

La gestió de les inundacions als Països Baixos*

Pieter Huisman

Delft University of Technology. Faculty of Civil Engineering
Països Baixos

Data de recepció: febrer 1996
Data d'acceptació: octubre 1996

Resum

Aquest article descriu les principals etapes que històricament ha viscut la societat neerlandesa en la seva lluita contra les inundacions fluvials i els temporals de mar. La vulnerabilitat a les inundacions és causada per la intervenció humana en els cicles de la natura, així com pel canvi climàtic i l'augment del nivell del mar. Històricament i després de cada calamitat, han sorgit nous projectes i s'han portat a terme mesures per reduir l'impacte de futures inundacions. Això inclou una forta voluntat de participació social en la gestió de l'aigua, exemplificada per la creació de les juntes d'aigües, ja a l'edat mitjana. Més recentment s'ha atorgat una prioritat al control dels temporals de mar a causa del seu potencial més elevat per causar danys. No obstant això, les inundacions fluvials del 1993 i el 1995 motivaren una acció més decidida sobre els dics fluvials. S'han aconseguit marges de seguretat relativament amplis, però la lluita ha de continuar a fi de poder-se adaptar a augments futurs del nivell del mar.

Paraules clau: inundació fluvial, temporal de mar, gestió de l'aigua, Països Baixos.

Resumen. *La gestión de las inundaciones en Holanda*

Este artículo describe las principales etapas que históricamente ha vivido la sociedad neerlandesa en su lucha contra las inundaciones fluviales y los temporales de mar. La vulnerabilidad a las inundaciones se debe a la intervención humana en los ciclos de la naturaleza, así como al cambio climático y el aumento del nivel del mar. Históricamente y después de cada calamidad han aparecido nuevos proyectos y se han llevado a cabo medidas para reducir el impacto de futuras inundaciones. Ello incluye una importante voluntad de participación social en la gestión del agua, ejemplificada en la creación de las juntas de aguas, ya en la edad media. Más recientemente se ha dado prioridad al control de los temporales de mar, debido a su mayor potencial de causar daños. No obstante, las inundaciones fluviales de 1993 y 1995 han motivado una acción más decidida sobre los diques fluviales. Se han conseguido márgenes de seguridad relativamente amplios, pero la lucha ha de continuar a fin de poderse adaptar a futuros aumentos del nivel del mar.

Palabras clave: inundación fluvial, temporal de mar, gestión del agua, Países Bajos.

*Traducció de l'original en anglès: Elisabeth Reixach. Revisió: Lluís Ribera.

Resumé. *L'aménagement des inondations dans le Pays Bas*

Cet article décrit les principales époques que historiquement la société néerlandaise a vécu dans la lutte contre les inondations fluviales et les tempêtes de la mer. La vulnérabilité aux inondations est due à l'intervention humaine dans les cycles de la nature, ainsi que aux changements climatiques et à l'augmentation du niveau de la mer. Historiquement et après chaque calamité, ont surgi des nouveaux projets et ont été mise en place des mesures pour réduire l'impacte de futures crues et inondations. Ces mesures comprennent une forte volonté de participation social dans la gestion de l'eau, démontrée par la création, déjà dans le Moyen Âge, des «Conseils des Eaux». Récemment, il a été attribué le caractère de prioritaire au contrôle des tempêtes de la mer dû à son potentiel pour provoquer des dégâts. Néanmoins, les inondations fluviales des années 1993 et 1995 ont provoqué une action plus solide sur les digues fluviales. Ont été obtenus des marges de sécurité relativement larges mais la lutte doit continuer à fin de pouvoir s'adapter aux futures crues de niveau de la mer.

Mots clé: inondation fluvial, tempête, aménagement de l'eau, Pays Bas.

Abstract. *Flood protection in the Netherlands*

This article describes the main steps undertaken by Dutch society in order to fight against river floods and storm surges. Vulnerability to flooding is caused by human interventions in natural cycles as well as by climatic change and sea level rise. Historically, after each disaster, new projects have arisen and steps have been taken to reduce the impact of future floods. Priority has been given to the control of storm surges due to their greater potential for disaster. The riverine floods of 1993 and 1995, however, prompted the revision of river dykes, and their strengthening. Relatively wide security margins have been achieved against both river floods and storm surges. However, the struggle must continue to provide for future climatic change and sea level rise.

Key words: flood, storm surges, flood protection, Netherlands.

Sumari

Introducció

Aquest article pretén explicar la història secular de la lluita contra les inundacions als Països Baixos. La història dels Països Baixos es caracteritza per la vulnerabilitat creixent davant les inundacions a causa de les intervencions humanes en els cicles naturals i dels canvis climàtics causants de la pujada del nivell del

mar i que afecten també els cabals dels rius. Les intervencions humanes a les regions de sòls argilosos i de torba a l'oest i al nord del país es varen iniciar fa uns mil anys. La superfície va començar a enfonsar-se, la qual cosa va provocar que la terra fos més vulnerable als temporals de mar. A causa del terraplenament efectuat al llarg dels braços canviants dels deltes del Rhin i el Mosa, el procés de sedimentació s'aturà, això provocà que augmentés la vulnerabilitat d'aquestes àrees a les inundacions fluvials. Cal aclarir que els temporals de mar penetren profundament en els cursos finals dels rius dels Països Baixos. Aquestes tempestes determinen el risc d'inundacions en aquells trams del riu que van des de la costa fins a cinquanta quilòmetres aigües amunt. A uns vuitanta quilòmetres riu amunt, el risc d'inundacions és determinat pels desbordaments dels rius. En la zona de transició la combinació d'una mar alta i de nivells alts dels rius és la que determina el perill.

Els Països Baixos han hagut de fer front repetidament a desastres causats per mar alta i els nivells dels rius. Després de cada desastre s'han elaborat nous projectes, s'han pres noves mesures i s'ha adaptat el control de les aigües per poder fer front a futures inundacions. Com que el mar del Nord presenta el risc més important, la protecció davant les tempestes s'ha considerat prioritària enfront dels desbordaments dels rius. Quan es produeixen els temporals de mar, el marge de reacció en les àrees de cota baixa es pot comptar per hores. En canvi, aquest marge de reacció per inundacions provocades pels rius és d'alguns dies. Així, l'aigua salada del mar causa més danys que l'aigua dolça dels rius. Igualment, les bretxes dels dics dels rius es poden reparar més fàcilment que les dels dics marítims, ja que no hi ha marea.

Al llarg d'aquest segle, als Països Baixos s'han formulat diverses idees per impulsar les obres de protecció davant les possibles inundacions. El tancament de la badia interior, anomenat Zuydersee, va comportar inicialment la protecció davant les tempestes, però també va millorar l'abastament d'aigua de les províncies del nord. Després del desastre de l'any 1953, el govern i el parlament van decidir de crear el Pla Delta.

