, sustituyéndolos por espacios donde sea posible la coexistencia entre la comunidad y la ecología local, llevando a un vecindario verdaderamente anfibio (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

Img: The low-lying barrier island that is home to Atlantic City is particularly vulnerable to storm surges, especially in parts of the city, such as residential Chelsea Heights, that were built on wetlands. Researchers are exploring ways to make existing neighborhoods (Panel A) more resilient in the face of occasional storm surges. By raising houses, using roads as low levees and letting abandoned lots return to wetland conditions, these neighborhoods can become “amphibious suburbs” (Panel B). A similar approach can be applied to existing canal neighborhoods (Panel C), making them more resilient and tolerant of flooding (Panel D). (Image courtesy of Paul Lewis, School of Architecture).

20. Ver pág. 320. Referentes del concurso Changing Course Competition.

6.2 Bosques pantalla (Attenuation forest)

El equipo de Harvard University Graduate School of Design (GSD) está formado por Rosetta S. Elkin, Michael Van Valkenburgh, Dr. Peter Del Tredici, Michael J. Luegering, Marissa Angell, Manuel Cólón-Amador y Michalis Piroccas. Su investigación se desarrolla en Narragansett Bay en Rhode Island, un estuario que divide Rhode Island de norte a sur. La bahía se extiende a lo largo de aproximadamente 45 kilómetros a lo largo de este eje y tiene una anchura máxima de 18 kilómetros. Este área engloba aproximadamente unos 342 km². Las tipologías costeras más características son praderas de humedales y marismas saladas, así como algunos perfiles costeros modificados con estructuras rígidas. Este ámbito fue uno de los extremos norte de la costa Este de Estados Unidos más afectados por el huracán Sandy.

El equipo toma como punto de partida dos ideas base. Por un lado, el análisis del tipo de temporales y tormentas que azotan la zona y por otro, la búsqueda de una serie de especies vegetales adaptadas a las condiciones edafoclimáticas, que basándose en la forma y densidad de sus raíces y sus patrones de crecimiento, sirva como paleta de materiales con la que construir nuevos bosques pantalla. Bosques atenuadores de los efectos de dichas tormentas y adaptados a la creciente subida del nivel del mar. Por lo tanto, no se trata de identificar en el área las zonas más conflictivas desde el punto de vista del impacto de los temporales, sino de localizar aquellas que en función de determinadas características (pendiente bentónica, morfología del lecho marino, composición material del perfil costero y batimetría) sean más idóneas para la plantación de dichas especies y la disipación de la fuerza del oleaje. De tal forma que aminoren sus efectos en las zonas urbanizadas. Es decir, se propone un nuevo paisaje a modo de filtro vegetal que aminore los efectos de los temporales en las zonas afectadas, aunque esta cortina o sistema de cortinajes no esté directamente en contacto con ellas.

Img: Greater Narragansett Bay, Rhode Island. (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014)

Img: Análisis de inundación y batimetría. (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

La tendencia habitual en este tipo de espacios es proceder a la recuperación de las zonas húmedas con especies autóctonas en vez de proponer un nuevo paisaje de transición más robusto que actúe como membrana ante la subida del nivel de mar y que sirva al mismo tiempo como barrera atenuante de la energía de las olas en caso de temporal. Sin embargo, la subversiva propuesta del GSD pone sobre la mesa la posibilidad de imaginar futuros paisajes resilientes generando nuevas ecologías, distintas a las habituales de la zona, cuestión comprometida desde el punto de vista de algunos ecologistas y conservacionistas. Este tipo de propuestas están siendo el punto de reflexión de arquitectos paisajistas que se preguntan si podría un sistema de aprendizaje profundo sostener la autonomía de procesos ecológicos no humanos en sitios designados sin intervenciones humanas directas. Tal es el caso del reciente artículo publicado en *Trends in Ecology and Evolution*, escrito por Bradley Cantrell, arquitecto paisajista de la Universidad de Harvard, junto con la historiadora ambiental de Harvard Laura Martin y la ecóloga Erle Ellis de la Universidad de Maryland. Aunque el artículo ya comentado con anterioridad en esta tesis, es más un experimento mental que un programa práctico, avanza nuevos escenarios en el campo del diseño y la protección de los ecosistemas. Algunos investigadores ya utilizan inteligencias artificiales para dar sentido a conjuntos de datos ecológicos cada vez más complejos.

Otros, por ejemplo, han diseñado robots autónomos para cazar estrellas de mar invasivas en la Gran Barrera de Coral. Las aplicaciones propuestas para lo que los autores denominan como sistemas aumentados incluyen vallas móviles para desviar la vida silvestre, zánganos que dispersan semillas e incluso la redirección de los sedimentos ribereños en configuraciones que promueven la biodiversidad. Cantrell nos propone algo así como una nueva creación de vida salvaje. Un sistema de infraestructura paisajística autónoma que crea y sostiene la naturaleza salvaje, inicialmente programado para contrarrestar esas influencias humanas perjudiciales como la contaminación química u otras inherentes a los efectos del cambio climático como la subida del nivel del mar. Estos paisajes evolucionarían con el tiempo al objeto de adaptarse a las condiciones cambiantes sin necesidad de aporte de energía por los humanos. Hasta el punto incluso de que sus patrones y procesos ecológicos resultantes divergirían de los creados previamente y de los sostenidos por los seres humanos (Cantrell; Martin; Ellis, 2017). Ellis, Martin y Cantrell no prevén su uso en áreas ya protegidas. Más bien, proponen estos nuevos paisajes salvajes para lugares fuertemente afectados por la actividad humana. Los autores tienen en mente humedales o bosques, como nuevos elementos de los llamados sitios de infraestructura verde. Una infraestructura verde que es autónoma, de resultados no planificados, que no se asemeja a un jardín gestionado, pero que funciona como infraestructura resiliente. Algo de esta perspectiva está en el motor del proyecto presentado por el GSD que considera la resiliencia como un atributo biológico y no como mero valor ecológico.

Por naturaleza competitiva, las plantas emergen o retrasan su crecimiento en base a los regímenes de perturbación. Este proceso puede ser reconocido y explotado, en lugar de eclipsado por los discursos del ambientalismo nativo o reparador. Se reconoce así que la comprensión del comportamiento de las distintas especies vegetales es un elemento crucial de diseño adaptativo, atendiendo a las fluctuaciones que forman parte de la ecología costera. Esta perspectiva está avalada por estudios y trabajos previos de su investigadora principal, Rosetta Sarah Elkin, que desarrolla su docencia e investigación en aplicaciones innovadoras de las tecnologías vegetales y ecológicas enfatizando el importante papel que las plantas juegan en nuestros días en el marco del diseño resiliente a todas las escalas. Exposiciones como Tiny Taxonomy (Elkin, 2013) celebrada en el Isabella Stewart Gardner Museum en Boston o Live Matter (Elkin, 2015) en el Radcliffe Institute junto a sus respectivas publicaciones, sientan las bases de la estrategia vegetal desarrollada en SCR. En especial, el proyecto presentado por el GSD se inspira en Live Matter, donde la autora desarrolla el concepto de morfología propuesto por primera vez por el poeta y botánico alemán Johann Wolfgang von Goethe en su Metamorfosis de las Plantas publicada en 1790.

Img: Live Matter installation in the Johnson-Kulukundis Family Gallery. Concept and design by Rosetta S. Elkin. Photo by Kevin Grady..

Img: Tiny taxonomy. Concept and design by Rosetta S. Elkin (Elkin, 2013).

Img: Johann Wolfgang von Goethe.
The Metamorphosis of Plants (Goethe
1790; Miller, 2009).

Goethe propone aplicar el concepto de metamorfosis en el campo de la morfología vegetal, afirmando que todos los órganos florales de las plantas son variaciones de una forma original. Así se explica, una tras otra, la sucesión de generaciones de una sola planta que germina, se desarrolla, florece, forma el fruto y se marchita. Pero antes de marchitarse, ha madurado la semilla y ha caído al suelo para formar otra generación similar. La misma forma perceptible nace año tras año, desaparece, en perpetuo cambio y diferenciación. Desde esa actitud científica a la vez que artística y racional a la vez que emocional, Goethe entiende la planta original o *Urpflanze*, como una construcción mental que le lleva a la existencia real. Goethe lo llamaba la idea de la planta, y puede llamarse también la esencia que se halla activa, como energía que es, tras la apariencia. La morfología de las plantas proporciona un entorno intelectual en el que proponer un futuro de materia viva, en el que la propia planta es un medio de diseño provocativo. El proceso de desarrollo dialéctico concebido por Goethe en el que la formación de la planta establece una relación de interdependencia con su entorno, así como entre organismos, es sin duda una aproximación que puede definirse como ecológica. Este concepto generador, de vehículo que desde estados anteriores lleva a otros nuevos estados, es el hilo conductor de Live Matter.

Para Elkin se trata de un pensamiento generador: "...a closer reading of his writings suggest that he was describing the plant as a speculation and a projection" (Elkin, 2015). De este modo la planta se convierte en un dispositivo escalar, uno que crea relaciones y proporciona la base para un abanico de intervenciones que pueden ser manipuladas y controladas junto con otras medidas de protección en su caso.

Img: Estudio de la morfología
rizomática. (SCR Structures of Coastal
Resilience, 2014).

El proyecto propone un sistema de matorrales sobre los morrones que creará un sustrato biológico adaptado a la salinidad y resistente a las inundaciones. Junto a los matorrales, el cinturón de bosque proporcionará la protección infraestructural esencial de la autopista actual (que se convertiría en caso de tormenta en la ruta natural de evacuación). Este nuevo bosque servirá además de elemento de conexión entre las distintas comunidades de la zona y sus senderos se convertirán en espacio de relación y de recreo. En lugar de costosas técnicas de restauración, el bosque barrera reemplazará lentamente gran parte del pantano salado, mientras que los matorrales aumentarán la biomasa leñosa in situ, intensificando la capacidad del pantano para atenuar la erosión de las olas.

Img: Un enclave de sassafrass albidum situado junto al mar, como se observa en el morrón (montículo). La vegetación fue fuertemente perturbada por el oleaje, el viento y la sal durante el huracán Sandy, pero gracias a su resistencia inherente las formaciones de esta especie no sólo han sobrevivido, sino que han prosperado. En particular, esta comunidad de sassafrass albidum persiste gracias al comportamiento de sus raíces (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

Durante una entrevista realizada a Rosetta Sarah Elkin en el GSD en invierno de 2015 tuve la oportunidad de conocer algunos pormenores de SCR y en concreto de su propuesta. La dificultad del proyecto radica en su capacidad de demostración en base a los protocolos de USACE. La idoneidad de las especies (germinación, desarrollo, morfología de las raíces, resistencia al viento) depende de variables como el relieve batimétrico en la llanura intermareal, la calidad del suelo o las condiciones climáticas. Es decir, su comportamiento no es como el de los materiales duros al uso, así que someterlo a los mismos procesos de control no resulta operativo. Mientras que la propuesta pretendía ser más ambiciosa y definir un conjunto organizado y probado de especificaciones de diseño junto con una paleta de especies con las que diseñar en distintos contextos estos bosques barrera, parece que finalmente su alcance deberá (por lo menos por ahora), limitarse al ámbito de estudio. Es importante tener en cuenta que en este tipo de proyectos más explorativos las especificaciones y tipologías escalares son fundamentales para la creación de propuestas viables y flexibles en el tiempo. La apuesta por estructuras basadas en la vegetación permite a través de su monitorización y gestión, adecuar la vulnerabilidad de la zona mediante nuevas plantaciones. Estos ámbitos además, en función de su relación con el contexto social, podrán contener distintos usos y funciones (ecológicas, productivas o lúdicas) generando beneficios complementarios para las comunidades.

Img: Propuesta de diseño de GSD, rhus typhina y programa de plantación. La poda dentro de los primeros años de crecimiento permite que este arbusto masivo crezca a un ritmo más rápido, superando la tasa de erosión y estabilizando el suelo (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

The figure consists of two 3D block diagrams illustrating the evolution of a landscape. The left diagram shows a landscape with a river, a forest, and a hill. The right diagram shows the same landscape after a major geological event, with the river and forest now on a different level and the hill eroded.

El equipo del City College of New York (CCNY) compuesto por Kijsten Alexander, Danae Alessi, Eli Sands y capitaneado por Catherine Seavitt, desarrolla su investigación en Jamaica Bay. Jamaica Bay está situado entre los distritos de Brooklyn y Queens, en la ciudad de New York. Bahía de Jamaica es un estuario de casi 8.000 hectáreas compuesto de humedales, rodeado por la península de Rockaway al sur, Brooklyn al oeste y Queens al este. Con una superficie casi igual a la de Manhattan, la bahía consta de numerosas islas, un laberinto de canales, praderas y dos estanques de agua dulce. Se trata de un ecosistema que forma parte de otro más amplio a escala regional. El conjunto de los humedales es un ambiente único para la preservación de la vida silvestre, estimándose que la región alberga actualmente más de 325 especies de aves, 50 especies de mariposas y 100 especies de peces (NYC Parks, 1972). Sus aguas se conectan a la bahía baja de Nueva York y al Océano Atlántico a través de la entrada de Rockaway, en el extremo occidental de la península.

166

Imag: Evolving edges at Jamaica Bay (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

Históricamente la cuenca vertiente de Jamaica Bay ocupaba aproximadamente 37.000 hectáreas desde la cima de la morrena terminal del sur a través de la llanura aluvial, con numerosas corrientes desde el oeste, norte y este, proveyendo de suministro de agua dulce y sedimentos a la bahía. El centro de la bahía estaba dominado por extensas islas de salinas bajas pantanosas y llanuras intermareales. Un diverso y complejo hábitat que incluye marismas, pastizales, bosques marítimos y otros bosques. Sin embargo hoy en día el lugar se ha transformado en algo parecido a una enorme depuradora, incluyendo grandes áreas de Brooklyn, Queens y parte del condado de Nassau, en el extremo oriental de la misma. Cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales, tres vertederos sanitarios y zonas tradicionales de vertidos, rodean el perímetro de la bahía. En este contexto el desbordamiento de los emisarios de descarga de estas aguas residuales comprometen la calidad de las aguas y la salud ecológica de toda la bahía. Los elevados niveles de nitrógeno, así como la subida del nivel del mar por los efectos de cambio climático, han causado una enorme pérdida de superficie de la marisma. Este problema se ve amplificado porque el elevado grado de urbanización y ocupación del suelo de las tierras que rodean la bahía que conlleva la impermeabilización de gran parte del suelo, lo que hace que las aguas pluviales se canalicen a través de las alcantarillas, aportando contaminantes al agua, disminuyendo su salinidad y el aporte de los necesarios sedimentos para la formación de las marismas.

Imag: Propuesta de OMA para Rebuild by Design Competition (Rebuild By Design, 2012).

Imag: Propuesta de SCAPE para Rebuild by Design Competition (Rebuild By Design, 2012).

Con carácter previo a este trabajo se habían llevado a cabo en el área muchos proyectos para mejorar este importante sistema ecológico (algunos de ellos se han visto en este capítulo). En concreto USACE trabajó en estrecha colaboración con los grupos ambientales locales e inició proyectos de restauración para contrarrestar la pérdida de las marismas en varias islas de la bahía. No obstante los efectos del huracán Sandy fueron muy importantes. Sandy dejó claro que el intenso desarrollo urbano de la región había comprometido la capacidad protectora de pantanos y marismas para reducir el impacto de las olas, su velocidad y la magnitud de las

Img: Detail of the City College topobathy water tank model of Jamaica Bay, looking northeast past Breezy Point and Rockaway Inlet. (Seavitt, 2015).

inundaciones. Este conjunto de circunstancias han convertido el lugar en un laboratorio de diseño. Por ello Jamaica Bay ha sido también una de las zonas escogidas por Chris Reed (trabajando con David Mah, Leire Asensio Villoria, Silvia Benedito, Zaneta Hong, Eduardo Rico y Enriquetta Llabras) en uno de sus talleres de landscape urbanism en el GSD durante el año 2013. El taller enfocaba la renovación urbana desde la incertidumbre de los efectos del cambio climático, en la búsqueda de propuestas adaptativas de diseño, desde el paisaje. Propuestas generativas, alejadas de la planificación tradicional y comprometidas con la reformulación del funcionamiento del sistema socio-ecológico a escala global, pero trabajando desde proyectos locales. También varios equipos del Rebuild by Design Competition escogieron la zona para diseñar sus propuestas tras el huracán Sandy²¹.

En este caso, Catherine Seavitt, directora del proyecto, aporta su experiencia desde el diseño adaptativo a la subida del nivel del mar en entornos urbanizados basado en el paisaje (soft infrastructural systems). Seavitt es coautora del libro *On the Water: Palisade Bay*, que sirvió como marco de la exposición celebrada en el MOMA en 2010 titulada *Rising Currents*. Con estos antecedentes el equipo de CCNY plantea una aproximación basada en la integración de la gestión hidrológica y ecológica del entorno urbanizado, con la mitigación del riesgo de inundaciones por temporales y la adaptación a la subida del nivel del mar. Para ello este estudio experimental se integra dentro del programa de arquitectura de paisaje del City Collage junto con the Spitzer School of Architecture. Esta investigación persigue además reforzar la capacidad de la arquitectura del paisaje como disciplina integrada (STEAM: Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics). Para el equipo, pero también para USACE, Jamaica Bay es una oportunidad para explorar el comportamiento de nature-based features, particularmente marismas de agua salada, bosques pantanosos y dunas. "Like Jorge Luis Borges' fabled one-to-one map of the kingdom, Jamaica Bay itself is a full-scale research lab replete with local environmentalists who've been instrumental in our work" (Seavitt, 2015).

La bahía fue en su tiempo una unidad ecológica dinámica, un terreno arenoso y movedizo, capaz de reaccionar de manera resiliente durante y después de las perturbaciones. Por ello la propuesta se apoya en estas condiciones intrínsecas del sistema para disminuir la vulnerabilidad, social, ecológica e infraestructural del área. Para testar el uso de las estructuras de control de las inundaciones y su repercusión en la deriva sedimentaria a lo largo de la costa construyeron un modelo hidráulico en USACE's hydraulics research laboratory facility en Vicksburg, Mississippi. El famoso centro de investigación hidráulica donde se han realizado los modelos del río Mississippi o el puerto de New York, entre otros.

La estrategia saca partido de la gran escala de Jamaica Bay para proponer un conjunto de medidas basadas en procesos naturales globales y combinarlas con acciones puntuales en las comunidades más vulnerables. El Plan de resiliencia propuesto consiste en un marco compuesto por tres estrategias de diseño: la mejora de la calidad del agua y del flujo hidrológico a lo largo

21. Ver Propuestas de OMA y SCAPE. <http://www.rebuildbydesign.org/>.

de la bahía; la mejora de los bordes costeros de las comunidades al fondo de la bahía, y el desarrollo de atolones gracias a la alimentación y captura de nuevos sedimentos en las marismas de agua salada. Cada una de las tres estrategias de resiliencia de Jamaica Bay se aplica a través de diseños adaptados a diferentes lugares alrededor de la bahía.

Img: Jamaica Bay Flood control (Seavitt, 2015).

Img: Jamaica Bay Design Plan (Seavitt, 2015).

Así por ejemplo, la estrategia de flujo y circulación hidráulica adopta la forma de una entrada de marisma o de una llanura rebosadero, dependiendo del contexto. El objetivo que subyace es mejorar la calidad del agua y con ello la salud ecológica de los ecosistemas a través de un intercambio más rápido de las aguas de la bahía al océano, permitiendo la transferencia de agua y sedimentos a través de la isla de barrera a la bahía durante la pleamar y las marejadas. Esto se logra a través de unas entradas de marea y túneles de descarga en la península de Rockaway y en toda la costa de Floyd Bennett Field. En Edgemere, un barrio con una superficie de construcción relativamente densa cerca del extremo oriental de la península de Rockaway, se incluye un complejo sistema de circulación del agua con túneles de descarga de nivel inferior y vías de flujo superiores, para proporcionar un flujo controlado.

La mejora de los bordes costeros puede consistir simplemente en aumentar el nivel del suelo existente con la construcción de una berma de tierra, o convertirse en una estructura dura. Los bosques marítimos hundidos densamente plantados se establecen detrás de la berma para proporcionar la atenuación y la absorción de las aguas de la inundación en el caso de que la marejada los supere.

La estrategia de alimentación de las marismas requiere menos sedimento, pero sin embargo distribuirá este recurso valioso sobre una mayor área de la plataforma de pantano. Pequeñas cantidades de sedimento procedente de dragado se colocarán estratégicamente como terrazas de atolón en el perímetro de las huellas de la isla pantanosa para capturar mejor los sedimentos gracias a un estudio de las velocidades, flujos de marea y transporte sedimentario. Al aprovechar estas islas motor los procesos

naturales de captura y deposición de sedimentos impulsados por la corriente nutrirán el pantano y le permitirán seguir ganando tierras a pesar del aumento del nivel del mar. El gradiente de la sección de la terraza del atolón proporciona una pendiente ideal para la migración ascendente de la hierba baja pantanosa (*spartina alterniflora*) a medida que asciende el nivel del mar, de tal modo que se fije la vegetación, se mejore la calidad del agua y se favorezca la penetración de la luz necesaria para el establecimiento de la vegetación acuática (*zostera marina*). También se estudia la introducción de otras especies, adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la zona y más resilientes a los efectos del cambio climático puesto que toleran mejor fluctuaciones de mareas mayores y condiciones más húmedas, así como aguas más templadas (submerged aquatic vegetation, SAVs). Al mismo tiempo estos atolones configuran las condiciones para conseguir las necesarias penetraciones del agua del mar que se requieren para lograr los niveles de salinidad que posibilitan el establecimiento acertado de vegetación pantanosa y vegetación acuática sumergida. De este modo se crean los flujos de materia y energía que posibilitan a la bahía una nueva estructura, un nuevo modelo de auto-organización que le permite migrar y avanzar ante la subida del nivel del mar. La idea, recuerda al holandés Zandmotor²².

Img: Estrategia y detalle de the Atoll Terrace / Island Motor (SCR). (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

22. Ver pág. 116. Formas dinámicas (Dynamic Landforms). Zandmotor.

6.4 Invirtiendo la costa (Turning the coast)

Liderado por Anuradha Mathur y Dilip da Cunha, profesores del departamento de Arquitectura de paisaje de la Universidad de Pennsylvania, junto con Caitlin Squier-Roper, Jamee Kominsky y Matthew J. Wiener, el equipo desarrolla su proyecto de investigación en Norfolk, situado en la conjunción de los ríos James y Elizabeth en la Bahía de Chesapeake, en la costa de Virginia. Mathur y Da Cunha son autores de diversos estudios y publicaciones en los que el agua es el hilo conductor. Su preocupación por visualizar sus procesos, así como el diseño de estrategias que permitan una mejor relación de las comunidades no es sólo un objetivo funcional o ecológico. Su esfuerzo en todos sus trabajos está focalizado en explorar las oportunidades creativas y generativas que la fluidez de este elemento ofrece para el diseño de nuevos paisajes. En este caso es posible también reconocer en la investigación realizada para Norfolk las trazas de la sensibilidad de otros paisajes como Mississippi Floods: Designing a Shifting Landscape (Mathur; Cunha, 2001), Decan Traverses: the Making of Bangalore's Terrain (Mathur; Cunha, 2006), Soak: Mumbai in an Estuary (Mathur; Cunha, 2009) o Design in the Terrain of Water (Mathur; Cunha, 2014).

Norfolk es un lugar estratégico por ser la base naval mayor del mundo, así como uno de los puertos comerciales más importantes de la costa Este de Estados Unidos. La subida del nivel del mar en esta área ha sido y sigue siendo mayor de la media en los últimos 80 años (368,3 cm, 12,7 cm más que en la ciudad de Nueva York) y sus efectos se han visto amplificados por fenómenos de subsidencia de la plataforma continental. No es necesario por lo tanto para los habitantes de Norfolk y de la región baja de Chesapeake sufrir grandes lluvias torrenciales o los efectos de huracanes para experimentar inundaciones. Durante los periodos de lluvias regulares y pleamares las inundaciones se hacen presentes. Se trata por lo tanto de un fenómeno creciente que requiere de planteamientos que sean eficaces a largo plazo, no solo frente a los huracanes y tormentas.

La estrategia de diseño de la propuesta se define como “a turning the coast, in which the natural shape of the coastline is augmented with similarly shaped engineered landforms. Da Cunha says this design allows for species migration and plant and animal adaptation when sea levels rise, which may not happen in a system closed by levees and gates. Levee systems work well if you're just talking about storm surges, but when you have a consistency like sea level rise, no storm barrier is going to help. And so we find that changing the vocabulary of design from coastline to gradients, which will work in a completely different direction, is really the way to go” (Cook, 2014). En esta propuesta, como en otras tantas de los autores, la fluidez, la adaptación, la incertidumbre y la vegetación, son las herramientas que posibilitan una mejor relación entre la tierra y el agua a través del diseño del paisaje.

En Tidewater, Virginia, el mar se adentra en la tierra creando múltiples, porosas y dinámicas formas costeras que pueden ser comprendidas, más allá de sus configuraciones geomorfológicas, como diferentes gradientes de espacio y tiempo. Unos gradientes que son activados por las mareas, la vegetación y la fauna. Efectivamente, esta no es una costa lineal, sino un sistema de formas cambiantes a corto y largo plazo.

Existing

1m

2m

3m

4m

Img: Due to Norfolk's low-lying topography, the long-term impacts of expected sea level rise threaten much of the city, its infrastructure, and population (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

Img: turning the coast (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

Por ello el equipo de la universidad de Pennsylvania apuesta por una reconfiguración de la geografía de la zona, pasando de un frente continuo a lo que denominan como Fingers of High Ground (FHG). Cada uno de estos dedos se eleva con aporte de suelo, estableciendo así un gradiente entre la tierra y el mar y estructurando un perfil costero más fracturado y por ello más diverso. Las constantes operaciones de dragado en los ríos y la bahía adyacentes a Norfolk proporcionan abundante material para estos relieves, que además pueden servir de refugio en los momentos de temporal mayores. Mathur describe estos Fingers of High Ground como “gatherings of gradients working to structure a coast that is more fractured, cumulative, and diverse than it is continuous, linear, and absolute” (Cook, 2014).

Img: Fingers of High Ground: concept (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

Pero esta reconquista de la costa por parte del mar generaba cierto escepticismo entre los planificadores y científicos de the Army Corps of Engineers, the Virginia Institute of Marine Science, and Old Dominion University. “It was completely outside their framework at first, and they probably thought we were crazy (..) but the power of the visual material we developed to document our investigations and illustrate our argument ultimately convinced them of the design’s potential. By the second or third time we met, they were taken up with the idea and began to consider it a viable option” (Cook, 2014).

Estos relieves emulan las formas naturales de Tidewater Virginia como herramienta desde la que re-construir una costa resiliente. Esto se consigue ya que estas formas operan a todas las escalas aumentando la diversidad, facilitando gradientes de topografías y salinidad, en una suerte de dimensión fractal que, como en las costas naturales, pueden generar respuestas que

les permitan adaptarse a su entorno. De este modo, como en todo sistema adaptativo, los organismos que logran evolucionar vencen la entropía, es decir la tendencia de los sistemas a degradarse energéticamente.

FHG son formas del relieve diseñadas para encontrarse con el mar, los ríos o los arroyos a lo largo de su dimensión más estrecha y extenderse hacia el interior entre las áreas más bajas. En este proceso construyen a lo largo de su longitud y anchura gradientes que en el corto plazo puede proporcionar lugares de refugio para las comunidades costeras, crear zonas de retención de lluvia, y proporcionar barreras protectoras y rutas de salida. A largo plazo, pueden configurarse como nuevos paisajes infraestructurales, que integren prácticas ecológicamente sensibles y económicamente productivas, sirvan como atenuadores de la energía de las olas y de hábitats refugio para la migración de la ecología. A diferencia de los sistemas o estructuras fijos que necesitan de su finalización para su correcto funcionamiento, esta estrategia se configura como un sistema modulable y ampliable en el tiempo. Esta cualidad le confiere resiliencia estratégica, ya que puede ser desarrollada con una perspectiva experimental capaz de adaptarse y variar en función del entorno y el aprendizaje del propio proceso.

El equipo ha identificado algunos lugares potenciales desde los que prototipar su estrategia, por ejemplo los montículos de pino taeda (the loblolly pine hummocks) que pueden ser re-geografizados ampliando el gradiente de biodiversidad. Con el tiempo las carreteras y autopistas ya elevadas pueden ser ampliadas facilitando así la movilidad en momentos de inundaciones y algunos vacíos urbanos pueden irse paulatinamente ganando y conectando para convertirse en parte de la nueva geografía litoral.

Img: Esquema secuencial: Loblolly Pine Hummocks / Highway Reservoirs / Development Spines / Holding Lots / Living Piers. Fingers of High Ground: design system (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

Barriers / Gates / Pumps

Defining Risk
Protection
Enclosure

vs

Fingers of high Ground

Building Resilience
Prestoration
Autonomy

Img: Esquema. Elaboración propia.

Img: Esquema secuencial de la propuesta en Lambert's Point (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

- 1 NORFOLK SOUTHERN COAL PIER #6
- 2 HISTORIC PIER
- 3 LIVING PIER
- 4 WETLAND TERRACES
- 5 LAMBERT'S POINT GOLF COURSE
- 6 WASTEWATER TREATMENT FACILITY
- 7 SPORTS PLATFORM
- 8 WETLAND PARK
- 9 OVERFLOW CHANNEL
- 10 BERM WALK
- 11 RAIL TRACKS / BIOFILTER
- 12 URBAN FOREST
- 13 WAREHOUSE RE-DEVELOPMENT
- 14 WATER RESERVOIR
- 15 SHELTER - IN - PLACE
- 16 MIXED-USE DEVELOPMENT
- 17 FOREST + BIOFILTER
- 18 WATER RESERVOIRS
- 19 PUBLIC AMENITIES

El equipo desarrolla desde el punto de vista del diseño dos propuestas en Norfolk para los ámbitos más vulnerables con el objetivo de poner a prueba su estrategia teórica. Cada uno de los lugares contiene un potencial natural específico debido a sus inherentes condiciones topográficas, infraestructurales, ecológicas, productivas y también, como es lógico su vulnerabilidad y riesgo frente a los efectos de cambio climático, especialmente la subida del nivel del mar: Lambert's Point y Willoughby Spit.

Lambert's Point es un lugar de encuentro entre líneas de ferrocarril y muelles pesqueros en la desembocadura del río Elizabeth. Esta singular condición geográfica ha consolidado este emplazamiento como un espacio de usos y actividades muy diversas: un centro exportador de carbón, una depuradora y un campo de golf ubicado en su punto más alto. Hacia el interior apoyado en las líneas de ferrocarril, un tejido de almacenes y naves como muestra de un paisaje post-industrial en transición. El reto del cambio de este paisaje es mejorar la calidad de su espacio y uso público al mismo tiempo que se activa su capacidad de adaptación a las dinámicas litorales y los peligros inherentes al cambio climático. Se propone la combinación de nuevas formas del relieve atenuadoras del impacto de las olas, con balsas de laminación de agua de lluvia, espacios de fitodepuración, parques y bosques integrados en ocasiones con nuevos desarrollos urbanos. El proyecto adquiere la forma de una espina elevada desde el río hasta su fusión con el ferrocarril. A lo largo de ella se articulan los distintos elementos del sistema socio-ecológico. El muelle embarcadero (o los dedos), transformado en marisma y sistema

de acumulación y filtrado del agua, en una combinación topográfica en búsqueda de los necesarios gradientes entre el agua salada y el agua dulce conformando un paisaje generador de nuevos hábitats a modo de costa viva. La muñeca, como paisaje húmedo donde se integra el renovado sistema hídrico y las marismas con las infraestructuras del ferrocarril. Y la cresta o parte más elevada, auténtica espina que discurre paralela a las líneas del ferrocarril, integrando los antiguos almacenes y espacios baldíos en un sistema o infraestructura verde que permite el drenaje del agua de lluvia, da cabida a espacios susceptibles de ser inundados y a largo plazo, proporciona elementos para la mejora de la calidad ambiental y el funcionamiento ecológico de renovado distrito o barrio.

Willoughby Spit, por el contrario, es un área creado por un huracán a mediados del siglo XVIII. Es una barra de arena formada y reformada hasta que se establecieron los primeros ocupantes. Estos nuevos barrios están compuestos básicamente por residencias vacacionales de playa y tinglados o espacios de almacenaje para las actividades de pesca. La autopista de la Ruta 64 se encuentra muy próxima por lo que el proyecto es de nuevo una espina elevada que conecta Chesapeake Bay con la Ruta 64, aglutinando infraestructuras, espacios y servicios de protección, filtrado o espacios de ocio y otros usos. De nuevo todo ello se articula a través de formas del relieve que habilitan un amplio gradiente de condiciones de los suelos alojando ecologías diversas que van desde las marismas a las zonas urbanizadas pasando por áreas de bosque, agricultura, zonas recreativas, balsas de laminación y determinados equipamientos como refugios seguros en caso de inundaciones.

Img: Esquema secuencial de la propuesta en Willoughby Spit (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

- 1 MARINE RESEARCH PIER
- 2 LIVING PIER / RAFTED TREATMENT ISLANDS
- 3 ACCESS ROAD + PUBLIC AMENITIES
- 4 SCHOOL PLATFORM / SHELTER - IN - PLACE
- 5 SEASONAL HOLDING RESERVOIR / PLAYING FIELDS
- 6 ACCESS ROAD
- 7 HIGHWAY OVERFLOW RESERVOIR
- 8 OVERFLOW CHANNELS
- 9 HIGHWAY CISTERNS
- 10 SALT-WATER MARSH
- 11 FRESHWATER HOLDINGS
- 12 LOBLOLLY PINE HUMMOCKS
- 13 RESIDENTIAL FINGERS + ASSOCIATED LOW GROUNDS
- 14 PUBLIC AMENITIES

Img: Sites: 1. Lambert's Point 2. Willoughby Spit (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

clasificados, tratados y combinados con otros suelos y nutrientes de modo que sirvan de soporte de marismas, bosques, campos de cultivo, parques y urbanizaciones (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

Img: Holding Rain / Working Tides: muelles, marismas, balsas de laminación, canalizaciones configuran un sistema dinámico y adaptable al

medio (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

Img: Processing Water / Prestoring Ecologies: En el marco de la subida del nivel del mar es necesario facilitar la adaptación y migración de las

especies hacia tierra y depurar y filtrar las aguas sucias en aquellos ámbitos susceptibles de ser inundados (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

Img: Short Term Tactics / Long Term Strategies: en un proceso prolongado de protección, transformación, adaptación de la costa como elemnto

lineal y barrera a la costa como sistema fractal (SCR Structures of Coastal Resilience, 2014).

7.EL PAISAJE COMO MEDIO DE INVESTIGACIÓN Y

Ambas propuestas comparten el mismo marco conceptual y metodológico, aplicado a las particularidades del lugar: el diseño de un conjunto de gradientes que reinventan la topografía activando o clonando procesos naturales que favorezcan una costa viva y resiliente. Estos gradientes operativos, (operational gradients) como los define el equipo, permiten la transición entre el medio: salino-dulce, húmedo-seco, elevado-hundido y sólido-líquido, de forma brusca o gradual.

Img: Dredging Channel / Building Ground: Los abundantes suelos procedentes de dragados de la zona pueden ser

DISEÑO

Tal y como indicaba Henri Lefebvre a principios de este siglo, los efectos de la urbanización tienen un alcance planetario (Lefebvre, 2003). O lo que es lo mismo, es necesario reconocer el carácter antropoceno de nuestra era. Desde esta perspectiva, cualquier acción (o inacción) tiene efectos sobre el planeta. Por lo tanto la planificación y el urbanismo han de repensarse en su interacción con los procesos ecológicos, integrando en éstos también al hombre. En este contexto es en el que Chirstopher Hight ha reclamado el papel de la ecología como uno de los marcos epistemológicos más importantes de nuestro tiempo (Hight, 2014). Esta posición se basa en el hecho de que la ecología ha trascendido ya sus orígenes como una ciencia natural para introducirse en otros campos tales como las ciencias sociales, las humanidades, el arte y por supuesto el diseño y la planificación. En ese sentido resulta necesario reconsiderar y articular el potencial proyectual de los modelos y procesos ecológicos en la cultura contemporánea. Es entonces cuando la disciplina del paisaje vinculada a la ecología a través del diseño se manifiesta como un interlocutor para la planificación resiliente a todas las escalas.

Como se desprende de los apartados anteriores, de los ejemplos y modelos mostrados, y como sucede en otras disciplinas vinculadas al diseño, al considerar el paisaje como un ecosistema total es relevante el protagonismo del *modus operandi* (Allen, 1997; James Corner, 2011; Rhowbotham; McCorquodale, 1999) y la experimentación. Precisamente por ello, por su potencial renovador, las últimas décadas de la disciplina del paisaje han estado caracterizadas por el incremento de su capital intelectual. Ya a principios de los años 90 del siglo pasado James Corner revisaba la idea de la teoría del paisaje argumentando que la disciplina debe “help figure and orient the collective unconscious of a modern culture still caught in transition” (Corner, 1991, 131) y nos convocaba a una reflexión crítica desde la historia, la cultura, la naturaleza y el arte. Desde esta perspectiva el paisaje es considerado como la conjunción de elementos naturales y culturales en relación a los procesos socio- ecológicos. De este modo el paisaje se convierte en la herramienta, el medio, desde el que afrontar la perspectiva antropocena y la relación del hombre y la ciudad con la naturaleza, reforzado por las bases de la ecología del paisaje, o mejor, con la ecología como base creativa (J Corner, 1997).

Es entonces cuando se puede hablar no sólo de una renovación de la disciplina, sino de una emergencia de la misma, toda vez que queda probada su utilidad como modelo, metáfora y medio para el diseño, desde la que abordar de forma resiliente (y no meramente desde la negación o la protección) los retos a los que se enfrenta la humanidad, entre otros los de los efectos de cambio climático. Y hacerlo además desde la investigación a través del diseño de campos de operaciones generativos activados de la mano de la tecnología basada en los procesos naturales. Cuestión, por otro lado, inherente al paisaje que no es otra cosa que la construcción física y cultural de modelos de organización, de convivencia entre humanos y no humanos.

PROPOSICIÓN 3 DE LA INFRAESTRUCTURA AL PAISAJE

Quizás en otros contextos no fuese necesaria esta breve introducción al concepto del paisaje antes de profundizar en el contenido de esta proposición. Pero en nuestro país, donde ni siquiera se reconoce el paisaje como área de conocimiento, parece imprescindible. En nuestros días, la perspectiva del paisaje surge como reflexión y actitud comprometida con el tiempo que nos ha tocado vivir planteando el potencial de una vida creativa y consciente de sus límites. Por un lado los recursos del planeta son cada vez más limitados, mientras que la vulnerabilidad de las regiones y ciudades se muestra cada vez mayor. Las crisis económicas, los efectos del cambio climático, las migraciones, epidemias o guerras han amplificado el concepto de riesgo a lo largo del planeta. Un riesgo que no tiene ya que ver con el poder político o económico, puesto que se trata de fenómenos impredecibles y globales. Esta perspectiva transforma necesariamente la manera de afrontar nuestros trabajos y nos convoca a una reelaboración completa de la práctica del urbanismo moderno con el fin de armonizarlo con los límites que conlleva habitar en la tierra.

En este contexto surge desde mediados del siglo pasado y a ambos lados del Atlántico, la renovación del concepto de paisaje y su aplicación a la planificación regional y urbanística. En especial durante la década de los años 90 del siglo pasado, muchos teóricos de la arquitectura, el urbanismo y la arquitectura del paisaje intentaban gestionar los problemas (enrevesados) de diseño inherentes a los contextos complejos y dinámicos. Desde entonces el concepto de paisaje ha reaparecido con fuerza en el campo de la planificación como instrumento útil para conocer los elementos, relaciones, valores y procesos en los que están inmersos los territorios y sociedades. Esta competencia para el análisis se ha visto completada por su potencialidad como estructura ambiental y física, como proceso y como medio capaz de integrar economía, ciencia y cultura a través del diseño a todas las escalas.

De esta manera, se ha revelado como el esqueleto y armazón de un renovado modelo de planificación y diseño. Un modelo complejo capaz de articular las relaciones entre los ecosistemas, las redes, las infraestructuras, las actividades públicas y privadas y las distintas agendas. Capaz de dotar de legibilidad e identidad a los territorios difusos, abandonados o degradados mediante la integración de lo natural y lo antrópico, relacionándolos funcional, ecológica y perceptualmente, en la búsqueda de una mayor cohesión. Esta nueva fuerza del paisaje tiene que ver por lo tanto con el alcance y las oportunidades que ofrece frente a la arquitectura y el urbanismo, la capacidad de analizar y teorizar territorios, ecosistemas, redes e infraestructuras, así como de planificar procesos de bastas extensiones vacías o urbanizadas en armonía con sus lógicas de funcionamiento.

Al mismo tiempo, esta recuperación del término paisaje viene de la mano de la agenda de la ecología aplicada a la planificación y diseño de algunas regiones que luchan por mantener su identidad y sobreponerse a los profundos y cada vez más vertiginosos cambios ambientales, culturales y sociales. Esta perspectiva persigue plantar cara al consumo desaforado de recursos y a la presión ejercida sobre determinadas especies y espacios, ante la necesidad de su adaptación a los efectos del cambio climático. Esta consciencia sobre los límites ha inspirado un movimiento de (re)generación socio-ecológica que ha tenido efectos, aunque de manera aún débil, en todo el planeta, estando en la base de la respuesta a las transformaciones urbanas más innovadoras.

En definitiva se podría decir que la distinción entre los campos de la arquitectura del paisaje y los de la planificación y el diseño se han desdibujado. El crecimiento de la profesión de los paisajistas desde el siglo pasado ha evolucionando desde el movimiento del arts and crafts del diseño de jardines hasta una disciplina con sus propio marco teórico y de acción en un constante debate entre el porqué y el cómo del diseño del hombre y su entorno. Desde esta disciplina los paisajistas lideran en muchos países la planificación y el diseño de ciudades, también de los entornos costeros. No se trata ya solo de cuestiones estéticas y fenomenológicas, sino del análisis de las variables socio-ecológicas, su gestión y su interacción a través de la investigación y el diseño de procesos de cambio de los sistemas capaces de afrontar los retos de la agenda antropocena, como el cambio climático. Tampoco se trata de idear y luego diseñar nuevas situaciones, sino de establecer modelos y criterios que permitan la transformación evolutiva y (re)generativa de la situación actual. Es necesario entonces imaginar estos modelos y futuros escenarios de la mano de las comunidades que las habitan, sirviendo de interlocutores entre humanos y no humanos, entre los distintos elementos y relaciones de los sistemas socio-ecológicos. De alguna manera se podría decir que desde la profesión se tiende un puente que permite integrar política, ciencia y arte en la construcción de futuros paisajes resilientes a todas las escalas a través de la ecología. Como explica Richard Weller aunque la agenda del paisaje sea la misma, su capacidad instrumental y su manera de expresión dependen de la escala, sin que por ello quede disminuida ni su complejidad, ni su alcance. Todo ello recorrido o tensionado por el hilo transmisor de la ecología. Por ello el paisaje está emergiendo como una sensibilidad transversal, que lo sitúa como el medio desde el cual negociar críticamente las connotaciones desnaturalizadas de la metrópoli contemporánea. Aunque en el imaginario global todavía el paisaje permanece alejado del de las infraestructuras. Esto es algo que viene del pasado y del poder prevaleciente de la estética inglesa del siglo XVIII, pero que no es coherente con la realidad contemporánea de nuestros territorios. El paisaje mismo es el medio por el que deben pasar todas las transacciones socio-ecológicas. Está destinado a ser, y de hecho ya lo es, la infraestructura del futuro (Weller, 2013). Precisamente por ello la aproximación del pensamiento paisajístico en la planificación y el diseño se ha llevado a cabo desde diferentes movimientos, por eso hoy en días las terminologías que de él se nutren son muchas: landscape architecture, landscape urbanism, landscape planning, ecological urbanism, ecological design, green architecture, green infrastructure, green urbanism o environmental art, entre otros.

Teóricos, investigadores y diseñadores han ido fortaleciendo, haciendo crecer y madurar este campo de pensamiento desde las ciencias, las artes y las humanidades.

Img: Conceptualización de la arquitectura del paisaje. Elaboración propia a partir de Global Landscpes (Weller, 2013).

Hecha esta breve introducción y dejando clara la conceptualización del término paisaje al que se adhiere esta tesis, es posible adentrarse en el título de esta proposición: de la infraestructura al paisaje.

1. DISEÑO URBANO Y URBANISMO PAISAJÍSTICO

En 1956 se celebra en la Escuela de Diseño Superior de Harvard, bajo la dirección de José Luis Sert la primera conferencia internacional sobre diseño urbano con el objetivo de alumbrar esta nueva disciplina. En dicha conferencia a la que acudieron importantes expertos de la arquitectura y del urbanismo de la época: una todavía poco famosa Jane Jacobs, Edmun Bacon, Lewis Mumford, Hideo Sasaki o Garret Eckbo entre otros, se perseguía regenerar la práctica de la construcción urbana y del diseño de las ciudades (**Harvard University Graduate School of Design, 2006**). Este reclamo de una disciplina específica tras el fracaso que la separación entre el arte de la construcción arquitectónica y la sistemática del planeamiento, estaba en el ambiente de la época tanto en Estados Unidos como en Europa desde que en los años 40 los CIAM hubieran concentrado la atención en la urbanización. Por aquel entonces Ian McHarg era un profesor de la Universidad de Pennsylvania que estaba preparando una nueva asignatura para el curso próximo: Hombre y Entorno (Man and the Environment) que desencadenó en el programa de televisión El Hogar en el que Vivimos (The House We Live In), y ultimando el libro Proyectar con la Naturaleza (Design with Nature) publicado por vez primera en 1969. McHarg defendía el entorno natural como el medio desde el que diseñar la ciudad atendiendo al equilibrio de los sistemas naturales. Sin embargo, pocas habían sido las voces que en aquel momento reivindicaban el entorno natural del hombre como parte indisoluble del proyecto de ciudad o de región. Richard Neutra fue una de las excepciones al asegurar que el paisaje urbano que querían desarrollar a través de sus artefactos era en primer lugar un fenómeno que debía ser comprendido desde fundamentos biológicos. "The urban landscape which we want to improve by our artifacts is in the first place a phenomenon to be understood on a biological basis". Planteamiento también recogido por Anne W. Spirn en su extensión de la filosofía de McHarg aplicada a la ciudad existente en The Granite Garden: Urban Nature and Human Design¹ (**Harvard University Graduate School of Design, 2006, 61**). No obstante, en el seno de la conferencia la postura generalizada seguía siendo el conferirle a la arquitectura y la planificación, la capacidad de conformar la totalidad del marco físico y teórico de reflexión. El paisaje se vislumbraba solo como un complemento capaz de dotar de calidad a las actuaciones, pero todavía nada más.

1. Spirn fue alumna de McHarg en la Universidad de Pennsylvania y le sucedió como Jefe del Department of Landscape Architecture and Regional Planning.

Sin embargo, a lo largo de su trayectoria profesional, McHarg con sus publicaciones y escritos logró poner de manifiesto en el seno del debate disciplinar los devastadores efectos que ignorar estas condiciones podrían acarrear para la ciudad y el urbanismo. Sus propuestas, centradas en el análisis del territorio-paisaje como herramienta de conocimiento y planificación coherente con el entorno, animaban a abandonar los planes basados exclusivamente en el desarrollo de la forma urbana. El conocimiento de los recursos naturales como punto de partida para identificar los ámbitos más idóneos para la localización espacial de las actividades, aportaba una valoración cualitativa del territorio y su uso. McHarg abría el camino hacia un urbanismo centrado en un entendimiento ecológico del territorio como un único sistema, como un todo. De esta forma se comenzaba a debilitar la idea de la separación entre el campo y la ciudad, entre el hombre y la naturaleza. Y al mismo tiempo que esta integración tomaba fuerza, se reconocía que las actividades humanas son también elementos de ese sistema y, por lo tanto, la manera en la que se localizan y desarrollan modifica el comportamiento global del mismo. Para visualizar estas relaciones McHarg propone la aplicación de métodos urbanísticos más racionales apoyados en información amplia y precisa. Para ello ayuda a definir las bases de los actuales sistemas de información geográfica (GIS) aplicados al campo de la planificación. Una poderosa herramienta con la que gestionar y procesar información sobre el territorio previamente desagregado en diferentes capas (geología, hidrología, usos del suelo, habitats, etc.), con el objeto de reflexionar sobre los entornos más adecuados en los que localizar los distintos usos (McHarg, 1969). Esta nueva herramienta también posibilitaba la modelización y por lo tanto la visualización de distintos escenarios futuros en función de las alternativas propuestas. De esta manera, el conocimiento científico se acercaba a la sociedad, convirtiéndose a través de sus mapas en una herramienta al servicio no solo de los técnicos, sino de la ciudadanía. McHarg era consciente de la necesidad de involucrar a la sociedad en la planificación y a ello dedicó muchos esfuerzos y gran parte de su trayectoria vital sirviéndose para ello de diferentes formatos (escritos, publicaciones, programas de televisión) con la responsabilidad de liderar uno de los departamentos más importantes de arquitectura de paisaje del mundo, el de la Universidad de Pennsylvania, en un momento clave y emergente de la historia de la planificación regional y de la disciplina del paisaje.

Se puede decir entonces que las propuestas de McHarg dan forma y completan planteamientos ecológicos ya enunciados en los clásicos textos de planificación regional, desde Patrick Geddes a Benton Mackaye o Lewis Mumford (Geddes, 1915; Hawley; Mumford, 1961; MacKaye, 1990). MacHarg parece hacer suya la frase de Geddes en respuesta a las nuevas ciudades y las ciudades jardín abanderadas por Ebenezer Howard: "Here or nowhere is our Utopia" (Geddes, 1915). Este entendimiento holístico del territorio, en el que se integran el campo y la ciudad, en el que se reconoce la interrelación de las acciones sobre ambos, queda también expresado en los textos de Lewis Mumford, discípulo de Geddes. Para Mumford la forma urbana "must include the form-shaping contributions of nature, of river, bay, hill, forest, vegetation, climate, as well as those of human history and culture, with the complex interplay of groups, corporations, organizations, institutions, personalities" (Mumford, 1968, 164). No en vano Spirn apunta que aunque McHarg nunca reconociera estas influencias la sección del valle de Geddes está en la base en la que McHarg y sus colegas presentaban también la relación entre la ciudad y su entorno (Spirn, 2000).

Img: Dune Community Types (McHarg, 1969, 8-11).

Precisamente por eso las aportaciones desde la disciplina de la ecología del paisaje han sido, y siguen siendo, particularmente importantes, puesto que colaboran a ampliar la escala espacial y temporal del campo de estudio, mostrando herramientas para conocer y trabajar con la estructura y función de los ecosistemas (Turner, 1989; Wiens; Stenseth; Van Horne; Anker Ims, 1993). La ecología del paisaje centra su atención en la interacción de los organismos con su entorno y este entorno tiene una cualidad profundamente espacial, de ahí radica su utilidad para la planificación. Precisamente por ello el estudio de los patrones espaciales es el foco de atención de esta disciplina: "Landscape ecology explicitly addresses the importance of spatial configuration for ecological processes" (Turner; Gardner; O'Neill, 2001). La planificación y el diseño se centran entonces en las interacciones entre los aspectos temporales y espaciales del paisaje y sus componentes poniendo el foco especialmente en:

El efecto de los patrones en los procesos (Turner 1989).

Las relaciones espaciales entre los elementos del paisaje o ecosistemas; los flujos de energía, nutrientes minerales y especies entre los elementos y la dinámica ecológica del mosaico paisajístico a lo largo del tiempo (Forman; Godron, 1986).

Los efectos de la configuración espacial de los mosaicos sobre una amplia variedad de fenómenos ecológicos (Wiens et al., 1993).

Para la ecología del paisaje, éste está formado entonces por tres elementos principales, estructura, función y cambio. La estructura responde a la organización espacial de elementos o usos del territorio y constituye el mosaico territorial. Este se compone a su vez de los tres elementos que con sus textos y dibujos Forman ha popularizado por todo el mundo: manchas, corredores y matriz o trama. El funcionamiento es el movimiento o el flujo del agua, los materiales, la fauna o los seres humanos, a través de esa estructura. Y el cambio se corresponde con la dinámica o transformación de la estructura a lo largo del tiempo (Forman, 1995, 2008). No es difícil imaginar cómo en un contexto global de preocupación por el creciente deterioro ambiental sus ideas son aceptadas con entusiasmo, especialmente entre aquellos dedicados a la conservación de la naturaleza y la planificación espacial. La ecología del paisaje se centra en:

La identificación y el conocimiento de cómo varios procesos generan y mantienen patrones de paisaje.

La cuantificación de los patrones de paisaje y la determinación de la(s) escala(s) en las que emergen.

Los efectos que estos patrones espaciales tienen en los procesos bióticos y abióticos.

El estudio de las interacciones e intercambios que se producen en paisajes espacialmente heterogéneos.

La comprensión del papel de las actividades humanas en los usos, estructura y función del paisaje

El desarrollo de principios ecológicos sólidos para la gestión de la heterogeneidad del paisaje.

Img: Looking only a pattern, "landscape detectives" gain extensive information about the ecology of a landscape. Wind is from the left in this cool Russian area, which shows patterns typical of landscapes worldwide (Forman 1995, 5).

La cuestión de la escala y la estructura se convierte entonces en algo esencial para comprender cómo los moldes espaciales afectan a los procesos ecológicos, tales como el movimiento de los organismos y el flujo de agua, los materiales o nutrientes, a lo largo de los paisajes. Desde esta base es posible especular cómo los distintos modelos de organización de los sistemas responden las perturbaciones. Y desde esta base también sería posible (re) programar los ecosistemas a partir del diseño del paisaje, contribuyendo con ello a su conservación o al incremento por ejemplo de su biodiversidad. Este pensamiento está en el origen del urbanismo paisajístico, que se declara menos dependiente de las cuestiones geológicas, también, y tiene presente otras variables, si se quiere más vinculadas a la geografía y la ecología del paisaje. La obra de Richard TT. Forman cataliza sin duda alguna el surgimiento de la ecología vinculada a la planificación urbana, utilizando los conceptos de matrices, interconexiones y redes para expresar el intercambio de materiales. La principal contribución de esto es la espacial, utilizando la cartografía para reconocer no un sistema ecológico estático, sino para facilitar los flujos que observan una naturaleza activa y dinámica. Esta perspectiva trasladada al campo del diseño se ve reflejada en el trabajo de Richard Haag y George Hargreaves como ejemplos tempranos e innovadores de proyectos construidos usando estas dinámicas ambientales como generadores de forma. Estas realizaciones contribuyeron a un cambio conceptual de la teoría del equilibrio a la del dinamismo que incluye las fluctuaciones como respuesta adaptativa a las perturbaciones y al cambio.

Img: Gas Work Park, Richard Haag
(Way, 2015, 161).

La formulación del paisaje como urbanismo (landscape as urbanism) fue articulada por vez primera a mediados de la década de los 90 por el arquitecto paisajista, y discípulo de McHarg en la Universidad de Pennsylvania, James Corner². Corner defiende un nuevo modelo para un urbanismo que se ha vuelto burocrático y lleno de fracasos poco inspiradores (James Corner, 1997).

2. En la primera década de los 90 James Corner llevó a cabo una intensa tarea de investigación en este campo que fructificó en dos congresos: "Constructing Landscape" (Universidad de Pennsylvania, 1993) y "The Recovery of Landscape" (Architectural Association, 1994). Una selección de los ensayos presentados de se encuentran recogidos en Recovering Landscape. Essays in Contemporary Landscape Architecture. Princeton Architectural Press, New York, 1999).

Desde el principio Corner se muestra comprometido con las propuestas de McHarg pero disconforme con la todavía implícita oposición en sus trabajos entre naturaleza y ciudad. En especial, la disconformidad era con algunos seguidores de McHarg que reconocen una naturaleza casi autónoma, apriorística, sin ninguna relación con el hombre y con su modelo de ocupación del territorio. Estos convierten el método más en una interesante herramienta de valoración ambiental para analizar el territorio y menos en un instrumento propositivo o de diseño³.

Pero el término urbanismo paisajístico (landscape urbanism) es definitivamente acuñado por Charles Waldheim tal y como el mismo describe: "I coined the term landscape urbanism in 1996 based on conversations with James Corner on the notion of landscape as urbanism. This neologism formed the basis of a conference at the Graham Foundation in Chicago (1997) and new academic programs in schools of architecture at the University of Illinois at Chicago and the Architectural association in London. The term has since been used for academic courses at a variety of institutions internationally, numerous symposia and lectures, and as a description of an emerging model for the professional practice of landscape architecture and urban design" (Waldheim, 2002, 17).

Desde esta aproximación disciplinar se promueven propuestas de planificación basadas en un entendimiento del paisaje como herramienta ya no sólo de análisis, sino de proyecto. El concepto de paisaje tiene que ver con las condiciones y relaciones del soporte, su composición, sus funciones y su dinamismo. De este modo la metodología de trabajo propone hacer aflorar sistemas y relaciones invisibles o desconocidas que se incorporan al proyecto mediante el conocimiento y la activación. La eficiencia de estas propuestas reside en inducir procesos capaces de producir efectos urbanos y territoriales, que anteriormente se vinculaban solo como fruto de la construcción de edificios e infraestructuras, mediante la organización del soporte y su diseño espacio-temporal. Se parte de la premisa de que el elemento configurador del modelo ha de ser el paisaje y no la trama o las edificaciones. En cierta manera esta postura recupera las críticas postmodernistas a la arquitectura y el urbanismo del movimiento moderno realizadas entre la década de los 70 y principios de los 80 del siglo pasado. Autores como Jane Jacobs o Charles Jencks ya habían puesto de manifiesto la incapacidad de producir espacio público y paisajes identitarios a partir de meros conjuntos ideales edificados (Jacobs, 1961; Jencks, 1977). La pérdida de los elementos constitutivos de la ciudad, la calle, la vecindad, la diversidad y la vitalidad, sirve como precedente de las nuevas propuestas desde el urbanismo paisajístico en las que se presta más importancia a los paisajes como soporte o infraestructura social y pública a gran escala, que a los edificios y plazas.

3. Se ha considerado a McHarg un predecesor de la metodología de evaluación ambiental, un método que en la actualidad ha abandonado su aproximación más cualitativa por una cuantitativa y determinista alejada de la perspectiva holística e integradora que inspiraba sus trabajos.

Es también cierto que la extensión de lo natural combinado con la infraestructura se puede encontrar en determinados precedentes como el Back Bay Fens de Boston diseñado por Frederick Law Olmsted. A partir de 1878, el desafío de Olmsted en la Bahía de Back fue restaurar un pantano de agua salada estancada que inundaba y amenazaba la salud pública de la ciudad. Los esfuerzos de Olmsted transformaron un arroyo de mareas y un pantano maloliente en un espacio de recreo entre praderas y bosques, acompañados por el curso del agua. Este es además el más antiguo de los cinco parques diseñados por Olmsted para el Emerald Necklace. Pero lo más singular de este proyecto surgió como una mejora sanitaria. Lo que podría haber sido una mera actuación de ingeniería hidráulica se convirtió en un espacio de laminación para el Stony Brook que en los periodos de inundación podía llegar a anegar hasta ocho hectáreas. Esta operación permitió además la restauración de la marisma de sal. Luego, en 1910, se completó la presa del Charles River, transformando el pantano de agua salada original en uno de agua dulce. Este proyecto es sin duda un ejemplo del urbanismo ecológico y precursor del urbanismo paisajístico y contiene muchos de los ingredientes que se desarrollarán más adelante.

Img: Frederick Law Olmsted National Historic Site.

Pero para la difusión del concepto de urbanismo paisajístico ha sido determinante, como ya se ha indicado, la figura de Charles Waldheim, quien como estudiante de la Universidad de Pennsylvania durante los años 80 tuvo la oportunidad de conocer las teorías de Ian McHarg y de uno de sus discípulos más aventajados: James Corner. En cierta manera, el urbanismo paisajístico defendido por Waldheim suma las visiones de sus maestros integrando la aproximación ecológica de McHarg con la vinculada al diseño de Corner. De este modo el paisaje se configura como el soporte espacio temporal de la planificación, su medio (Waldheim (coord.), 2006). El urbanismo paisajístico propone la creación de paisajes infraestructurales y públicos como verdaderos organizadores de la forma urbana, capaces de dotar de legibilidad, funcionalidad e identidad a los entornos desdibujados de toda geografía e identidad. El paisaje es el medio a través del cual se producen las relaciones ecológicas y sociales, es la infraestructura potencial futura. Esto ofrece una respuesta y es también una crítica a los pasados modelos

de planificación en los que se contraponía naturaleza y ciudad o incluso naturaleza y sociedad. Se aspira a un entendimiento del urbanismo en el que las fuerzas y los flujos socio-ecológicos sean consideradas como parte de la ciudad, pero no de manera determinista, sino abierta y dinámica. Esta aproximación exige analizar primero la gran escala y conocer sus mecanismos de funcionamiento, sistémicos o ecosistémicos si se prefiere, para desde estas premisas desarrollar proyectos a cualquier escala. En estos planteamientos el factor tiempo es una variable fundamental del paisaje impidiendo su diseño y control absoluto. En vez de ello se proponen distintos escenarios evolutivos que deben ser gestionados dinámicamente. Precisamente por eso los paisajes son más producto de su gestión que de su diseño.

Más recientemente estas teorías se han revisitado de la mano del urbanismo ecológico (ecological urbanism) promoviendo un urbanismo paisajístico que prestará especial atención a las variables ecológicas, incorporando técnicas y tecnología propias de esta materia (Mostafavi; Doherty, 2010). Un planteamiento más metabólico que morfológico.

Img: Fish habitat, Lake Ontario: mapping of ecological tendencies (that both river and lake fish breed in the river-lake interfaz, or lagoon marsh) informs the calibration of the design strategies for habitat generation (Mostafavi; Doherty, 2010).

2. PAISAJES GENERATIVOS

"There is a common tendency to focus on natural features (e.g. rivers and trees) rather than the processes that shape and structure them (e.g. flow of air, water, and materials; plant reproduction and growth). Ignoring natural processes leads to harmful consequences, including the failure of planners to accommodate dynamic change, their failure to make connections among seemingly unrelated issues and phenomena and to realize opportunities" (A. Spirn, 2003, 204-205). Como pone de manifiesto Spirn en este texto, la clave está en pensar en cómo las actividades humanas, sus formas y estructuras interactúan con los procesos del aire (flujos y transferencias), la tierra (geología y suelos) el agua (ciclos y flujos), la vida (la reproducción, el crecimiento, el comportamiento), así como la ecología (flujos de energía, información, materiales, sucesión y comportamiento). No se trata de imitar la forma, o de usar materiales del lugar, sino de adaptar la forma a los procesos. Poniendo precisamente el acento en los procesos y la estructura del medio, los diseñadores y planificadores podrán acompañar e integrar los cambios y el dinamismo, establecer relaciones entre elementos aparentemente sin conexión alguna y generar nuevas oportunidades (A. Spirn, 2012, 6).

Una aportación reveladora de esta aproximación paisajística ha sido la de concebir el programa como parte también de esos procesos. Como antecedente de estos proyectos destaca el concurso para el parque de la Villette en París de 1982. Tanto el equipo ganador dirigido por Bernard Tschumi, como el segundo clasificado de la mano de Office for Metropolitan Architecture (OMA) y Rem Koolhaas se fundamentaban en los procesos conformadores del paisaje del parque como el concepto organizador del mismo. La programación, la superposición de capas (soporte, recorridos y usos), la flexibilidad y, en cierta manera, la incertidumbre, agrupaba el conjunto de posibilidades, planificadas y no planificadas que ocurrirían en el tiempo. La propuesta de OMA utilizaba también los procesos como mecanismo de diseño vegetal ya que concebía el parque como un jardín temporal que permitiría disfrutar de los patrones de crecimiento de dos especies distintas de arbolado. Como Rem Koolhaas defendía: "Architecture is no longer the primary element of urban order, increasingly urban order is given by a thin horizontal vegetal plane, increasingly landscape is the primary element of urban order" (Koolhaas, 1998). Estos proyectos exhiben una autoría atenuada a través del aplazamiento de las decisiones sobre el programa, como crítica del enfoque de aquellas estrategias modernistas que estaban tratando de desplazar. Los proyectos igualmente señalan que la centralidad, la identidad o el dinamismo derivan del paisaje como medio a través del cual un urbanismo apropiadamente abierto, con capacidad de respuesta al contexto, e indeterminado podría ser concebido.

Img: El programa y las bandas Villette en Paris de 1982. Office for Metropolitan Architecture (OMA).

Esta idea se hace aún más evidente al incorporar los procesos (naturales y culturales) a la consecución de la organización prevista. Como indica Stan Allen: "...landscape is not a formal model for urbanism today, but perhaps more importantly, a model for process. Landscapes cannot be designed and controlled as a totality; they are instead scripted as scenarios projected into the future, allowed to grow in and evolve over time. Landscapes are more the product of management and cultivation than of design" (Allen, 2001, 125). Con su imagen de la sección articulada thick 2D, Allen espacializa los procesos de construcción del paisaje, yendo más allá del sistema anidado de capas que McHarg había planteado y mostrándonos esas mismas capas tejidas, alabeadas, plegadas o entrelazadas. Estas variaciones en la sección son necesarias para acoger y dar cabida a los cambios naturales y culturales. En este contexto es cuando la fusión de la ecología con la tecnología persigue nuevas herramientas y materiales que nos permitan avanzar cómo podrían llegar a ser los diseños, y no tanto como son, como aparecen a nuestros ojos. No se construye así un modelo formal, sino que éste surge como resultado de los procesos conocidos, incluso desconocidos, del lugar.

Img: James Corner Field Operations with Nina-Marie Lister, Emergence through Adaptive Management. Downsview Park, Toronto, Canada, 1999 (Reed; Lister, 2014).

Precisamente Allen trabaja en colaboración con Corner y la ecologista y planificadora Nina-Marie Lister, en el concurso de Downsview Park, en Toronto en 1999. La propuesta describe distintas plataformas que favorecen la propagación de ecologías emergentes. Así se propone un conjunto de especies colonizadoras que se sembrarían inicialmente evolucionando con el tiempo y aumentando los niveles de complejidad y capacidad de adaptación. Aunque los ecosistemas se desarrollen de estados más simples a más complejos, este proceso puede darse de muchas maneras diferentes, e incluso cambiar súbitamente de uno a otro; situación normal, usual e incluso cíclica, que forma parte de la dinámica natural. Dentro de esta dinámica, los ecosistemas que se sucedan serán ecológicamente saludables y tan apropiados como cualquier otro, puesto que no hay una única comunidad correcta para ese paisaje, y por tanto, se asume que existe un equilibrio inherente o estabilidad en la naturaleza. En las bases del concurso se prestaba especial atención a propuestas a largo plazo, a pesar de los niveles de incertidumbre que esto pudiera plantear (Lister, 2007).

Aunque la propuesta ganadora fue la de OMA, las propuestas de los equipos de Allen-Corner y Bernard Tschumi han tenido una importante repercusión en el campo de la enseñanza y la práctica de la planificación desde el paisaje como preeminencia de los diseños basados en los procesos que abrazan cierta indeterminación formal a favor de estrategias y tácticas de adaptación y evolución. Se podría decir que se ha generado una familia de proyectos de esta naturaleza vinculados en principio, a los grandes parques en los que su concepción presenta unos retos específicos de cara a su sostenibilidad a largo a plazo en términos de diseño, planificación, gestión y mantenimiento. Retos desde los que se expresa con claridad el potencial de trabajar con los procesos, ecológicos y programáticos.

Estas perspectivas abren nuevas posibilidades que derivan del entendimiento de los procesos más que de la forma, programando los paisajes en el tiempo y en el espacio con diversidad suficiente para lograr la auto-organización en caso de perturbación. Trabajar con las dinámicas naturales que acompañan a esos procesos permite establecer un sistema de toma de decisiones abierto, dinámico, adaptable y flexible; apropiado, particularmente, para sistemas adaptativos complejos. La ecología se convierte pues, en una lente extremadamente útil por la cual analizar y proyectar alternativas futuras (Corner, 2006). Surge entonces, para el diseñador y planificador, tanto la oportunidad, como el desafío a la hora de elegir un futuro y diseñar para él a través de una ecología creativa, con una expectación implícita de resiliencia. Surge una corriente restaurativa (o regenerativa), la cual promueve el conocimiento ecológico como base científica para remediar y reconstruir los sistemas naturales a través de la adquisición de conocimientos y habilidades para la restauración física de los paisajes. Esta capacidad sanadora del proyecto de paisaje, como un germen que se inserta en el lugar y que en conjunción con la naturaleza desencadena una serie de fenómenos que transforman el carácter del mismo devolviéndole la calidad perdida, es otra de las potencialidades de esta aproximación al proyecto del lugar. Precisamente Corner desarrolla estas estrategias de diseño basadas en la idea de incrementar el potencial de los lugares llevando a la práctica en su proyecto para Fresh Kills Park lo que no pudo materializar en Downsview Park. Corner si resultó esta vez ganador del concurso internacional de ideas convocado para recuperar el que se había convertido desde su apertura en 1848 en el vertedero mas grade del mundo, hasta su clausura en el año 2001. Para recuperar esta zona de 850 hectáreas de Staten Island Corner idea una estrategia que denomina como Lifescape (Corner, 2001, 2005). Se propone un paisaje en proceso a partir de una serie de etapas flexibles y continuadas, legible, diseñado para promover la diversificación y la sucesión en el tiempo. Se trata de construir un paisaje diverso y resiliente a partir de las condiciones naturales existentes. Con este objetivo se diseña un proceso ecológico de restauración ambiental y renovación a gran escala, recuperando no sólo la salud y la biodiversidad de los ecosistemas, sino posibilitando también el cultivo dinámico de otras ecologías, como la de los programas y las actividades humanas; la financiación, la gestión y el manejo adaptativo; la tecnología medioambiental, las energías renovables y la educación; o nuevas formas de interacción entre ciudadanos, naturaleza y tecnología en el tiempo (Field Operations; New York City Department Of City Planning, 2006). La ecología se convierte entonces en una herramienta clave en la matriz generadora de los procesos necesarios para el desarrollo de estas estrategias de cara a la consecución de la sostenibilidad en el tiempo.

El gigantesco proyecto supone la mayor expansión del sistema de parques de Nueva York desde finales del XIX, cuando se creó una red de zonas verdes en el Bronx. Y es que esta capacidad creativa de la ecología se muestra especialmente necesaria en los proyectos de gran escala. Es más, es casi imprescindible para establecer estrategias, diseños y acciones, capaces de ser puestos en marcha con medios razonables y cuya gestión y mantenimiento este vinculada a su propia evolución. Todo ello como respuesta a la complejidad que se enfrenta en esta escala al integrar los sistemas y dinámicas ecológicos con los sociales, culturales e infraestructurales de la metrópoli contemporánea. Son también estrategias como éstas las que han favorecido la implantación de grandes redes de infraestructuras verdes en

todo el mundo a base de la interconexión de piezas de distinto tamaño y función. El concepto contemporáneo de infraestructura verde abandona la idea del paisaje como arquetipo de lo natural a favor de la biodiversidad en red. Todos los elementos de la red, espacios públicos, calles arboladas, humedales, pantanos, parques de ribera, bosques, campos agrícolas, ecoductos y así hasta un número interminable de espacios; juegan un papel gracias a su capacidad para ampliar el gradiente espacial que posibilita la migración de las especies. Esta cuestión es absolutamente fundamental para el mantenimiento de la biodiversidad en el actual escenario global de cambio climático. Otro de los atractivos clave de la infraestructura verde es su capacidad para realizar diferentes funciones en el mismo espacio, a diferencia de la mayoría de las infraestructuras grises. Por ello su principal interés reside en sus numerosos beneficios ecosistémicos, que van desde la protección de las inundaciones, hasta la mejora de las condiciones de ocio de las personas.

Es precisamente este contexto en el que se han llevado a cabo algunos de los ensayos recientes de arquitectos del paisaje sobre resiliencia (Czerniak, 2007). Otros autores se integran en esta corriente afirmando que las estrategias de proyecto deben ser lideradas por los procesos de dinámica natural, convirtiéndose en un sistema de toma de decisiones abierto, dinámico, adaptable y flexible; apropiado para espacios complejos, como los de las ciudades y metrópolis contemporáneas. Para el estudio de dichos espacios se ha de tener en cuenta tanto la repercusión futura que tendrá la transformación de los mismos, como los procesos históricos que los soportaron y que los han conformado. Esto es así puesto que muchos de los espacios sobre los que se ha intervenido desde esta perspectiva son vastos territorios abandonados, antiguos lugares de uso industrial, descampados e incluso vertederos, por lo que la dimensión cultural y la percepción social generada en torno a ellos, forma también parte del proyecto. Por contra, en nuestros días encontramos numerosos espacios y parques urbanos en estados ecológicos artificialmente mantenidos, en los que se requiere una serie de grandes inputs (económicos y ecológicos) para perpetuar esa condición de aparente desarrollo estable. Sin embargo, los ecosistemas sufren transformaciones y perturbaciones de manera habitual, tanto en ciclos cortos como largos, por lo que esta perspectiva del paisaje ofrece una dimensión operacional y programática que facilita, o en última instancia: permite la emergencia y la evolución de sistemas ecológicos auto-gestionables. Es decir, de ecosistemas resilientes. Esto último supone un requerimiento básico para la sostenibilidad a largo plazo (Corner, 2006; Czerniak; Hargreaves, 2007; Pollak, 2007).