Arran de la catàstrofe de 1993, el reforçament dels dics que perillaven davant possibles inundacions fluvials va passar a un segon pla davant la protecció de les estructures contra els temporals de mar. Però, tot i això, el reforçament dels dics fluvials es va iniciar molt ràpidament. Mentre es realitzava aquest reforçament va tenir lloc el quasidesastre del 1995. El govern i el parlament van decidir accelerar immediatament el reforçament dels dics. En comptes de completar el reforçament l'any 2008, els últims dics fluvials hauran d'assolir el nivell de protecció l'any 2000. Aquest conat de desastre va desencadenar per primera vegada a la història una cooperació internacional entre tots els països de la conca del Rhin i del Mosa en el camp de la protecció davant les inundacions.

Un cop acabades les obres per a la protecció, encara s'hauran de fer molts esforços a fi de mantenir el nivell de seguretat estàndard davant el perill. El Projecte de Llei per a la Protecció contra les inundacions intenta crear el marc legal, administratiu i operacional per continuar treballant en aquest sentit.

Les intervencions humanes i els mecanismes naturals determinen el perill creixent d'inundacions

Les circumstàncies naturals

La situació de la línia costanera holandesa ha variat en el temps segons el ritme d'ascens del nivell del mar i la taxa de sedimentació. Durant l'era glacial la línia costanera del mar del Nord es trobava uns dos-cents quilòmetres més al nord-oest de la seva posició actual. A l'holocè, molt més càlid, el nivell del mar va pujar i el mar del Nord va inundar la part occidental i la meridional. Paral·lelament a la línia costanera actual, es varen formar carenes de sorra (anomenades «dunes velles»). Al voltant de l'any 1000 de la nostra era les «dunes joves» es varen configurar en el costat oest. Tot i que aquestes últimes dominaren finalment les dunes velles, el mar envaïa la terra ocasionalment, bloquejava els cursos fluvials i formava llacs en la zona de torba erosionada que s'havia constituït darrere les dunes.

El llac Flevo, al cor del país, que era originàriament d'aigua dolça, es va convertir en un mar interior.

Els primers colonitzadors d'aquestes «terres baixes», ara fa uns cinc mil anys, es van trobar amb un delta pla, pobrament drenat, o amb terres d'al·luvió intersecades per petites badies, punts de penetració de marees, i rius grans i petits. Els llocs on s'establiren foren les carenes o els turons creats per ells mateixos al llarg d'aquests cursos d'aigua. Un lloc gens confortable, tal i com ho va descriure el romà Plini: «Allà hi arriba l'Oceà, dos cops al dia, durant el dia i durant la nit, en un torrent terrible sobre un país ample, i per tant hom dubta si el sol pertany a la terra o al mar. Hi ha gent que viu miserablement en la zona més alta coneguda de la marea i allà hi han construït les seves cabanes i viuen com els mariners quan l'aigua cobreix el seu entorn i com els naufragats quan l'aigua se n'ha anat».

La gent d'aquestes contrades vivia de la pesca i la cacera. Ja en temps dels romans, però, s'hi van construir petits dics i recs per tal de crear les condicions adequades per dur-hi a terme activitats agrícoles a escala local. Els romans també van realitzar les primeres intervencions a gran escala en aquest país. Els generals Druso i Corbulo van connectar el Rhin amb l'Ijssel i el Mosa. Els canvis que s'hi van fer després de l'època romana ens són desconeguts, ja que no n'existeix informació escrita.

Les petites intervencions produeixen grans impactes

Cap als voltants de l'any 1000 tingué lloc una forta expansió de la població a l'Europa occidental. Per tal d'incrementar la producció de sègol i blat, la terra es va començar a cultivar sistemàticament. En les maresmes formades per torba i argila, que aleshores es trobaven a dos o tres metres per sobre del nivell del mar, es van construir desguassos a fi de rebaixar els nivells freàtics i així fer possible l'agricultura. Tanmateix, el descens dels nivells freàtics va enfonsar les capes de torba i argila. A més, la torba experimentà un procés d'oxidació. L'enfonsament va obligar la gent a fer més profunds els desguassos i les sèquies

un cop més, i a excavar canals per rebaixar els nivells freàtics i seguir mantenint la qualitat de la terra per a l'agricultura. Naturalment, això va comportar més subsidència. La necessitat permanent de disminuir els nivells freàtics va provocar, doncs, un procés d'enfonsament irreversible. Aquest procés encara continua avui i no s'aturarà mai.

Sobre l'any 1100, la subsidència va augmentar fins a tal punt que les àrees que vorejaven el mar restaven inundades amb la marea alta. A part de la subsidència originada pels humans, l'ascens natural del nivell del mar també va incrementar el problema de drenatge. L'impacte conjunt d'aquests fets va forçar una sèrie d'intervencions mitigadores que es van incrementar amb el temps. Mesures com l'excavació de séquies, la construcció de dics i preses, la creació de polders amb drenatge artificial, la recuperació de zones antigament inundades, el drenatge a gran escala de *boezems* i el tancament d'estuaris i mars interiors són la clau per comprendre el que és essencial del desenvolupament hidràulic, les relacions socioeconòmiques i l'estructura institucional dels Països Baixos (figura 1).

Altres intervencions irreversibles foren l'explotació de torba per fins energètics i la producció de sal, article molt important d'exportació cap als Països Escandinaus. Els pobles i les ciutats veïns van utilitzar la torba com a combustible. La producció de sal es va practicar en el sud-oest dels Països Baixos on la torba presentava un alt contingut en sal. La producció de sal consistia a cremar la torba, rentar-ne les cendres i evaporar-ne l'aigua. Els resultats d'aquestes activitats humanes es traduïen en grans pèrdues de sòl al sud-oest. Ciutats que foren importants a l'edat mitjana van desaparèixer sota les aigües de l'Escalda.

En la part centreoccidental dels Països Baixos s'originaren grans llacs, que augmentaren de grandària quan les seves vores de torba es van esllavissar a causa de l'erosió del vent. L'expansió dels llacs constituïa també una amenaça i va destruir molts pobles i ciutats. Al segle XIX el llac Haarlemmer, que encara estava creixent, va començar a suposar un risc per a les ciutats de Leiden i Amsterdam; el drenatge d'aquest llac va ser necessari per eliminar el perill.

A fi de limitar aquest tipus de destrucció de sòl, es van establir una sèrie de regulacions. Fins a la dècada de 1930 l'explotació de la torba encara s'autoritzava, però el promotor havia d'obtenir fons per a la recuperació o el desenvolupament de l'àrea on s'extreia el material.

Les mateixes regulacions es van aplicar durant la dècada de 1960, quan va començar l'extracció de gas al nord dels Països Baixos. L'extracció de gas provoca una disminució accelerada de la superfície en relació amb el nivell del mar. L'extracció de gas també incrementa la vulnerabilitat davant els temporals de mar i és un destorb per al drenatge. Conseqüentment, els promotors han de pagar les obres que siguin necessàries per compensar l'enfonsament de la superfície causat per l'explotació de gas.