Tal y como se ha mostrado, el pensamiento ecológico ha ido evolucionando para alcanzar el estudio de ecosistemas abiertos, flexibles, adaptivos y resilientes como mecanismo de estabilidad y auto-organización. En otras palabras, los ecosistemas en nuestros días se entienden como sistemas abiertos que se comportan de forma auto-gestionada y que son en cierta manera impredecibles. Esta cuestión aplicada al campo de la planificación comprende que el cambio, como ya se ha visto en las proposiciones precedentes, forma parte de los sistemas, del mundo en el que vivimos y que están caracterizados por la incertidumbre y el dinamismo.

En este contexto y aplicado al campo de la planificación y el diseño Sanford Kwinter nos convoca a una redefinición del proyecto y del urbanismo para que muestre sus características esenciales de forma abierta e indeterminada: “to approximate these ecological forces and structures, to tap, approximate, borrow, and transform morphogenetic processes from all aspects of wild nature, to invent artificial means of creating living artificial environments” (Kwinter, 2008, 187). Sugiere que los sistemas extremadamente intrincados pueden ser contruidos más eficazmente de forma desordenada (no lineal) en etapas y capas. A partir de piezas aproximadas, más que terminadas y perfectas, e incrementalmente con el tiempo, en vez de en una sola vez. Este es para el autor en realidad el secreto para lograr un diseño robusto, adaptable, flexible y en evolución. Este tipo de sistemas, hasta ahora, responden esencialmente a los auto-desarrollados, aquellos denominados como sistemas salvajes que se extienden, exploran y explotan su entorno, que aprovechan los éxitos accidentales, los almacenan y construyen sobre ellos. Son sistemas, al fin y al cabo resilientes. No hay control central, y el diseño no proviene del conjunto y desciende hasta las partes, sino que viaja en sentido opuesto. Estos sistemas de abajo hacia arriba se llaman arquitecturas de subsunción. El universo natural es en sí mismo una arquitectura de subsunción, completamente fuera del control (central, único). Dar lugar a tales diseños fuera de control, adaptativos, robustos y auto-direccionados supone permitir, o instalar, un cierto grado de salvajismo dentro de ellos.

Casi como en una materialización de las ideas de Kwinter, el trabajo de Bradley Cantrell difumina las líneas entre la ingeniería ambiental, la arquitectura del paisaje y la inteligencia artificial. Cantrell utiliza métodos de la tecnología para analizar e incluso rediseñar la naturaleza, abriendo nuevos caminos. Surge así un nuevo capítulo de la arquitectura del paisaje a través de la implementación de tecnologías responsivas que requiere marcos que no sólo involucran el paisaje a la escala del objeto, sino que también reconocen el territorio y las interconexiones de los sistemas ecológicos. Estos marcos no se imaginan como métodos globales de control, sino que expresan una relación entre la detección y su desarrollo, que se basa en el aprendizaje. Se persigue activar procesos naturales como la sucesión, la acreción y la remediación, como agentes de cambio en el medio ambiente. Este enfoque privilegia la dinámica de la ecología sobre las construcciones estáticas como un método para diseñar sistemas de paisaje. El desarrollo de estas cyborg ecologies se lleva a cabo por métodos de programación en los que se utiliza la entropía de los sistemas ecológicos para construir formas de evolución incremental de los paisajes.

Img: A prototype of the robotic spillway gate, which automatically distributes sediments according to computational instructions. Project: Bradley Cantrell, Justine Holzman, Prentiss Darden (Responsive Environments and Artifacts Lab (REAL) at the Harvard Graduate School of Design).

En un intento por fijar todas estas perspectivas y tras los talleres y estudios realizados en el GSD de Harvard y el trabajo de Nina-Marie Lister, para el evento celebrado en mayo de 2010: Critical Ecologies (que sintetizó las prácticas históricas y contemporáneas de la biología, la horticultura y la antropología como antecedentes del diseño) Chris Reed y Nina-Marie Lister en su publicación *Projective ecologies* realizan una mirada retrospectiva a los textos y las posiciones del último siglo que aspiran a articular el papel contemporáneo de la ecología en la planificación y el diseño. Una agenda regida por un entendimiento dinámico de los sistemas y sus cambios; cuestión que guarda relación con su adaptabilidad, resiliencia y flexibilidad gracias a una inherente respuesta generativa. Así, para esta publicación, que persigue revelar el potencial creativo y operacional de la ecología, los autores recuperan los textos de C.S Holling, Richard Forman, Eugene Odum, James Corner o Sanford Kwinter, entre otros. Es este germen creativo inscrito en la ecología el que parece colocarse en la agenda futura del paisaje como elemento central de la misma (Reed; Lister, 2014). Esto abre la puerta a un diseño y una planificación basado en la capacidad generativa de los paisajes que se convierten entonces en el soporte capaz de dotar de resiliencia a los sistemas.

Img: Stoss/ Chris Reed, Scott Bishop, Megan Studer. *Lifecycles. Ephemeral Fields, Herinneringspark, Belgium, 2010* (Reed; Lister, 2014, 364-365).

3.EL PAISAJE COMO INFRAESTRUCTURA

La palabra landscape tiene diferentes orígenes, uno de ellos, del Medievo holandés, proviene de vocablos como *land* y *scap*, significando crear, modificar, tierra. Así que la idea de paisaje tiene que ver con la acción humana. En cierta manera esto hace que conceptos tales como paisaje e infraestructura no estén tan alejados como a priori parecería. También es cierto que esta no es la mejor definición de paisaje, parece mucho más apropiada y cercana a la que nos propone Anne Whiston Spirn: Landscape is an association of people and place. A dynamic partnership. A mutual shaping (Spirn webpage, 2017). En esta definición Spirn incorpora memoria y aprendizaje, cultura y evolución. Es precisamente esa mirada, la que posibilita comprender el paisaje como infraestructura no sólo física, sino socio-ecológica. Pero hasta llegar a conceptualizar y apostar por esta dimensión del paisaje, se ha recorrido un intenso camino.

En muchos sentidos, el concepto de paisaje como infraestructura se basa en el marco teórico iniciado por el urbanismo paisajístico. Los primeros teóricos del urbanismo paisajista estaban interesados en describir la ciudad como un paisaje, en un intento por descomponer la dualidad imperante entre natural y urbano o entre campo y ciudad (James Corner, 1999). Anita Berrizbeitia hace referencia a un cambio en el pensamiento desde el parque urbano de Olmsted como experiencia individual, abstracta y autónoma hasta el Bos Park, donde esas experiencias están directamente ligadas a la vida moderna. Remarcando que mirar el parque como proceso y no como una composición estética, exige entender su valor menos en términos de cómo se ve y más en términos de cómo funciona. Un cambio conceptual de la composición de la forma al proceso de producción, que niega la idea tradicional del parque como recinto y conecta el parque a la ciudad, presentándola como otra de las múltiples operaciones productivas de la ciudad (Berrizbeitia, 1999). Del mismo modo Beth Meyer describe los sistemas del agua del Emerald Necklace como "a hybrid of machine and organism, engineering and landscape design, a nineteenth-century cyborg perhaps. Part found stream, part constructed riverway, part storm sewer, part constructed wetland, part urban transportation spine, this landscape was problematic even to its designers" (E. Meyer, 1994).

Img: Opening of the Bonnet Carré Spillway on May 9, 2011 (U.S. Army Corps of Engineers at Lockman 2016).

Esta idea de cyborg landscapes apuntada por Meyer era difícil de asimilar en el siglo XIX. Es decir, la idea de la tecnología permitiendo generar organismos en el laboratorio o modificándolos, creando paisajes que hagan cosas por nosotros. Una combinación de acción humana y no humana. Sin embargo, hoy en día nos es fácil reconocer que cada paisaje que creamos es en sí mismo una pieza de infraestructura viva. Especialmente si entendemos el concepto de infraestructura como algo que está conformado para gestionar flujos de material o energía que están pasando por y alrededor de ella. Pero para llegar a esta comprensión es necesario pasar de la escala del objeto a la de los procesos (flujos de agua, energía, materia). Y es que la construcción de infraestructuras como diques o carreteras ha traído como consecuencia transformaciones que van desde la escala del lugar a la de toda la región en la que inciden. Además, los efectos acumulativos de estas infraestructuras continúan cambiando y alterando los ecosistemas de forma prevista o imprevista (Lokman, 2016, 2017).

Son todas estas cuestiones las que nos animan a investigar sobre el potencial del paisaje como una infraestructura dinámica y flexible frente a las tradicionales infraestructuras estáticas. Es esta misma perspectiva la que permite entender o diseñar un río como un corredor, una costa arenosa como una barrera o un perímetro de un bosque como una membrana porosa de intercambio. Pero además, más allá del mero utilitarismo para el cual las infraestructuras están concebidas, el diseño del paisaje tiene el potencial inherente de integrar las necesidades biofísicas y sociales. Por eso también, un dique se puede pensar como un muro: una simple barrera frente a la fuerza del oleaje, o por el contrario como una forma del relieve: un dique de tierra de amplitud variable que acoja en su interior vegetación, actividades lúdicas y culturales y espacios para la movilidad. Si ampliamos entonces el imaginario y la paleta de materiales de las infraestructuras al del paisaje como infraestructura, una parque es un dique grueso y un pantano un dique de contención que absorbe como una esponja la energía de las olas además de filtrar el agua y minimizar la erosión, proporcionar hábitats para distintas especies y escenarios lúdicos para las comunidades. Como se verá en el análisis de los casos de estudio en el capítulo siguiente, el abanico de posibilidades es tan amplio como sus contextos socio-ecológicos.

Img: Diagram showing overlapping social-ecological systems and land uses in the Bonnet Carré Spillway. (Kees Lokman and Travis Bost at Lockman 2016).

Por lo tanto, el paisaje puede ser percibido como un sistema grueso, musculoso. Y es que parece que siempre nos hemos referido al paisaje como algo suave, efímero y de pequeña escala. Pero es importante comprender su verdadera dimensión, no solo escalar, sino como medio articulador de relaciones (socio-ecológicas) para poder valorar así su fuerza desde el punto de vista estratégico y no meramente fenomenológico. En definitiva y tal y como autores como Kristina Hill o Pierre Bélanger, entre otros nos reclaman: su potencial como almacén para trabajar como lo hacen las infraestructuras. Bélanger propone la sustitución de las actuales infraestructuras por un sistema de infraestructura alineado con la ecología y otros sistemas biofísicos, reconociendo que la economía es ahora inseparable del medio ambiente. Al proponer la integración de la ecología y la economía, así como la creación de un diseño sinérgico a través de la interconectividad e interdependencia, Bélanger sugiere la necesidad de entender el paisaje y los procesos y sistemas que lo habitan (como la ecología) como un campo infraestructural operativo (Bélanger, 2010). Las crecientes e incrementales magnitudes de los flujos hidrológicos, meteorológicos y geológicos han puesto en evidencia las vulnerabilidades de las infraestructuras duras. En este contexto la planificación para el fracaso, o para el riesgo seguro, anteriormente comentada⁴, conlleva como nos indica Bélanger, la adopción de sistemas dependientes de una cultura de contingencia y preparación, proporcionando potencialmente un marco para una respuesta sistemática a todos los grados de flujo. El flujo es un proceso que involucra las condiciones dinámicas del material paisajístico (que cambia con el tiempo) (Berrizbeitia, 2007).

Por supuesto, es importante reconocer también las limitaciones del paisaje, inherentes a su naturaleza cambiante y en cierta manera impredecible ante las perturbaciones de los distintos contextos. Por ejemplo, si el nivel de mar se eleva con mayor rapidez que la posibilidad de crear nuevas tierras para un humedal, éste puede colapsar si las especies no tienen capacidad de migrar tierra adentro. Por eso es necesario un proceso constante de investigación a través del diseño, anticipándonos a los incrementos de los flujos. Esto conlleva diseños en los cuales sea posible introducir pequeños cambios en el sistema de tal manera que éste pueda adaptarse (Kristina Hill, 2012).

El entendimiento del paisaje como infraestructura, supone también un cambio en su mantenimiento y gestión. La tradicional conceptualización del paisaje como objeto, ya sea este un jardín o un parque, parece remitirnos a la idea de un mantenimiento en el que las cosas deben permanecer siempre como estaban. Su mantenimiento o su gestión, se limitan entonces a limpiar, dragar, cortar, etc., para que las cosas vuelvan a su ser, para que recuperen su imagen inicial. Sin embargo, el potencial del paisaje como infraestructura, exige también que su mantenimiento se configure como un proceso constante de diseño y aprendizaje. Incluso, como nos propone Gilles Clément, una gestión por abandono. No un abandono inconsciente, sino plenamente consciente de la construcción de un jardín planetario, biodiverso, flexible, dinámico y auto-organizado. En palabras de Clément:

4. Ver pág. 155. Fallo seguro.

“Every fragment of space shaped by man can be seen as a palimpsest on which to etch and overlay grand visions of the world. We need to encourage a higher awareness, determined by the interaction of living beings, but also of their cultural systems: a simultaneously plural and unitary eco-ethnological system. A great garden, a small planet. The Planetary garden comes from the combination between nomadic observation and hypothesis: can we see earth as a single garden? And can we apply the precepts of the Garden in Movement to it? The Planetary Garden is a principle, and its gardener is all Humankind” (Rocca (ed.), 2008). Un jardín planetario como paisaje del Antropoceno (Clément, 2017).

Por otro lado el cambio climático conlleva reconocer que la organización espacial de todo el paisaje depende de un rango atmosférico específico. Es imposible dejar las cosas como estaban, ya que el contexto que las permite está sujeto a cambios constantes más o menos repentinos. Además estos cambios implican a una gran cantidad de actores no humanos. Se trata , en definitiva, de una acción colectiva. Pensemos por ejemplo en las playas y en cómo los fuertes temporales las borran de las costas. La mayoría de las administraciones se empeñan en volverlas a colocar en su sitio, con el objetivo de dar soporte a los servicios hoteleros. Año tras año, temporada tras temporada, su tratamiento como entidades aisladas y no como parte de una infraestructura de paisaje, repite la misma operación de dragado, movilización del sedimento hasta el borde costero y estabilización. Sin embargo, experiencias como la ya comentada del Zandmotor en Holanda, concebida desde su dimensión paisajística, convierten a las corrientes, en afortunadas paisajistas que transportan la arena a las costas depositándola y regenerándola de manera continuada. Este trabajo con la naturaleza posibilita además la consolidación de los ecosistemas, al no estar sometidos a constantes perturbaciones (aumento/decremento de sedimento).

Img: Learning for failure and disaster: A timeline identifying the major urban-regional disasters during the past century including hurricanes, droughts, and floods in response to the occupational hazards of engineered infrastructure such as levee breaks, bridge collapses, and chemical spills (Belanger 2010, 342-343).

Por último, la multitud de pequeños fracasos y de fallos infraestructurales de consecuencias catastróficas ha provocado una percepción de crisis infraestructural global (Bélanger, 2010; Fisher, 2012). Estos fallos provienen de lo que Fisher define como diseño crítico de fractura. En el cual las infraestructuras y los sistemas tienen tan poca redundancia, tanta interconectividad y (falsa) eficacia que fallan completamente si alguna parte no funciona como se pretendía. Por eso en los últimos años, arquitectos del paisaje, teóricos urbanos y diseñadores, han vuelto a centrar su atención en las vastas redes de infraestructuras que acompañan a nuestras ciudades y metrópolis para abordar las crecientes presiones ejercidas sobre los recursos biofísicos. Y es que la atención prestada por la tradicional historia de urbanismo a las infraestructuras como fenómeno industrial urbano ha descuidado milenios de práctica infraestructural como relación entre las poblaciones y su medio, como expresión de patrimonio cultural. En definitiva como paisaje. Es necesario (re)contextualizar el paisaje como el medio común para la habitabilidad humana, como infraestructura. Una práctica, por otro lado inexorablemente ligada a la historia de la civilización humana que necesita a la luz de los efectos del cambio climático escribir un nuevo capítulo desde una renovada aproximación. Una aproximación que debe estar en la base de cualquier proyecto de paisaje en el Antropoceno y que pasa por abrazar las proposiciones anteriormente definidas. Cuando esto es así, cuando el paisaje se convierte en el marco conceptual (del riesgo a la resiliencia) y en el medio operacional (del diseño a la investigación a través del diseño), trabajar por la resiliencia ante los efectos del cambio climático se convierte en una oportunidad para la metamorfosis de sociedades y lugares.

4. PAISAJES COSTEROS RESILIENTES

Es en este mismo contexto y aplicado a las zonas costeras en el que Kristina Hill utiliza el término de *adaptive infrastructure*, para identificar esta nueva aproximación al diseño y la planificación, enfatizando la urgencia de la adaptación de estos paisajes al cambio climático. Su investigación involucra tres aspectos fundamentales:

La alianza con otros investigadores encaminada al desarrollo de modelos que puedan predecir el comportamiento de nuevas infraestructuras de paisaje para las zonas costeras.

El desarrollo de propuestas de diseño que integren valores culturales, beneficios económicos y retos ecológicos al mismo tiempo que incrementan la resiliencia frente a las inundaciones.

La evaluación del potencial, coste y las opciones de financiación de estos sistemas adaptativos.

En la base de este concepto del paisaje como infraestructura adaptativa frente al de las infraestructuras duras está la multifuncionalidad. De tal modo que la inversión económica colabore en salvar vidas, mejorar la capacidad de funcionamiento de los ecosistemas y gestionar los flujos (movilidad, energía, recursos, etc.). Todo ello desde un punto de vista simbiótico y dinámico desde la perspectiva de los sistemas adaptativos complejos. Es decir, estructuras diseñadas como armazones con múltiples beneficios que deben de interactuar con los sistemas auto-organizados de plantas, pero también con las tradiciones y comportamientos culturales, con el objetivo de crear más beneficios para la sociedad, incluyendo, aspectos no solo funcionales, sino también para mejorar la experiencia y la calidad de vida (K. Hill; Larsen, 2013; Kristina Hill, 2014). El uso del término paisaje, frente al de infraestructura verde, alude a un papel más inclusivo de las comunidades, no sólo como usuarios de una red (verde), sino como agentes de cambio y gestión.

En este contexto las opciones de infraestructuras costeras disponibles son cada vez más amplias. Su análisis detallado permite por un lado comparar su potencial impacto en los ecosistemas y en la adaptación a los efectos del cambio climático, en especial la subida del nivel del mar; al mismo tiempo que disponer de un catálogo tipológico que posibilite su integración en estrategias multiescalares a lo largo del tiempo. Pero además de este abanico de medidas estructurales, naturales y/o basadas en los procesos naturales, es necesario incluir, si hablamos de paisaje, otro tipo de medidas: las no estructurales. Estas medidas están profundamente vinculadas al marco socio económico de las comunidades costeras. Pero en general se podría decir que tienen que ver con:

Desarrollar un marco y un proceso de aplicación que permita consensuar los objetivos y medidas estratégicas y distribuir fondos disponibles para su desarrollo.

Fomentar la planificación de todos los agentes en coordinación con las institucionales locales y estatales estableciendo un diálogo constante, que permita retroalimentar los procesos.

Integrar las medidas no estructurales recomendadas (abandono, elevación, adquisición, educación, gestión) como agenda transversal de todas las políticas públicas para considerar mejor las necesidades locales y su viabilidad técnica.

Incorporar la vulnerabilidad social priorizando los hogares de bajos ingresos durante todo el proceso.

Img: A CRI meeting brings together many aspects of a community, including business representatives and key cultural groups (NOAA).

En las dos proposiciones anteriores ya se ha analizado la importancia de la implicación de las comunidades y de la sociedad en general en la construcción socio-ecológica de paisajes costeros resilientes. Una iniciativa en ese sentido es la desarrollada por the Gulf of Mexico Alliance, con the Mississippi-Alabama Sea Grant Consortium (MASGC) y Louisiana Sea Grant: the Coastal Community Resilience Index. Una herramienta diseñada para ayudar a las comunidades del Golfo a tomar conciencia de su vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático. Esta herramienta permite a los líderes y funcionarios comunitarios autoevaluar los impactos de un desastre en su comunidad en relación a seis categorías principales: infraestructura crítica, movilidad y transporte, planes y acuerdos comunitarios, medidas de mitigación, actividad económica y sistemas sociales. De este modo, evaluando las afecciones y relaciones es posible priorizar los proyectos dando a los líderes comunitarios la capacidad de tomar decisiones informadas sobre dónde se deben asignar los recursos. Esta cuestión es fundamental, ya que genera conciencia y conocimiento mutuo. Por un lado de las particularidades de la comunidad por parte de las administraciones implicadas. Pero también de la comunidad en relación a los riesgos globales y sus repercusiones locales. Y es que las comunidades costeras no han tenido acceso a los recursos necesarios para hacer frente a la resiliencia. Y no se habla aquí solo de financiación, sino de herramientas y experiencias. Dependen en gran medida de la tutela estatal. Esta herramienta proporciona conocimiento para la toma de decisiones de abajo a arriba y genera conciencia global al iniciar el diálogo a nivel comunitario.

Como enfatiza Judith Rodin presidenta de la Rockefeller Foundation, la resiliencia debe moverse a través de tres frentes: el estructural, el social y el natural. En este caso la infraestructura que integra estos tres frentes es el paisaje. Un paisaje entendido como el producto de la relación del hombre con su entorno. Trabajar con esta infraestructura, con el paisaje, conlleva trabajar también con la gente que lo habita y que lo moldea de manera directa o indirecta, continua o discontinua. Por esto Rodin pone un especial acento en el trabajo con las comunidades a nivel local y con la sociedad a nivel global.” We need to develop technologies, systems, mechanisms, and products that will prevent or protect us from the threats we can identify or predict. Just as important, we need to strengthen and improve our approaches to governance and leadership, knowledge creation, communication, community development, and social cohesion” (Rodin, 2014, 7).

Y es que la sostenibilidad a largo plazo requiere una capacidad inherente y esencial para la resiliencia. En este sentido, la sostenibilidad suele significar el equilibrio dinámico entre los dominios socio-culturales, económicos y ecológicos. De modo que la sostenibilidad a largo plazo se sitúa directamente en el dominio de la intención por un lado y la actividad humana por otro. Es decir, se sitúa en el campo de la política, la investigación, la planificación y el diseño. Cuestión que sin embargo a menudo se ha venido confundiendo con la gestión del medio ambiente como un ente separado de la acción humana.

Como ya se ha comentado anteriormente, la resiliencia es un concepto bien establecido en la investigación de los sistemas ecológicos complejos. Sin embargo, a pesar de más de dos décadas de esta investigación, el desarrollo de políticas y aplicaciones de planificación y diseño relacionadas con la resiliencia costera es relativamente reciente. Esta falta de trayectoria se traduce en una ausencia de referentes claros y tangibles. Vivimos aún en un contexto global en el que todavía existe una falta de aplicaciones de políticas implementadas, estrategias de diseño tangibles y pocas medidas empíricas de éxito relacionadas con la adaptación al cambio climático (Lister, 2016). No obstante, como adivinaba Beck y como se verá en el capítulo siguiente dedicado a los laboratorios de los casos de estudio, es innegable que ha habido una demanda y también una mayor oferta global de ideas y propuestas tras los huracanes Katrina y Sandy.

Y es que, en general, ha habido demasiado poco análisis crítico y reflexión sobre la necesidad de comprender y cultivar la resiliencia más allá de la retórica reactiva. Sin embargo, trabajar en la planificación por la resiliencia de los entornos litorales conlleva la necesidad de desarrollar tácticas específicas y proactivas para el diseño desde enfoques basados en la evidencia. Enfoques que contribuyan al diseño adaptable y ecológicamente responsable ante la complejidad, la incertidumbre y la vulnerabilidad. Esta posición, suficiente como para haber configurado un paisaje costero diferente, es apenas visible en algunos lugares en el mundo. Probablemente el ejemplo más emblemático y el que permite transmitir una experiencia tangible del necesario cambio de enfoque desde la protección y las infraestructuras al enfoque desde el diseño de paisajes resilientes es el caso de Holanda.

5.LA RESILIENCIA COSTERA Y EL LABORATORIO HOLANDÉS

Img: Co Westerik Swimmer (1), 1962
(Museum de Fundatie Heino, Wijhe).

Este cambio de paradigma se ha puesto de manifiesto en el giro de las políticas holandesas en relación a la gestión del agua y las inundaciones. Cualquiera que haya recorrido el país y haya atravesado sus paisajes y visitado sus museos habrá reconocido, que el agua, en todas su formas y manifestaciones, ha moldeado su historia y su territorio, configurando paisajes dinámicos que han evolucionado desde la antigüedad al compás de la relación de los holandeses con su medio. Una relación que ha combinado integración, sentimiento de riesgo, dominio, placer e incompreensión, en un prolongado abrazo, como recrea el pintor holandés Co Westerik.

El país es uno de los más densos de Europa y en él la población vive en un territorio donde el 60% es considerado potencialmente inundable, ya que cuenta con una cuarta parte por debajo del nivel del mar tal y como indica su nombre: Nederlands (neder significa bajo y land significa país). Con este punto de partida no es difícil comprender por qué ningún acontecimiento histórico (las guerras, la crisis de los tulipanes, etc.) ha moldeado más el

país que las inundaciones. Podríamos decir que en esta tierra el paisaje es fruto de un pulso o un equilibrio, según como quiera leerse, entre las fuerzas del hombre y las de la naturaleza. No en vano, es popular el dicho: “while God created the earth, the dutch created the Netherlands.” Las enormes obras de ingeniería llevadas a cabo y conocidas como Delta Works (con más de 16.500 km de diques y 300 estructuras) se han convertido en un icono del país. Pero también en una fuente de ingresos, ya que su tecnología ha sido exportada a muchas otras partes del mundo, convirtiéndose en un modelo de protección frente a las inundaciones y gestión del agua para ciudades y regiones como Londres, Venecia, San Petersburgo, Nueva York, Jakarta, Bangladesh, Dubai, Colombia, Egipto, Vietnam, Mozambique o Rumanía. Alrededor de 200 compañías del país se dedican a la gestión del agua (1.500 en tecnología hidráulica y 500 en tecnología del delta). Así el sector del agua exporta unos 6.5 billones de euros al año. El apoyo social e institucional a la investigación y tecnología es muy importante, firmas como Deltares o Wetsus, expertas en cómo responder efectivamente a las perturbaciones climáticas tomando en consideración simultáneamente los procesos naturales y las intervenciones antrópicas, son embajadoras del país en todo el mundo.

5.1 Las inundaciones, las grandes conformadoras

Es posible remontarse más de mil años atrás, a una de las primeras inundaciones conocidas, el 26 de diciembre de 838. Estas inundaciones en las que el noroeste del país quedó bajo el agua las conocemos gracias al Obispo Prudentius van Troyes, que describió en sus escritos como casi toda la provincia de Frisia se inundó y cómo el agua llegó a alcanzar la altura de las dunas, acabando con cosechas y pueblos enteros. Las víctimas se estimaron entonces en torno a las 2.437. La segunda inundación reconocida en la historia de los Países Bajos ocurrió el 28 de septiembre de 1014. Se dice que esta catástrofe inundó toda la costa del país, aunque la región que más sufrió fue Walcheren. Según una crónica, escrita por la abadía de Quedlinburg en Sajonia, las víctimas en esta ocasión superaron los mil fallecidos. De nuevo, en 1170 gran parte del norte del país quedó inundado y se creó el Zuiderzee fruto de la inundación del lago Flevo. Este lago quedó conectado con el Mar del Norte mediante un canal de agua salada que se abrió paso a través del bosque Creiler, que desapareció bajo las aguas para siempre. De este modo el lago pasó a contener agua salada y recibió entonces el nuevo nombre de Zuiderzee. Con posterioridad las denominadas inundaciones de Santa Isabel de 1404 y 1421, volvieron a sembrar la desolación en el país. Todo ello, a pesar de que tras las inundaciones de 1375 que asolaron parte de Flandes, Zelanda y Holanda se llevó a cabo la construcción de diques alrededor de Zuudsee una fuerte tempestad asoló de nuevo estas poblaciones y las de IJzendijke y Hagevliet. En total 30 poblaciones quedaron devastadas y en torno a las 2000 personas fallecieron. De nuevo en 1421, otra tempestad compuesta de una enorme tormenta y una marejada ciclónica trajo la desolación. Terrenos de Grote Waard se perderían para siempre ya que en el lugar donde el agua penetró, pasando a Dordrecht, se quedaría allí permanentemente formándose el Biesbosch. Esta inundación, conocida como la inundación de Santa Isabel puesto que tuvo lugar durante dicha festividad, se dice que ha sido una de las peores que se han producido en la historia (ocupando el puesto 20 en la lista de peores inundaciones en todo el mundo) causando miles de muertes (Campanella, 2010).

Img: The Saint Elizabeth's Day Flood, Master of the St Elizabeth Panels, c. 1490 - c. 1495 (Rijksmuseum).

En 1530, el día de San Félix, una tormenta golpeó de nuevo Zelanda y la región este de Yerseke, en la que se encontraban diecinueve poblaciones y la ciudad de Reimerswaal. Todo quedó bajo las aguas menos la ciudad de Reimerswaal que gracias a su posición algo más elevada, quedó convertida en una isla. Hoy en día esta región se conoce como la tierra inundada de Zuid-Beveland. La recuperación de las zonas inundadas de Oost-Watering, Noord-Beveland y Schouwen-Duiveland duró más de 70 años. Pero sin duda alguna la inundación más catastrófica fue la del 1 de noviembre de 1570, conocida como la Inundación del Día de Todos los Santos, cuando el agua llegó a niveles más altos que los que se habían medido durante la catástrofe de 1953. Muchos de los diques construidos en la costa no pudieron aguantar la fuerza del oleaje y el agua pasó al interior del país. Toda la costa desde Flandes hacia Groningen y hasta la parte noroeste de Alemania se perdió por la inundación. Solo en Friesland más de 3.000 personas perdieron la vida, pero en realidad toda Holanda sufrió por esta inundación. El número de fallecidos se estima que sobrepasó las 20.000 personas, mientras que más de 10.000 perdieron sus hogares, provisiones y ganado.

Casi dos siglos después y durante la Nochebuena de 1717, una fuerte tormenta del noroeste abatió las costas de Holanda, Alemania y Escandinavia provocando la pérdida de 14.000 vidas humanas. Tan solo en la ciudad de Groningen fallecieron 2.276 habitantes y 1.455 casas se destruyeron; el agua también llegó a inundar partes de Ámsterdam y Haarlem dentro de las regiones de Dokkum y Stavoren. The Harlem lake flood en 1836, mató a millares de personas, se decidió secar el lago y en su lugar se construyeron casas y el aeropuerto de Schiphol (Campanella, 2010).

Img: Hans Moser, Scheldt Flood, 1570 (wiki).

Img: rupture de los diques en Doornik en 1799, Reinier Vinkeles, Cornelis Brouwer, Cornelis Van Hardenbergh, 1799 – 1800 (Rijksmuseum).

En 1916 tuvo lugar la inundación del Zuiderzee. Esta inundación a pesar de no ser tan catastrófica como las anteriores descritas fue importante para la historia de Holanda ya que esta fue la causa por la cual se implementaron las obras del Zuiderzee (Zuiderzeewerken). El dique marino de Waterlandschen (Waterlandschen Zeedijk), que se encuentra al suroeste de la isla Marken, fue desplazado por 1,5 kilómetros, también se rompió el dique en Edam borrando todas las poblaciones de esa región. Del mismo modo, el valle del Gelder, especialmente la región entre Eemnes, Spakenburg y Bunschoten, resultó afectado. También la ciudad de Amersfoort, la isla de Marken, en las cercanías del lago Tjeuke y de Wolvega los diques se rompieron inundando estas regiones. Todo esto hizo que las autoridades tomaran la decisión del cierre del Zuiderzee. El proyecto del dique Afsluit (Afsluitdijk) consistió en el cierre del Noord-Holland por medio de un dique que pasaría por la isla de Wieringen, para conectarla con tierra firme, hacia Friesland. El dique, además, convirtió el mar de Zuiderzee en el lago IJssel, de agua dulce. Las obras hidráulicas del Zuiderzee se dividieron en dos fases. La primera fase consistió en construir una presa en el Zuiderzee para convertirlo en un lago de agua dulce. La segunda fase del proyecto fue el drenaje de la zona para recuperar tierra. Así, se desecó la zona de la actual provincia de Flevoland, después de cerrar el Zuiderzee. El 28 de mayo de 1932 se terminó su construcción, para entonces Holanda se había convertido ya en el país al líder de la innovación hidráulica y el dique de Afsluit en todo un hito para la historia del país. La lucha contra las inundaciones transformaba el país gracias a la innovación tecnológica (Campanella, 2010).

Img: En el año 2016 el gobierno holandés solicitó al artista Daan Roosegaarde, que refozara el valor icónico de Afsluitdijk. El artista iluminó los 32 km: "Dikes are as holy in the netherlands as cows are in India. It is an honour to be able to contribute to icon afsluitdijk as a celebration of landscape art highlighting the beauty of the dike. Our goal is not to add more objects but to create a second layer of light and interaction" (Daan Roosegaarde Studio).

Pero a pesar de las décadas de inversión en grandes infraestructuras para combatir la fuerza de las inundaciones, el 1 de febrero de 1953 una nueva inundación asoló el país dejando tras de sí 1.835 muertos y anegando 165.000 ha. La causante de esta catástrofe fue una combinación de terribles circunstancias. Por un lado el estado de deterioro de muchos de los diques en la región del Delta y por otro, las singulares condiciones climatológicas que favorecieron la formación de un huracán que avanzó desde el noreste de la costa de Escocia hasta Holanda, en donde en esos momentos había pleamar. La pleamar se incrementó con la influencia del huracán y como resultado, grandes olas sobrepasaron los diques que no se habían calculado para resistir tal tormenta y comenzaron a romperse. En total se rompieron 89 diques, los daños y sus efectos se sintieron a lo largo de 187 kilómetros, se destruyeron numerosos hogares y granjas y 72.000 personas tuvieron que ser evacuadas. Las pérdidas superaron la peor de las previsiones y ni siquiera la ayuda internacional consiguió paliar la situación. Además, como consecuencia de las inundaciones de agua salada, la tierra fértil dejó de ser útil por muchos años. Esta catástrofe supuso un nuevo punto de inflexión/reflexión en la política del país que tomó consciencia por vez primera de que no era suficiente la realización de grandes infraestructuras defensivas, sino que era necesaria una actuación de gestión, investigación y mantenimiento sostenida en el tiempo. Así surgió el Comité Delta (Deltacomissie) que en agosto de 1953 dictó su primer asesoramiento para la recuperación de los diques de Schouwen y la barrera de tempestad móvil del Hollandse IJssel. Al mismo tiempo, los planes de restauración llevados a cabo durante casi un año sentaron las bases de la Ley del Delta (Deltawet) de 1958. Estas inundaciones también sirvieron para acelerar las obras del Plan Delta (Deltaplan). Un plan que aseguraba una protección sostenible de la región basada en estrategias a largo plazo para todo el país y que había sido ideado tras largos estudios y trabajos iniciados en 1937 por el Ministerio de Agua y Obras Públicas (Rijkwaterstaat) pero que sin embargo, a pesar de haberse aprobado en 1950, dada su ambición y extensión, sus obras no se habían comenzado (H. Meyer; Bobbink; Nijhuis, 2010).

5.2 El Plan Delta

Las obras (Delta Works) realizadas en Holanda tras las inundaciones de 1953 implicaron una diferente gestión del agua. Un agua, como me comentaba en una entrevista realizada en la sede de Deltares en Delft Maaik Bos en septiembre de 2014, que no solamente proviene del mar, sino también del deshielo que genera las crecidas de los grandes ríos (Rin, Molsa y Waal) que recorren el país. El Plan reducía la extensión total de los diques en 700 kilómetros y mejoraba el abastecimiento de agua dulce para la agricultura de manera natural, requiriendo menos aporte de agua dulce para mantener el balance entre agua salobre y dulce, el otro gran conflicto. Diferentes tipos de diques y esclusas fueron colocadas en diversos lugares para permitir el paso del agua fresca y así desechar el agua salada. Finalmente y aunque no menos importante, la construcción de los diques favoreció la movilidad y la comunicación nacional. A esta cuestión también ayudó la construcción del puente de Zelanda y del túnel de Westerschelde (2003). Además en 1976, los Países Bajos conjuntamente con Bélgica cerraron un acuerdo con el fin de mejorar y regular la organización del transporte marítimo de los puertos de Amberes y Róterdam. Hoy en día las partes más bajas del país están protegidas por 57 diques (dike rings areas) que está definidas en la Ley de defensa de las inundaciones (Dutch Flood Defences Act). Pero, como es lógico, todas estas obras han supuesto una transformación brusca del paisaje, la pérdida de la práctica totalidad del estuario, de las zonas húmedas y con ellas su biodiversidad. Enormes cantidades de tierras ganadas tanto al mar como a los ríos, sujetas a importantes drenajes que en la actualidad experimentan fenómenos combinados de subsidencia e intrusión de agua salada, entre otros. No obstante, el país sigue siendo extremadamente vulnerable a los efectos del cambio climático como la subida del nivel del mar y la frecuencia de las lluvias e inundaciones. Por otro lado, aunque la sensación de riesgo de la sociedad haya disminuido fruto de todas estas infraestructuras, la vulnerabilidad de estos territorios ha aumentado, ya que hoy en día existe una mayor concentración de población y actividades en ellos. Son muchos los científicos e investigadores que aún en la actualidad siguen llamando la atención de la apariencia de seguridad que la sociedad en general vive y los que reclaman medidas más flexibles capaces de adaptarse a los fenómenos naturales y no al revés. (Smits; Nienhuis; Saeijs, 2004).

Img: Deltawerk 1:1 comisionada por the Natuurmonumenten & Dutch Cultural Heritage Agency y conceptualizada por Erick de Lyon, Ronald Rietveld y David Habets prevista para ser realizada en 2017. Una intervención en el Delta Flume, estructura utilizada artificialmente para formar enormes ondas a gran escala para probar la fuerza de los proyectos Delta Works (Mairs, 2017).

5.3 El Nuevo Paradigma, trabajar con la naturaleza

Curiosamente el origen del término paisaje en los Países Bajos: landschap significa adaptar los procesos naturales y culturales para crear un nuevo territorio. Los trabajos del Plan Delta durante estos años han mostrado una ligera evolución con respecto a la protección frente a las inundaciones, de manera que de forma paulatina se han abordado cuestiones más allá de las meramente defensivas, como la integración de la naturaleza, la agricultura, el comercio y el ocio en su diseño y gestión. A la entrada del viejo puerto de Ámsterdam, cerca de la Bolsa, se puede leer: "De coast gaet voor de baet uyt", que significa que el coste viene antes que el beneficio. Esta consigna es aplicable a la moderna aproximación de los holandeses con el agua, catalizadora de un cambio de paradigma exportado a través de sus diseñadores e investigadores a todo el mundo y que tiene que ver con un concepto de beneficio desde un enfoque integrador del binomio economía y ecología, bajo el paraguas de la resiliencia.

Por otro lado, el crecimiento económico y tecnológico del país ha permitido ir más allá de las cuestiones meramente infraestructurales y defensivas para considerar también los impactos sociales y medioambientales de los proyectos, llegando a reformularse nuevamente las premisas del Plan Delta. Así por ejemplo, en 1979 el parlamento decidió preservar el estuario y las marismas de Eastern Scheldt como hábitats significativos para la fauna y flora, pero también como valor para la pesca tradicional. A tal efecto, en vez de construir un dique o barrera fija se realizó una móvil. Una infraestructura como tal más costosa aunque más rentable, si se tenían en cuenta los rendimientos ecológicos y sociales de la misma. Esta infraestructura supuso un comienzo en la transformación de la política Holandesa de defensa costera y frente a las inundaciones que tuvo también (como enfoque integrado de gestión del agua) su reflejo en el futuro desarrollo de la política de agua. Así el segundo (1984) y tercero (1989) National Water Management Paper (NWMP) apostaron de manera decidida por la interrelación entre la gestión del agua y la ecología, añadiendo el concepto de vitalidad de los ecosistemas acuáticos al de la defensa de las inundaciones. El cuarto NWMP (1998) añadía además la relación de los anteriores con las poblaciones y la cultura.

No obstante como se indicaba, los grandes éxitos infraestructurales, tecnológicos y económicos del país, han tenido que reformularse a la luz del cambio climático. Cuando el país sufrió la gran tormenta del Mar del Norte de 1953 el cambio climático era apenas un concepto objeto de estudio por algunos investigadores preocupados por el calentamiento de la atmósfera, pero tras las últimas inundaciones sufridas en 1993-1995, quedaba de manifiesto en las distintas políticas en relación al territorio del país que el reto del siglo XXI era afrontar el cambio climático. Y para lograrlo, esta vez no quedó duda de que era necesario trabajar con la naturaleza. Así por ejemplo, la más importante de las nuevas líneas de la política costera está centrada en lo que se denomina como preservación dinámica, que no es otra cosa más que favorecer y preservar las dinámicas de los sistemas costeros en lo posible. Ya que el mayor proceso ante los efectos del cambio climático que sufren las costas holandesas es la erosión. Desde 1990 esta política estaba ya en la agenda del gobierno, pero sin duda alguna cobró fuerza tras las inundaciones de 1995. La reciente National Spatial Strategy (NSS 2004) confirma este objetivo a gran escala desde la base no solo de la protección frente a las inundaciones, sino de la preservación de la calidad y el valor de uso de la costa. De hecho, el objetivo ha sido denominado recientemente como; creciendo con el nivel del mar, por el Deltacommissie 2008; ya que la alimentación de los sistemas dunares se considera el mejor método para combatir los efectos del cambio climático. Unas previsiones de alimentación de 84 mm³/año hasta 2050, para anticiparse a una previsible subida del nivel del mar de 13 mm al año. Como pudo explicarme Joost Stronkhorst en otra entrevista el mismo día en Deltares, los numerosos fondos de arena del Mar del Norte y las principales corrientes dirección suroeste-noroeste junto con los nuevos avances tecnológicos, como el proporcionado por el Sand Engine, aseguran la consecución de este objetivo, así como el diseño y reconfiguración del perfil costero.

Pero si los previsibles efectos del cambio climático tales como la subida del nivel del mar, el aumento de los temporales costeros, la erosión, el incremento de lluvias y sequías, la salinización, los fenómenos de

subsistencia y muchas otras cuestiones, nos refieren a un paisaje dinámico, el tradicional sistema de diques desarrollado por el país no lo es. Este conflicto puso encima de la mesa del gobierno la reflexión de que la lucha contra las fuerzas de la naturaleza no era un modelo de futuro adecuado. La nueva política holandesa pasa por aprender (de nuevo) a adaptarse, a vivir con el agua y no a luchar contra ella. A trabajar con la naturaleza con el objetivo de acomodarse a las distintas variables climáticas y ecológicas, de tal modo que se integren en el proceso de diseño favoreciendo los objetivos previstos. En una revisión crítica de los efectos morfológicos, ecológicos y socio-económicos del Delta Project, Saeijs y sus colegas convocaban a: "(1) If there is still is a choice, leave untouched estuaries and deltas alone. (2) If there is already a history of human intervention, try to adopt the most flexible approaches to safety and development. (3) Reversible and local measures within the limits of the natural processes are preferable (...)" (Smits et al., 2004).

Las recomendaciones de Saeijs son compartidas por la política nacional ya que como indicaba Renée Jone-Bos, ex embajadora Holandesa en Estados Unidos durante el discurso de clausura en la Asociación Americana de Planeamiento celebrado en 2012: "Our collective DNA is mutating, away from flood resistance at any cost to flood accommodation wherever possible" (Jones-Bos, 2012). Sin embargo, aplicar estas recomendaciones no es fácil, aunque es posible destacar algunos proyectos recientes, como el mencionado Sand Engine que recogen dicho espíritu y han sido capaces de trasladarlo a la construcción de nuevos paisajes resilientes.

También este es el caso del Room for the River Program (2006-2015), que como el propio nombre indica consiste en lograr mayor espacio para el río. Un proyecto del que pude hablar con Jan Van der Grift, senior advisor for the Room for the River Quality team en septiembre de 2014. El cambio climático afectará también a los ríos y se piensa que el Rhin cambiará su carácter de un río con agua de la fusión de las nieves a otro con mayoría de agua de lluvia. Para hacer frente a este reto en 2006, el gobierno holandés aprobó the Key Spatial Planning Decision Room for the River. Sus principales objetivos, como ya se ha visto anteriormente son la protección contra las inundaciones y la mejora de la calidad ambiental en general en la región de la cuenca hidrográfica. Se diseñan al menos seis maneras de ampliar el río: reubicando los diques para permitir más espacio para las altas descargas, abriendo nuevos caminos al río para que este pueda anegar las llanuras de inundación, ampliando la llanura de inundación, ampliando la sección del río, creando ríos verdes entre las nuevas presas y eliminando cuando sea posible obstáculos como puentes o viejos muelles. Los proyectos combinan estas medidas para lograr la mayor seguridad y calidad ambiental. Pero lo que Van der Grift destacaba como realmente novedoso, aparte de trabajar con la naturaleza dando más espacio al río, era el procedimiento seguido. Y es que este proyecto conlleva la coordinación multiescalar (estado, provincias, municipios) entre diferentes agentes, instituciones y técnicos. Para ello se creó el Comité de calidad (QTeam, Quality team), dirigido por Dirk Sijmons que apostaba por una aproximación a la investigación desde el diseño de cuestiones tales como la política, el conocimiento del territorio y la ciencia, que hasta la fecha han mantenido lenguajes, perspectivas y lógicas diferenciadas, haciendo cada vez más difícil su integración (Sijmons, 2012). De nuevo se trata de un planteamiento de alcance global, que va más allá

de la propia cultura del país. En todo el mundo se ha experimentado en las últimas décadas la atracción por los procesos de evaluación y seguimiento como the Societal Cost Benefit Analyses and the Environmental Impact, que se han apoderado de la toma de decisiones en la elaboración de los planes y proyectos, negando la capacidad de la investigación e innovación a través de los procesos de diseño. Sin embargo, en el Room for the River con el apoyo del QTeam, se apostó por desarrollar la planificación y diseño los proyectos (con un presupuesto de 2,4 billones de euros) mediante una fórmula en la que, aunque la seguridad era el elemento central, la calidad espacial era sin duda alguna, el siguiente asunto más importante. Arquitectos y paisajistas han trabajado en colaboración con profesionales de diferentes disciplinas (ecólogos, urbanistas, ingenieros hidráulicos, entre otros), en el desarrollo de nuevos paisajes desde el diseño y la innovación. De esta manera no solo se controla y mejora la calidad de cada una de las intervenciones, sino que el conjunto del plan se alimenta del proceso de diseño consiguiéndose además una mayor integración y coordinación de todas las propuestas. Esta metodología basada en la idea de investigación a través del diseño se integra en el marco de un proceso de abajo a arriba y ha sido sin duda alguna uno de los elementos fundamentales que ha agilizado todo el proceso y colaborado a la disminución de los costes totales en torno a 40-100 millones de euros. Eliminando elementos superfluos y adoptando medidas más acotadas y realistas en términos de mejorar la funcionalidad paisajística del río.

Img: Room for the river location of measures and alternatives (ruimte voor de rivier, 2006).

Todos estos proyectos se encuentran integrados en el denominado Delta Programme creado por la nueva Delta Commission (2008), que es el programa nacional en el marco del nuevo paradigma de trabajar con la naturaleza. Divide el país en 6 regiones (Rhine Estuary-Drechtsteden; South-western delta, IJsselmeer; Rives Rhine and Meuse; The Coast; Wadden) en relación a tres grandes Delta Decisions (a new approach to flood risk management and freshwater supply; plans for flood-resilient construction and preventing freshwater supply problems; planning flood protection measures along the River Rhine, the rivers into which it discharges, the River Maas, and the IJsselmeer region) centradas a su vez en tres retos (a new approach to flood risk management and freshwater supply; plans for flood-resilient construction and preventing freshwater supply problems; planning flood protection measures along the River

Rhine, the rivers into which it discharges, the River Maas, and the IJsselmeer region). El Delta Programme y sus retos en relación a la seguridad, la gestión del agua y la adaptación espacial, se revisan cada año y como resultado se desarrollan un conjunto de acciones y proyectos.

En ámbito de la costa, si bien como ya se ha explicado guarda relación con toda la estrategia nacional, se exploran oportunidades para integrar espacialmente soluciones complejas que vayan más allá de la mera protección, como la regeneración de sistemas dunares o nuevas infraestructuras de diques semi-naturales y flexibles. Para estos proyectos también se ha desarrollado un QTeam. Janneke van Bergen, con quien me pude entrevistar también en septiembre de 2014 y que trabajó con Sijmons en Room for the River, reconcia el poder de esta herramienta para integrar a través del diseño los conocimientos científicos con las particularidades del contexto local. La integración de los agentes implicados es lo que posibilita un cuerpo colectivo de diseño y gestión resiliente de estos espacios. En el caso del litoral, como ya se ha comentado, el mayor reto está en las diferentes tipologías de mantenimiento de la alimentación de los sistemas dunares y su compatibilización con otros usos, ampliando así el gradiente de beneficios ecosistémicos que estos sistemas pueden proporcionar.

Schematic representation of the main choices with regard to future nourishment volumes for adapting the coastal foundation to sea-level rise. (Source: DPK/BM/A1:1).

Img: Principales estrategias de alimentación dunar (Delta Programme Commissioner, 2012).

Como se ha pretendido explicar, el nuevo cambio de paradigma del modelo holandés supone dejar de entender el agua como un enemigo del que defenderse, para reconocerlo como un amigo al que se debe proveer del espacio suficiente para el desarrollo de sus ciclos y servicios naturales. Así, en este país y durante los últimos años, el diseño y la planificación de la costa y del sistema hídrico en su conjunto adquieren una dimensión en la que no solo se tiene en cuenta los aspectos económicos y de seguridad, sino también los ambientales, estéticos y culturales. Esta cuestión se muestra en texto e imágenes en la bellísima publicación *Sweet & Salt. Water and the Dutch* en la que se investiga la manera en la que esa conexión con el agua se recoge en el arte y que fue objeto de una exposición con el mismo nombre en el Kunsthal de Rotterdam (Heuvel; Metz, 2012).

Img: El contraste de las bandas con el azul del mar genera un ambiente casi mágico amenizado por los sonidos de las aves (West 8 Studio, 1990).

Img: Este tapiz proporcionaba hábitat, pero también camuflaje para distinto tipo de aves (West 8 Studio, 1990).

Es justo recordar que en el país holandés, en especial en la última década, en los procesos de reconfiguración de los entornos fluviales y costeros tecnología y diseño del paisaje han ido de la mano del trabajo con los procesos ecológicos. Por eso no deja de resultar chocante que cinco años después de que se completara the Eastern Scheldt storm surge barrier en Zeelan, cuando el equipo de paisajistas de West 8 fue contratado para diseñar su imagen final, el trabajo consistiera en una instalación de conchas de almejas blancas y negras. Un jardín, como nos recuerda su autor, diseñado a base de "basic ingredients as ecology, infrastructure, weather conditions, building programs and people" (Geuze, 1995).

Atravesar este paisaje debió ser toda una experiencia para los sentidos. El propio Geuze hacía hincapié en su aspecto performativo, manteniendo que las aves se auto-organizarían en distintas familias de acuerdo con las cáscaras de los diferentes moluscos. Así, las de patrón oscuro se sentirían atraídas por conchas oscuras y las aves de colores más claros por las conchas blanquecinas. De modo que "When driving over or through those plateaus, you are facing a rhythm of black and white shells and black and white birds" (Geuze, 1995). Efectivamente, la plasticidad del proyecto Shell Project, como recuerda Charles Waldheim, prioriza la percepción, a pesar de su carácter efímero, a través de los vientos, las mareas y las conchas (Waldheim, 2002, 16). Sin embargo, las imágenes de este proyecto han recorrido el mundo entero fijándose en la retina y texto de muchos como un ejemplo a seguir de integración paisajística de las infraestructuras. Concebido, como se ha dicho, como una instalación, su potencia formal y performativo nos atrapó a todos, pero existen dudas razonables de si en entornos tan cambiantes y sujetos a las fuerzas de la naturaleza como éstos, la ecología puede funcionar solo como una metáfora. Probablemente solo como metáfora no, pero también es cierto que no es necesario renunciar a su potencial fenomenológico.

Se dice que los holandeses son muy optimistas y emprendedores, prueba de ello es la multitud de veces que se han levantado después de una catástrofe para reconstruir el país. Pero esta actitud, inscrita en la tierra y en los sueños, puede ser vista también desde el punto de vista ecológico como una evolución dinámica, fruto de su capacidad adaptativa. Efectivamente, los holandeses parecen haberlo tenido claro, es necesario invertir en el futuro o como coloquialmente dicen: poner el coste antes que el beneficio. Incluso tras las inundaciones de 1953, cuando el país estaba intentando salir de las sombras provocadas por la Segunda Guerra Mundial, se destinaron 40 billones de dólares en las obras del Plan Delta (Delta Works). En esos momentos de carestía no se invirtió solamente en la construcción de unas infraestructuras defensivas, sino que se realizaron barreras que permitieran el intercambio de agua dulce y agua salada. Una necesidad medioambiental para el mantenimiento de muchos ecosistemas y también para favorecer la capacidad productiva y la no salinización de muchos suelos agrícolas. Estos diseños dinámicos doblaron entonces el coste de las barreras. Pero al mismo tiempo esta inversión ha permitido que el delta sea no solo un espacio seguro, sino un lugar con una importante industria pesquera y recreativa.

Img: Waterlight at Museumplein, Amsterdam (Studio Roosegaarde).

Sin duda alguna el paso de los años ha demostrado que la inversión mereció la pena. Esto es porque en el análisis coste-beneficio siempre se han valorado los efectos indirectos de las inundaciones, efectos tales como el daño a la fauna, la flora o a los aspectos culturales. Por supuesto, estas valoraciones contienen un mayor grado de imprecisión que las de los aspectos cuantitativos, pero son igualmente importantes, ya que necesariamente conllevan una reflexión sobre la transformación del paisaje. Efectivamente, los diques podrían ser más altos, las barreras más largas y las obras de infraestructura mostrar toda su monumentalidad. Pero poco a poco ha ido creciendo la conciencia y el convencimiento de que lo que se estaba construyendo era un país que debía dejar de defendese de las inundaciones y de las fuerzas de la naturaleza para proyectar con ellas. Realizando una analogía con lo que el concepto de metamorfosis significa en la biología, se podría especular con que la metamorfosis de la costa holandesa se asemeja entonces a una metamorfosis sencilla (hemimetabolismo). Es decir, a ese tipo de metamorfosis que experimentan muchos insectos, que generalmente está acompañada de cambios en el hábitat y comportamiento. Una metamorfosis en la que el individuo pasa por varias mudas hasta transformarse en un individuo adulto, generalmente sin pasar por la inactividad y sin cesar de alimentarse. En este tipo de metamorfosis, que es la que experimentan por ejemplo los saltamontes, el ejemplar adulto no difiere mucho del joven. Efectivamente, Holanda ha sido sensible a los efectos del cambio climático y como no podía ser de otra forma dada su dilatada historia vinculada a las fuerzas de la naturaleza, ha transformado sus políticas y planes abriendo caminos de reconciliación entre la tecnología, la innovación y el diseño de nuevos paisajes resilientes basados en la recuperación de procesos naturales.

Detrás de todas estas historias hay otra muy interesante para la fusión de la arquitectura del paisaje a ambos lados del Atlántico. La historia de una alianza que, aunque entonces solo surgiese de la pasión por una disciplina emergente, se fraguó entre 1955 y 1957 cuando Meto Vroom viajó a PennDesign y conoció a Ian McHarg. Vroom trabajó en el taller, el primero de McHarg al frente del departamento de arquitectura de paisaje, de Cape Hatteras Area en North Carolina. Un trabajo en el que McHarg proponía el estudio de los procesos erosivos de la playa y sus relaciones con los distintos habitats. Un estudio que McHarg repetiría con William Martin unos años más tarde, lo que facilitaría el material para el segundo capítulo de *Design with Nature: Sea and Survival* (Spirn, 2000). McHarg se convertiría en el referente de la arquitectura del paisaje en Estados Unidos, dando forma a diferentes programas de estudio en distintas universidades. Y Vroom, sería Emeritus Professor of Landscape architecture en la Universidad de Wageningen, en Holanda, sucediendo a Bijhoamer, quien en 1946 habría sido el primer profesor de Arquitectura del paisaje de la misma universidad. Todo ello como preludio de la alianza entre técnicos y administraciones de ambos países y que surgiría tras los desastres provocados por Katrina y Sandy. Como metamorfosis de la planificación costera en el país americano. Pero esto será ya objeto del siguiente capítulo de esta investigación.

Img: Metamorfosis de la costa de Holanda. >
Elaboración propia.

- 10.000 bc - 1916 ac
- 1916 ac - 1970 ac
- 1970 ac - 2020 ac

10.000 bC - 1916 aC

1970 aC - 2020 aC

(...) case studies can be usefully considered as a form of quasi experiment. (...) cross-case comparisons can be used to test hypotheses, in a way similar to field experiments (Deming and Swaffield 2011, 123-124).

CAPÍTULO 3. EL CONTEXTO DE LOS CASOS DE ESTUDIO

LOS LABORATORIOS

the guardian

How a design competition changed the US approach to disaster response

Nate Berg tells the story of Rebuild By Design, a competition - and now its own organisation - based on taking a more proactive approach to disaster response in cities; but how far can you prepare for the effects of climate change?

Img: Portada de The Guardian (The Guardian, 2017).

The BIG U proposal was designed to protect Lower Manhattan from the impacts of a changing climate. Photograph: Rebuild by Design

Cities is supported by **THE ROCKEFELLER FOUNDATION** About this content

Nate Berg

Wednesday 18 January 2017 13:03 GMT

El miércoles 18 de enero de 2017 el periódico británico The Guardian describía cómo un concurso de diseño había cambiado la aproximación del país más poderoso del mundo ante los riesgos del cambio climático. La imagen que acompañaba al titular era la propuesta de BIG U para proteger el bajo Manhattan de los impactos del cambio climático. Una de las seis propuestas ganadoras del concurso internacional de ideas Rebuild by design (RBD), convocado por el gobierno estadounidense tras el huracán Sandy.

En cierto modo la noticia me hizo respirar, el hecho de que un medio de masas se planteara dicha afirmación, más allá de lo mediático del titular, parecía poner de manifiesto que las cuestiones manejadas en la presente investigación, forman parte de la agenda política y social contemporánea. Es cierto que cuando se inició esta investigación ni siquiera sabía si los concursos que había escogido para los casos de estudio tendrían la relevancia y el alcance que esperaba. De hecho, los concursos se fueron desarrollando en sus distintas fases y la tradicional carpeta de documentación que debe servir de base para la fase de análisis en una investigación nunca ha acabado de cerrarse, ni siquiera hoy. Pero esta cuestión que puede parecer algo desconcertante, tampoco lo es tanto.

Hoy en día la realidad o mejor dicho la percepción de la realidad, se construye a cada instante. Incluso acontecimientos del pasado que parecían inamovibles se desmoronan casi sin hacer ruido. En el año 2016, la detección de las ondas gravitacionales, unas diminutas perturbaciones en el tejido espacio-tiempo que cruzan el Universo a la velocidad de la luz, supuso una gran revolución en el mundo de la ciencia. Hasta ahora, casi todo lo que se sabía acerca del Cosmos se había averiguado a través de la radiación electromagnética (luz visible, rayos gamma o ultravioleta). Las ondas gravitacionales nos regalaban la posibilidad del ver el Cosmos con nuevos ojos. Tan solo en lo que llevamos de año 2017 la NASA ha anunciado la existencia de más de mil exoplanetas (planetas más allá de nuestro sistema solar) y nueve cuerpos celestes pequeños que giran alrededor de una estrella, con potencial para albergar agua y quizás con ello también alguna forma de vida. En total, se han agregado otros 1.284 planetas de los que no se sabía hasta ahora. Sin embargo, estos revolucionarios avances científicos tan sólo han servido para rellenar unos cuantos titulares en los medios de comunicación. Para algunos filósofos y pensadores, la falta de impacto de estos descubrimientos reside en que no guardan relación con el patrón de conocimiento dominante, pero sobre todo en su ausencia de diálogo con otros saberes. Y es que como ya se ha comentado, la ciencia evoluciona en la medida que es capaz de dar respuesta a los principales desafíos de cada momento histórico. Pero no se trata de construir el conocimiento bajo una epistemología acordada que une a un grupo (disciplinar) y por lo tanto le confiere poder. La condición antropocena exige reconocer a los sistemas socio-ecológicos como complejos y dinámicos, lo cual implica moverse hacia una ciencia donde lo incompleto, lo impredecible y la pluralidad de perspectivas locales y legítimas, constituyen su base de acción. "El modelo para la argumentación científica ya no es la deducción formalizada sino el diálogo interactivo. La nueva ciencia paradigmática ya no puede permitir que sus explicaciones no se relacionen con el espacio, el tiempo y el proceso; la dimensión histórica, incluyendo la reflexión humana sobre el cambio pasado y futuro, se transforma en una parte integrante de la caracterización científica de la naturaleza y de nuestro lugar en ella" (Funtowicz; Ravetz, 2000). En cierta manera, las cuestiones descritas en el capítulo precedente y que constituyen la base de reformulación de la planificación y el diseño de la costa en nuestra era, pertenecen al mundo de lo disciplinar, en este caso de lo multidisciplinar, pero siguen quedando restringidas a un grupo. Sin embargo, cuando estas cuestiones a través de los concursos internacionales (los laboratorios) *Rebuild by design competition* y *Changing Course*, se abren a una pluralidad de miradas y éstas captan la atención de los medios de comunicación masiva,

es posible pensar que nos encontramos ante una auténtica metamorfosis, no sólo de la ciencia, sino social.

Es en este contexto donde el choque antropológico que los huracanes Katrina y Sandy provocaron en la sociedad norteamericana constituye un ejemplo útil para comprender estos procesos de cambio. Los Estados Unidos son el tercer país más grande del mundo y tienen más de 12.000 millas de costa, unos 19.312 km, en las que conforme al Pew Center para el año 2030 vivirán el 50% de la población total. Una tendencia que previsiblemente además seguirá en aumento. La densidad económica del país se concentra en la costa y los Grandes Lagos, hasta el punto de llegar a ser considerada por algunos como una nación costera. Cuenta con aproximadamente 163 millones de habitantes viviendo cerca de la costa, 350.000 residencias, negocios e infraestructuras a 150 metros de la ribera del mar. Una nación en la que el 98% de sus productos se trasladan a través de los puertos, donde el 60% del producto interior bruto del país está generado en las comunidades costeras y donde el turismo y el ocio litoral suponen también una importante fuente de recursos (Rappaport; Sachs, 2003). Pues bien, tan solo en el periodo entre 1980 y 2013, más de 151 acontecimientos climáticos extremos tuvieron un impacto directo en la economía del país, con un coste de más de un billón de dólares. Pero sin embargo, hasta que los huracanes Katrina (2005) y Sandy (2012) no golpearon la costa Este, los efectos del cambio climático no se habían posicionado como un asunto de crisis ambiental y política no solo de las ciudades, sino de toda la nación. Todo ello a pesar de la existencia de un cuerpo sustancial de investigaciones a nivel mundial que ponen el acento en la necesidad de dar una respuesta holística a la transversalidad de los riesgos urbanos contemporáneos provocados por el cambio climático¹.

Katrina, Sandy y otras tormentas de gran intensidad han puesto en duda hasta qué punto los modelos y los criterios en los que nos hemos venido apoyando para relacionarnos con las dinámicas naturales son fiables. La sociedad estadounidense, especialmente la de la costa Este, una de las regiones más urbanizadas del país y el espejo en el que se miran muchas otras regiones y ciudades del mundo, se ha mostrado tremendamente vulnerable. El cambio climático, ese hiper-objeto difuso y viscoso del que nos habla Timothy Morton, se ha hecho presente en muchas regiones y ciudades sembrando el pánico y la desconfianza.

"Hurricanes Sandy (2012) and Katrina (2005) recently raised awareness of this vulnerability. Climate change poses additional threats to coastal communities. Climate projections suggest possible increases in the strength and frequency of the most intense hurricanes, and sea-level rise will increase the likelihood of major flood events.(...) This trend highlights the challenges ahead, particularly if federal post-disaster relief discourages state and local governments from taking appropriate actions to reduce risk and enhance resilience" (Committee on U.S. Army Corps of Engineers Water Resources Science, Engineering, 2012, 1).

1. El Informe de los Grupos de trabajo I y II del IPCC de 2012. Denominado Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. Resumen para responsables de políticas, marca un hito en este aspecto, reclamando nuevos marcos capaces de integrar los elementos socio-ecológicos urbanos de forma holística.

Img: Portadas de periódicos nacionales y locales tras Katrina (2005).

Img: Portada de Bloomberg Businessweek, estableciendo una relación directa entre el huracán Sandy y el cambio climático (Bloomberg Businessweek, 2012).

Como indicaba Beckson, catarsis como éstas son las que hacen resquebrajarse las mentalidades institucionalmente construidas, y es precisamente en circunstancias como éstas, en las que puede estudiarse una metamorfosis en la que el pasado se reconsidera a través de la imaginación en el marco de un futuro amenazante. Entornos en los que las normas y principios, y por qué no, los criterios de planificación y diseño que guiaron las decisiones en el pasado, se re-evalúan y cuestionan (Beck, 2015).

En este caso es difícil establecer un momento de inicio de esta metamorfosis, pero sin duda alguna el huracán Katrina (2005), el desastre natural más costoso con mucha diferencia de Estados Unidos, tuvo un impacto importante no solo en la economía del país, sino en el sentir de toda la sociedad que empezó a preguntarse por los efectos que el cambio climático tiene en sus vidas, exigiendo a los políticos una respuesta clara. Los datos y las imágenes de la devastación ocuparon las portadas de los medios nacionales e internacionales: 1.833 muertos, 107.379 casas inundadas, el 80% de la ciudad quedó bajo las aguas, y 26.964 edificaciones sufrieron daños por los vientos. En estas circunstancias, una de cada cuatro viviendas fue declarada en ruina, convirtiendo a la ciudad de New Orleans en la ciudad de Estados Unidos con mayor concentración de viviendas abandonadas. El impacto económico en los daños materiales llegó a cifrarse en 148.000 millones de dólares. La producción de petróleo del Golfo descendió en un 95%. Casi 100.000 habitantes, un tercio de los iniciales, nunca regresaron a la ciudad tras la catástrofe. Para aquel momento, en el año 2005, las pérdidas globales económicas a nivel mundial por los previsibles efectos del cambio climático se cifraban en 6 billones de US\$ al año, con un previsible incremento de 52 billones de US\$ para el 2050 si la situación continuaba como hasta el momento. Incluso con los parámetros barajados para el mantenimiento de los mismos estándares de protección frente a las inundaciones, la previsión de gasto superaba el 50% de la mantenida hasta el momento. Entre las ciudades más vulnerables de todo el mundo Estados Unidos alberga 8 de las 20 ciudades litorales donde los daños pueden ser mayores (por la coyuntura de dos factores: vulnerabilidad y concentración de bienes y personas). Estas ciudades son New York-Newark, Miami, New Orleans, Tampa-St. Petesburg, Philadelphia, Virginia Beach, Boston y Baltimore² (Hallegatte; Green; Nicholls; Corfee-Morlot, 2013).

Así que cuando en octubre de 2012 el Huracán Sandy arrasaba la región de New York y New Jersey, el que ha sido considerado como el tercer desastre natural de país con un coste de 65,7 billones de dólares de coste, 186 víctimas, cortes en los suministros de agua, electricidad y las comunicaciones interrumpidas durante días, el clamor de la sociedad fue unánime. Si el cambio climático era una amenaza, querían sentirse seguros y afrontarlo ya. Mike Tidwell, fundador de Chesapeake Climate Action escribía: "We are all from New Orleans now. Climate change – through the measurable rise of sea levels and a documented increase in the intensity of Atlantic storms – has made 100 million Americans virtually as vulnerable to catastrophe as the victims of Hurricane Katrina were seven years ago." También el ex vicepresidente de Estados Unidos, Al Gore escribía en su web esos días: "For many, Hurricane Sandy may prove to be a similar event: a time when the climate crisis – which is often sequestered to the far reaches of our everyday awareness became a

2. En el top ten de este ranking están ciudades como Guangzhou en China y Mumbai en India.

reality. (...) Hurricane Sandy is a disturbing sign of things to come. We must heed this warning and act quickly to solve the climate crisis. Dirty energy makes dirty weather". Definitivamente las imágenes de la todo poderosa ciudad de New York paralizada tras el huracán Sandy obligaron a la inclusión del cambio climático en la agenda política en la última semana de la campaña presidencial de 2012 (Goldenberg, 2012).

Sin embargo, en medio de este momento de crispación e incertidumbre muchos neoyorkinos, que vivían cerca de la costa quisieron volver a reconstruir sus casas y exigían la construcción de barreras que les protegieran de catástrofes como Sandy. El debate estaba abierto, un debate que prendió como la pólvora por todo el país: ¿era esta la manera de defenderse?, ¿Se trataba de reconstruir las mismas barreras o era necesario pensar en otras estrategias de adaptación? Bill Clinton haciendo campaña por Barack Obama en Minnesota dijo: "All up and down the east coast, there are mayors, many of them Republicans, who are being told, 'You've got to move these houses back away from the ocean. You've got to lift them up. Climate change is going to raise the water levels on a permanent basis. If you want your town insured, you have to do this'" (Goldenberg, 2012). Sin embargo, para un país como el estadounidense y una ciudad como New York, era difícil entender que la escala de la sostenibilidad y por lo tanto de la toma de decisiones no es individual, ni siquiera local, sino global.

Por eso es posible que en los días posteriores a Sandy y poco antes de las elecciones a la presidencia de los Estados Unidos, Obama recordara su mensaje para la ciudad de New Orleans unos años antes, cuando siendo senador por Illinois Katrina golpeaba la ciudad de New Orleans el 29 de agosto de 2005: "I hope we realize that the people of New Orleans weren't just abandoned during the hurricane. They were abandoned long ago. (...) awaken us to the great divide that continues to fester in our midst and inspire us to prevent such a failure from ever occurring again" (Klinenberg, 2013; Obama, 2005)³. Sea como fuere Obama ganó las elecciones presidenciales y encomendó a Shaun Donovan, Secretario de Vivienda y Desarrollo Urbano de los Estados Unidos, dirigir el Task force cuyo objetivo iba más allá de mera reconstrucción de la región afectada. El mandato para Donovan fue claro: "rethink the region's infrastructure in light of climate change." Por eso cuando en diciembre de 2012, Donovan estaba en Berlín decidió visitar Holanda con el propósito de conocer de primera mano la manera en que este país se había enfrentado históricamente a las inundaciones y tormentas. En esta visita Henk Ovink, el por entonces Director de la oficina de Planeamiento y Gestión del agua de Holanda, le acompañó durante dos intensos días por todo el país.

Img: Portada The New Yorker 12 de noviembre de 2012 del artista Adrian Tomine: "For all its really horrible effects, I feel like the storm has made real a lot of issues in the election that were hypothetical, that were thrown around as debate topics—global warming; and Is Obama enough of a leader to handle a natural disaster?; and Do we need FEMA? It's really interesting, and in a way useful, to see a lot of these things become actual issues that are right at hand" (Kaneko, 2012).

3. Obama era senador por Illinois cuando el Katrina golpeó la ciudad de New Orleans el 29 de agosto de 2005. Obama fue uno de los muchos miembros del Congreso que creyó que Katrina puso de manifiesto las deficiencias de la estrategia de seguridad nacional, que dejaba fuera a las amenazas no terroristas. Al año siguiente, el Congreso aprobó la Ley de Reforma de la Administración de Emergencias Post-Katrina, ampliando la ley a pandemias y todos los riesgos. Durante su primer mandato, el Presidente Obama introdujo una nueva Estrategia Nacional de Seguridad de la Salud que enfatizó la preparación y la resiliencia, llamando a la participación de la "comunidad entera" organismos gubernamentales, organizaciones cívicas, corporaciones y ciudadanos- en todos los aspectos del plan de seguridad.

Img: Foto de Olivia Locher para el New York Times del 9 de abril de 2014: "Henk Ovink, a Dutch water-management expert, is trying to persuade Americans to approach water the way Dutch do." (Locher, 2014).

La experiencia cambió la concepción de Donovan de la relación de los holandeses con el agua y las inundaciones, entendiendo que ésta superaba la meramente defensiva y dándose cuenta de que estaba ante la historia y la evolución de la cultura de un país que intentaba superar/adaptarse a las fuerzas de la naturaleza. Cuando Donovan regresó a los Estados Unidos envió un mail a Ovink que decía: "I hope this isn't too forward, but could I come work with you?". Ovink se convirtió así en el asesor de Donovan y pasó a dirigir The Rebuild by Design, un concurso internacional sin precedentes que perseguía dotar a la costa Este de Estados Unidos de una perspectiva resiliente a través de imaginar escenarios futuros sostenibles (Shorto, 2014).