Dics, preses, terraplens, polders i molins de vent

Als voltants de l'any 1100 els pobladors van començar a construir els primers dics per protegir la terra davant l'amenaçant aigua del mar (pas 2 a la figu-

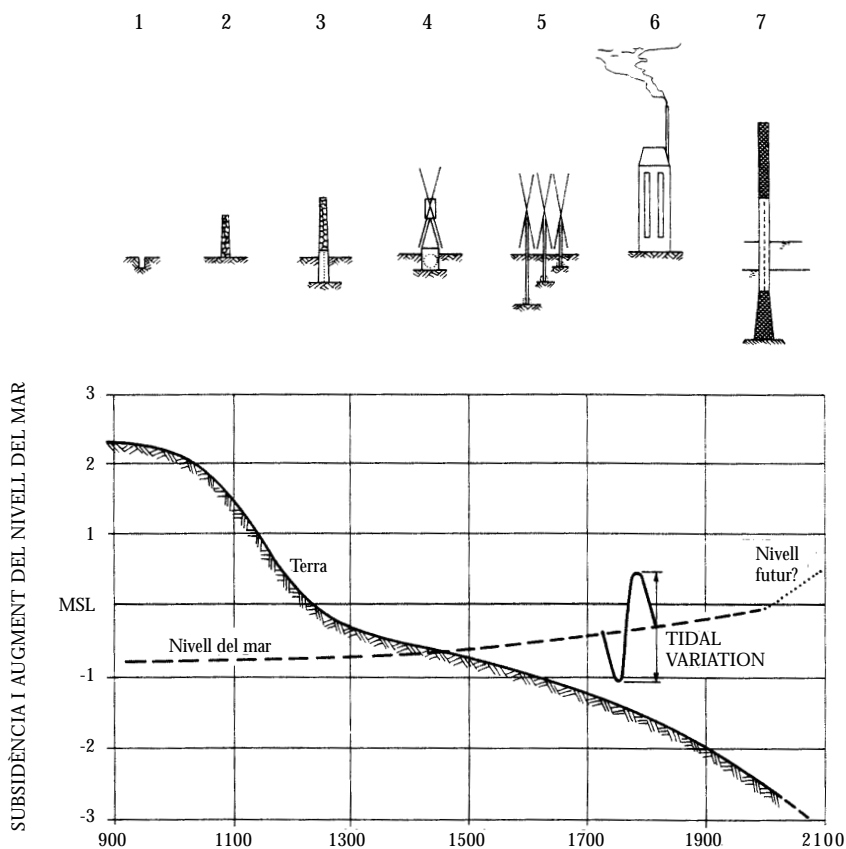


Figura 1. La resposta als fenòmens de subsidència i augment del nivell del mar als Països Baixos.

ra 1). Com que al nord-oest d'Europa la precipitació sobrepassa l'evaporació, fou necessari alliberar l'excés d'aigua a l'interior dels terraplens durant la marea baixa a través d'uns sobreeixidors.

Al segle XIII els terraplens locals es van connectar amb preses que tancaven les badies i cales originades per les mareas que intersecaven les àrees de torba i argila. Molts noms de pobles i ciutats encara ens recorden aquests fets. Per exemple, les ciutats d'Amsterdam i Rotterdam van créixer al voltant de preses i rescloses en les badies de l'Amstel i el Rotte ara fa set-cents anys. Les primeres badies i cales emmagatzemaven l'aigua drenada alliberant-la a través de les rescloses de la presa quan la marea era baixa. Això va constituir el tercer pas, representat a la figura 1.

La considerable subsidència i la pujada del nivell del mar no es podien aturar. La superfície darrere els dics i les preses va baixar per sota del nivell del

mar; el vessament per gravetat de l'aigua sobrant de les zones de terraplens era un destorb i va esdevenir impossible. Darrere els dics i les preses de tancament es va iniciar el terraplenament de petites àrees. Des d'aquests petits terraplens interiors, anomenats polders, l'excés d'aigua era eliminat artificialment i portat a la badia o cala original (pas 4 de la figura 1). Des d'aquests canals les aigües sobrants eren alliberades a través de les rescloses cap a la presa tancada durant la baixada de l'aigua. Les badies i cales originals foren i continuen sent utilitzades com a emmagatzematge temporal (anomenat *boezem*) quan les aigües puguen de nivell. Aquest drenatge escalonat és molt típic als Països Baixos.

Les primeres eines de drenatge artificial foren els molins accionats manualment o tirats per cavalls; la seva capacitat era, però, molt limitada. Afortunadament, el molí de vent es va poder utilitzar a gran escala per al drenatge artificial al segle XIII. La invenció de fer moure les veles dels molins segons la direcció variant del vent ha estat vital per a la supervivència i el desenvolupament dels Països Baixos.

Al nord i al sud-oest del país les terres a la deriva arrossegades pel mar van aportar sediments. Quan el fang s'havia sedimentat per sobre del nivell del mar, la gent convertia la zona en un terraplè, el drenaven i es podia utilitzar com un nou polder. Els habitants van excavar dics interiors darrere els nous terraplens per tal de construir-hi nous dics.

Felip de Borgonya, sobirà dels Països Baixos, va prohibir l'excavació dels dics interiors l'any 1452. El motiu fou evitar el desastre després del trencament d'un dic. Els desastres provocats per la marea es van reduir dividint els polders. L'experiència d'uns quants segles va demostrar que després de cada temporal de mar alguns terraplens no quedaven afectats i romanien secs. Així, els treballs de reparació i recuperació per guanyar terres podien començar de nou des d'aquests terraplens.

Juntes d'aigües, la forma més antiga de participació social

Els habitants d'aquest país van prendre la iniciativa de cultivar i protegir la terra davant els alts nivells de les aigües. Ells foren els responsables de la construcció i el manteniment de dics, recs i sèquies. Ja que la força del dic depèn del seu punt més feble, la inspecció de les seves condicions no es confiava al propietari de la terra, sinó que havia de ser sotmesa a una avaluació general. Per tant, la inspecció era realitzada pel conjunt de la societat local.

Les normes aplicades eren molt estrictes. Si un propietari no era capaç de complir amb el deure de mantenir la seva secció del dic, ell expressava aquest fet posant la pala dins del dic i la comunitat el forçava a abandonar la seva propietat per sempre més. Per suplir aquest buit en defensa davant les inundacions, els set agricultors veïns venien junts i seleccionaven un nou agricultor que fos capaç de mantenir el dic d'acord amb les normes formulades per la comunitat local.