148 equipos pluridisciplinarios (arquitectos, planificadores, ingenieros ecólogos y paisajistas) de diferentes partes del mundo con muchas alianzas entre empresas holandesas y americanas y la financiación de The Rockefeller Foundation y The Federal Emergency Management Agency, entre otros, se aliaron con este propósito. Un concurso que proponía la escala regional como la escala de sostenibilidad y la investigación a través del diseño frente a la mirada individualista y local que caracteriza la cultura americana. "A lot of people feel that it goes against the American character," indicaba Samuel Carter, uno de los directores de la Rockefeller Foundation. Con uno de los mantras de Ovink como guía: "We need to use the future as a reference, not the past," un nuevo horizonte se abría para los planificadores de todo el mundo y convertía esta costa en auténtico laboratorio (Shorto, 2014).

A este concurso le siguió en el tiempo otro (Changing Course, 2015), continuando en la misma búsqueda de procurar un futuro resiliente de las regiones y ciudades costeras a la luz de los efectos del cambio climático en el país. Pero no debemos dejarnos engañar, aunque el concurso Changing Course llegara nueve años después del Katrina, el trabajo en el Delta del Mississippi había comenzado mucho antes⁴. Como ya se ha comentado la organización en la ciudad de New Orleans los Dutch Dialogues (Meyer; Morris; Waggonner, 2009), un conjunto de conversaciones y talleres entre técnicos, políticos y científicos a ambos lados del Atlántico, habían marcado un punto de partida, antes de la visita de Donovan a Holanda y de la llegada de Ovink a New York, de una extensa y fructífera relación e intercambios científicos, políticos y tecnológicos entre estas dos naciones (Meyer et al., 2009). The Dutch Dialogues empezaron con la idea de que la reconstrucción de los distritos inundados de New Orleans debería realizarse desde la perspectiva holandesa. Refiriéndose entonces a la toma en consideración de nuevos estándares de riesgo diferentes de los llevados a cabo por The US Army Corps of Engineers, así como una integración de los sistemas de defensa y de gestión del agua. Un cambio que podemos denominar como radical, tanto como para abandonar la bandera genuinamente americana del control y la fuerza y abrazar otra, la de la incertidumbre. Y un cambio que coincidía con el momento en que el gobierno holandés hacía visible un renovado modelo en la gestión de agua y las inundaciones del país. El momento, como se ha explicado en el capítulo precedente, en el que el país holandés experimentaba su última metamorfosis, abandonando la política de lucha o protección de la naturaleza y pasando a abrazar el trabajo con ella (work with nature).

4. Ver pág. 234. Precedentes del Concurso Rebuild by Design.

Ambos concursos, como se verá, comparten las tres posiciones argumentadas en el capítulo precedente, procurando una estrecha colaboración entre gobiernos, instituciones, universidades y comunidades. Ambos, persiguen también la integración entre diferentes disciplinas que en este país (como en muchos otros) habían permanecido desconectadas, tales como la planificación urbana y regional, el paisajismo, la ingeniería hidráulica o las ciencias medioambientales. En ellos se podría pensar que se dan todos los ingredientes que Beck apuntaba para una auténtica metamorfosis, y que su estudio es capaz de arrojar nuevos modelos para la planificación litoral: “ (...) the development of a national vision for managing risks from coastal storms (hereafter, termed “coastal risk”) that includes a long-term view, regional solutions, and recognition of the full array of economic, social, environmental, and life-safety benefits that come from risk reduction efforts (..) However, extensive collaboration and additional policy changes will be necessary to fully embrace this vision and move from a nation that is primarily reactive to coastal disasters to one that invests wisely in coastal risk reduction and builds resilience among coastal communities” **(Committee on U.S. Army Corps of Engineers Water Resources Science; Engineering; Life; Studies; National Research Council, 2014, 2)**

LABORATORIO 1 REBUILD BY DESIGN COMPETITION

Img: National Geographic, blackout in New York City after Hurricane Sandy (Baan, 2012).

Img: New York City as seen from Brooklyn during blackout from (Gomel, 1965).

Imf: Cafe by candlelight: People have dinner by candlelight at the Cornelia Street Cafe in New York City as the power to much of lower Manhattan remains shut off (EPA European Pressphoto Agency, 2012).

La ciudad mundialmente conocida por sus luces se apagó a las 8:30 del lunes 29 de Octubre de 2012 tras el paso del Huracán Sandy, sumiendo el skyline de Manhattan en una inquietante sombra. La planta de la compañía eléctrica Con Edison responsable del abastecimiento energético de la ciudad sufrió una explosión provocando el apagón de varias zonas de la ciudad, incluyendo Lower y Mid-Manhattan. La ciudad no se recuperaría totalmente del apagón hasta el viernes. Entre tanto el funcionamiento de hospitales, centros de atención y suministro, transportes, grandes empresas y pequeños negocios se sumía en el caos, mientras que los neoyorquinos sacaban del cajón sus velas. Estas imágenes llenaron las televisiones y periódicos de todo el mundo mostrando la vulnerabilidad de una de las ciudades más poderosas y vibrantes y llevando a millares de hogares el mensaje de que el cambio climático era una realidad. La ciudad retrocedía a 1965, cuando las líneas que conectaban Niagara Falls con New York fallaron sumiendo a la ciudad en 13 horas de apagón, el más importante hasta Sandy.

El presidente Obama creó un Hurricane Sandy Rebuilding Task Force con el objetivo de alinear las políticas y los recursos nacionales con las necesidades y prioridades de las áreas afectadas. El 7 de diciembre de 2012, el Presidente Obama estableció el Grupo de Trabajo compuesto por representantes del ejecutivo de más de 20 departamentos y agencias federales, incluyendo oficinas de la Casa Blanca. Este comité liderado por Shaun Donovan, tenía además entre sus prioridades que el alcance de la reconstrucción se plantease en términos de resiliencia para la región. El huracán Sandy había dejado a su paso más allá de un desolador paisaje, el sentimiento de que no se trataba de un hecho singular, sino de un fenómeno recurrente y que por lo tanto la región debía enfrentarse a los efectos del cambio climático a largo plazo. Y también por primera vez, el reconocimiento de que los efectos más devastadores de la tormenta no habían sido el resultado simplemente del fenómeno climático, sino que eran el resultado “no planificado” de una larga historia de planificación que había generado fuertes condiciones de vulnerabilidad en la región. Efectivamente, los daños en los ecosistemas, la alteración de la topografía y la hidrografía, la impermeabilización de los suelos o la fragilidad del sistema costero, entre otros, habían amplificado los efectos de la tormenta. La reconstrucción, por lo tanto, debería basarse en una reflexión holística capaz de reconocer e interconectar las vulnerabilidades físicas, sociales, económicas y ecológicas de la región.

Img: Hurricane Sandy Disaster Relief/Rebuilding Timeline, elaboración propia en base al document Urban Design as Problem Solving: Design Thinking in the Rebuild by Design Resiliency Competition (Rebuild By Design, 2012).

En verano de 2013 el documento Hurricane Sandy Rebuilding Strategy, elaborado por el Huracán Sandy Rebuilding Task Force, salió a la luz. En él entre las 69 recomendaciones para la reconstrucción de la región Rebuild by Design figuraba como la tercera: "Create a design competition to develop innovative resilient design solutions that address the Sandy-affected region's most pressing vulnerabilities. The Task Force launched Rebuild by Design to promote resilience for the Sandy-affected region. With a region-wide focus, this competition will help provide solutions to problems that are too large or too complex for individual towns to solve themselves. Design solutions are expected to range in scope and in scale, from large-scale urban and multi-functional green infrastructure to small-scale distributed flood protection measures and resilient residential structures, for example. The competition process will also lead to increased understanding of regional interdependencies, thus fostering coordination and resilience at both the local and national levels. Competition participants will develop projects in consultation with existing and potential future CDBG-DR grantees to address recovery needs in the region. Winning designs may be supported by CDBG-DR funds. To the extent practicable, additional supplemental funding from relevant Federal programs will also be leveraged to support winning designs. Philanthropic organizations, including The Rockefeller Foundation, are supporting the design competition process and contributing to the prize pool" **(Sandy Rebuilding Task Force, 2013, 46)**

"HUD will, in collaboration with philanthropic organizations, evaluate the Rebuild by Design competition process using the process of this competition as an inspiration, and research the possibilities of applying 'regional resilience by design' in other regions across the nation" **(Sandy Rebuilding Task Force, 2013, 47)**

Ante tan singular empresa y como ya se ha indicado, Donovan se puso en contacto con la administración encargada de la gestión del agua del gobierno holandés, como expertos reconocidos y líderes mundiales en estos asuntos. La colaboración entre los gobiernos de las dos naciones fue fundamental para establecer los criterios del Task Force. Tras Sandy ambos gobiernos firmaron un Memorandum que detalla los intercambios entre HUD y el Ministerio de Infraestructura y Medio ambiente del gobierno Holandés para promover:

"Discussion and strategies on integrated policies and principles for sustainable development in the two countries; exchanging experience on water management strategies and climate resilience and preparedness, and exchanging experience and best practices on integrated planning and cross-sector collaboration in the two countries" **(Memorandum of Understanding between the United States and Kingdom of the Netherlands. US Department of Housing and Urban Development, 2013).**

El interés y la repercusión global de los esfuerzos a llevar a cabo hicieron que el gobierno holandés designara como asesor principal y director del RBD a Henk Ovink. Henk Ovink fue parte de una transferencia de conocimiento entre Holanda y los Estados Unidos. Su asesoramiento, desde la perspectiva internacional y con la dilatada experiencia holandesa, sugería que la reconstrucción debería requerir un proceso diferente al habitual llevado a cabo en Estados Unidos en circunstancias análogas. Por un lado, el diseño de intervenciones con éxito debería suponer una intensa colaboración entre las comunidades, las agencias gubernamentales y expertos de diversos campos. El proceso debía comenzar con una investigación y un análisis donde la perspectiva del pensamiento de diseño ayudara a los colaboradores a desarrollar un entendimiento matizado de las vulnerabilidades de la región como paso previo a identificar los problemas críticos y a vislumbrar nuevos escenarios de futuro. Finalmente, aunque no menos importante, era necesario centrarse en los medios de financiación de las primeras fases de implementación de los mejores diseños, esto además incentivaría la participación.

Holanda es un referente internacional en su relación con la gestión del agua y la defensa frente a las inundaciones desde el punto de vista tecnológico pero también cultural, económico y ecológico. Su aproximación a lo largo de la historia ha tenido un enfoque holístico e integrador de las políticas y un alcance multiescalar (nacional, regional y local), algo de lo que los Estados Unidos, sin duda carecen y que se puso en evidencia. Por otro lado, el enfoque holandés está basado en estándares menos conservadores que los norteamericanos (10.000 años de protección en vez de 100).

"If our main protection system, which is the dunes, fails on the assessment of the 1 in 10,000, we start working on it. I asked the people from the task force to draw me a map of the flooding area of the New York region for storms every 1 in 10,000 years, they couldn't do that" (Ovink, 2013).

Del mismo modo, la aproximación holandesa conecta la gestión del agua y la protección frente a los efectos del cambio climático con el diseño: "design can play a critical role when it comes to politics" (Ovink, 2013). Es esta visión la que Ovink incorpora en RBD con el objetivo de transformar los estándares utilizados por The US Army Corps of Engineers a través de las oportunidades de diseño surgidas del proceso del concurso. Esto se consiguió gracias a los canales de retroalimentación que Amy Chester (RBD project manager) creó entre los equipos y Ovink. De este modo Ovink se convirtió en el líder intelectual de RBD dando forma a un cambio de paradigma en el contexto de incertidumbre creado por Katrina y Sandy. RBD fue concebido como la piedra angular sobre la que edificar una nueva conciencia y un nuevo modelo de actuación por HUD. Hasta el punto de que como se indicaba al comienzo de este capítulo, la prensa internacional parece hacerse eco de este cambio de rumbo. Mientras tanto Ovink es reconocido ya como un referente mundial en la gestión de los recursos hídricos, habiendo sido designado como embajador temático del gobierno Holandés en marzo de 2015 tras su paso por RBD. En la actualidad Ovink es la mano derecha del Primer Ministro holandés y uno de los diez miembros representantes de los Jefes de estado en políticas sobre el agua en las Naciones Unidas.

Por otro lado la influencia holandesa en este concurso se hace sentir también en la composición de los equipos que finalmente desarrollaron sus propuestas en el concurso ya que todos ellos cuentan entre sus miembros con empresas y colaboradores especialistas en la materia.

2.PRECEDENTES

2.1 Rising Currents

Sin embargo, ésta no era la primera ocasión en la que los efectos del cambio climático en el área afectada por Sandy eran objeto de reflexión y debate. Casi como en un acto premonitorio, en primavera del 2010⁵, The Museum of Modern Art, New York (MoMA) inauguraba Rising Currents; la que iba a ser la primera de una serie de exposiciones dedicadas a New Issues in Contemporary Architecture y la primera en la historia de museo dedicada a “(...) one of the most urgent problems in design today-ameliorating the effects of global climate change- (...)”: Rising Currents: Projects for New York’s Waterfront (Bergdoll, 2011).

Img: Rising Currents: Projects for New York’s Waterfront. The Museum of Modern Art, New York (MoMA, 2012).

5. Rising Currents, del 24 de marzo al 11 de octubre de 2010. https://www.moma.org/explore/inside_out/category/rising-currents/

A su vez, esta experiencia estaba basada en el estudio *On the Water: Palise Bay* (2007-2009) desarrollado por Guy Nordeson, Catherine Seavitt y Adam Yarinsky. La exposición, los talleres que la acompañaron y la publicación resultante, contaron con el apoyo de Andre Singer y la Rockefeller Foundation. *Rising Currents* propone enfrentarse a los miedos sobre los efectos del cambio climático como una oportunidad para crear un mundo más vivible y resiliente. Para ello durante el otoño- invierno de 2009-2010 cinco equipos multidisciplinares de arquitectos, paisajistas, ingenieros, ecólogos y artistas aceptaron el reto de imaginar futuros escenarios de la costa de la ciudad de New York ante la inminente subida del nivel del mar y el aumento de la intensidad y frecuencia de las tormentas. Y es que hasta entonces no habían sido abundantes aunque si interesantes, las aproximaciones desde el mundo del arte al cambio climático y sus efectos en las ciudades y regiones del mundo. Merece la pena recordar aquí *Klima X* (Climate X, 2007-09), una exposición celebrada en el Norwegian National Museum of Science, Technology, and Medicine en Oslo o la exposición *Soak: Mubai in an Estuary*, en el National Gallery of Modern Art (Mubai 2009), fruto de la investigación realizada en la Universidad de Pennsylvania de Anuradha Mathur y Dilip da Cunha en relación a la adaptación de la ciudad a nuevos contextos climáticos.

En esta ocasión, cada equipo se le asignó un emplazamiento en la ciudad y los alrededores de New York y se les solicitó: "(...) developing so-called "soft infrastructure" there, proposals that would ameliorate the effects of climate change by mimicking nature and accepting a blurring of the edge between land and water" (Bergdoll, 2011, 13). Los emplazamientos eran relativamente similares a los analizados en *On the Water: Palise Bay* y los equipos tomaron la documentación científica de dicho trabajo. Además los equipos trabajaron en talleres a los que fueron invitados representantes de las ciudades, climatólogos y también ciudadanos que tuvieron la oportunidad de debatir sobre los trabajos en las dos jornadas de puertas abiertas llevadas a cabo.

Tras la idea de la búsqueda de nuevas infraestructuras blandas estaba la reflexión y crítica a la apuesta como medio de defensa hasta la fecha del US Army Corps of Engineers por las denominadas infraestructuras duras, tales como barreras y diques de hormigón. Se trataba de confrontar estas soluciones duras con otras blandas capaces de negociar con las fuerzas de la naturaleza. El reto por lo tanto, no era proponer un plan nuevo para la ciudad, sino generar diseños ricos en ideas que pudieran incluso ser extrapolados a otras partes del país o del mundo. "Your mission is to come up with images that are so compelling that can't be forgotten and so realistic the can't be dismissed" (Bergdoll 2011, 20).

En general, las propuestas mostraban una ciudad dinámica, flexible y verde, en la que los espacios de la tierra y el mar se fundían generando lugares que albergaban funciones recreativas, ecológicas o económicas. Así por ejemplo, la propuesta para el Bajo Manhattan del equipo liderado por Cassell y Yarinsky de ARO y Drake de dlandstudio es una muestra representativa de muchas de las ideas de la exposición. Drake concibió un paisaje de material absorbente para el Gowanus Canal, un ámbito fuertemente contaminada declarado como área sujeta al US Environmental Protection Agency Superfundy desarrollada por un proyecto durante el 2008 denominado *Sponge Park*. La propuesta del equipo para *Rising Currents: New Urban Ground*, extiende el concepto del

Img: Rising Currents: Projects for New York's Waterfront. Zonas de estudio (MoMA, 2012).

Projects for New York's Waterfront: Flood Zone, Green areas and Storm drainage system. Rising Currents (2011), The Museum of Modern Art, New York (MoMA) .

Otro de los equipos, el liderado por Kate Orff de SCAPE, propone un proyecto de restauración masiva de las aguas de New York. Y es que tal y como Mark Kurlansky había narrado en su popular historia ecológica *The Big Oyster: History on the Half Shell* (Kurlansky, 2006), hubo una vez en la que la mayor parte de las aguas que rodean la ciudad, su actividad económica y la dieta de su habitantes estaba basada en el cultivo de las ostras. El equipo propone transformar el Gowanus Canal de uno de los espacios más contaminados de la ciudad a uno de los criaderos más importantes de ostras, tal y como fue en el pasado, aprovechando también las propiedades depurativas y absorbentes de esta especie. Una vez que las ostras hubieran crecido se desplazarían a By Ridge Flats, al sur de Governors Island, donde servirían además como elementos de protección contra las grandes mareas, actuando como barreras vivas y generando nuevas ecologías capaces de adaptarse a las incertidumbres que plantea el cambio climático.

Img: Rising Currents: Projects for New York's Waterfront. Oyster-tecture (MoMA, 2012).

Img: Rising Currents: Projects for New York's Waterfront. Oyster-tecture (MoMA, 2012).

2.2 On the Water: Palise Bay

On the Water: Palise Bay, antecesor de Risising Currents comenzó en 2007 como un trabajo de investigación que cuestionaba el papel y la eficacia de las denominadas infraestructuras duras y que habían sido puestas en entredicho tras el desastre del Katrina (2005). Todas estas medidas y otras de su naturaleza, reducen las morfotipologías resultantes de las dinámicas costeras a una mera línea de borde. Por el contrario, el grupo de investigación liderado por Guy Nordeson, Catherine Seavitt y Adam Yarinsky y financiado gracias al 2007 Latrobe Prize, una beca bienal del American Institute of Architects, planteaba la necesidad de concebir el límite entre la tierra y el mar como un gradiente dinámico. Desde esta perspectiva proponen el concepto de infraestructura blanda "(...) a collection of multiple and iterative strategies that buffer or absorb flooding. These strategies operate at the merged surface of the land's topography and the water bathymetry- the shallow flats below the water-envisioning the water's edge as a fluid and temporal limit between the water and the land" (Nordenson; Seavitt; Yarinsky, 2010, 44). Este estudio, que abarcaba un área de la ciudad de New York de aproximadamente unos 52Km² vulnerable dada la relación entre la elevada densidad de población y actividad económica y su exposición a huracanes y a la subida del nivel del mar: The New York-New Jersey Upper Bay. El equipo imaginaba un espacio de centralidad y calidad ecológica, una especie de Central Park para toda la región. Un nuevo paisaje costero vivo desde el punto de vista medioambiental, técnico y económico, con el potencial de mejorar la calidad de vida de la urbe. No en vano la palabra palisade (empalizada) tiene que ver con los conceptos formación celular (palisade cell), formaciones geológicas (palisade sill) y fortificaciones humanas (palisade fence). Esta palabra que deriva del latín palus, significa estaca y de ella proviene el significado figurativo de límite. Los autores exploran la posibilidad de crear bordes porosos a través de los límites administrativos, políticos y técnicos preestablecidos, además de a lo largo del borde costero.

La principal hipótesis de este trabajo es que una línea de costa más suave, capaz de establecer una transición flexible y dinámica entre la tierra y el mar y capaz también aprovecharse de sus flujos, conseguirá una relación de la ciudad y la región más resiliente. La propuesta investiga sobre la posibilidad de generar estrategias adaptativas de diseño que eviten las inundaciones tanto de las tormentas como del mar, aprovechando el dinamismo del agua en sus distintas formas para crear infraestructuras y paisajes blandos, verdes, productivos y socio-ecológicamente activos. Las propuestas abarcan desde el tratamiento del agua de lluvia y de los ríos, hasta las superficies intermareales y marinas. Esta visión es además una visión productiva del mar del Upper Bay, introduciendo moluscos, como mejillones y ostras para depurar las aguas contaminadas en un proceso que aspira a la regeneración productiva de las mismas, en base a un pasado, no tan lejano en el tiempo. La introducción de nuevas tecnologías de acuicultura colaboraría a dicho proceso.

Img: Objetivos Vision 2020, elaboración propia en base al documento Vision 2020: New York City Comprehensive Waterfront Plan (2011), mapa: varios (The City of New York; NYC Department of city Planning, 2011).

En este caso las estrategias principales de diseño son:

Crear un archipiélago de islas, bancos de peces y arrecifes en el Upper Bay para reducir el impacto de la energía de las olas durante los temporales, así como mejorar la ecología del estuario. Para ello se propone modificar la batimetría manteniendo los actuales canales de pesca. Al mismo tiempo, se explora la posibilidad de aprovechar la energía de las olas y del viento.

Crear un borde suave pero grueso, a modo de membrana, o empalizada porosa como prefieren denominar los autores, que combine los distintos ecosistemas costeros, marismas, humedales con parques públicos y espacios para el ocio.

Crear ámbitos de relación entre las comunidades locales y los espacios costeros para el conocimiento y gestión de los efectos del cambio climático y su preparación en caso de desastres naturales.

Estas estrategias conjuntas entre la costa, el mar y las comunidades, suponen el cuerpo principal de la propuesta. Se expresan a través de la ideación de escenarios futuros y se motivan con ensayos científicos.

2.3 Vision 2020: New York City Comprehensive Waterfront Plan (2011)

Ambas experiencias: On the Water: Palise Bay y Rising Currents agitaron el debate sobre la relación de la ciudad con el litoral en el actual escenario de cambio climático dando como resultado Vision 2020: New York City Comprehensive Waterfront Plan (2011), llevado a cabo por el Departamento de Planeamiento de la ciudad de New York. En este documento las recomendaciones de la ciudad para el tratamiento del litoral y los cursos de agua se articulan entorno a ocho objetivos generales:

Ampliar el acceso público a la costa y a los cursos de agua en propiedades tanto públicas como privadas permitiendo su acceso y disfrute a todos los neoyorquinos y visitantes por igual.

Amenizar la línea de costa con una gama de atractivos usos integrados con los espacios interiores y sus comunidades.

Apoyar la actividad y el desarrollo económico en la línea de costa.

Mejorar la calidad del agua a través de medidas que beneficien a los hábitats naturales, apoyar los espacios públicos recreativos e integrarlos con la costa y sus comunidades.

Restaurar las áreas del frente marino degradadas y proteger los humedales y hábitats de la franja costera.

Mejorar la experiencia del público de los cursos de agua que rodean New York mediante la creación de una red azul.

Mejorar la regulación gubernamental, la coordinación, y la supervisión del frente costero y los cursos de agua.

Identificar y aplicar estrategias para aumentar la capacidad de recuperación y resiliencia de la ciudad ante los efectos del cambio climático y el aumento del nivel del mar.

Img: On the water Palisade Bay, Master Plan (Nordenson et al., 2010).

Todos estas propuestas con el cambio climático como catalizador, avanzan líneas de trabajo que no sólo serán recogidas en muchos de los proyectos desarrollados en los años siguientes, sino que suponen una base cultural y un contexto de reflexión del que sin duda se nutre RBD y muchas de sus propuestas.

Todos ellos tienen en común además la voluntad de transformación del paisaje de la ciudad de Nueva York. No pretenden enmascarar la capacidad ecológica o regenerativa del paisaje, concebido ahora como infraestructura identitaria de un futuro más solidario y sostenible. No deja de resultar curioso que la ciudad más poderosa del mundo reclame diseños basados en la naturaleza como tipologías y modelos que avanzan un futuro prometedor y que lo haga desde su museo más icónico.

3. LOS PILARES DEL CONCURSO

"Climate change is presenting unprecedented threats to communities across the country. Rebuild By Design is a model for how we can use public-private partnerships to spur innovation, protect our communities from the effects of climate change, and inspire action in cities across the world." Shaun Donovan, Chair of the Hurricane Sandy Rebuilding Task Force, Secretary of the Department of Housing and Urban Development (Rebuild by Design 2015).

Este concurso se fundamenta en tres pilares: un proceso particular, la búsqueda de la innovación y el talento global, y el respaldo de los agentes influyentes (instituciones, fundaciones, universidad y sociedad).

3.1 El Proceso

El Task Force junto con un grupo de asesores dirigidos por Henk Ovink, idearon un proceso de concurso sin precedentes no solo en Estados Unidos, sino en todo el mundo. Se reconoce sin rubor que cuando un evento como Sandy golpea una región todos los planes y las regulaciones previas fallan ya que en la mayoría de los casos suelen estar definidos en base a acontecimientos pasados. Sorprenderse y ser capaz de avanzar escenarios futuros, no imaginados ni testados con anterioridad, concebidos fruto del proceso de investigación del propio concurso es la propuesta de RBD. Una investigación a través del diseño que reconoce las condiciones específicas de cada lugar. Esta es la idea, de RBD, del impulso de la reconstrucción resiliente de las regiones y ciudades. Por eso, a pesar de que el concurso perseguía generar estrategias que fueran aplicables en todo el país, las propuestas deberían referirse a las áreas más vulnerables de las zonas afectadas por el huracán Sandy. En concreto, el ámbito de Connecticut, Maryland, New Jersey, New York y Rhode Island.

Y es que para RBD el diseño tiene la capacidad de alinear y dirigir los retos ambientales y sociales. Pero para eso se necesita emplear tiempo en el proceso creativo de diseño. Un tiempo para el pensamiento de diseño colaborativo. Esto es lo que Ovink denomina como *sabbatical detour*, un desvío del camino preconcebido mediante el que crear nuevas alianzas y en el que las comunidades han de involucrarse con las administraciones no solo en la demanda de sus necesidades, sino en la propuesta de las medidas y de su forma de llevarlas a cabo a través del proceso de diseño y la innovación. En

este contexto el papel de los científicos-diseñadores es el de articular los mecanismos para que esa ciencia posnormal se materialice en propuestas adaptadas a las condiciones específicas de los lugares. Porque al tomar conciencia de que nuestra civilización está en tránsito a una nueva era, los enfoques científicos heredados resultan inapropiados, por eso es necesario embarcarse en este sabbatical detour (Funtowicz; Ravetz, 2000; Ovink, 2013). Un proceso en el que a su vez los equipos dispongan del tiempo y el marco de reflexión desde el que plantear las estrategias y diseños que puedan tener mayor alcance y acogida entre las comunidades y el resto de agentes implicados.

RBD es sobre todo la construcción de ese tiempo, un tiempo en el que surja la innovación desde una perspectiva de futuro. Esta cuestión que se conseguía estableciendo en el concurso un conjunto de etapas interconectadas que debían orientar el proceso de diseño aunando en cada una de las fases, investigación, colaboración y diseño, de modo iterativo. Esto es así puesto que desde el comienzo RBD no planteaba problemas a los que responder con un conjunto de propuestas (soluciones), sino que parte del propio proceso de diseño tenía que ver con formular las cuestiones a resolver.

Img: Designing the process (RBD; Bisker; Chester; Eisenberg (eds.), 2015).

Para RBD este proceso se extendía, al menos en lo relativo a la toma de conciencia sobre las necesidades de esta nueva era, al conjunto de país. “The competition process will also strengthen our understanding of regional interdependencies, fostering coordination and resilience both at the local level and across the United States” (**Rebuild by Design: Hurricane Sandy Regional Planning and Design Competition, 2013**).

3.2 Talento

Para conseguir esa innovación se necesitaban los mejores talentos del mundo, una aproximación interdisciplinar desde campos tan diversos como la ecología, la ingeniería, la planificación, la sociología, el paisaje, la arquitectura, la gestión del agua, la economía o la climatología, entre otros. Se buscaba a los mejores equipos para juntar el talento internacional con el talento de la gente del lugar. De esta manera no solo se produce un intercambio de conocimiento, sino que se refuerza el conocimiento local con otras perspectivas. Por otro lado la colaboración es una de las ideas centrales de RBD. La colaboración como mecanismo también creativo de confrontación de diferentes aproximaciones y de compartir información a lo largo de todo el proceso.

3.3 Financiación

La financiación requerida para el desarrollo del concurso era de dos tipos. Por una parte la necesaria para llevar a cabo el proceso del concurso tal y como se había concebido. Y por otra, la destinada a implementar las propuestas finalistas. Porque no se trataba de hacer un concurso de ideas y presentarlo a todo el mundo, sino que se trataba de un concurso de acciones a desarrollar para hacer la región más resiliente. Precisamente por ello se destinaron fondos provenientes de la filantropía para guiar o acompañar el desarrollo del concurso y Fondos Federales encaminados básicamente a la implementación de las propuestas ganadoras.

Los equipos seleccionados para el concurso recibieron 100,000 dólares para realizar sus propuestas y de éstos los seleccionados para la última fase que definía las propuestas para los ámbitos escogidos recibieron otros 100.000 dólares adicionales. Finalmente se destinaron 920 millones de dólares del Fondo de recuperación de desastres para implementar los diseños ganadores.

3.4 Colaboración

Estos tres elementos estaban conectados a través de una idea principal: la colaboración. Colaboración entre políticos, academia, diseñadores, y entre éstos y las comunidades. Colaboración, en vez de negociación, ya que en las negociaciones se piensan en términos de quién puede sacar más partido de las situaciones y no de lo que cada uno puede aportar al conjunto. Una colaboración que acompañó a todas las etapas del concurso gracias al proceso ideado y que continúa creciendo durante su implementación. Porque el objetivo de RBD no era ser un concurso de ideas al uso, sino un marco para la acción. Tampoco se trataba de hacer un plan, sino de algo de un alcance mayor: cambiar la cultura de un país. Así dicho suena muy

grandilocuente, pero ese era el espíritu de organizadores y participantes. Algo que quizás en frío parezca difícil de imaginar, pero que sin duda tiene más sentido si somos capaces de aproximarnos al sentir de aquel momento, después de la consternación vivida tras Karina y luego Sandy.

Img: Entidades colaboradoras (RBD).

Durante el concurso se destinaron muchos esfuerzos en reconocer las estrategias que reforzaban los lazos de colaboración entre el gobierno y las distintas comunidades. Las conclusiones del éxito de esta colaboración se basan en:

Img: Task Force Special Advisor Henk Ovink en una reunión con la comunidad en Long Island, New York (RBD; Bisker; Chester; Eisenberg (eds.), 2015, 41).

Las administraciones públicas deben invitar a las comunidades a colaborar desde los momentos de gestación del proceso de planificación, incorporando sus perspectivas en la fundación de un proyecto en lugar de como retroalimentación después de que el alcance y énfasis de un proyecto ya se ha determinado.

Las coaliciones comunitarias y las asociaciones entre el gobierno y la comunidad son vitales para la planificación y la ejecución a largo plazo. Los líderes gubernamentales y comunitarios deben disponer del tiempo necesario para comprender las metas y los procesos de toma de decisiones de cada uno desde el comienzo de su colaboración. Es decir, clarificar el objeto, el alcance y las reglas de dicha colaboración, incluso aunque durante el proceso se acuerde modificarlas. Pero esta cuestión es importante como punto de partida para que puedan comprender mejor las preocupaciones de los demás.

Los sectores público y privado deben afrontar las barreras que les impiden una participación significativa en los procesos de la ciudad. Para ello, además de la voluntad, se necesita la articulación de herramientas que permitan encontrar un lenguaje compartido, así como eliminar las lagunas en el conocimiento profesionalizado. Como reconoce la ciencia posnormal hoy sabemos que en los sistemas adaptativos complejos nada se puede considerar aisladamente ya que las distintas dinámicas de los mismos se solapan sobre múltiples escalas espaciales y temporales. Al mismo tiempo se reconoce que la incertidumbre es inherente a su condición de adaptabilidad. De la misma manera que percepciones derivadas de diferentes valores y objetivos sociales condicionan la formulación de propuestas.

Las administraciones públicas deben ayudar a las organizaciones comunitarias a encontrar los recursos que necesitan para incorporarlos a los procesos de planificación y asegurar un compromiso significativo de éstas en el proceso y desarrollo de los proyectos.

Se debe reconocer que el éxito de un proyecto está estrechamente vinculado al éxito del proceso de colaboración y al alcance y transversalidad de las soluciones adoptadas. Si reconocemos que en los sistemas adaptativos complejos las cuestiones están interrelacionadas, la solución a un problema medioambiental debe tener repercusión en problemas de la comunidad como la pobreza, la salud pública o la desigualdad, entre otros.

4. LAS ETAPAS DEL CONCURSO

El concurso se desarrolló en 4 etapas.

4.1 Llamada internacional

El 20 de junio de 2013 se realizó una primera convocatoria en la que se hacía una llamada a equipos interdisciplinarios de todo el mundo. Los equipos debían demostrar su experiencia profesional en al menos tres de los siguientes campos: ingeniería e infraestructuras, diseño paisajístico, diseño urbano, arquitectura, usos del suelo, desarrollo comunitario, diseño de comunicaciones y finanzas públicas. Se fomentaban los equipos con experiencia adicional en campos como las ciencias sociales, desarrollo económico, ecología, hidrología, hidráulica, transporte, resiliencia, sostenibilidad, gestión de proyectos, finanzas, artes, diseño gráfico o diseño industrial. Para ello los equipos debían demostrar experiencia en la investigación interdisciplinar, el análisis y el diseño, de los impactos ecológicos, económicos y sociales del desarrollo a escala regional. Del mismo modo era necesario contar con experiencia probada en técnicas innovadoras de investigación a través del diseño aplicadas a proyectos de financiación pública. Todo ello argumentado en una propuesta sintética de no más de doce folios que incluyera las fortalezas de los equipos en el marco de los objetivos del concurso junto con proyectos seleccionados análogos. Pero quizás lo más significativo es que entre dos y cuatro páginas debían estar dedicadas una descripción narrativa de la propuesta de investigación y diseño del equipo y las ideas iniciales dentro de una de las cuatro áreas de enfoque. Sobre cómo el equipo quería trabajar (proceso) y cuál era su pensamiento inicial sobre los temas en juego y los posibles conceptos que podrían surgir. Para ello los equipos debían ilustrar estos conceptos con respecto a las vulnerabilidades en las que se concentraría el equipo, así como la estrategia para conectar las actividades de investigación y análisis con el desarrollo de soluciones de diseño basadas en lugares implementables. Finalmente, fueron 148 equipos de 15 países los que presentaron sus propuestas a esta fase. Y el 9 de agosto de 2013 Shaun Donovan, U.S. Secretary of Housing and Urban Development and Chair of the Hurricane Sandy Rebuilding Task Force, anunciaba los 10 equipos seleccionados para pasar a la segunda fase. Entre los diez equipos se incluyen algunas de las oficinas de planificación y diseño más conocidas internacionalmente junto con instituciones académicas que

tienen experiencia en concursos de diseño e implementación de los mismos. Las firmas de arquitectura de paisaje están presentes en todos los equipos poniendo de manifiesto la relevancia y la emergencia de esta disciplina en la planificación y el diseño:

1. Interboro Partners con the New Jersey Institute of Technology Infrastructure Planning Program; TU Delft; Project Projects; RFA Investments; IMG Rebel; Center for Urban Pedagogy; David Rusk; Apex; Deltares; Bosch Slabbers; H+N+S; y Palmbout Urban Landscapes.
2. PennDesign/OLIN con PennPraxis, Buro Happold, HR&A Advisors y E-Design Dynamics.
3. WXY architecture + urban design / West 8 Urban Design & Landscape Architecture con ARCADIS Engineering y the Stevens Institute of Technology, Rutgers University; Maxine Griffith; Parsons the New School for Design; Duke University; BJH Advisors; y Mary Edna Fraser.
4. Office of Metropolitan Architecture(OMA) con Royal Haskoning DHV; Balmore Associates; R/GA; y HR&A Advisors.
5. HR&A Advisors con Cooper, Robertson, & Partners; Grimshaw; Langan Engineering; W Architecture; Hargreaves Associates; Alamo Architects; Urban Green Council; Ironstate Development; Brooklyn Navy Yard Development Corporation; New City America.
6. SCAPE con Parsons Brinckerhoff; SeARC Ecological Consulting; Ocean and Coastal Consultants; The New York Harbor School; Phil Orton/Stevens Institute; Paul Greenberg; LOT-EK; y MTWTF.
7. MIT Center for Advanced Urbanism y-ZUS (the Dutch Delta Collective); con De Urbanisten; Delatres; 75B; y Volker Infra Design.
8. Sasaki Associates con Rutgers University y ARUP.
9. Bjarke Ingels Group(BIG) con One Architecture; Starr Whitehouse; James Lima Planning & Development; Green Shield Ecology; Buro Happold; AEA Consulting; y Project Projects.
10. Unabridged Architecture con Mississippi State University; Waggoner and Ball Architects; Gulf Coast Community Design; y the Center for Urban Pedagogy.

Team Members

BIG Team

Bjarke Ingels Group: Lead, Urban Design and Architecture
 AEA Consulting: Cultural Resources
 ARCADIS: Coastal Resilience Engineering
 Buro Happold: Energy and Structural Engineering
 Green Shield Ecology: Ecological Services
 James Lima Planning + Development: Planning and Development
 Level Agency for Infrastructure: Infrastructure Engineering
 One Architecture: Urban Planning
 Starr Whitehouse: Landscape Architecture

HR&A Advisors with Cooper, Robertson & Partners

HR&A Advisors, Inc.: Lead, Economic Strategist/Project Management
 Cooper, Robertson & Partners: Lead, Planning and Architecture
 Dewberry: Hazard Mitigation/Disaster Planning
 Southwest Brooklyn Industrial Development Corporation:
 Economic Development
 W Architecture and Landscape Architecture: Public Realm Design

Interboro Team

Interboro Partners: Lead, Urban Design and Community Engagement
 Apex: Infrastructure Engineering
 Bosch Slabbers: Urban and Landscape Design
 Center for Urban Pedagogy: Education
 IMD Robell: Economics and Finance
 David Rusk: Governance
 Deltares: Infrastructure Engineering
 H+N+S: Urban and Landscape Design
 NJIT Infrastructure Planning Program: Academic Research Partner
 Palmbout Urban Landscapes: Urban and Landscape Design
 Project Projects: Communication Design
 RFA Investments: Community Building, Economics, Finance
 TU Delft: Academic Research Partner

MIT CAU + ZUS + URBANISTEN

MIT Center for Advanced Urbanism: Lead, Landscape Architecture,
 Urban Design, Systemic Design, and Environmental Planning
 ZUS - Zones Urbaines Sensibles: Lead, Architecture and Urban
 Design
 De Urbanisten: Lead, Urban Design
 750: Graphic and Communication Design
 Deliares: Eco-Engineering
 Volker InfraDesign: Infrastructure Engineering

OMA

OMA: Lead, Architecture and Urban Design
 Balmore Associates: Ecology and Landscape Design
 HR&A Advisors, Inc.: Economics and Policy
 Royal HaskoningDHV: Water Management and Engineering

PennDesign/OLIN

PennDesign: Lead, Geospatial Analytics, Landscape Architecture,
 Urban Design, and Civic Engagement
 OLIN: Lead, Landscape Architecture, Urban Design,
 and Green Infrastructure
 Barretto Bay Strategies: Community Engagement
 Buro Happold: Structural Engineering
 eDesign Dynamics: Environmental Engineering
 HR&A Advisors, Inc.: Economic Strategy

Sasaki/Rutgers/Arup

Sasaki: Lead, Urban Planning
 Rutgers University: Lead, Ecology, Biology and Sociology
 Arup: Lead, Coastal Engineering

SCAPE/LANDSCAPE ARCHITECTURE

SCAPE/LANDSCAPE ARCHITECTURE: Lead, Landscape Architecture
 LOT-EK: Architecture
 MTWTF: Graphic Design
 Ocean and Coastal Consultants: Coastal Engineering
 Parsons Brinckerhoff: Engineering/Planning
 Paul Greenberg: Author/Advisor
 SeArc: Ecological Marine Consulting: Marine Biology
 Stevens Institute of Technology: Hydrodynamic Modeling
 The New York Harbor School: Education/Oyster Restoration

WB unabridged w/Yale ARCADIS

Waggoner and Ball Architects: Lead, Urban Design and
 Water Management
 unabridged Architecture: Lead, Resilience, and Architecture
 Yale University: Lead, Ecology and Urban, and Landscape Design
 ARCADIS: Lead, Engineering
 BurnsZoid: Architecture
 Dorgan Architecture + Planning: Community Outreach and
 Implementation
 Gulf Coast Community Design Studio: Landscape, Planning, and
 Community Engagement

WXY/WEST 8

WXY Architecture + Urban Design: Lead, Architecture, and Planning
 West 8 Urban Design + Landscape Architecture: Lead
 AIT Worldwide: Risk Modeling
 ARCADIS: Engineering and Technical Feasibility
 Columbia University Center for Urban Real Estate: Development
 NowHere Office: Graphic Design
 Parsons the New School for Design: Community and Planning
 Rutgers University: Landscape Ecology
 Stevens Institute of Technology: Climate Science
 BJH Advisors: Financial Modeling
 Griffith Planning + Design: Planning and Design

Img: Team Members.

Img: Etapas del concurso, elaboración propia en base al documento Rebuild By Design (RBD; Bisker; Chester; Eisenberg (eds.), 2015).

4.2 Investigación a través del diseño colaborativo

Una de las primeras decisiones de RBD fue afrontar la escala regional como el ámbito de investigación y diseño para promover un futuro resiliente. Los equipos debían reconocer las vulnerabilidades sociológicas, políticas, económicas, infraestructurales y ecológicas de la misma. Para ello RBD comenzó una fase de tres meses, junto con aproximadamente 200 representantes de los diez equipos y un grupo de asesores co-liderado por los patrocinadores (NYU's Institute for Public Knowledge, Municipal Art Society, Regional Plan Association y Van Alen Institute) que les llevó a visitar en distintos viajes de dos días de duración diferentes localizaciones en New Jersey, New York y Connecticut. El grupo de asesores acompañó a los equipos en las visitas y les facilitó la mejor información disponible en asuntos tales como vivienda, infraestructura, economía, salud, seguros, hidrología, gestión del riesgo, cambio climático, acceso a los servicios públicos o ecología. Los equipos compartieron no sólo esta información, sino la que ellos mismos se procuraron trabajando en equipo e intercambiando documentos y reflexiones. Para ello se crearon distintos grupos de trabajo en infraestructura social, análisis de los datos e información facilitada, ecología y planificación.

Dentro de RBD parecía latir el pensamiento de Horst Rittel ¡la formulación de un problema retorcido es el problema! (Rittel; Webber, 1973). De modo que desde el principio los organizadores del concurso pusieron especial énfasis en que todos los integrantes de RBD (organización, patrocinadores, asesores y equipos) trabajaran de manera colaborativa en todas las fases con el objetivo de reconocer las vulnerabilidades de la región como paso previo a las fases de diseño. Esta estrategia colaborativa se extenderá a todas las etapas de RBD, incorporando a los residentes, las organizaciones comunitarias, activistas, empresarios o líderes de opinión. También Rittel insinúa un enfoque colaborativo para la solución de los problemas retorcidos, intentando que las personas afectadas pasen a involucrarse activamente en el proceso de planificación (Rittel, 1972). Escuchar a las comunidades y hacerlas conscientes de lo que las hace resilientes junto con los equipos y asesores, forma parte del proceso iterativo de diseño de RBD.

Img: Research Advisory Group, elaboración propia en base al documento: Rebuild by Design (RBD; Bisker; Chester; Eisenberg (eds.), 2015).

La investigación colaborativa de los equipos hacía posible aproximarse de manera holística a las vulnerabilidades de la región y sus interrelaciones; encontrar un lenguaje y un objetivo común. Esta perspectiva permitiría reconocer los lugares y las intervenciones de diseño con mayor apoyo e impacto futuro. "Rather than beginning the competition with pre-conceived ideas, the Rebuild by Design finalist entered with questions, inclinations, and a catalog of opportunities. Every member of every team built a new set of relationships and developed a new set of design ideas for dealing with the threat of climate change" Eric Klinenberg, Director, NYU Institute for Public Knowledge and Director of research, Rebuild by Design. (Klinenberg, 2015).

4.2.1 Vulnerabilidades

A partir de los datos que se pusieron a disposición de los equipos y de su propia investigación, éstos crearon una imagen de las vulnerabilidades existentes y de cómo éstas se relacionaban entre sí. Por ejemplo, cómo un evento extremo de lluvias puede precipitar la crisis en asuntos como la movilidad, el acceso a los servicios sociales y suministros o salud pública. Conceptualmente estas ideas se tradujeron en un mapa o conjunto de mapas de oportunidades (interrelacionadas) a escala regional para conseguir un futuro resiliente. Además se generó una interesante documentación agrupada en diferentes temas.

Medioambiente: Los equipos estudiaron los riesgos presentes y futuros, incluyendo los temporales y la subida del nivel del mar. Para ello y con la ayuda del Stevens Institute of Technology y Rutgers University sintetizaron los datos facilitados por el IPPC y The National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) con proyecciones a 100 años (de subida del nivel del mar y cambios en la ecología del litoral).

Infraestructura: Tomando como punto de partida las infraestructuras dañadas por Sandy (saneamiento, abastecimiento, transporte y energía, entre otros) directa o indirectamente.

Sociedad: Los equipos utilizaron distintas fuentes disponibles, entre otros los indicadores de vulnerabilidad (renta, pobreza, etnias, alfabetización o acceso a medios de transporte) desarrollados por the University of South's Carolina para NOAA (liderado por Susan Cutter). Pero sobre todo las sesiones de campo y las reuniones con las distintas comunidades les ayudaron a coger el pulso de las potencialidades de éstas para responder a los múltiples escenarios futuros de crisis.

Economía: También en este caso los daños estimados tras Sandy (65 billones de dólares). Los más de 200.000 pequeños negocios cerrados a su paso con el coste equivalente a 2 millones de días laborables de pérdidas sirvieron de base para este análisis.

Governanza: Los equipos analizaron las distintas jurisdicciones y competencias involucradas en los anteriores sistemas con el objetivo de resaltar las necesarias alianzas a alcanzar en los escenarios futuros que se diseñen a todas las escalas.

4.2.2 Oportunidades de diseño

Img: Vulnerabilities, elaboración propia en base a los documentos: The big "U", Resilience+The Beach, Blue Dunes-The Future of Coastal Protection, Resilient Businesses Make Strong Communities, Resilient Bridgeport, Living with the Bay: A Comprehensive Regional Resiliency Plan for Nassau County's South Shore, New Meadowlands, Resist Delay Store Discharge: A Comprehensive Urban Water Strategy, Hunts Point Lifelines, Living Breakwaters. (Rebuild By Design, 2012).

El 28 de Octubre de 2013 (el día antes del aniversario de Sandy), las oportunidades de diseño detectadas por los 10 equipos seleccionados fueron presentadas al público (representantes de las administraciones y fundaciones, la prensa y más de 1000 asistentes). En esta sesión, en New York y en la celebrada por la tarde en New Jersey, Henk Ovink enfatizó una de las ideas motoras de RBD: la capacidad del diseño de investigar, analizar y definir escenarios futuros resilientes: "real world needs imagination". Porque tal y como defendía Ovink, todos los sistemas, (sociales, económicos, ecológicos, culturales) se materializan en el espacio y se interrelacionan entre sí. Entonces, es el espacio y la sociedad vinculada a esos lugares el paisaje a reconstruir. En la presentación salieron a la luz algunas de las cuestiones más importantes de RBD durante el debate que Ovink inició con los representantes de cada uno de los equipos: la necesidad de traspasar las fronteras administrativas y políticas, el marco regional, la búsqueda de las acciones con mayor alcance por su capacidad de aglutinar respuestas a vulnerabilidades y sus interrelaciones, el papel del diseño en procesos urbanos y metropolitanos concretos (ideas abstractas en proyectos concretos), la investigación a través del diseño como método, la combinación de crecimiento y resiliencia, la necesidad de la perseverancia en la resiliencia en un mundo en constantes cambios, el conocimiento (político, técnico y social) de lo que significa el cambio climático o la necesidad de diseñar para facilitar las interacciones sociales y su relación con el acceso a las infraestructuras, entre otros.

Img: Oportunidades de diseño, (RBD; Bisker; Chester; Eisenberg (eds.), 2015, 65).

Cada equipo desarrolló entre tres y cinco oportunidades de diseño. En total 41 propuestas que fueron presentadas y luego analizadas por un jurado liderado por HUD, ya que cada uno de los 10 equipos tan sólo podría desarrollar de manera más pormenorizada, una de ellas en la siguiente fase.

4.3 Diseño

Con las oportunidades de diseño y las áreas escogidas los diez equipos afrontaron la fase final de desarrollo de una propuesta específica. El principal reto era trabajar de cerca con las comunidades y gobiernos locales para diseñar intervenciones que fueran inclusivas, representativas y respondieran a las necesidades de sus residentes. De nuevo, la colaboración a través del diseño se convertía en el elemento motor del proceso. El Municipal Art Society, Regional Plan Association y Van Alen Institute, ayudaron en esta fase a los equipos a establecer los necesarios vínculos entre los gobiernos locales, residentes,

NEW YORK CITY'S CLIMATE RESILIENCE STRATEGY

NEW YORK CITY DEPARTMENTS

- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF PLANNING**
 - MANHATTAN: 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFPLANNING.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF ENVIRONMENT & PLANNING**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFENVIRONMENTANDPLANNING.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF HEALTH & MENTAL HYGIENE**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFHEALTHANDMENTALHYGIENE.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF SOCIAL SERVICES**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFSOCIALSERVICES.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF EDUCATION**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFEDUCATION.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF FINANCE**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFFINANCE.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF POLICE**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFPOLICE.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF FIRE**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFFIRE.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF CORRECTIONS**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFCORRECTIONS.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF LANDmarks**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFLANDMARKS.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF CULTURAL AFFAIRS**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFCULTURALAFFAIRS.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF RECORDS & INFORMATION**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFRECORDSANDINFORMATION.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF INFORMATION TECHNOLOGY**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFINFORMATIONTECHNOLOGY.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF CONSTRUCTION**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFCONSTRUCTION.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFPUBLICWORKS.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF SANITATION**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFSANITATION.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF WATER SUPPLY**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFWATERSUPPLY.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF AIRPORTS**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFAIRPORTS.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF PARKS & RECREATION**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFPARKSANDRECREATION.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF HARBOR & DOCKS**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFHARBORANDDOCKS.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF ECONOMIC DEVELOPMENT**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFECONOMICDEVELOPMENT.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF BUSINESS DEVELOPMENT**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFBUSINESSDEVELOPMENT.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF TOURISM**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFTOURISM.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF CONVENTIONS & VISITORS**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFCONVENTIONSANDVISITORS.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF LEGAL AFFAIRS**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFLLEGALAFFAIRS.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF JUSTICE**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFJUSTICE.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF PROSECUTION**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFPROSECUTION.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF DEFENSE**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFDEFENSE.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF VETERANS AFFAIRS**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFVETERANSAFFAIRS.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF SENIORS AFFAIRS**
 - 100 W. WASHINGTON ST., 10TH FLOOR, NEW YORK, NY 10038
 - TELEPHONE: (212) 312-3000
 - FAX: (212) 312-3001
 - WWW.NYCDEPTOFSENIORSAFFAIRS.NY.GOV
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF YOUTH AFFAIRS**
 - 100 W

Este esfuerzo de comunicación y colaboración entre los equipos, gobiernos y las comunidades, a través del diseño fue más allá de lograr propuestas integradas. Consiguió generar por vez primera una única visión de resiliencia a largo plazo y una compleja red de agentes involucrados en su consecución, lo que hacía confiar en su capacidad de implementación y seguimiento en el tiempo. No es difícil imaginar lo distinto que es este proceso en el que las diferentes variables e intereses se funden a través del diseño, al método tradicional en el que se presentan propuestas ya definidas por la administración pública y los agentes interesados tan solo pueden participar aportando alegaciones o informes. La mayoría de las veces lo que ocurre es que muchas de éstas son además incoherentes entre sí. Sin embargo, cuando se utiliza la colaboración y el diseño como herramienta de mediación, es posible consensuar propuestas capaces no solo de llevarse a cabo, sino de ser defendidas y crear sinergias. Si la resiliencia tiene que ver, como se ha motivado en el capítulo precedente, con la capacidad dinámica de adaptación y auto-organización, éste parece ser el único camino posible.

254

“We’re celebrating the possibilities that result when we come together to achieve common goals, and we’re celebrating the tremendous work that’s been done here to shape a stronger and more resilient region.” (Donovan, 2014)

Las propuestas mostraron una gran diversidad de enfoques para la resiliencia costera con diseños que integraban proyectos basados en los sistemas naturales (islas de barrera, restauración de humedales) y sociales (mejorando la auto-organización del vecindario). Un tema común a todas las propuestas fue la apuesta por el uso de herramientas paisajísticas como componentes principales para conseguir la adaptación a los efectos del cambio climático.

Las propuestas fueron evaluadas por un jurado compuesto por once miembros liderados por HUD Secretary Donovan. La evaluación del jurado se realizó teniendo en cuenta cuatro categorías: investigación y análisis, muestras del proceso participativo y alianzas alcanzadas, el diseño propuesto y la estrategia para su implementación. Su misión consistió en detectar las propuestas que recogían la mejor calidad de diseño, resiliencia y capacidad de implementación. Para ello, cada equipo presentó las propuestas al jurado y respondió a sus preguntas, discutiendo el alcance de los proyectos, los compromisos obtenidos, la puesta en práctica de los proyectos y el análisis de costes y beneficios. Los equipos acudieron con miembros de las coaliciones creadas con las comunidades y los socios que respaldaban sus proyectos. Algunos equipos fueron acompañados además de científicos, asesores, investigadores, representantes de los gobiernos locales y de las organizaciones comunitarias con las que habían trabajado en los diseños, demostrando así su apoyo y compromiso con los proyectos.

Img: Miembros del jurado, elaboración propia en base al documento: Rebuild by Design (RBD; Bisker; Chester; Eisenberg (eds.), 2015).

El 2 de Junio de 2014 el Secretario de HUD Shaun Donovan daba a conocer las seis propuestas ganadoras con su dotación económica, junto con una séptima, que aunque no se consideraba como ganadora, sí que recibía una partida presupuestaria como incentivo para llevarse a cabo. Los fondos pertenecen al Community Development Block Grant- Disaster Recovery (CDBG-DR) para la región abatida por Sandy. HUD escogió a los equipos ganadores en base a su calidad en diseño y resiliencia y a su compromiso con las comunidades. Los equipos ganadores fueron:

Img: Equipos ganadores, elaboración propia en base al documento: Rebuild by Design (RBD; Bisker; Chester; Eisenberg (eds.), 2015).

LAS PROPUESTAS GANADORAS

Las propuestas ganadoras se pueden conocer exhaustivamente consultando los documentos elaborados para el concurso por cada uno de los equipos. Por eso y para no caer en explicaciones meramente descriptivas, se ha realizado una investigación cruzada, junto con las propuestas también finalistas de concurso Changing Course para el curso bajo del río Mississippi, que se detallan en el Anexo I que acompaña al Tomo 2 de esta investigación y cuyas conclusiones o aspectos más relevantes se ponen de manifiesto en el capítulo cuarto de este Tomo 1, destinado a los resultados conclusiones y propuestas.

Por eso lo que se presenta a continuación no son tanto las propuestas en si mismas, sino lo que subyace en ellas. Es decir, su identidad y narrativa, los principios de diseño, los componentes que catalizan dichos diseños con especial atención a aquellos que se basan en los procesos naturales y los beneficios sociales, ecológicos, económicos y para la salud que persiguen. La manera de presentar estas propuestas ha sido concebida por la autora para esta tesis utilizando algunas de las imágenes más icónicas de los proyectos y con los datos resultantes de la investigación llevada a cabo en la Universidad de Pennsylvania bajo la dirección del profesor David Gouverneur.

Para su mejor comprensión se recomienda la lectura junto con las matrices de cada caso de estudio recogidas en el Anexo 1 del Tomo 2 de esta tesis.

PROPUESTAS
REBUILD
BY
DESIGN

Img: Organización matrices casos de estudio recogidos en el Anexo I del tomo 2 de esta tesis. Elaboración propia.

The Big U - The Dryline

BIG (architects, designers, thinkers)
Level Infrastructure
AEA Consulting
Green Shield Ecology
James Linia Planning & Development
Project Projects
The School of Constructed Environ-
ments at Parsons-The New School

One architecture
Starr Whitehouse
Burns Huppold
Arcadis

Diagram

Design Principles

1. From infrastructure to social infrastructure
2. From a static solution to a compartmentalized and incrementally system
3. From flat protection to a community resilience district
4. From design to community-driven design
5. From infrastructure to a holistic district strategy

Components

Estimated Vulnerability 220,000 residents \$ 500 Billion Business sector

Estimated Budget \$335,000,000

Non structural components

Cultural & recreational amenities

Residential development

New jobs related with resilient infrastructure

Community cohesion policies

La idea principal de **BIG-U** se puede deducir de su lema The Big U. Se trata de presentar una membrana de protección que envuelve el Bajo Manhattan. Para poder entender los objetivos y funcionalidades de ésta, el equipo imagina un romance entre Robert Moses y Jane Jacobs que diera como resultado una gran infraestructura, eso sí modular, que surge de la integración de estructuras de protección (unas duras y otras basadas en la naturaleza) con los deseos de la comunidad. Se quería enfatizar el reto que el equipo se propuso: proteger, pero también mejorar la respuesta de las comunidades que están en el borde de la isla ante la subida del nivel de mar. Su principal estrategia se basa en la combinación de resiliencia infraestructura + gente + programa + comunidad. Es decir, proteger todo el frente marítimo pero hacerlo con una infraestructura que se convierta en equipamiento social (social infrastructure). Aunque el conjunto de medidas que incorpora esta propuesta consiste en la reinterpretación y reutilización de elementos más o menos presentes en el imaginario de la sociedad, tales como parques elevados, muros, bancos o pabellones, lo innovador es que todos ellos se diseñan para que además de hacer una función de barrera frente a posibles inundaciones, éstas puedan asumir una función social. Precisamente por eso se presenta como la suma de las ideas de Robert Moses (infraestructura) y Jane Jacobs (personas). Se podría decir que desde el punto de vista de la innovación no aportan nada más que la forma de entender la infraestructura como un conjunto de piezas urbanas al servicio de los habitantes de un lugar. Para ello se han incorporado las propuestas y demandas de las distintas comunidades que convivirán y utilizarán el proyecto. En una entrevista mantenida durante el mes de diciembre de 2015 con Mattijs Bouw, miembro de equipo del Big Team, Bouw insistía, desde su experiencia holandesa, que el proyecto es la única manera de conseguir el cambio. Para ello el proyecto ha de convertirse en un vehículo para la integración de diferentes perspectivas. Esto conlleva que la escala del proyecto sea realizable (en tiempo, económica, social y políticamente). Por eso BIG U está articulado en unidades más pequeñas. Al mismo tiempo Bouw remarcaba la importancia de contar con un tool kit, que sirva de herramienta de comunicación de los conocimientos científicos y de trabajo con el resto de representantes de la comunidad y los agentes interesados. Con estas premisas es cuando es posible anidar esta infraestructura social dentro de una gran infraestructura verde que no solo persigue conseguir la adaptación flexible a la subida del nivel del mar y aminorar la energía de las olas en caso de marejada, sino que facilita el drenaje y la absorción del agua en la ciudad.

BIG - THE BIG U

Img: BIGU model tool kit.

Img: The bridging berm BIG U.

1
RBD

Design Principles

1. From vulnerability to restoring the ecological quality of the bay
2. From water management to restoring the ecological quality of the bay
3. From infrastructure to a dynamic landscape

Estimated Vulnerability

thousands of homes

Estimated Budget

\$129,000,000

\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$

Non structural components

Safety thresholds

Surge barrier

Dike ring

Living with the Bay presenta un enfoque de escala regional para proteger la costa sur de Long Island de las tormentas extremas y de la subida gradual del nivel del mar. Pero también se persigue poner en valor el atractivo de una vida junto al mar (de ahí el lema: living with the bay). Para ello se propone construir con la naturaleza una membrana inteligente (buffered bay) a base de humedales construidos y regenerados, presas para la captura de sedimentos y diques conectados con una infraestructura verde y azul constituida por una red de canales, espacios de laminación y parques que almacenan, drenan y filtran el agua. Esta nueva infraestructura paisajística genera oportunidades de desarrollo, en las que se integran el transporte, la vivienda y la gestión del agua.

Las propuestas identifican cinco situaciones prototípicas (Ocean Front, Barrier Island, Marsh, River and Stream Estuaries y Uplands) que darán lugar a cinco estrategias de actuación de clara orientación ecológica a partir de la catalización de paisajes generativos: la mejora de las Barrier Islands, aportando sedimento y consolidándolo (Sediment flow y Smart Barrier), Eco-Edge o la mejora de la zona de humedales y marismas de la bahía, y la infraestructura verde y azul que actúa sobre los torrentes (slow streams & Green corridor) y las Uplands. Así, la propuesta se concentra en la recuperación ecológica de los diferentes hábitats que coexisten en ámbito. Además las condiciones preexistentes, propias de una costa sedimentaria con islas barrera, constituyen una oportunidad perfecta para proponer estrategias, tipologías y tecnologías, que trabajen con las fuerzas de la naturaleza. Como un sand engine que nutra de sedimento a la isla barrera o favorecer el flujo natural de agua salada movilizandose sedimentos dentro de la bahía y estableciendo mecanismos para su fijación y para la ampliación de los humedales.

En el interior de la plataforma continental también se procura la movilización de sedimentos mediante la creación de topografías que favorecen el meandreo de los cursos de agua dulce y reducen su velocidad. El diseño se hace con muchas referencias al Room for the river holandés, de hecho se denomina Room for the Mill River. Es decir, dejar espacio al río Mill para que deposite sus sedimentos y crezca cuando sea necesario, al mismo tiempo que sea capaz de nutrir la bahía de agua dulce y sedimentos, sin poner en peligro a los habitantes de la zona.

INTERBORO - LIVING WITH THE BAY

Img: Strategies. Interboro Team for RBD.

Img: Strategies for the Lowlands: Slow Streams, Room for the Mill River. Interboro Team for RBD.

Living breakwaters

Scape / landscape architects
LOT_EK
Parsons Brinckerhoff
Stevens Institute of Technology
Ocean and Coastal Consultants
Searr Consulting
MTWTF
The New York Harbor School
Paul Greenberg

Diagram

Design Principles

1. From infrastructure to eco- social infrastructural
2. From a piece of infrastructure to a place
3. From coastal protection to embracing the water
4. From the coast as a line to the coast as a membrane

Components

LIVING WATERS 45

Estimated Vulnerability

473,279 habitats of Staten Island

Estimated Budget \$60,000,000

\$\$\$\$\$\$\$\$\$

Non structural components

Cultural & recreational amenities

Residential development

New jobs related with resilient infrastructure

Resiliency education programmes

Community cohesion policies

Living Breakwaters, El proyecto liderado por la firma de arquitectura de paisaje SCAPE, con Kate Orff al frente, propone la creación de filtros anidados (umbrales) donde un paisaje infraestructural off-shore basado en hábitats generativos, se combina con modelos de administración ambiental en tierra y el compromiso en su gestión por la comunidad. El proyecto recupera las ideas de la propuesta de SCAPE: Oyster-Tecture para Rising Currents y lo que entonces no era más que una intuición se desarrolla ahora con mayor rigor científico para RBD.

El equipo se centra en los tres riesgos principales de la costa sur de Staten Island frente al cambio climático: el riesgo de inundaciones, la pérdida de calidad y diversidad de los ecosistemas y la desconexión social respecto al hábitat costero. En consecuencia, se proponen tres estrategias principales: growing ecological resiliency, reducing (flood) risk y building social resiliency. Estas se desarrollan básicamente en dos niveles, por un lado en el borde costero, favoreciendo la creación y mantenimiento de las playas, y en la zona intermareal, aumentando el gradiente morfológico y ecológico de la costa. Pasando así de percibirla como una línea, a considerarla una membrana. Tal y como le gusta explicar a Kate Orff, la transformación de esta costa en una membrana se consigue gracias a un collar rompeolas lleno de vida, que es el elemento que da nombre a la propuesta: **living breakwaters**. Éste se construye en base a una serie de componentes experimentales (e-concrete units, oysters, oysters units) generativos de nuevas ecologías que colaboran a la mejora de la biodiversidad al mismo tiempo que proporcionan protección y espacios para el ocio y la pesca a las comunidades costeras. Estas estructuras, que pueden estar totalmente sumergidas o emerger en algunos puntos, sirven para crear a su vez una zona de aguas tranquilas, que aminoran la erosión costera y retienen los sedimentos y nutrientes, proporcionando espacios refugio para diversas especies de vegetación y peces, ostras y otros organismos. La vegetación y las ostras colaboran también al filtrado y la depuración del agua.

Esta infraestructura viva, se combina con programas y proyectos de resiliencia social en vecindarios adyacentes en la plataforma continental para ayudar a aumentar la consciencia del riesgo, capacitar a los ciudadanos y comprometer a las escuelas locales en la educación frente al mar. En concreto, se propone la recuperación de actividades económicas históricamente presentes en el lugar y relacionadas con el mar como el cultivo de ostras, la construcción de centros sociales (HUBs) dónde aprender y entrar en contacto con el medio marino y con el concepto de resiliencia y continuar con los proyectos educativos con los colegios en relación al cultivo de las ostras.

SCAPE - LIVING BREAKWATERS

Img: Living breakwaters SCAPE for RBD.

Img: Living Breakwaters Building the model reef, SCAPE for RBD.

Hunts Point Lifelines

PennDesign: Ellen Neises (project leader), Marilyn Jordan Taylor (advisor), Jeff McLesid, Orlick Day, Joanna Karaman, Stefanie Loomis, Jackie Martinez, Kate Rodgers, Ian Sinclair, Yelena Zlotorevskaya
OLIN: Richard Roark (project leader), Lucinda Sanders (advisor), Marni Burns, Michael Miller, Sahar Hardy-Coston, Chris Landau, Henry Moll, Trevor Lee, Karl Blumenthal
McLaren Engineering: Malcolm McLaren, Stephen Ferris, Adon Austin
HR&A Advisors: Candance Barron, Brel Collazzi
eDesign Dynamics: Eric Rothstein, Franco Montalto, Theo Barbaganis
Level Infrastructure: Joe Mulligan
Barretto Bay Strategies: Paul Eppson
Phillip Habib Associates: Philip Habib, Bradley Kempf
Bruno Hoppold: Craig Schwitter, David Koyzman

Diagram

Design Principles

1. From vulnerability to Lifelines
2. From vulnerability to resiliency through innovation
3. From infrastructure to social infrastructure

Components

Estimated Vulnerability Food for 22 M people = 20,000 jobs

Estimated Budget \$45,000,000

Non structural components

Hunts Point Lifelines, liderado por la oficina de arquitectura de paisaje OLIN y PennDesign, se centra en el mercado de alimentos de Hunts Point, que suministra gran parte de la comida a 22 millones de personas. Por extraño que parezca este área no resultó afectada por Sandy a pesar de estar en la llanura de inundación. Pero si hubiera sido golpeada, la ciudad de New York se habría quedado sin comida dos o tres días, por el fallo en los sistemas de distribución y la compra y almacenaje masivo de los consumidores ante la catástrofe. Además, son éstos negocios los que dan a las comunidades del área su desarrollo económico y social. Así que la propuesta incide no solo en preservar este ámbito, sino sus comunidades. Para ello se propone construir una infraestructura de paisaje alrededor del área. Un paisaje que la proteja de los efectos del cambio climático, al mismo tiempo que colabora a la mejora de su capacidad de drenaje, almacenamiento de agua, calidad ambiental y creación de espacios públicos. Mejorando así la interrelación física y social entre la comunidad y el mercado y éstos y la costa. Una estrategia de costa viva que incorpora el uso de diques diseñados como vías verdes y humedales ricos en hábitats para la gestión de las aguas pluviales y la minoración de la energía de las olas a lo largo de la península de Hunts Point. Para garantizar la circulación y solvencia de los sistemas de distribución de alimentos se proponen posibles vías alternativas de abastecimiento marítimo y un puerto que pueda servir además como punto de evacuación y soporte en caso de catástrofes.

El proceso de diseño integró un profundo compromiso, investigación y análisis de la comunidad. Estos esfuerzos dieron como resultado el apoyo popular a un sistema de protección contra inundaciones basado en el paisaje que alentó el uso de industrias locales y empleos verdes, así como estrategias de financiación para nuevos desarrollos. De este modo se consigue una comunidad más cohesionada y por lo tanto, resiliente.

PENN/OLIN - HUNTS POINT LIFELINES

Básicamente la propuesta plantea cuatro líneas de actuación Lifelines (que dan nombre a la propuesta): The Levee Lab, un sistema de protección que sirve además como vía verde a lo largo de la costa; Cleanways, un plan de múltiples componentes para lograr una gestión del agua que asegure su drenaje, almacenamiento y purificación; la Cadena de abastecimiento marítimo de emergencia y medios de subsistencia, y medidas de activación de la economía local y empleos verdes. En cada lifeline, se propone una amplia paleta de materiales y tecnologías a aplicar, lo que le confiere a la propuesta su carácter innovador y la hace también replicable en otras escalas y contextos.

Img: Mercado Penn/OLIN para RBD.

Img: Cadena de abastecimiento marítimo de emergencia y medios de subsistencia.

The new Meadowsland

MIT Center of Advanced Urbanism: Professor Alan Berger, Professor James Wescoat, Professor Christopher Zengras, Assistant Professor Sarah Williams
 ZUS Zones Urbaines Sensibles: Lead contact: Kristian Koreman
 DE URBANISTEN: Lead contact: MSc. Florian Boer
 Deltares / Delft Hydrolics: Professor Mindert de Vries, Professor Frans Klijn
 Volkerintra - Infrastructure engineering: Philip Labouchere
 75 B Graphic Design: Pieter Vos

Diagram

PROTECT
Berm & Meadow Park

CONNECT
Meadowland

GROW!

1. From risk to opportunity
2. From risk to maximise the prosperity
3. From risk to integrated design

Components

Fresh water forest

Marsh

Pond

Bioswale berm

Berm park

Smart tide gates

Estimated Vulnerability 14 different municipalities and 150,000 jobs

Estimated Budget \$150,000,000

\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$

Non structural components

Residential
development

Public
transportation
improvement

El equipo MIT+ZUS+URBANISTEN, liderado por Alexander D'Hooghe (ORG) y Kristian Koreman (ZUS) se centró en el área metropolitana de New York-New Jersey con el lema **New Meadowlands: Productive City + Regional Park**. La propuesta defiende que la agenda de la resiliencia no puede realizarse separándose de otras agendas como las de la planificación urbana, la ecología o el desarrollo socio-económico, sino que se logra a través de ellas. El equipo encontró que el Meadowlands de New Jersey es una especie de sumidero de las aguas y vertidos de la región afectada por Sandy. Las inundaciones y las marejadas se unieron allí junto con la contaminación existente en el área para crear una auténtica pesadilla ecológica. Pero al mismo tiempo, el lugar supone una oportunidad para nuevos desarrollos económicos por su posición estratégica en la región.

El proyecto se basa en la gestión del agua para recoger, almacenar, filtrar, limpiar y generar nuevas ecologías que lo conviertan en un paisaje atractivo para la inversión. Esto implica el diseño de un complejo sistema hidráulico y depurativo que devuelva la calidad ambiental de la diversidad al aire convirtiendo el lugar en una reserva natural, así como recreativa. Y aunque en total abarca cinco municipios, la propuesta de New Meadowlands se focaliza en el condado de Bergen, en concreto en las ciudades de Little Ferry y Moonachie, que son las que experimentaron los mayores daños durante Sandy. Del mismo modo, trabajar en esta zona aseguraba el mantenimiento de las condiciones óptimas para salvaguardar la red eléctrica que abastece a la ciudad de New York, y cuyo fallo tras Sandy la sumió en el caos.