Al segle XIII els terraplens locals eren connectats mitjançant el tancament amb preses de les badies i cales. La zona de drenatge situada darrere la presa

incloïa sovint diversos comtats, parròquies i pobles. De seguida es va veure clar que el manteniment de les rescloses i de les preses no podia ser realitzat per propietaris individuals i que la inspecció no podia ser realitzada per les comunitats locals. Es van organitzar reunions regionals per tal de discutir els problemes i els interessos comuns. Els comtats i les parròquies afectats van començar a elegir representants per a aquesta reunió. La participació acordada a nivell personal i financer pel control de l'aigua i les activitats de manteniment de les comunitats interessades va portar a la creació d'una institució que encara existeix: *water boards* (junes d'aigües). Les juntes d'aigües també realitzaven la inspecció de dics, preses i rescloses i van esdevenir l'autoritat administrativa responsable de la gestió de l'aigua i la protecció davant les inundacions. Per les activitats comunes s'havia de pagar una taxa que era proporcional al nivell d'interès i, per tant, a la propietat de terres. El sistema de votació per aquesta autoritat estava (i encara ho pot estar) basat sobre la taxa que es pagava.

Els dirigents de les diferents seccions del delta Rhin-Mosa van reconèixer ben aviat les juntes d'aigües com l'autoritat competent a aquest nivell. Normalment els dirigents van donar plens poders a les juntes d'aigües. El fur més antic, encara existent, fou atorgat pel comte d'Holanda l'any 1255. El nom d'aquesta junta d'aigües, «Rijnland», fa referència a la primitiva branca principal d'entrada de mares cap al Rhin. Des del moment en què les juntes d'aigües estaven basades en principis voluntaris, aquestes organitzacions es poden considerar com una forma adequada de participació popular. Aquestes són les organitzacions democràtiques més antigues dels Països Baixos.

Terres reclamades al mar

Al segle XVI les tècniques de drenatge van assolir un nivell tan alt que va ser possible recuperar llacs poc profunds. La manera de fer-ho consistia a excavar un canal al voltant del llac o estanyol, construint amb la terra extreta els dics adjunts a tots dos costats al llarg del canal. Els molins de vent drenaven el pòlder. A vegades calia col·locar una sèrie de molins de vent per salvar la diferència de nivell (fins a 6 metres) entre l'original badia de marea i el nou pòlder (pas 5 a la figura 1).

Des del segle XIV els estats marítims d'Holanda i el Zelanda van esdevenir centres de comerç, indústria i trànsit. El mar i els rius navegables van tenir un paper important en el transport de mercaderies. Gràcies a aquesta situació hi hagué més capital disponible. Als segles XVI i XVII els mercaders d'Amsterdam guanyaven molts diners i cercaven projectes per invertir.

A principis del segle XVII, el capital es va invertir en l'ampliació de les terres cultivables, ja que hi havia una gran demanda de productes agrícoles, generada pel fort creixement d'Amsterdam i d'altres ciutats d'Holanda. En part, això es devia al fet que molts refugiats trobaren una nova pàtria als Països Baixos. Al llarg del temps, grans àrees havien estat recuperades, en total 600.000 hectàrees (pas 6 de la figura 1). La industrialització, iniciada al segle XIX, va aportar noves possibilitats. En comptes de molins de vent que drenessin grans pòlders es van

crear estacions de bombament impulsades per màquines de vapor. L'alliberament artificial d'aigua des dels *boezem* també fou possible (pas 7 de la figura 1).

Les intervencions a l'àrea del Rin i del Mosa

Riu amunt de l'àrea afectada per les marees, les intervencions al llarg dels afluents del Rin i del Mosa es van iniciar segles més tard de fer-ho en les zones costaneres. La gent, que originàriament vivia a les carenes i a les riberes dels rius, va començar a adaptar per a la producció agrícola, l'àrea inferior situada entre els braços del delta. El drenatge del sòl va provocar l'enfonsament de les capes argiloses. Per tal de protegir l'àrea de les inundacions, els habitants van començar a construir terraplens interiors perpendiculars a les carenes més altes, i més endavant van començar a construir dics paral·lelament a les lleres del riu.

A fi de reduir les conseqüències d'una bretxa en el dic riu amunt, els habitants situats aigües avall van elevar alguns dics transversals interiors al nivell del dic del riu adjacent. Riu amunt del dic transversal, el «dic d'hivern» original es dotà amb sobreexidors amagats. Si es rebentava el dic a la resclosa riu amunt, la coberta dels sobreexidors podia ser estreta fàcilment per tal d'alliberar l'aigua que amenaçava la resclosa riu avall.

Igual que a les àrees al llarg del mar del Nord, un procés irreversible de subsidència rebaixava contínuament el nivell del sòl. A més a més, el procés de sedimentació darrere els dics es va aturar, concentrant-se en el llit major del riu. Les fàbriques de rajoles excavaven regularment l'argila per a la seva producció, però la seva intervenció va ser insuficient per compensar la sedimentació en el llit major del riu.

Tot i que petits cursos naturals d'aigua drenaven l'àrea situada al darrere dels dics fluvials, aquests tenien una capacitat insuficient per alliberar-la. Aquest és el motiu pel qual molta gent va començar a ampliar i a interconnectar aquests rierols d'aigua. Les sortides dels cursos naturals es trobaven majoritàriament riu avall de l'àrea terraplenada a causa dels nivells baixos de l'aigua. Al principi l'aigua era alliberada a través de rescloses. Més tard i per la subsidència del sòl, aquesta descàrrega per gravetat va esdevenir impossible. Per prevenir grans aiguats per precipitació durant l'hivern, es van construir molins de vent que alliberaven l'aigua artificialment.

Centralització dels temes principals de la gestió d'aigües

Necessitat de centralització

El trajecte irregular dels cursos fluvials en la part inferior de la llera i la forma desigual de la part superior van limitar sovint la capacitat de descàrrega dels rius per tal de conduir aigua i gel al mar. Els nivells alts d'aigua i particularment les concentracions de gel van provocar bretxes en els dics i grans inundacions. L'absència d'acords interestatals sobre qüestions de gestió d'aigües supraregionals fou desastrosa.