La estrategia se comunica como un proceso en tres fases: protect, connect y grow. El pantano se convierte en el elemento central e identitario de la propuesta ya que reduce los riesgos de inundación del río Hackensack integrándolo en un parque, the meadowpark, ubicado en la zona depresiva y central de las meadowlands. Para conectar este parque con la zona periférica más urbanizada se propone la creación de un cinturón elevado: the meadowband. Este cinturón funciona como un dique elevado que une la ciudad con el parque. La conexión entre las ciudades de este cinturón se proporciona mediante la creación de la BRT Line, una nueva línea de bus alrededor del meadowpark. Esta infraestructura, o mejor dicho, este nuevo paisaje infraestructural, posibilitan el crecimiento de la zona con viviendas y equipamientos que beneficiarán a la comunidad local además de protegerla.

El proyecto confía en su capacidad de atracción de la inversión privada como agente principal catalizador del cambio que asumirá el coste de las operaciones a realizar.

MIT CAU - NEW MEADOWLANDS

Img: New Meadowlands, MIT CAU + ZUS + URBANISTEN para RBD.

Resist, delay, store, discharge

OMA: Partner - in - charge, Shohei Shigematsu, Project Manager, Daniel Pittman, Team: Isaihi Müller, Stephen Clipp, Matthew Davis, Cyrus Penarroya, Filippo Nanni, Maria Saavedra
AMO
Royal HaskoningDHV Enhance Society Together: Project Manager, Marten Hillen, Team: Nanco Dolman, Mathijs van Ledden, Ronald Shive, Bart-Jan van der Spek
BALMORI: Partner - in - charge, Diana Balmoni, Project Manager, Mark Thomann, Team: Javier Gonzalez-Campana, Moa Carlsson, James Bykowski, Reva Meeks, Isabel Lezcano, Matt Choot, Jessica Roberts
HRA: Partner - in - charge, Eric Rothman, Project Manager, Mark Thomann, Team: Lindsay Gael, Elisabeth Waldorf

Diagram

Design Principles

1. From water management to resistance
2. From water management to delay
3. From water management to storage
4. From water management to discharge

Components

Estimated Vulnerability

Transit hub for over 50,000 people

Estimated Budget \$470,000,000

Non structural components

Strategic
water
management

Resist, Delay, Store, Discharge, es la propuesta liderada por la oficina holandesa OMA, que tras analizar las inundaciones sufridas por la ciudad de Hoboken durante todo un año después de Sandy, entendió que ésta podía ser un ejemplo para muchas otras ciudades de la costa Este. Ya que Hoboken por su marcado carácter impermeable, es enormemente vulnerable a las inundaciones, no solo las probables por la gradual subida del nivel del mar o las tormentas extremas, sino también aquellas como consecuencia de la imposibilidad de evacuar el agua con lluvias intensas y prolongadas. El equipo analiza también el elevado coste económico y social que esta situación recurrente de vulnerabilidad supone para la ciudad. Precisamente por eso la propuesta que lleva por lema resist, delay, store y discharge consiste en el conjunto de estrategias y acciones combinadas de infraestructuras duras y blandas que permiten mantener el agua fuera (resist), ralentizarlo y dirigirlo cuando entre (delay), almacenar el excedente mediante una infraestructura verde interconectada (store) y finalmente expulsarlo buscando salidas de evacuación alternativas o incluso bombeándolo (discharge).

En realidad la propuesta sintetiza las dos estrategias principales de resistir mediante una barrera costera constituida, cuando hay espacio, por parques y formas del relieve, y por muros y compuertas donde no existe esa posibilidad. Mientras que el delay, store y discharge se basan en la gestión del agua utilizando componentes de las redes de infraestructuras verdes tanto en tierra como en el borde.

Esta nueva perspectiva de gestión del agua en la ciudad, tanto para los riesgos catastróficos a largo plazo, como para los fenómenos graduales de inundación y lluvias persistentes, permite disminuir las primas de los seguros por inundación y atraer nuevas actividades cívicas, culturales, y económicas para la comunidad. Éstas son además innovaciones replicables, basadas en componentes, materiales y tecnologías que pueden ayudar a guiar a comunidades alrededor del país en un cambio de modelo que las permita convivir con el agua.

OMA - RESIST,
DELAY, STORE,
DISCHARGE

Img: Resist, Delay, Store, Discharge: a comprehensive strategy for Hoboken RBD.

Resilient Bridgeport

Waggonner and Ball
Unabridged Architecture
Gulf Coast Community Design Studio
Yale University
Arcadis

Diagram

Design Principles

1. From vulnerability to integration
2. From vulnerability to resilience integration
3. From disconnection to restoring water's relationship
4. From flood protection to land-water exchange

Components

Estimated Vulnerability

By 2100, it is predicted that over half of Bridgeport could flood regularly

Estimated Budget \$53,000,000

\$\$\$\$\$\$\$

Non structural components

Resilience
education
programmes

Resilient Bridgeport, liderada por la oficina de arquitectura de paisaje con sede en New Orleans Waggonner & Ball architects, se centra en la ciudad más densamente poblada y diversa desde el punto de vista étnico y socialmente vulnerable de Connecticut. Situada en la costa de Long Island Sound, Bridgeport es vulnerable a la subida del nivel del mar, lo que inundaría varias plantas de energía, plantas de tratamiento de aguas residuales, hospitales, un centro financiero, instalaciones deportivas y de entretenimiento y una universidad. De hecho se prevé que para el año 2100 más de la mitad de Bridgeport se podría inundar regularmente. La infraestructura de transporte, incluyendo el ferrocarril regional de Boston a la ciudad de New York y la carretera interestatal, podrían quedar anegados crónicamente. El nombre de la ciudad ya indica su vinculación con el sistema del agua, aunque con el tiempo muchos de los arroyos que llegaban al mar transportando sedimentos y nutrientes a su curso han sido gradualmente canalizados y enterrados. La recuperación de la funcionalidad de este sistema con medidas basadas en procesos naturales (cuando es posible) y también de su fenomenología⁶ se convierten en la idea central del plan. Esta idea se integra con otra que persigue asegurar el límite de la ciudad con el mar y conectarlo con su centro, devolviendo de este modo a la ciudad su calidad ambiental y escénica. Todo ello pasa por restaurar la ecología, fortalecer las redes de conexión, mejorar la economía regional, reducir los riesgos a largo plazo, y restaurar la centralidad de la ciudad de Bridgeport. Se realiza también un gran esfuerzo en conectar las dos riberas de la ciudad separadas por el río Pequonnock.

El proyecto piloto propuesto se centra en el barrio de South End, una península baja expuesta a la subida del nivel del mar y a las fuertes oleadas de las tormentas. Para protegerlo, pero al mismo tiempo conectar al vecindario, se propone elevar la calle Singer construyendo un dique frente al mar en el histórico Seaside Park y establecer un rompeolas en alta mar. Se propone además la creación de unos centros de resiliencia que ayudan a cohesionar la comunidad y a educarla en la resiliencia. Para ello se crea el South End Resilience Education and Community Center, un centro que incluye una cooperativa, programas de capacitación laboral, un centro de salud y servicios de cuidado infantil, (que serviría de refugio en su caso).

Finalmente el conjunto de componentes de este sistema abarca desde las tradicionales infraestructuras duras para la protección de las inundaciones en el frente marítimo (rompeolas, compuertas) a las blandas, que son el conjunto de elementos que componen la infraestructura verde, (calles arboladas, bioswales, parques, formas del relieve, humedales, etc).

Img: The Education and Community Center (Rebuild By Design, 2012).

6. Ver pág. 234. Referentes del concurso Rebuild by Design.

6. EVALUACIÓN Y REPERCUSIÓN

6.1 Evaluación

Una vez que la fase concurso hubo alcanzado su fin HUD, en junio de 2014, The Rockefeller Foundation y JPB Foundation con the Urban Institute realizaron una evaluación del proceso llevado a cabo de la que se citan a continuación solo algunos de los aspectos más relevantes (**Urban Institute, 2014**):

Visión

El desarrollo de RBD se percibe fiel a su visión innovadora al integrar un concurso de diseño para la recuperación tras el desastre y su ambición de alcanzar una infraestructura resiliente a escala regional. El liderazgo de los socios principales y la magnitud de casi un billón de dólares en fondos federales para el desarrollo de los proyectos premiados, ha supuesto una motivación para todas las partes interesadas, a pesar del breve plazo de tiempo empleado y el alcance y complejidad de los requisitos.

Innovación

RBD ha sido una singular e innovadora estrategia para alcanzar los objetivos de resiliencia. Ha supuesto un modelo de concurso, o mejor dicho: de proceso de implementación, que en sí mismo facilita la innovación. Esto se refleja en todos los aspectos del mismo. Tanto las medidas arquitectónicas, como la planificación para la defensa ante los efectos del cambio climático, o la participación de la financiación público-filantrópica para complementar la contratación pública tradicional. Estas innovaciones han producido un proceso novedoso y efectivo, aumentando la conciencia de la comunidad, provocando la reconsideración de las interrelaciones regionales y compartiendo necesidades y propuestas entre los distintos agentes implicados. Sentando de este modo, las bases para producir más innovación a largo plazo.

Estrategias de resiliencia

El concurso se basó en el principio de investigación a través del diseño para definir los enunciados de los problemas y las soluciones. Se hizo desarrollando una estructura organizativa flexible y accesible y fuera de la burocracia federal. Esta estructura ha promovido además un alto grado de capacidad de respuesta y responsabilidad del equipo de RBD y de las alianzas creadas entre los equipos de diseño y las comunidades.

El diseño como medio

El proceso ha mostrado que los métodos de diseño son útiles para coordinar la investigación multidisciplinar con el objetivo de formular los enunciados de los problemas que luego requieren a su vez de soluciones de diseño. RBD ha empujado el espacio del diseño más allá del convencional enfoque basado en problemas ambientales y sociales. RBD es, de este modo, una contribución directa a una historia más larga del diseño. Además, RBD se aleja de los moldes tradicionales de los concursos de diseño al dar responsabilidad a los equipos en la creación de los enunciados de los problemas. En lugar de definir el alcance del proyecto, sus parámetros y el presupuesto, el concurso ha generado visionarias aproximaciones para la región. El hecho de que los equipos compartieran conceptos, información, investigación, y su retroalimentación durante el proceso ideado, ha hecho que los equipos funcionan como una red de participantes en lugar de competidores. Esta cuestión ha fortalecido la calidad de todas las propuestas.

La integración de los actores locales en el concurso

La incorporación de la sociedad desde las primeras etapas del concurso y la continua incorporación y debate de sus propuestas ha sido vital para que surgieran proyectos que representan a los distintos grupos de actores. De este modo se consigue reunir otro tipo de saber además del apoyo de un gran número de diferentes sectores de la sociedad.

Como se desprende de lo anteriormente descrito los resultados, según este informe de evaluación, son altamente positivos e indican que, a pesar del limitado área de alcance de RBD y de que los proyectos estén todavía en fase de implementación, el proceso seguido supone no solo un cambio de paradigma en la recuperación de las ciudades y regiones tras los desastres, sino lo que es más importante, una transformación en la cultura de relación de las ciudades y la costa.

6.2 La crítica

Lógicamente también existen miradas críticas en relación a RBD. Billy Fleming en un reciente artículo cuestionaba en primer lugar si todas las propuestas ganadoras cumplían ampliamente los objetivos de innovación, viabilidad y resiliencia. Esta cuestión la justifica Fleming indicando que las propuestas de BIG, Penn/OLIN y SCAPE comparten el mismo marco socio-político y tienen además una escala reducida como para poder entenderse como cambios culturales y sociales (Fleming, 2015). Fleming tiene razón, aunque quizás haya que mirar al conjunto de RBD, a su respuesta acumulativa y no a cada una de las propuestas por separado. Ya se ha explicado que el conjunto es distinto a la suma de las partes en los sistemas adaptativos complejos. Probablemente, estos ámbitos son pequeños desde el punto de vista físico, pero no desde el punto de vista del capital que movilizan o de los agentes implicados. En el caso de la propuesta de BIG para el sur de Manhattan, Fleming cuestiona su innovación, ya que es cierto que recuerda a la de New Urban Ground de dland studio para Rising Currents (2010). Al mismo tiempo el elevado coste de esta propuesta, que se cubre de manera parcial con los fondos federales y la financiación, deja en entredicho la viabilidad futura de la misma. Fleming augura que RBD y la propuesta de BIG U irán perdiendo fuerza con los años y el proyecto nunca llegará a finalizarse. Quizás tenga razón, o quizás no. Quizás tras la victoria presidencial de Donald Trump la

ciudad de New York resista como abanderada de un nuevo modelo en la manera de relacionarnos con el cambio climático en los entornos costeros. En todo caso y como ya se ha dicho, RBD es más que un concurso de obras, es un cambio de modelo de planificación y diseño costero. Al menos pretende serlo. Es verdad que escribir esto hoy, después de la victoria de Trump, hace pensar que el titular de *The guardian* con el que iniciaba este capítulo no se ajusta a la realidad y que RBD no tuvo impacto alguno. Algunos preferimos pensar que la metamorfosis cultural y física de la costa ya ha comenzado y no tiene marcha atrás.

En cuanto a la propuesta de Penn/OLIN para Hunts Point en el Bronx: Lifelines, ésta desarrolla un proyecto repleto de diseño e innovación. Especialmente The Lab, un laboratorio de técnicas de control de las inundaciones dedicado a materiales experimentales, procesos basados en la ecología, diseños generativos y nuevos mecanismos de gestión y control. Fleming reconoce este aspecto, pero a su juicio, la propuesta falla en generar proyectos extrapolables a otros ámbitos de la costa ya que se concentra en infraestructuras y servicios vinculados a un escenario muy singular: el centro de distribución de mercancías de Hunts Point. Quizás en una mirada superficial esto pueda parecer así, pero como se verá en el capítulo siguiente y como se pretende argumentar a lo largo de esta tesis, un análisis profundo de RBD, basado en el entendimiento de los procesos, los relatos, las tipologías, componentes y materiales y tecnologías de diseño, nos muestran mucho más allá de su aplicación a un lugar concreto, una herramienta, una forma de pensar y trabajar. Y a mi juicio, esta propuesta, casi mejor que ninguna otra, lo ejemplifica a la perfección.

También cuestionaba Fleming, por último, si es un concurso el mecanismo para afrontar la reconstrucción de un país tras la catástrofe. Entendiendo que la cuestión no está exenta de polémica y que lo que plantea Fleming es comprensible, lo cierto es que RBD no es un concurso. O al menos no pretende ser un concurso en el que se escoge la propuesta más brillante o con más renombre, sino que persigue ser un proceso de transformación física, pero también cultural, de las zonas afectadas en relación a los efectos del cambio climático.

Del mismo modo no solo Fleming y diversos miembros de los equipos ganadores han mostrado el desasosiego que produce en un trabajo tan intenso y prolongado en el tiempo, el hecho de que una vez que el concurso ha acabado y empieza la parte de su implementación, los equipos han de volver a empezar y se sienten un poco huérfanos de la organización de RBD⁷. Ya que tras la elección de los equipos ganadores y de los proyectos que se van a implementar, el dinero pasa de HUD a los gobiernos locales, que a pesar de haberse incorporado al proceso, someten a los equipos a todas las dudas sobre los proyectos otra vez. De este modo, los proyectos dejan de crecer, de innovar. Por eso, una parte muy importante del aprendizaje de este concurso, según los entrevistados, es que desde el principio la estrategia estuviera anclada en la comunidad. Ya que con independencia de los cambios políticos serán precisamente las comunidades las que se encarguen de reclamar la realización de estos proyectos. De esta forma propuestas como *New Meadowlands*, donde el sentimiento de comunidad es menor, pueden acabar siendo proyectos muy diferentes tras su realización. Pero probablemente esto también es un aprendizaje del proceso: reconocer que las instituciones en Estados Unidos no funcionan como en Holanda y

que quizás, en determinados contextos, la transición entre el concurso y el proyecto hubiera debido de diseñarse de otro modo. Probablemente, y siguiendo el ejemplo holandés, la experiencia del Quality Team de The Room for the river hubiera sido una buena herramienta para esta fase de rediseño e implementación de los proyectos.

6.3 Repercusión

En todo el mundo el cambio climático está confrontado a las ciudades y sociedades a transformaciones sin precedentes. Tras Sandy RBD impulsó un innovador y colaborativo método de diseño, financiación y creación de alianzas para la reconstrucción resiliente de la región. Este proceso ha sido seguido dentro del país y en todo el mundo con gran interés. Tanto es así que en Junio de 2014 el Presidente Obama lanzaba the National Disaster Resiliency Competition (NDRC) inspirada en el proceso de RBD. Este concurso puso mil millones de dólares a disposición de aquellas comunidades que hubieran sufrido desastres naturales durante los años 2011 a 2013. Durante ese tiempo, el Presidente Obama declaró desastres importantes en 67 comunidades en los Estados Unidos en 48 estados, más Puerto Rico y Washington, D.C. El concurso promovía proyectos que colaboraran a desarrollar un escenario futuro de resiliencia ante los efectos del cambio climático. Los fondos provenían del Community Development Block Grant disaster recovery (CDBG-DR) y como en el caso de RBD, la Rockefeller Foundation prestó asistencia técnica y financiación. Los objetivos del concurso eran básicamente:

Utilizar de manera efectiva los fondos disponibles.

Crear varios ejemplos de modernos modos de recuperación frente a los desastres basados en conocimientos científicos aplicados, además de innovar en las metodologías de análisis de riesgos desde la perspectiva de resiliencia.

Construir un legado institucionalizado, en cuantos más estados y jurisdicciones posibles, de implementación basada en el pensamiento resiliente para sobreponerse a riesgos futuros.

Proveer recursos para que las comunidades puedan implantar planes de recuperación frente a las catástrofes que las haga más resilientes frente a futuros eventos climáticos extremos, al mismo tiempo que se colabora a la mejora de la calidad de vida de las poblaciones locales.

Integrar y afianzar los lazos y compromisos entre las comunidades y los agentes interesados en ellas afianzando un mayor conocimiento sobre los impactos del cambio climático, al mismo tiempo que se desarrollan propuestas de resiliencia basadas en la ciencia y la investigación.

Recoger los fondos provenientes de la filantropía para ayudar a las comunidades a definir sus problemas, establecer políticas, explorar caminos y crear soluciones que les ayuden a definir estrategias de resiliencia locales y regionales.

En el ámbito de la region afectada por Sandy fruto de éste concurso The U.S. Department of Housing and Urban Development (HUD) destinará 176 millones de dólares a New York City, 35.8 millones a New York State, 15 millones a New Jersey, y más de 54 millones a Connecticut. En junio de 2016 el New York Times se hacía eco de esta nueva inyección de ideas y fondos para la ciudad. El dinero se utilizará para transformar un tramo de costa desde la calle Montgomery en el Lower East Side hasta el extremo norte de Battery Park City. La propuestas incluye la paleta de estrategias y componentes de diseño revelados por RBD: muros desplegables, diques parques y una infraestructura verde protectora, almacenadora, filtradora y recreativa.

Otras zonas que se beneficiarán de los fondos gubernamentales incluyen los estados de California, Iowa, Louisiana, Tennessee, Virginia; Shelby County, TN; New Orleans, LA; Minot, ND; and Springfield, MA. En conjunto las donaciones recibidas durante RBD y NDRC representan 11 millones de dólares que se unen a los 2 mil millones de fondos de financiación destinados al apoyo de las comunidades vulnerables. Pero sobre todo representan un nuevo tipo de asociación público-filantrópica.

Meet the winners.

Announced by President Obama in 2014, the **National Disaster Resilience Competition** was developed to help U.S. communities recover from prior disasters through innovative resilience projects.

- 67** disaster-affected communities
- 13** competition winners
- 1** billion dollars to rebuild *better*

#RebuildBETTER

Img: The 13 winners of the National Disaster Resilience Competition (The Rockefeller Foundation, 2016).

Quizás fruto del alcance de RBD, lo que comenzó como un concurso que aglutinaba a talentos de todo el mundo para responder a las necesidades de una región devastada tras el huracán Sandy, ha sido considerado como la primera de las 10 mejores ideas del 2013 según CNN por su innovadora manera de conectar diseño, financiación y estrategias de implementación para un futuro más resiliente (*"The CNN 10 Ideas, CNN.com," 2013*). También la division de New York del American Institute of Architects (AIA) premió a RBD con el 2014 Community Development Award. Pero la repercusión de RBD va más allá de las políticas nacionales de Estados Unidos.

"The National Disaster Resilience Competition is going to help communities that have been devastated by natural disasters build back stronger and better prepared for the future, This competition will help spur innovation, creatively distribute limited federal resources, and help communities across the country cope with the reality of severe weather that is being made worse by climate change" (Castro, 2014)

Img: A rendering in New York City's flood-protection proposal for Lower Manhattan. Fortifications could include grass berms and temporary flood walls (Winnie, 2016).

"The Rockefeller Foundation is committed to spurring innovation in resilience planning and design so that communities can build better, more resilient futures, particularly for their most vulnerable citizens" "Building resilience will minimize the impact of the next shock, while also improving life in communities day-to-day, allowing them to yield a resilience dividend. Everyone wins" (Rodin, 2014)

En la esfera internacional, The Global Resilience Partnerships convocó en el año 2015 un concurso compuesto de diferentes fases basado en la experiencia de RBD: The Grand Challenge (Global Resilience Partnership, 2015). Este concurso se centra principalmente en tres regiones: el Cuerno de África, el Sahel y el Sur y Sudeste Asiático y reúne equipos multidisciplinares que de manera colaborativa investigan y definen, basados en la alianza con las poblaciones locales, acciones que puedan producir resiliencia a todas las escalas (desde la familia, a la comunidad, el país o la región). Este proyecto cuenta con una financiación de 150 millones de dólares. Los socios de este reto son la Rockefeller Foundation, USAID y Sida. Se convocó un primer concurso del que resultaron 8 equipos ganadores, cada uno de los cuales dispondrá de un millón de dólares para implementar su propuesta. Hay que pensar que en estas regiones del mundo el número de catástrofes se ha casi triplicado desde 1980 y que su coste supera los 200 billones de dólares anuales. Sólo en el 2015 la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) destinó 13,6 billones de dólares en ayuda humanitaria.

Img: Proyectos seleccionados, elaboración propia en base al concurso Grand Challenge (Global Resilience Partnership, 2015).

6.4 Resumen

En definitiva, Rebuild by Design fue creado en el verano de 2013 por el President Obama's Hurricane Sandy Rebuilding Task Force como un proceso en el que desarrollar ideas capaces de mejorar de manera sustancial la resiliencia física, económica y ecológica de las áreas costeras. Sandy había puesto de manifiesto la interrelación y dependencias de los sistemas y sus vulnerabilidades (ecológicos, sociales, infraestructurales, económicas, etc). RBD abrió una ventana a las reflexiones y propuestas de carácter multiescalar, tomando como base la región y con una perspectiva a largo plazo, en el marco de un mundo lleno de incertidumbres catalizadas por un contexto de cambio climático.

Img: Histograma de vulnerabilidad (Rebuild By Design, 2012).

RBD tomó ventaja de este contexto para hacerle un bypass a la realidad del día a día (alejado de las inercias políticas y administrativas) y emprender un sabbatical detour como decía Ovink, ideando un proceso. Un tiempo, abierto en la búsqueda de la investigación e innovación a través del diseño colaborativo.

Img: Process & Place. Sabbatical Detour Model (Ovink, 2013).

frequency of natural hazards
causing loss 1960-2008

social vulnerability &
water vulnerability 2010

10% population density
over 500 people/mi² 1850-2010

sea level rise flooded areas
2020-2100

average temperature
1901-2090

Img: Accumulated risk map shoreline
risk level, elaboración propia en base
a los documentos Rebuild by Design
(2015), Climate Change Indicators in
the United States: Sea Level (2015)
EPA, Visually Explore Demographic
Data (2014) Social Explorer, NASA
Supercomputer Generates Closer
Look at Future Climate Conditions
in U.S. (2013) NASA Earth Exchange
(NEX).

RBD es un proceso de colaboración (no de negociación) que evita visibilizar las propuestas ganadoras como las de equipos de estrellas. Al contrario, el deseo no siempre conseguido y el esfuerzo de este concurso está en el proceso. Un proceso en el que gobiernos, fundaciones, la academia, el sector privado, las organizaciones sin ánimo de lucro y el mundo del diseño, se integran con las comunidades locales y los líderes cívicos, en el corazón del desarrollo de los diseños y su implementación.

RBD es también una muestra de cómo el pensamiento o la investigación a través del diseño puede ser un puente en los procesos de planificación que salve el hueco que existe entre certeza e incertidumbre; pasado y futuro; políticos, técnicos y comunidades. Un trabajo multidisciplinar y multiescalar. Una acción colectiva.

RBD aspira a generar modelos (abiertos) que sean adaptables a otros contextos regionales.

RBD alimentó el liderazgo de la región mediante un proceso colaborativo a través del diseño, cambiando la cultura y el compromiso de la sociedad en relación al cambio climático.

RBD, es también un precedente, un aliciente para las regiones costeras del planeta, mostrando la capacidad transformadora de regiones y ciudades, del sistema socio-ecológico en el que habitamos a través de un proceso que aúna cultura, inversión, alianzas, diseño e innovación.

"Rebuild by Design's process took ten interdisciplinary design teams on an in-depth journey through the region, working with and within the communities, discovering the region's vulnerabilities and interdependencies to focus on the opportunities for a new standard of resilience (..) Through this collaborative design process, the teams delivered innovative solutions that bridge the gap between social and physical vulnerabilities. I am so proud of these teams, the communities and their partners for giving the region a new way forward. They showed that this is not about making a plan, Rebuild by Design is about changing a culture." **Henk Ovink, Principal of Rebuild by Design, Dutch Government Liaison to Hurricane Sandy Rebuilding Task force and Senior Advisor to Secretary Donovan**

"Rebuild by Design has become a future-oriented project of historic proportions: seeding, designing, and building a resilience network that now may serve as a cross-disciplinary, collaborative model for coastal regions around the world." **David van der Leer, Executive Director, Van Alen Institute (J Bisker, Chester, and Eisenberg (eds.) 2015, 229)**

"Rebuild by Design has been a perfect marriage of regional planning and innovation around the topic of resilience. By establishing relationships across boundaries and disciplines, these projects are poised to make a lasting impact in our region." **Tom Wright, President, Regional Plan Association (J Bisker, Chester, and Eisenberg (eds.) 2015, 230)**

"What Rebuild offers from my perspective... is high expectation as to catalytic change. It elaborates specific outcomes. It offers thought partners... and frankly, it also offers something that is tremendously important to driving local change that we don't often talk about and that is air cover. In the conventional model the federal government was there to support you if you played by the rules. There wasn't room for local ingenuity and local inventiveness. But you actually have to face up to some hard choices if you hope to become more resilient. I think there is a lesson in there not only for his country but for the broader dialogue as well." **Xavier de Souza Briggs, vicepresidente de Ford Foundation y President Obama's associate director of the Office of Management and Budget desde 2009 a 2011. (Beck 2014)**

LABORATORIO 2 CHANGING COURSE COMPETITION

Img: Dead man floating under I-10. New Orleans, La. Sept. 3, 2005. Dead people lying around, or floating in water for days, or being pushed down turnpikes in wheel chairs by their relatives, in the middle of the U.S. was probably the most extreme element of the whole post Katrina chaos. Thomas Dworzak.

"Another storm has come/The water's at his door/He couldn't stay no more/The water's at his door" cantaba en su primera actuación tras el huracán Katrina Irma Thomas, conocida como la Reina del Soul de New Orleans, alterando la letra del tradicional Delta- blues: Another man done gone y recordando la pesadilla sufrida en agosto de 2005. Fueron las escenas de desolación, impotencia y agonía vividas durante esos días las que inspiraron a Thomas su álbum *After the Rain*, en el que se incluye esta versión de *Another Man Done Gone* y que obtuvo el Grammy al mejor álbum de blues contemporáneo en 2007.

El huracán Katrina se formó al sureste de los Estados Unidos, muy cerca del noreste cubano. El 23 de agosto el Centro nacional de huracanes anunciaba la formación de la depresión tropical 12 sobre el sureste de las Bahamas. El 24 de agosto la depresión se intensifica y pasa a ser la tormenta tropical Katrina. Tan sólo un día después, toca tierra firme en la Florida como huracán de categoría uno, produciendo grandes daños y 7 fallecidos. Continua moviéndose hacia el Golfo de México, donde aumenta de categoría, llegando a grado tres el 27 de agosto y a grado cinco el 28 (el máximo al que puede

llegar un huracán). Al mismo tiempo Katrina va aumentando su tamaño, llegando a alcanzar los 600 km de diámetro. Es entonces cuando se ordena la evacuación de la ciudad, el presidente Bush decreta la emergencia nacional en cuatro estados (Louisiana, florida, Mississippi y Texas), puesto que no se sabía la dirección exacta que tomaría Katrina. En la mañana del 29 de agosto de 2005 toca tierra a unos 80km de la ciudad de New Orleans, en el estado de Louisiana, convertido en huracán de fuerza tres, con vientos superiores a los 255 km/h. El día antes el alcalde de la ciudad, Ray Nagin, había dado la primera orden de evacuación, pero era ya tarde. Y es que aunque la velocidad de Katrina había disminuido hasta niveles de categoría dos e incluso menos, las marejadas provocadas mantenían momentos de fuerza de hasta niveles cuatro y cinco. Las olas se elevaron más de 7 metros por encima del nivel habitual del mar, inundando 322 km de costa a lo largo de los cuatro estados. Las aguas del lago Pontchartrain, que normalmente se encuentran más de un metro sobre la ciudad, se elevaron hasta los nueve metros y finalmente los diques se rompieron. Los muros de los canales interiores que protegían a la ciudad del lago no soportaron los empujes por la crecida del agua. Esto provocó un fallo en cadena del sistema de diques interiores de la ciudad y el colapso del sistema de bombeo, incapaz de evacuar la enorme cantidad de agua acumulada: New Orleans se ahogaba. Katrina devastó la ciudad dejando tras de sí ríos de tinta y un dolor irreparable, convirtiéndose en uno de los cinco huracanes más devastadores en la historia de Estados Unidos.

Img: Residents wait to be rescued from the floodwaters of Hurricane Katrina in New Orleans, (The Huffington Post Sept. 1, 2005).

Img: Two men are paddling in high water in New Orleans, Aug. 31, 2005. Mario Tama Getty Images.

Img: Water spills over a levee along the Inner Harbor Navigational Canal in the aftermath of Hurricane Katrina 30 August, 2005 in New Orleans, Louisiana. New York Times / Vincent Laforet.

"Music orients us to the place and provides the creative spark for ourselves and the whole city. Music was all Orleanians had after Katrina"(Milkowski 2006). Efectivamente, un par de días después del impacto, el 31 de agosto, el 80% de la ciudad se encontraba inundada, el agua superaba en algunas zonas los seis metros. El sistema de defensa construido por USACE había colapsado convirtiéndose en una auténtica pesadilla para sus habitantes

poniendo en evidencia la seguridad y fiabilidad, del que está considerado como el cuerpo más grande del mundo de la ingeniería y gestión de obra pública: USACE, responsable de las infraestructuras del país desde 1824.

Img: Portada Time magazine
septiembre de 2005.

La indignación, el miedo y la incertidumbre se expandieron a toda la nación. Se había convertido en el mayor desastre de ingeniería civil de su historia, con unos daños solo en las infraestructuras que superaban los 28 mil millones de dólares y con unas pérdidas totales estimadas en torno a los 125-150 mil millones de dólares. Dos años después de Katrina se cifraban en más de dos millones el número de hogares que sufrieron leves o graves daños tras el desastre y en 440.000 los ciudadanos de Louisiana aún desplazados de sus casas un año después de la tormenta⁸. Se calcula que Katrina fue responsable de 1619 pérdidas de vidas humanas directas y más de 29.000 desaparecidos, mientras que el huracán Sandy que impactó New York y New Jersey en el 2012 provocó 186 muertes a pesar de tener la misma fuerza.

¿Qué había pasado?

8.Fiscal Year 2008 Annual Plan: Ecosystem Restoration and Hurricane Protection in Coastal Louisiana (April 2007).

1. LA RESPUESTA A LA TORMENTA PERFECTA

Los primeros días tras la tragedia del Katrina, el gobierno de Estados Unidos parecía incapaz de dar respuesta a las causas de un desastre de tal magnitud. La naturaleza parecía haber doblegado al país más poderoso del mundo, algunos llegaron a ver en el destino de New Orleans el símbolo del declive americano. Sin embargo, tarde, más tarde de lo deseado para muchos, el país pareció despertar poco a poco de la pesadilla, no sin antes enfrentarse a un cambio de perspectiva, a una auténtica metamorfosis, que ha configurado una nueva agenda no sólo para la ciudad de New Orleans, sino para toda la biorregión del Mississippi River Delta.

Para los residentes de Louisiana, la pérdida de vidas y propiedades ya dibujaba una realidad devastadora, pero al impacto humano se sumaban los dramáticos efectos que tuvieron las tormentas en los humedales del sur de Louisiana. En 2005 las tormentas que azotaron las costas de Louisiana convirtieron aproximadamente 217 millas cuadradas de marismas en agua⁹. Pero esa cifra empalidece si tenemos en cuenta que en el Mississippi las labores de modificación del curso del río y de su adaptación a la navegabilidad han sido especialmente significativas desde 1932. Desde entonces el estado de Louisiana pierde la superficie equivalente a un campo de fútbol cada hora, lo que supone un total de 16.57 millas cuadradas, unas 4291 hectáreas, al año (Couvillion et al.). Un dato preocupante, teniendo en cuenta que son estas islas costeras, pantanos y marismas los que, a lo largo de la costa, amortiguan los efectos de las elevadas mareas provocadas por tormentas como Katrina o Rita. Un proceso que continúa mermando la capacidad que este ecosistema tiene para proteger a las comunidades costeras del delta, así como a las infraestructuras que aportan el 90% del gas y petróleo a la plataforma continental, el 20% del comercio nacional por mar y el 26% del comercio nacional de pesca de Estados Unidos (CPRA, 2012, 20).

Así que, efectivamente, Katrina no había actuado solo, lo había hecho con la ayuda de casi tres siglos de manipulación del Río Mississippi. Desde que los europeos se asentaron permanentemente en 1710 en esta costa, las estrategias e infraestructuras de control del río y sus inundaciones no han parado de incrementarse. La construcción de diques de protección y canales de navegación del curso bajo del río Mississippi y las operaciones

Img: Restore the Mississippi River Delta.

⁹.(U.S. Geological Survey (USGS)) (Fiscal Year 2008 Annual Plan: Ecosystem Restoration and Hurricane Protection in Coastal Louisiana. April 2007).

para transformar este territorio húmedo en tierra firme y seca, aceleraron los procesos naturales de subsidencia del que es considerado como el séptimo delta más largo del mundo, evitando de este modo su alimentación sedimentaria. A su vez, este fenómeno se ha visto amplificado por el efecto también imprevisto entonces de la acelerada subida del nivel del mar. Todo este conjunto de circunstancias habían aumentado la vulnerabilidad de la ciudad de New Orleans convirtiendo a Katrina en la tormenta perfecta cuando el 29 de agosto tocaba tierra cerca de la ciudad de New Orleans.

Img: Louisiana Wildlife Federation.

“The flood protection and drainage system had not neutralized hydrology and topography; New Orleans’s ancient geographies of hazard, supposedly subjugated by technology generations of hazard, supposedly subjugated by technology generation ago, revealed their obscured relevance. Centuries of manipulating the deltaic plain had allowed the enemy to get too close to the fort. Decades of subsidence had turned the fort into a vulnerable bowl. And Years of under-engineered, cavalierly inspected, and poorly maintained levees- with culpability at federal and local levels- had turned the bowl into an impending catastrophe”(Campanella, 2010).

1.1 Un desastre provocado por el hombre y la naturaleza

Tal y como ya se ha argumentado, es posible afirmar que la distinción entre lo que es naturaleza y lo que no lo es, queda desdibujada en el Antropoceno. No obstante, son muchos los que insisten en denominar como naturales fenómenos que simplemente escapan de lo previsto. Esta reacción es común en el caso de los huracanes y tormentas, hasta el punto de que los efectos de los mismos se suelen denominar como catastróficos. También es común que, en la medida de lo posible, las instituciones pongan todos los recursos disponibles para volver a reconstruir las cosas tal y como estaban. La mayoría de las veces sin cuestionar, hasta qué punto, la intensa actividad humana ha colaborado en estas catástrofes. Este es uno de los argumentos desarrollados por Timothy Morton en *Hyperobjects*. Dónde como ya se ha comentado, nos indica cómo fenómenos como el calentamiento global o el Katrina desafían nuestros intentos de categorizarlos como naturales o no ante la incapacidad de comprenderlos. Cuestión por la cual no sabemos relacionarnos con ellos (Morton, 2013).