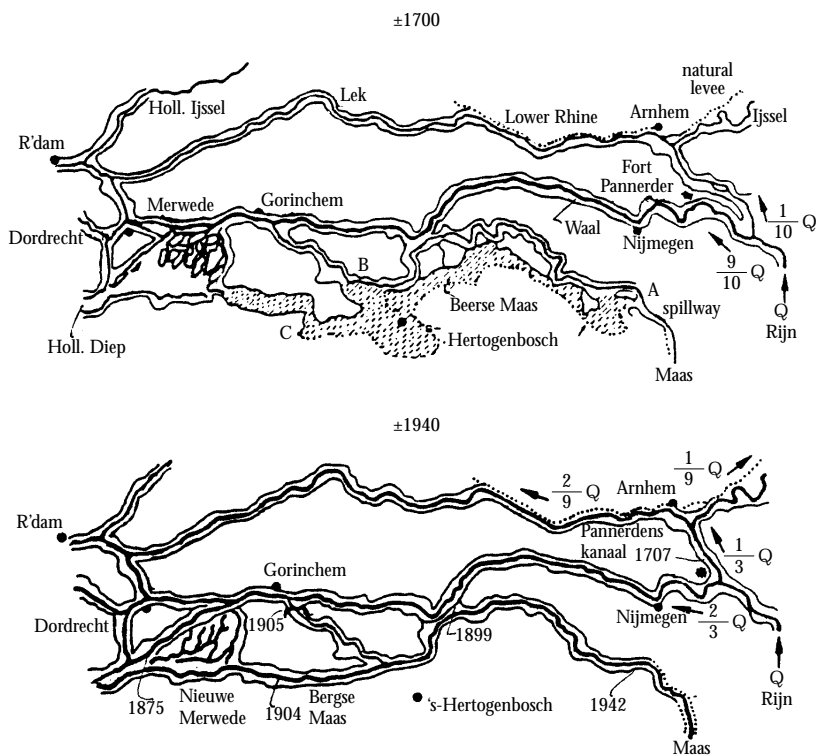


Figura 2. Les modificacions realitzades al Rin entre 1700 i 1940.

Algunes vegades els estats dificultaven les condicions necessàries per realitzar una descàrrega segura de l'aigua i el gel. L'Estat de Gelderland, particularment, va donar suport de manera enèrgica a la recuperació de terres i a les activitats forestals i agrícoles a l'àrea situada entre els dics d'hivern més importants. Aquestes activitats van tenir un impacte negatiu en la capacitat de descàrrega d'aigua i gel requerida i van augmentar el perill d'inundació dels polders inferiors.

Aquests tipus de dificultats van tenir lloc especialment a les bifurcacions del delta del Rin i en la confluència del Mosa i de l'afluent del Rin, el Waal. La figura 2 representa la situació de la bifurcació del Rin al segle XVII. En aquest període el Waal alliberava més d'un 90% de l'aigua del Rin. El 10% restant era distribuït de nou al Rin inferior i a l'IJssel a Arnhem. Aquesta situació provocava problemes d'aiguats al llarg del Waal. La distribució desigual d'aigua dificultava també la navegació als altres dos afluents del Rin inferior i de l'IJssel. Les petites aportacions d'aigua en aquests afluents no proporcionaven la profunditat requerida per a la navegació.

Després de la invasió francesa del 1672, els quatre estats afectats de la Confederació van instaurar la Comissió per a la Millora del Riu per estudiar els problemes i recomanar solucions. Per primera vegada en la història els problemes dels cursos d'aigua van ser discutits a nivell interestatal, tot i que l'any 1530 ja s'havien fet els primers intents per una discussió en aquest àmbit.

La Guerra de Successió (1702-1711) va forçar la cooperació de quatre estats riberencs. Aquests van seguir les recomanacions de la Comissió per realitzar un nou punt de bifurcació pel Waal i el Rhin inferior, connectant el canal de defensa de la Fortalesa de Pansterdam a tots dos afluents, l'any 1707. Algunes ciutats al llarg del Waal, tement que el canvi fos desavantatjós en el sistema de navegació cap a d'altres afluents, van destruir les obres del riu. Aquesta acció violenta no va aturar l'objectiu de millorar el riu a la bifurcació del Rhin i el Waal. Més tard els quatre Estats van decidir de reorganitzar el punt de bifurcació del Rhin inferior i l'IJssel prop d'Arnhem. Aquestes activitats de regulació del riu van definir la distribució actual de l'aigua als tres afluents del Rhin. La relació de la distribució és finalment la següent: el Waal 2/3, el Rhin inferior 2/9 i l'IJssel 1/9 de l'aigua del Rhin. El cost de les obres inicials i de manteniment fou compartit pels quatre Estats. Malgrat l'oposició a aquests projectes, les obres de millora es van confirmar com a beneficioses per als Països Baixos en conjunt.

Creació d'una autoritat nacional d'aigües

L'estructura política i administrativa va començar a canviar l'any 1795 influenciada per la revolució francesa. La centralització dels afers supraregionals es va iniciar l'any 1798. El govern i els representants de la població es van posar d'acord en la creació d'una autoritat nacional que intervingués en els afers d'aigües a nivell nacional. Aquesta autoritat, el Rijkswaterstaat, va iniciar les seves activitats el mes de maig de 1798. Les primeres mesures que es van prendre concernien la definició i regulació de les seves competències en períodes en els quals es produïen inundacions i acumulacions de gel. La ràpida disseminació de la informació era i és vital per tal d'obtenir un sistema d'alerta fiable.

Aquesta informació es basava en la recollida de dades sobre les àrees exposades als aiguats més rellevants. Per tal d'obtenir el suport de la comunitat, les autoritats també van començar a fer inventari d'assumptes que interessaven els diferents sectors de la població. El Rijkswaterstaat va començar a recollir dades sobre les aigües interiors i costaneres a la dècada de 1820. Basant-se en aquestes dades, el Rijkswaterstaat va planificar, emprendre i realitzar connexions de rius, canals i activitats de bonificació. Amb el temps, aquesta autoritat va obtenir un ampli coneixement en qüestions de tipus tècnic, de gestió i en temes institucionals.

En el període del 1830 al 1970, les autoritats es van concentrar principalment en la capacitat de descàrrega d'aigua i gel del Rhin, els seus afluents i les bifurcacions del delta. La capacitat de descàrrega es podia incrementar amb obres de regulació. La concentració de la descàrrega en una llera limitada mentre el

riu tenia poc cabal, mitjançant la fixació del curs de la llera, tallant els revoltos més tancats del riu, tancant canals secundaris i extraient els obstacles en el curs inferior i superior, fou un gran èxit. Aquests treballs van millorar considerablement la descàrrega d'aigua i gel. Els interessos de la navegació també van treure profit de l'increment de la profunditat de navegació. Per tal de fer front a les necessitats cada cop més grans a nivell de la navegació, el curs inferior fou constret en dues fases durant el període 1880-1916, la qual cosa millorà la situació per l'alliberament d'aigües d'avinguda i gel.

Es van crear colls d'ampolla per a la descàrrega d'aigua i gel a les parts inferiors dels afluents del Rhin i del Mosa. Dragant el New Merwede l'any 1869, es va crear un camí més curt cap al mar per l'aigua del riu Waal i pel Mosa. Una altra millora fou la separació del Waal i el Mosa a Heerewarden l'any 1875.

No només els afluents del Rhin sinó també els del Mosa presentaven dificultats. Com que els nivells alts de les aigües del Mosa normalment coincidien amb les del Rhin, el Mosa no podia deixar anar la seva aigua, d'aquesta manera es provocaven moltes inundacions. Dragant una nova sortida cap a l'estuari de Hollands Diep, l'aigua del Mosa va conèixer un altre curs més curt cap al mar excavat de l'any 1880 al 1904. Aquest és el motiu pel qual l'any 1905 el Mosa va poder ser separat completament del Waal mitjançant una presa situada prop de la confluència original dels dos rius.

Una altra millora a la regió inferior del Mosa fou realitzada en el període que va del 1930 al 1940. Riu amunt (localització A), un sobreexidor en el dic del marge esquerre va desviar l'aigua d'inundació cap a una àrea molt àmplia; una part va fluir cap a les aigües de l'estuari (localització C) i una altra part va retornar al Mosa (localització B). Per tal de millorar les condicions a l'àrea on es produïen les inundacions, el sobreexidor es va tancar un cop la capacitat de descàrrega del riu es veié millorada dràsticament entre els punts A i B. La capacitat de descàrrega s'havia incrementat mitjançant l'ampliació i l'aprofundiment del canal del riu i la supressió dels meandres, la qual cosa va reduir la distància entre A i B en un 30%, mentre que l'augment del pendent inferior va proporcionar un 50% de reducció. Per tal de prevenir una disminució gradual del més acusat, es va construir una presa adaptable a prop del punt D. Això complia l'objectiu de mantenir la profunditat de navegació requerida durant els períodes de poc cabal.

Una prevenció oportuna, condició prèvia per lluitar contra els desastres

Marc general

La reducció de desastres a curt termini requereix unes alertes oportunes de les autoritats competents i a la població amenaçada. Aquestes alertes resulten en la presa de mesures per part de la població i en la vigilància dels dics durant les èpoques de grans cabals. Especialment quan s'han assolit nivells alts de protecció, els dos aspectes són essencials. Ens trobem aquí amb una mena de paradoxa: quant més alt és el nivell de protecció, si es produeix una catàstrofe el

desastre esdevé més extensiu. En períodes anteriors, l'alerta es realitzava bàsicament amb signes acústics i òptics com ara les campanes de l'església i dispositius lluminosos que alertaven la població i que convidaven els habitants de prendre mesures per protegir la seva propietat i «l'exèrcit del dic» per protegir els dics.

Tal com hem esmentat anteriorment, les juntes d'aigües són responsables de l'organització de la protecció i de les mesures que cal prendre per tal de contraatacar una amenaça immediata d'inundacions a nivell local i regional. Per realitzar aquestes mesures necessàries, calen recursos materials i humans. Les juntes d'aigües recluten els recursos humans, l'anomenat «exèrcit del dic», entre aquella gent que té la seva residència en el districte mateix de la junta i, que d'acord amb el reglament de la junta, és elegible per al servei. Es dona preferència als voluntaris i a la gent amb lligams o que està familiaritzada amb la situació del districte i convençuda de la importància de protegir els dics davant les inundacions. En principi, tota la població masculina en edats compreses entre els 18 i els 60 anys té el deure de presentar-s'hi. L'exèrcit del dic inclou els llocs de vigilància al llarg dels dics on l'equipament d'emergència i el material (com ara les veles per prevenir l'erosió o els sacs de sorra per tancar les bretxes en el dic) es troben disponibles. En relació amb l'aspecte material, les juntes d'aigües també compten amb empresaris locals que poden proporcionar assistència en cas d'emergència.

La tasca de les juntes d'aigües és la de prevenir la formació de bretxes en els dics i la inundació dels polders. El govern provincial s'encarrega de la coordinació de les mesures que han d'utilitzar les juntes d'aigües que estan en perill a causa dels alts nivells d'aigua. Quan un dic es trenca i es produeix una inundació, l'alcalde del municipi on el desastre té lloc dirigeix totes les decisions que cal prendre per protegir la població, el bestiar i la propietat. Quan el problema afecta més municipis, el Comissionat de la Reina, com a representant del govern central, pren la direcció. El Comissionat de la Reina pot sol·licitar assistència militar. El ministre d'Afers Interiors pren la direcció global quan diverses províncies estan en perill.

Sistema d'alerta i vigilància dels dics dels rius

En el passat el gel constituïa l'amenaça més important per als dics dels rius. Un riu gelat i les acumulacions de gel compacte limiten la capacitat de descàrrega, sobretot si van combinats amb un increment de l'aigua el riu. Però també les descàrregues màximes del Rin i el Mosa amenaçaven els dics dels rius a causa de la fusió de la neu i de les pluges fortes. Des dels anys seixanta d'aquest segle l'amenaça del gel ha estat reduïda per la pol·lució tèrmica i d'altres tipus de contaminacions. Els factors que han limitat especialment l'impacte dels desastres causats pel gel han estat l'escalfament del Rin i del Mosa a causa de l'aigua refrigerant de les centrals elèctriques i de l'aigua residual domèstica.

El primer pla sistemàtic d'alerta en cas d'alts nivells d'aigua va ser aprovat el gener de 1800. La informació al llarg dels rius Rin i Mosa es va disseminar de

formes diferents. Mitjançant signes acústics i òptics, com ara banderes i trets d'armes de foc, s'avisava les autoritats riu avall. Però la informació més eficient era tramesa amb genets que anaven a cavall d'un punt a l'altre per tal de mantenir informada la població dels dics. A mitjan segle XIX el telègraf i més tard el telèfon es van poder utilitzar per fer el senyal d'alarma. En el marc de l'acta sobre l'organització de les autoritats de les aigües l'any 1900, es va establir un pla sistemàtic d'alerta sota el nom de «correspondència d'emergència».

L'última vegada que es va activar el sistema d'emergència fou l'any 1948 i es va cobrir tant el Rin com el Mosa. Des dels anys cinquanta s'havia produït un gran canvi en el món de les juntes d'aigües. Moltes juntes d'aigües petites es van integrar a juntes més grans (l'any 1953 hi havia unes 2500 juntes i avui dia n'hi ha 150) i, per tant, el poder de gestió, tècnic i científic, de les juntes es va incrementar fins al punt que la intervenció directa del Rijkswaterstaat no va ser necessària quan es produïen forts aiguats.

Actualment, el planejament d'emergències s'ha concretat i s'ha adaptat a les noves circumstàncies. L'autoritat nacional competent, el Rijkswaterstaat, recull informació diàriament sobre els nivells de l'aigua al llarg de tota la conca del Rin i del Mosa amb l'organisme adequat i institucions estrangeres. El Rijkswaterstaat comunica diàriament per ràdio, televisió i a través de la premsa els nivells de l'aigua, la profunditat de navegació i la situació actual de les preses, de les rescloses i dels dics de contenció a les conques esmentades. La informació sobre nivells d'aigua extrems s'incorpora també en els butlletins d'informació diària.