Y es que son muchos los científicos y autores que reconocen en los efectos del Katrina una responsabilidad humana. El mismo Barack Obama con ocasión del décimo aniversario de la tormenta en su discurso en un centro comunitario de Lower Ninth Ward, reconocía la lenta respuesta del gobierno federal a la tormenta. Pero el [ahora] expresidente fue más allá asegurando que Katrina fue un desastre natural que “became a manmade one – a failure of government to look out for its own citizens”. Obama también mencionó que las ciudades necesitan preparar sus infraestructuras ante el cambio climático y los eventos meteorológicos más extremos que se prevén (Holpucn, 2015).

Img: Metamorfosis del delta del Mississippi. >
Elaboración propia.

- 5000 bc - 1831 ac
- 1831 ac - Actualidad

10.000 bC - 1831 aC

1831 aC - 2005 aC

El Delta del Mississippi comenzó a formarse hace siete mil años, cuando las capas de hielo derretidas de los casquetes polares entregaban inmensas cantidades de agua cargada de sedimentos en el valle del Mississippi. A medida que el río desembocaba en las relativamente plácidas aguas del Golfo de México, cerca de lo que es ahora Baton Rouge, arrojaba su aluvión en tales volúmenes que la deposición rompía la superficie del mar creando nuevas tierras. Un proceso activo y continuado de arrastre, sedimentación y depósito que, moldeaba la costa con las características formas lobulares. Cuanto más alta era la deposición, más fluía la corriente alrededor de ella, lo que creaba tierra adicional. Ocasionalmente, las rupturas naturales en sus bermas permitirían que más y más agua encontrara un gradiente con mejor pendiente y más corto hacia el mar, de modo que el canal entero, cada milenio o más, se movía en esa nueva dirección. El río saltaba creando más tierra en áreas totalmente nuevas, incluyendo lo que es ahora la ciudad de New Orleans. En este proceso los lóbulos más antiguos que dejaban de recibir sedimento se compactan y se cubren de vegetación, mientras que los nuevos lóbulos dan lugar a nuevas tierras pantanosas. Con mayor frecuencia, las aguas de alta mar durante las primaveras colmataban las orillas extendiendo sedimentos adicionales sobre el emergente paisaje deltaico, elevándolo más alto y empujándolo hacia atrás el mar, además de enriquecer sus bordes con vegetación de agua dulce (Campanella, 2010).

Img: Proceso de formación y evolución de un delta, elaboración propia.

Efectivamente, recuperar la comprensión del Delta del Mississippi como una estructura geomorfológica y sedimentaria dominada por la acción de los ríos es el primer paso hacia su metamorfosis resiliente. Ya que hace casi tres siglos, hacia 1710, los ingenieros coloniales franceses comenzaron a construir diques, terraplenes y canales¹⁰. Con el tiempo, bajo el dominio americano, estas intervenciones que hacían rígido lo que había sido fluido, se harían más grandes y sofisticadas. A lo largo del río se alzaban barrancos, bombas, vertederos, compuertas y estructuras de control. Miles de kilómetros de canales fueron excavados en toda la costa de Louisiana para facilitar la producción de las prósperas industrias de navegación, petróleo y gas. Este paisaje ha sido recreado por numerosos artistas. Quizás el más popular de todos haya sido Samuel Clemens, mejor conocido por

10. Antes de que los europeos llegaran ya había asentamientos indígenas, pero se dedicaban básicamente a la caza y al agricultura. Las transformaciones de mayor escala comienzan con los colonos europeos. Primero los españoles (Álvarez de pineda, 1519) y luego los franceses (Arquette and Joliet, 1673, La Sele, 1682). En 1699 los franceses habían construido su primera fortaleza para controlar el paso del Mississippi.

Elliot. The Improvement of the Lower Mississippi River for Flood Control and Navigation (Vicksburg: Waterways Experiment Station, 1932. The flood of 1927 could be seen as the Mississippi laying claim to a terrain far beyond its "channel".

Durante las inundaciones

Mark Twain, piloto de un barco de vapor en el río Mississippi antes de la Guerra Civil. En 1882 Clemens viajó río abajo el Mississippi y escribió *Life on the Mississippi*. Parte cuaderno de viaje, parte comentario social, parte novela, pero tan lúcido hoy como cuando se publicó por primera vez en 1883.

"The sight of the delta processes in action amazed observers: a gigantic arm projecting into the sea and spreading its fingers on the surface of the water" (Clemens 2001, 4).

Capítulos más tarde, en el 28, Twain escribía: "The military engineers of the Commission have taken upon their shoulders the job of making the Mississippi over again, a job transcended in size only by the original job of creating it. They are building wing-dams here and there to deflect the current; and dikes to confine it to narrower bounds; and other dikes to make it stay there. For unnumbered miles along the Mississippi they are felling the timber-front for fifty yards back, with the purpose of shaving the bank down to low-water mark with the slant of a house-roof, and ballasting it with stones; and in many places they have protected the wasting shores with rows of piles.

"One who knows the Mississippi will promptly aver, not aloud but to himself, that ten thousand River Commissions, with all the mines of the world at their back, cannot tame that lawless stream, cannot curb it or confine it, cannot say to it, Go here, or Go there, and make it obey; cannot save a shore that it has sentenced; cannot bar its path with an obstruction which it cannot tear down, dance over, and laugh at.

"But a discreet man will not put those things into spoken words; for the West Point engineers have not their equal anywhere; they know all that can be known of their abstruse science. And so, since they conceive that they can fetter and handcuff that river and boss him, it is but wisdom for the unscientific man to keep still, lie low, and wait till they do it..."

Desde este punto de vista, el Mississippi entraba en una nueva era cuando el Congreso creaba en 1879 The Mississippi River Commission vinculándolo con USACE para controlar The Lower Mississippi. Años más tarde, en 1885, se adoptaba la política de *leeves only*, basada en los conceptos promulgados por Andrew Alkinson Humphreys y otros. Esta teoría sostenía que conteniendo el agua del canal bastaría para evitar las inundaciones, pero no tenía en cuenta que si no se alivia el agua, el canal lo que necesita son cada vez paredes mayores para contener más agua con mayor potencia, ya que el río va erosionando además su lecho. El efecto de este proceso es que aumenta la vulnerabilidad de los diques, como finalmente ocurrió en 1927 cuando The great Mississippi River Flood inundó la llanura del valle del bajo Mississippi (Campanella 2010, 84).

de 1927 la ciudad de New Orleans se salvó gracias a la controvertida decisión de dinamitar el dique de Caernavon, situado 22,5 km por debajo de la ciudad. A pesar de eso, medio millón de personas fueron desplazadas, miles de casas destruidas y terrenos pertenecientes a siete estados se inundaron. El daño financiero causado equivalía a un tercio del presupuesto federal

entero en ese entonces. A partir de ese momento se diseñó un sistema más complejo de diques y compuertas que permitían la gestión de la cuenca de drenaje, es decir, se pasó de la gestión del ámbito del canal a la de la cuenca de drenaje. Esto es lo que se llamó Project Flood.

Img: Fruto de las presas, la canalización artificial y otras hazañas de la ingeniería humana, la trayectoria del río Mississippi se ha adaptado innumerables formas. El fragmento de la izquierda pertenece a una colección monumental producida en 1944 por Harold N. Fisk (Geological Investigation of the Alluvial Valley of the Lower Mississippi River (Vicksburg: Mississippi River Commission, 1944) y muestra en un arco iris de colores la trayectoria de corrientes pasadas mientras que el río poderoso cambiaba su curso entre 1765 y 1932. Map of the ancient courses of the Mississippi River meander belt, from Harold N. Fisk. La imagen de la derecha, realizada en 1929 muestra el río canalizado y entendido como una máquina controlable por el USACE. "Distribution of Project Flood", from P.A. Feringa and Charles W. Schweizer, One hundred Years of Improvement on the Lower Mississippi River (Vicksburg: Mississippi River Commission, 1952).

Esta cuestión de protegerse de las inundaciones fue dramáticamente visualizada en el Mississippi Basin Model en Clinton construido en 1940 por USACE para controlar las inundaciones. La maqueta representaba toda la cuenca de drenaje, aproximadamente un 41% de la superficie del territorio continental de U.S. y parte de Canadá. Hoy en día esta maqueta se ha abandonado y ha sido sustituida por herramientas informáticas que permiten la modelización de diferentes escenarios en función de datos históricos de determinadas variables climáticas o acontecimientos como los huracanes.

Img: Mississippi Basin Model, la maqueta construido por prisioneros de guerra, es el modelo de pequeña escala más grande jamás construido e incluye ocho millas de pequeños arroyos que ahora están abandonados. Es una muestra la concepción del Delta por los ingenieros de USACE, la tierra está hecha de hormigón, es inmóvil y es el agua el que fluye.

El Mississippi de hoy es el resultado de siglos de ingeniería. La historia del río es la de una lucha constante entre la tecnología humana y la naturaleza. Se calcula que el Delta dejó de crecer manteniendo su primacía sobre el océano gracias al aporte de sedimentos, hace poco más de cien años. Su canalización, la construcción de diques y la intensa extracción de petróleo y gas, aumentaron además la densidad del suelo, permitiendo a la materia su descomposición, compactando el suelo y provocando su subsidencia. Este fenómeno de subsidencia, unido a los procesos de erosión de la costa y a la subida del nivel del mar supone para el Delta una combinación fatal. Los casi 300 años de manipulación han transformado al Mississippi de un delta dominado por el río a un delta dominado por la acción costera. El mar comienza a ganar al río y el Delta se unde lentamente. La característica forma lobular de tierra desde las Islas Chandeleur al este de Louisiana hasta el río Sabine se va desfigurando paulatinamente al tiempo que la superficie de tierra y humedales disminuye al ritmo de un campo de futbol cada media hora. (Voiland 1984; NASA, 2015)

Img: Sediments that once would have replenished land in the Mississippi Delta are now trapped behind hundreds of dams upriver. [Matthew Seibert, Dredge Research Collaborative and Louisiana Coastal Sustainability Studio].

Img: Construction and reconstruction of The Mississippi Delta [Matthew Seibert, Dredge Research Collaborative and Louisiana Coastal Sustainability Studio].

Img: From 1931 to 2010, the Mississippi Delta lost roughly a quarter of its landmass. [Matthew Seibert, Dredge Research Collaborative and Louisiana Coastal Sustainability Studio].

Sin embargo, los deltas de la cercana bahía de Atchafalaya, tributarios del río Mississippi, se mantienen en mejor estado. Paradojicamente estudios de la historia geológica de los meandros del Mississippi han demostrado que si se hubiera dejado a la naturaleza seguir su curso, la mayor parte del agua del río fluiría finalmente por el Atchafalaya. Pero la Old River Control Structure, construida en los años 60 por USACE, asegura que sólo el treinta por ciento del Mississippi fluya hacia el río Atchafalaya, mientras que el resto se mueve hacia Baton Rouge y New Orleans. Incluso el flujo de Atchafalaya se ha subdividido. En 1941, el Cuerpo del Ejército abrió el Wax Lake Outlet, un canal de dragado diseñado para reducir la afección de las inundaciones en Morgan City. Alrededor del cuarenta por ciento de la descarga de Atchafalaya se canaliza a través de Wax Lake Outlet. Incluso con el flujo reducido, el Atchafalaya lleva bastante sedimento para seguir

creando terreno. La tasa de crecimiento ha variado considerablemente, principalmente debido al momento de grandes inundaciones y huracanes. Las inundaciones transportan grandes volúmenes de sedimento extra a la Bahía de Atchafalaya, mientras que los huracanes redistribuyen el sedimento dentro de la bahía y lo transportan hacia el mar en aguas más profundas. Los huracanes también destruyen la vegetación costera que de otro modo protegería la tierra de la erosión.

Entonces, ¿por qué los deltas en la Bahía de Atchafalaya crecen mientras que el resto de la costa de Louisiana está retrocediendo? La razón principal es que el Atchafalaya entrega sedimento a la costa a un ritmo que le permite asentarse en aguas poco profundas y mantener los pantanos y humedales. Por el contrario, la extensa serie de diques mantienen el agua del Bajo Mississippi fluyendo en un estrecho canal que el empuja el agua y los sedimentos lejos de las planicies de inundación naturales. En lugar de construir nuevas tierras a lo largo de la desembocadura del Mississippi, el río controlado envía chorros de agua rica en sedimentos directamente a las aguas relativamente profundas del Golfo de México y hacia el borde de la plataforma continental. Las predicciones para el futuro del Delta del Mississippi son amenazadoras, incluso considerando los aumentos de tierra en la bahía de Atchafalaya. La mayoría de los científicos esperan que la planicie del delta del Mississippi pierda aproximadamente 5.000 kilómetros cuadrados de tierra durante los próximos 50 años (Barras et al., 2004; CPRA, 2012). Con todo, parece que la recuperación del delta pasa por construir nuevas tierras y preservar así los pantanos y humedales costeros. Se trata de desviar partes significativas del agua y el sedimento del canal principal del río Mississippi hacia humedales, lagos y bahías.

1.2 (Mega)Regiones y comunidades

Esto hace que la reconstrucción de la ciudad de New Orleans y la protección en general de la costa de Louisiana frente a tormentas y huracanes, conlleve necesariamente la recuperación del funcionamiento del conjunto de su complejo sistema socio-ecológico. Es decir, estamos ante una tarea de alcance económico, ecológico y social que requiere respuestas estratégicas a diferentes escalas de gobierno y por lo tanto la implicación de todos los agentes, públicos y privados. Esto dificulta y ralentiza de manera excepcional el desarrollo integrado de dichas acciones y estrategias. Sin duda, en un país en el que la planificación nacional y regional es prácticamente inexistente, la reconstrucción después del huracán Katrina, supuso para el sistema organizativo gubernamental un profundo reto. "The need to address the collective action problem and the need for cooperation across multiple levels of government and by individual actors as well as private and not for profit sectors (because the impact is in fact dispersed through the region and involves public as well as private goods) is key. In particular, the needed scope of the spatial decisions goes from the parcel to the regional level" (Birch; Wachter, 2006, 9). Esta cuestión ha motivado la redefinición de nuevos modelos administrativos en el país: 11 megapolitan areas, una de las cuales es el Gulf Region, que recoge los estados costeros que tienen una costa en el Golfo de México (Texas, Louisiana, Mississippi, Alabama y Florida), (Regional Plan Association, 2006). Al mismo tiempo que se cambiaba la visión de la escala de la ciudad a la de la megaregión como ámbito de reflexión y acción necesario, también

Img: Crecimiento Atchafalaya NASA.

se hacía imprescindible comprender que estas regiones son la suma de muchas unidades (la casa, el bloque, el barrio). Parecía necesario actuar simultáneamente en una estrategia multinivel.

Por otro lado, estos desastres no solo dejan su efecto devastador sobre los elementos tangibles, sino que también alcanzan a los aspectos intangibles, resquebrajando las redes de relaciones que mantienen a las sociedades unidas. Reparar estas redes es tan urgente como la reparación misma de las infraestructuras y servicios.

1.3 La recuperación de los ecosistemas: Louisiana Coastal Area (LCA) Ecosystem Restoration Study

En Diciembre de 2004, unos meses antes de que impactara el Huracán Katrina, había salido a la luz el informe titulado Louisiana Coastal Area Ecosystem Restoration Study realizado por USACE (**LCA Study, 2004**). El informe reconocía ya que “The accelerated loss of Louisiana’s coastal wetlands has been ongoing since at least the early 1900s with commensurate deleterious effects on the ecosystem and possible future negative impacts to the economy of the region and the Nation”(LCA Study, 2004). Con anterioridad, prácticamente en los últimos 30 a 40 años, se habían realizado estudios y proyectos de recuperación de los pantanos intentando remediar esta pérdida. Pero el reducido alcance de dichas intervenciones hacía que los citados proyectos apenas tuvieran impacto sobre las necesidades globales de recuperación de tierras en el conjunto del Delta. Por ejemplo the Coastal Wetlands Planning, Protection, and Restoration Agency (CWPPRA) realizó proyectos interesantes, pero carentes de sistemática, mirada holística y además en su mayoría de muy pequeña escala.

No obstante, en 1998 CWPPRA, junto con el estado de Louisiana y agencias federales aprobaron el primer plan conjunto de restauración de la costa titulado “Coast 2050: Toward a Sustainable Coastal Louisiana,” que se convertiría en el Louisiana Coastal Area Reconnaissance Report, y que sentaría las bases del Louisiana Coastal Area Ecosystem Restoration Study (LCA Ecosystem Restoration Study). Es en este estudio donde se llama la atención sobre las alarmantes pérdidas de superficie de las zonas pantanosas para los siguientes 50 años. Éstas se estiman entonces en 328.000 acres, unos 1327,36 km², una cifra parecida a la que se sigue manejando en la actualidad: unas 4.100 millas cuadradas o 10618, 95 km², según datos de Louisiana’s 2017 Comprehensive Master Plan for a Sustainable Coast (**CPRA, 2017**).

El estudio con un marcado enfoque ambiental colocaba el énfasis en la necesidad de recuperar una de las mayores extensiones de humedales costeros en los Estados Unidos que representa el 90 por ciento de la pérdida total de pantanos costeros del país. Estos humedales costeros, construidos por los procesos deltaicos del río Mississippi, contienen una extraordinaria diversidad de hábitats costeros que van desde el estrecho dique natural y las crestas de las playas, hasta las extensiones de pantanos boscosos y de aguas dulces, intermedias, salobres y salinas. En su conjunto, se trata de hábitats únicos, por su enorme gradiente y diversidad de conexiones hidrológicas entre sí. Esta singularidad hace que aproximadamente el 70 por ciento de todas las aves acuáticas que migran a través de los Estados Unidos usen las

[illegible]

También reconoce este estudio que esta pérdida de zonas pantanosas y por consiguiente, de la membrana protectora propia de las zonas deltaicas frente a las inundaciones, es fruto en gran medida, de la acción continuada del hombre en los últimos siglos: "The measurable increase in coastal land loss in the mid to late 20th century can be linked to human activities that have fundamentally altered the deltaic processes of the coast and limited the ability to rebuild or sustain it". **(LCA Study, 2004)**. El estudio proponía entonces 15 medidas para la recuperación de humedales y un programa de apoyo a la investigación tecnológica, entre otros. Pero finalmente aunque los trabajos relativos a este estudio se pusieron en marcha, los efectos de los huracanes Katrina y Rita hicieron que el Estado, en concreto la Oficina del Secretario adjunto de obras civiles del Ministerio de Defensa, recomendará la unificación de

todas las actuaciones de protección y restauración del Delta en un único programa. De tal modo que los recursos disponibles, nunca suficientes para la recuperación total de las zonas pantanosas, pudieran tener el mayor alcance posible en el ámbito.

"The Office of the Assistant Secretary of the Army (Civil Works) was actively engaged with the Corps and the State of Louisiana in shaping the overall direction of the Plan. I believe the recommendations contained in the Plan and in the Chiefs report are well-founded and responsive to the ecological challenge in coastal Louisiana. However, after careful review and consideration of the Plan's data and recommendations, additional discussions with Corps and State planners and stakeholders, and the experience of two devastating hurricanes since the Plan was developed, I am now convinced that the authorization should be far more generic and programmatic than proposed in the LCA study report. Therefore, I recommend that (...). F. The decision-making process, projects, and funding of the existing Coastal Wetland Planning, Protection and Restoration Act (CWPPRA) program and this newly authorized LCA Ecosystem Restoration Program should be integrated under a single authorization that provides for a single management regime responsible for making the best use of all available funds and directing the entire restoration effort". (Department of the Army Office of the Assistant Secretary Civil Works 2005).

Precisamente por ello, después de las devastadoras inundaciones causadas por los huracanes Katrina y Rita en 2005, el estado de Louisiana fue el primero en responder a la crisis de la pérdida de tierras aprobando la Ley 8 en la primera sesión extraordinaria de 2005 y creando la Autoridad de Restauración y Protección Costera de Louisiana (Coastal Protection and Restoration Authority, CPRA). Este nuevo órgano remplazaba a la Wetlands Conservation and Restoration Authority (CWPPRA) y había de encargarse de la responsabilidad de articular nuevas medidas de protección frente a futuros huracanes, así como coordinar iniciativas de conservación y recuperación de la costa de Louisiana, definida como el área de costa al sur de la Estructura de Control del Río Viejo (CPRA 2012, Apéndice A). CPRA quedaba encargada desde entonces de desarrollar un plan encaminado a la consecución de una costa segura y sostenible. La legislatura requirió que este plan se actualizara cada cinco años para asegurar que el Estado estaba aprovechando al máximo los avances científicos y la innovación. La ley obligaba también a que el plan incluyera proyectos a gran escala que tuvieran en cuenta las necesidades de toda la costa, reconociendo por vez primera la unidad funcional del Delta y superando de este modo los localismos y límites administrativos. Lo más importante era que el plan tenía que preparar el camino para la acción, estableciendo un marco conceptual para combinar la restauración ambiental del Delta con la protección de las personas y el desarrollo de la industria y la navegación del canal. CPRA debería asegurar que los fondos provenientes de los Coastal Protection and Restoration Fund se invierten adecuadamente en la implementación de proyectos de protección frente a huracanes y la recuperación costera¹¹, para lo cual estaba obligado a actualizar cada año el plan de proyectos e inversiones.

Img: Oil and Gas Structures and distribution within the Louisiana coastal area. (LCA Study, 2004)

11. (Fiscal Year 2008 Annual Plan: Ecosystem Restoration and Hurricane Protection in Coastal Louisiana. April 2007)

1.4 La planificación regional. CPRA Louisiana Coastal Master Plan for a sustainable Coast

El primer plan regional es el elaborado por CPRA en 2007 (Louisiana's 2007 Comprehensive Masterplan for a Sustainable Coast) y supuso un esfuerzo por integrar la protección y la restauración costera. Sin embargo, es realmente el Plan Maestro de 2012 el que puede considerarse como el primer plan estatal de acción a largo plazo para alcanzar las metas de protección, restauración y resiliencia del estado con un horizonte a 50 años (Louisiana's 2012 Comprehensive Masterplan for a Sustainable Coast). El plan anterior discutía estrategias útiles y establecía la necesaria relación y coordinación entre las estrategias de protección y las de restauración, pero no los detalles de lo que se debía/podría hacer y de los costos esperados. El resultado del plan de 2012, tras dos años de análisis y trabajos involucrando a 60 especialistas nacionales e internacionales reconocidos, fue el desarrollo de un enfoque radicalmente distinto en la protección contra los huracanes y tormentas.

"Given the rapid pace of change that is part of our landscape, we can neither turn back the clock and return the coast to its historic condition nor keep the coast just as it is today. As we confront the challenge of living in a dynamic coastal system, we must create a new and vibrant coast— one with sustainable communities, infrastructure, and ecosystems"(CPRA 2012, 28). Este plan se enmarca dentro de un conjunto de estudios y propuestas internacionales que asumen la necesaria activación de procesos dinámicos y adaptativos de los entornos litorales con el objeto de amplificar la resiliencia costera a partir de la catalización de procesos naturales. El Delta, como sistema socio-ecológico, se convierte en el principal agente remediador. De su vitalidad futura depende también la de las comunidades y los recursos que se encuentran en él. Las referencias a otros proyectos tales como a Dutch Perspective on Coastal Louisiana Flood Risk Reduction and Landscape Stabilization, the Plan to Sustain Coastal Louisiana Using the Multiple Lines of Defense Strategy, Barataria Terrebonne National Estuary Program Comprehensive Conservation Management Plan, Coast 2050: Toward a Sustainable Coastal Louisiana, Coastal Impact Assistance Program Tier II Projects , Coastal Sustainability Studio Concepts, Coastal Wetland Planning, Protection, and Restoration Act Finalists, Comprehensive Habitat Management Plan For The Lake Pontchartrain Basin, Envisioning the Future of the Gulf Coast, Louisiana Coastal Area Comprehensive Study, Louisiana Coastal Protection and Restoration Final Technical Report, Mississippi River Gulf Outlet Ecosystem Restoration Study, Mississippi River Sediment, Nutrient, and Freshwater Redistribution Study, Parish Master Plans (St. Bernard, Plaquemines, Jefferson, Terrebonne, St. Mary, Vermilion), Southwest Coastal Louisiana Feasibility Study y Third Delta Phase II Reconnaissance Study, son explícitas en el plan (CPRA 2012, 65). Se trata por lo tanto de un plan propositivo, capaz no solo de imaginar escenarios futuros, sino de idealizarlos y diseñarlos mediante proyectos específicos.

Modelos predictivos de última generación desarrollados junto con una herramienta de planificación ayudaron a modelar, visualizar y analizar más de 350 proyectos (no estructurales, estructurales y de restauración) para finalmente seleccionar los 109 proyectos sinérgicos que tendrán el mayor impacto en la generación de nuevas tierras y en la reducción del riesgo

de inundación (Groves; Sharon; Knopman, 2012). El presupuesto del plan, 50 mil millones de dólares, refleja las fuentes de financiación existentes y potenciales, destinadas a mejorar la protección de las comunidades y (dependiendo de cómo cambien las futuras condiciones costeras) remediar la marea de pérdidas de terrenos en Louisiana por primera vez en un siglo. Pero incluso en el mejor de los escenarios del plan, se reconoce que no se podrá compensar por completo la pérdida de terreno que ocurrirá durante los próximos 50 años. Esto significa que va a ver una importante superficie de terrenos que van a desaparecer y es necesario reflexionar y estar preparados.

Los proyectos a desarrollar han de tener el mayor impacto posible. Por ello se propone una herramienta de decisión integrada de los procesos de restauración y protección conocida como CPRA Planning Tool que permitirá al Estado de Louisiana negociar las diferentes demandas de los sistemas humanos y naturales mediante la incorporación de un conjunto de criterios ambientales, económicos y socioculturales desde una base científica. No se trata de una herramienta meramente cuantitativa de análisis y no arroja una única decisión, sino que se trata de un instrumento de gestión dinámica del territorio que sirve de base de motivación para la toma de decisiones (National Research Council, 2009). Específicamente, la Herramienta de Planificación ayudó a la CPRA a hacer comparaciones analíticas y objetivas de cientos de proyectos diferentes de reducción de riesgos y restauración, identificar y evaluar grupos de proyectos que podrían constituir una solución integral y mostrar las compensaciones interactivamente para apoyar la deliberación iterativa sobre alternativas. La Herramienta de Planificación compara las formas en que los proyectos individuales afectan a los principales objetivos del Plan Maestro: reducir el riesgo de inundaciones por huracanes y construir y mantener el paisaje costero. El Plan Maestro analizó más de 40 proyectos estructurales de reducción de riesgos, incluyendo diques y mareas. También, programas no estructurales a lo largo de la costa que reducen los daños causados por las inundaciones a las estructuras residenciales y comerciales. El Plan Maestro también analizó aproximadamente 250 proyectos de restauración, incluyendo la estabilización de bancos arenosos, restauración de islas barrera, realineación de canales, desviación de sedimentos, restauración hidrológica, creación de pantanos, arrecifes de barrera de ostras, restauración de crestas y protección de costas. La Herramienta de Planificación se basa en los resultados de modelos (denominados modelos predictivos) que estiman los efectos hidrodinámicos y ecológicos que los proyectos de reducción de riesgos pueden tener, así como los efectos de los proyectos de restauración en la construcción de terreno. Los efectos se consideraron para una serie de métricas de reducción de riesgos, paisaje y ecosistemas y se hicieron para dos escenarios ambientales diferentes: moderados y menos optimistas. El escenario menos optimista asumió el aumento del nivel del mar y las tasas de subsidencia, junto con los huracanes más frecuentes y más intensos. Específicamente, los modelos predictivos estimaron los efectos de los proyectos de reducción de riesgos sobre el daño residual en tres intervalos de repetición (50, 100 y 500 años) en 56 comunidades en la costa de Louisiana. Del mismo modo, los modelos estimaron los efectos de los proyectos de restauración sobre 14 métricas de servicios ecosistémicos en 12 regiones de la costa de Louisiana. La Herramienta de Planificación también evaluó los efectos de los proyectos

y las alternativas en 11 criterios de decisión adicionales, como el apoyo a la navegación y el uso de los procesos naturales, utilizando la información específica del proyecto junto con los efectos de reducción de riesgos y servicios de los ecosistemas de los proyectos.

Img: Localización de los proyectos de Restauración inicialmente evaluados por la herramienta (Groves; Sharon; Knopman, 2012, Summary XIV).

CPRA utilizó la Herramienta de Planificación para desarrollar iterativamente y evaluar un amplio conjunto de alternativas. Para cada iteración, el equipo de RAND utilizó la Herramienta de Planificación para formular diferentes alternativas. Estos resultados fueron proporcionados a CPRA a través de una interfaz interactiva basada en modelos de computadora. Luego, el CPRA revisó el análisis, compartió los resultados seleccionados con sus grupos de agentes interesados y proporcionó al equipo de RAND especificaciones revisadas para alternativas adicionales.

Este proceso iterativo ayudó a informar las decisiones de la CPRA sobre la asignación de fondos entre los proyectos de reducción de riesgos y restauración poniendo el énfasis relativo en los beneficios a corto plazo frente a los beneficios a largo plazo. CPRA utilizó la Herramienta de Planificación para apoyar su Plan Maestro Integral de 50 años y 50,000 millones de dólares de inversión para una Costa Sostenible. El borrador del Plan Maestro fue publicado en enero de 2012 y fue expuesto a revisión pública y comentarios. CPRA posteriormente celebró tres sesiones públicas de todo un día y más de 50 reuniones con grupos comunitarios, funcionarios locales, legisladores y grupos interesados. El CPRA utilizó entonces la Herramienta de Planificación para reformular las alternativas basadas en la información revisada de cada proyecto junto con el resultado de los informes y los comentarios públicos. Esta información ayudó a desarrollar el Plan Maestro final que fue presentado a la corte de Louisiana en abril de 2012 y aprobado como ley en mayo de 2012. A pesar de esta fórmula jurídica, el plan está pensado para ser actualizado cada cinco años.

En definitiva, el plan presenta a los ciudadanos, gobiernos locales y agencias estatales y federales información abundante sobre las condiciones y estrategias futuras de protección, restauración y adaptación. Esta cuestión es importante de destacar ya que el concurso Changing Course debe entenderse como un eslabón más del cambio de mentalidad en la gestión y protección del Delta. En definitiva, en su metamorfosis, en la que el Plan Maestro de 2012 se convierte en la hoja de ruta y el documento técnico base de referencia.

Estas fuentes documentales y operacionales son las que permiten desarrollar el modelo del plan. Un modelo que a su vez se apoya los objetivos de la Estrategia Regional de Restauración de los Ecosistemas Regionales de la Costa del Golfo (Gulf Coast Ecosystem Restoration Task Force's Regional Ecosystem Restoration Strategy) y proporciona el marco para apoyar la salud de todos los ecosistemas del Golfo. Un modelo, en el que la clave reside en reconocer que la costa de Louisiana está cambiando y que lo continuará haciendo, incluso sin ninguna acción antrópica más. De hecho, si las cosas siguen como hasta ahora el colapso ecológico del delta y la pérdida de las islas barrera y de los humedales es imparable. Sin embargo, el Plan propone una estrategia para construir una nueva costa, que aunque diferente del delta en el pasado, sea funcional y ecológicamente saludable, segura y resiliente para las generaciones futuras. Pero a pesar de ello el plan reconoce que la gestión del mismo ha de tener siempre presente que no es posible una máxima certeza sobre los procesos costeros futuros. "The master plan considers how both financial and scientific/technical uncertainties influence the selection of projects. Although our protection and restoration efforts must be based on sound and robust science, we must also acknowledge that substantial uncertainties remain, especially with regard to climate change. For example, we do not know with certainty the rate of sea level rise we can expect over the life of a restoration project, nor can we fully predict all ecological responses to actions such as sediment diversions. We do know, however, that dramatic land loss will continue unless we act boldly. In many cases, the risk of doing nothing is far greater than the risk of acting with incomplete knowledge. Thus, we used high-quality science, while recognizing that the quest for perfect knowledge may be both fruitless and ultimately counterproductive. Calculated risks will need to be taken" (CPRA 2012, 45). Ante este horizonte de incertidumbre es necesario trabajar con la naturaleza creando estrategias, sistemas y paisajes adaptativos. "To accommodate the dynamic nature of coastal processes, reducing flood risks and the restoration of coastal Louisiana is an evolving process. The master plan should lay the groundwork for an effective monitoring and evaluation process that seeks to reduce scientific and engineering uncertainty, assesses the success of the plan, and supports the adaptive management program. The plan will be revisited regularly, as mandated by legislation, and after exceptional events such as hurricanes. The plan will also be refined as necessary to respond to changing economic, social, environmental, and climatic conditions" (CPRA 2012, 45).

En una costa fuertemente privatizada y puesta al servicio de los beneficios industriales el papel del estado no lo puede todo, sino que ha de costar con el apoyo de la ciudadanía ("...we needed community members and local leaders to help us develop the plan" (CPRA 2012, 47) y del sector privado, no solo para financiar, sino para asumir los retos de esta transformación. "Because the majority of Louisiana's coast is privately owned, close working relationships with private landowners are essential, not only for their support but to gain from their knowledge about private coastal lands. Since Louisiana's is also a working coast, partnerships with businesses and industries are also required for the success of the coastal program. The support of all of these entities is essential for providing coast wide consistency with the master plan's objectives and outcomes" (CPRA 2012, 46). Esta cuestión es importante de destacar ya que una buena parte de los esfuerzos de la CPRA reside en la difusión, concienciación y concertación de las instituciones, administraciones y los agentes interesados.

Img: 2012 Louisiana Coastal Master Plan CCPRA, 2012).

Los proyectos de restauración incluidos en el plan son 248. Además de ayudar a construir o fijar la tierra, muchos de estos proyectos contribuyen a la reducción del riesgo, ya que pueden ayudar a reducir la fuerza de las oleadas de las tormentas. Se trata de islas barreras (barrier island/headland restoration), la recuperación de playas y sistemas dunares (nourishment), la restauración del sistema hidrológico, la creación de marismas (marsh creation), la construcción de nuevos arrecifes de ostras (oyster barrier reefs), la restauración de las crestas de los bordes costeros mediante la estabilización de los sedimentos (ridge restoration), el desvío de los sedimentos para la construcción de nuevos terrenos (sediment diversion) y el realineamiento de los canales (channel realignment).

Los proyectos de reducción de riesgos estructurales son aquellos que disminuyen el riesgo de inundación en las comunidades costeras al actuar como barreras físicas contra las oleadas de las tormentas. Con este fin, los 33 proyectos estructurales evaluados para el Plan Maestro Costero 2012 incluyen uno o más de los siguientes componentes básicos: diques de tierra (earthen levee), muros de hormigón (concrete wall), compuertas (floodgate) y estaciones de bombeo (pumps).

Los proyectos de protección no estructural persiguen evitar desarrollos incoherentes con el marco general y los riesgos derivados del cambio climático y ayudar a los propietarios a prepararse para las inundaciones. Estas medidas son muy variadas y van desde la elevación de las viviendas, la planificación de los usos de la tierra o la mejora en las exigencias de los códigos de construcción, hasta la adquisición de tierras y la educación. Estas medidas se contemplan en el plan pero no son evaluadas por el mismo, su desarrollo es llevado a cabo por de CPRA y por el Center for Planning Excellence (CPRA 2012, Appendix F).

De entre todas estas medidas y proyectos la estrategia central del 2012 Louisiana Coastal Master Plan para crear esta nueva costa pasa por generar desviaciones de sedimentos dentro del delta: aberturas diseñadas en la red de diques a través de las cuales los sedimentos serán redirigidos para crear nuevas masas terrestres costeras. "Our analysis indicates that sediment diversions, potentially including channel realignment, are essential to sustaining coastal Louisiana. The overwhelming majority of scientific literature on the subject comes to the same conclusion"(CPRA 2012, 104).

Esta reanimación del Delta del Mississippi puede considerarse hoy en día como el proyecto de restauración costera más grande e innovador del mundo. "The plan includes the nation's largest investment, over \$20 billion, in sediment mining and marsh creation projects that will provide land building benefits for areas in dire need" (CPRA 2012, 32).

Img: desviaciones de sedimentos. Las desviaciones de sedimentos descritas en el mapa anterior se operarían en coordinación con eventos de alta mar y flujos estacionales. La operación a máxima capacidad ocurriría sólo a intervalos específicos durante una fracción de tiempo cada año (CPRA 2012, 149).

Un proceso de restauración enmarcado dentro de la sedimentología, una técnica que utiliza el sedimento como una base de una infraestructura migratoria de paisaje que puede ser colonizada por otras partes del conjunto, desde plantas y animales a consolidación de colonias y asentamientos. Pero si bien es verdad que el plan establece la base científica desde la que cambiar el enfoque, no es menos cierto que no llegó muy lejos en el reto más difícil de todos: encontrar ideas viables para mejorar la gestión del delta y sus sedimentos, para crear nuevas tierras con las que reponer los humedales.