L'actual planejament d'emergències divideix la gestió del desastre en tres fases. Si el nivell de l'aigua del Rin a la frontera entre Holanda i Alemanya puja 14 metres per sobre del nivell mitjà del mar i el que s'espera és un nivell de 15 metres, llavors s'activa el «servei d'informació d'aiguats» del Rijkswaterstaat. Aquest és el primer pas, en el qual la predicció d'aiguats s'intensifica fins unes quantes vegades al dia. La segona fase es realitza quan el Rin sobrepassa els 16 metres. Aleshores s'activa el pla d'alerta provincial i les juntes d'aigües intensifiquen la vigilància dels dics. El centre de coordinació provincial també s'activa amb un personal restringit i resta actiu durant vint-i-quatre hores. La tercera fase comença quan els nivells esperats superen els 16,50 metres, i es poden produir bretxes en els dics i inundacions. El centre de coordinació queda completament activat. El Comissionari de la Reina assumeix les responsabilitats del govern provincial.

Pel riu Mosa el «servei d'informació d'aiguats» comença quan el nivell de l'aigua a la frontera entre Holanda i Bèlgica arriba a 44 metres sobre el nivell del mar. El sistema d'alerta per inundacions s'activa a un nivell de 45,50 metres. La fase de màxima emergència dels plans d'alerta s'inicia al nivell de 46 metres.

Les fortes inundacions van acompanyades normalment de tempestes que creen situacions perilloses a causa de les onades i de l'increment suplementari originat per l'aigua aportada pel vent. Algunes parts del dic es poden enfonsar per filtracions del subsòl i per la pròpia estructura del dic. Els conills, els

talps i les rates tenen també el seu paper en el soccavament dels dics. Aquests factors serveixen per il·lustrar la importància de la vigilància realitzada pels guardes dels dics quan s'assoleixen alts nivells d'aigua. Troncs a la deriva, com ara salzes podrits i esbrotats, poden danyar seriosament els dics. Els guardes han d'intentar extreure els troncs pesats tan aviat com sigui possible abans que aquests puguin fer malbé els pendents vulnerables del dic. Si és necessari, es pot aturar el trànsit que circula per la carretera del dic per tal d'evitar que aquest tingui una tensió excessiva juntament amb la pressió de l'aigua inundant. Si la situació esdevingués realment seriosa, llavors el jutge de dics té el poder de sol·licitar camions, *bulldozers* i qualsevol altre tipus d'equipament que es consideri necessari, i també, si cal, l'exèrcit del dic.

Sistema d'alerta i vigilància durant els temporals de mar

El pla sistemàtic d'alerta pels dics marítims als Països Baixos va començar a ser operatiu l'any 1921. Anteriorment a aquesta data les autoritats locals responsables dels dics confiaven en la seva intuïció i experiència quan la situació meteorològica feia sospitar una probable alarma. És curiós que el desenvolupament d'un pla d'alerta en relació amb el perill més important per als Països Baixos, els temporals de mar, tardés tant a elaborar-se. I fou un cop més un desastre el que va empènyer a considerar un pla d'abast nacional. Després dels aiguats de l'any 1916 a les regions del Zuidersee, el ministre d'Obres Públiques va donar l'ordre de desenvolupar un sistema d'alerta que havia d'avisar les autoritats i la població de les regions costaneres. Es va encarregar al Rijkswaterstaat la seva organització, d'aquesta manera es va crear el servei d'alerta per a temporals de mar (SATM). El SATM treballa en estreta connexió amb la Reial Institució Meteorològica Holandesa (KNMI), Correus, Serveis de Telègrafs i Telèfons (PTT) i el Servei de Radiodifusió. El SATM és un sistema extraordinari del Servei Diari d'Informació sobre l'Aigua del Rijkswaterstaat. La recollida de dades i el pla d'alerta estan també integrats en les institucions que s'ocupen diàriament de l'aigua, el temps i la distribució de la informació.

Quan es preveuen tempestes, el KNMI s'encarrega de pronosticar els augments importants dels nivells de les mareas deguts a la depressió tempestuosa. El KNMI calcula les fluctuacions a través de models per ordinador i avisa el SATM unes deu hores abans de l'arribada prevista de la marea alta que pot sobrepassar un nivell ja definit. El SATM avalua els resultats dels càlculs per diferents punts al llarg de la costa en relació amb les característiques hidrològiques regionals. Si és necessari, el SATM avisa les juntes d'aigües i altres divisions del Rijkswaterstaat. Quan els nivells d'emergència poden ser sobrepassats, altres organismes, com per exemple els governs provincials i les autoritats militars, són alertats. Les autoritats militars han d'aquarterar les tropes per tal d'actuar si es produeixen situacions de risc. L'alerta del SATM esdevé un avís per a les autoritats responsables.

Si el KNMI preveu un augment de més de mig metre per sobre el nivell màxim, llavors això es comunica en el butlletí oficial del temps de la ràdio, ja

que les mareas altes i baixes varien al llarg de la costa holandesa (al sud-oest la marea alta es produeix deu hores abans que al nord-est) i la costa es divideix en cinc àrees. Una àrea especial és Rotterdam. Els nivells d'aigua d'aquesta àrea estan influenciats pels temporals de mar i també per les aportacions (importants) del Rhin i el Mosa. Quan els temporals de mar coincideixen amb avingudes dels rius la situació al llarg dels dics fluvials d'aquesta àrea pot ser perillosa.

El KNMI també processa les dades de les plataformes de petroli del mar del Nord, que estan equipades amb instruments que enregistren l'altura de les onades i el nivell de les mareas, la velocitat i la direcció del vent, la temperatura i la pressió atmosfèrica. Aquests instruments transmeten automàticament les dades les vint-i-quatre hores del dia a una estació de la costa. Les dades sobre els nivells de les mareas es reben també al SATM des de diverses estacions a la costa est del Regne Unit, Bèlgica i Alemanya.

Quan el SATM transmet alertes, s'utilitzen telegrams estàndard per enviar un avís d'alerta limitada o extensiva. Un telegrama d'alerta limitada s'envia si el nivell previst es troba entre els nivells que es donen cada dos i cinc anys. Per una alerta extensiva, el nivell previst ha de sobrepassar el nivell que es dona cada cinc anys.

Si és possible, els telegrams s'envien a les juntes d'aigües, a les autoritats nacionals i provincials cinc o sis hores abans que es preveu que es produeixi la marea alta. El telegrama conté una recomanació sobre el tipus d'alerta, el moment que es creu que es produirà i el nivell d'aigua previst en una o més estacions costaneres. Quan no era possible d'avisar cinc o sis hores abans de la marea alta s'enviava una alerta telefònica. Avui dia totes les juntes d'aigua i els centres de coordinació provincial tenen teleconnexions amb el sistema supervisor del SATM. Les juntes d'aigües poden sol·licitar per ordinador els nivells de l'aigua al llarg de la costa del mar del Nord, els estuaris i els cursos fluvials. En aquest cas, el produeix un canvi de la disseminació del SATM a la recollida d'informació per part de les juntes d'aigües.

Si es tracta d'una alerta limitada, la junta d'aigües i els llocs de vigilància provincials ja estan dotats de personal i les forces militars són aquarterades per si es produeix un empitjorament de la situació. Quan es transmet una alerta general, llavors els centres de direcció provincial centrals funcionen com a centre de comunicació per a les juntes d'aigües i els municipis i com a nucli de coordinació per a la totalitat de mesures que cal prendre en la seva àrea jurisdiccional.

La junta d'aigües té el seu propi centre de comandament on són presents els seus membres, sota la direcció del jutge de dics. Un cop la junta d'aigües ha rebut el telegrama on es recomana l'alerta general, l'organització de vigilància del dic es posa en acció. Cada junta té el seu propi sistema basat en anys d'experiència amb qüestions relacionades amb l'aigua i el vent.

Un cop alertades, surten les patrulles per tal de vigilar l'àrea corresponent del dic, dia i nit si és necessari. Aquestes es mantenen en contacte amb els centres de comandament a través de la ràdio o el telèfon. A més d'informar sobre el nivell que l'aigua hagi pogut assolir, les seves obligacions inclouen la d'una observació acurada de l'estructura dels dics.

L'equipament necessari en cas d'alerta, com ara sacs de sorra, fustes i eines, es guarda en magatzems al peu del dic. Si la situació esdevingués realment seriosa, aleshores la junta d'aigües pot fer arribar l'equipament pesant com ara *bulldozers* i altra maquinària pesant, o sol·licitar-ho als empresaris locals.

Els plans d'alerta són els instruments més necessaris per informar les autoritats competents i la població sobre possibles esdeveniments perillosos. Són les eines que cal utilitzar per a la reducció de desastres a curt termini. L'organització de plans d'alerta ha d'estar integrada en els serveis d'informació diaris de l'aigua i el temps.

Projectes de protecció per fer front a les inundacions al segle xx

La vulnerabilitat davant els aiguats i les filtracions d'aigua salada augmenten

La subsidència continuada de la superfície dels pòlders i l'augment del nivell del mar provoquen que una quarta part dels Països Baixos es trobi actualment situat sota el nivell del mar (fins a 6,7 metres). Sense dics, un 65% s'inundaria diàriament. Aquesta situació fa que els Països Baixos siguin molt vulnerables als temporals de mar i a les grans inundacions provocades pels rius. Quan els dics es col·lapsen, grans àrees queden inundades. En molts altres països l'aigua s'allibera sense necessitat d'utilitzar assistència manual un cop la tempesta o l'aiguat han finalitzat perquè la terra es troba per sobre del nivell del mar i del riu. Si els dics o les dunes de la part occidental dels Països Baixos s'ensorressin, grans àrees quedarien inundades i romandrien sota l'aigua fins que els dics fossin reparats i l'aigua inundant fos extreta artificialment. La història proporciona exemples de grans àrees que després d'haver sofert una catàstrofe van quedar submergides durant anys o per sempre.

Però hi ha també un altre aspecte pel que fa a la vulnerabilitat de viure per sota del nivell del mar. A causa de la diferència existent entre els nivells extern i intern de l'aigua del pòlder es produeix un corrent de filtració en sentit ascendent. La velocitat del corrent depèn de les diferències en el nivell piezomètric i de la resistència que l'aigua troba en les capes subterrànies. L'aigua del sòl és salabrosa perquè els dipòsits són d'origen marí. Per tal d'evitar la salinització del sòl i per poder crear unes bones condicions per a l'agricultura i l'horticultura, l'aigua salada que es filtra és eliminada cap al mar a través de l'excedent de precipitació i a través de la utilització de l'aigua del riu en els períodes secs. Majoritàriament és l'aigua del Rin que s'utilitza per a aquest propòsit. Aquest és el motiu pel qual els Països Baixos van reaccionar davant el contingut cada cop més alt de clorurs a la conca del Rin.

Les obres del Zuydersee

Durant aquest segle els Països Baixos s'han vist obligats a realitzar obres majors de protecció davant les inundacions. La causa immediata d'aquestes obres foren

els desastres de 1916 i de 1953. I com sempre al llarg de la nostra història, la millora de la protecció contra els aiguats va servir també per altres objectius de la gestió d'aigües. A principis d'aquest segle la possibilitat de gestionar els recursos hídrics estava limitada a nivell regional. Des de l'any 1932 la situació ha canviat radicalment. Aleshores el Rin, que aporta un 65% del subministrament d'aigua dolça anual, i el Mosa que n'aporta un 8%, flüen lliurement cap al mar (figura 3a).

Després de molts anys de deliberacions i a causa del desastre dels aiguats de l'any 1916 en les àrees situades al voltant del Zuydersee, el govern i el parlament van decidir l'any 1918 d'adoptar el pla del Dr. Lely per tal de tancar la comunicació d'aquest mar interior amb el mar del Nord. L'any 1918 el Dr. Lely era el ministre d'Aigües. Als anys setanta i vuitanta del segle XIX fou membre i director de l'oficina científica de l'associació del Zuydersee, un grup de pressió amb membres al parlament nacional i en els governs provincials. El seu objectiu era el de protegir la regió del Zuydersee davant els temporals de mar i recuperar grans àrees de polders al Zuydersee per tal de produir més aliments per a la creixent població holandesa.

La presa principal (Afsluitdijk) oferia la protecció requerida per fer front als aiguats, limitant la longitud dels dics que estaven exposats als temporals de 350 quilòmetres a 32 quilòmetres. L'Afsluitdijk va crear també una reserva d'aigua dolça per l'abastament d'aigua de la zona nord dels Països Baixos (figura 3b). En el Zuydersee originari, ara anomenat llac IJssel, s'havien recuperat grans àrees de polders.

El Pla del Delta

L'any 1953 un temporal de mar molt violent va causar un desastre al sud-oest dels Països Baixos; 1850 persones van morir ofegades i hi va haver molts danys. Aquest fet va portar a la decisió de tancar els estuaris del sud-oest entre l'Escalda occidental i la via fluvial de Rotterdam. La longitud dels dics marítims exposats als temporals ha estat reduïda d'uns 700 quilòmetres a uns 25 quilòmetres mitjançant el tancament dels estuaris. Un altre avantatge afegit fou la millora de la gestió d'aigües. A través del tancament del Volkerak i del Haringvliet, les entrades d'aigua salada a través d'aquests estuaris es van frenar (figura 3c). Les obres esmentades han creat la Conca del Delta del Nord, que realitza un paper important en la lluita contra la salinització via el canal fluvial de Rotterdam.

La idea de tancar els estuaris del sud-oest del país i el reforçament dels dics marítims al llarg de la costa holandesa va esdevenir famós sota el nom de «Pla Delta». La construcció més impressionant del Pla del Delta és la barrera contra els temporals de mar a l'Escalda oriental. Originàriament el Pla del Delta tenia previst tancar tots els estuaris entre l'Escalda occidental i la via fluvial de Rotterdam. Tanmateix, a començaments dels setanta i a causa de les discussions sobre l'empitjorament del medi ambient a l'Escalda oriental per la construcció d'aquesta barrera, es va haver de construir una

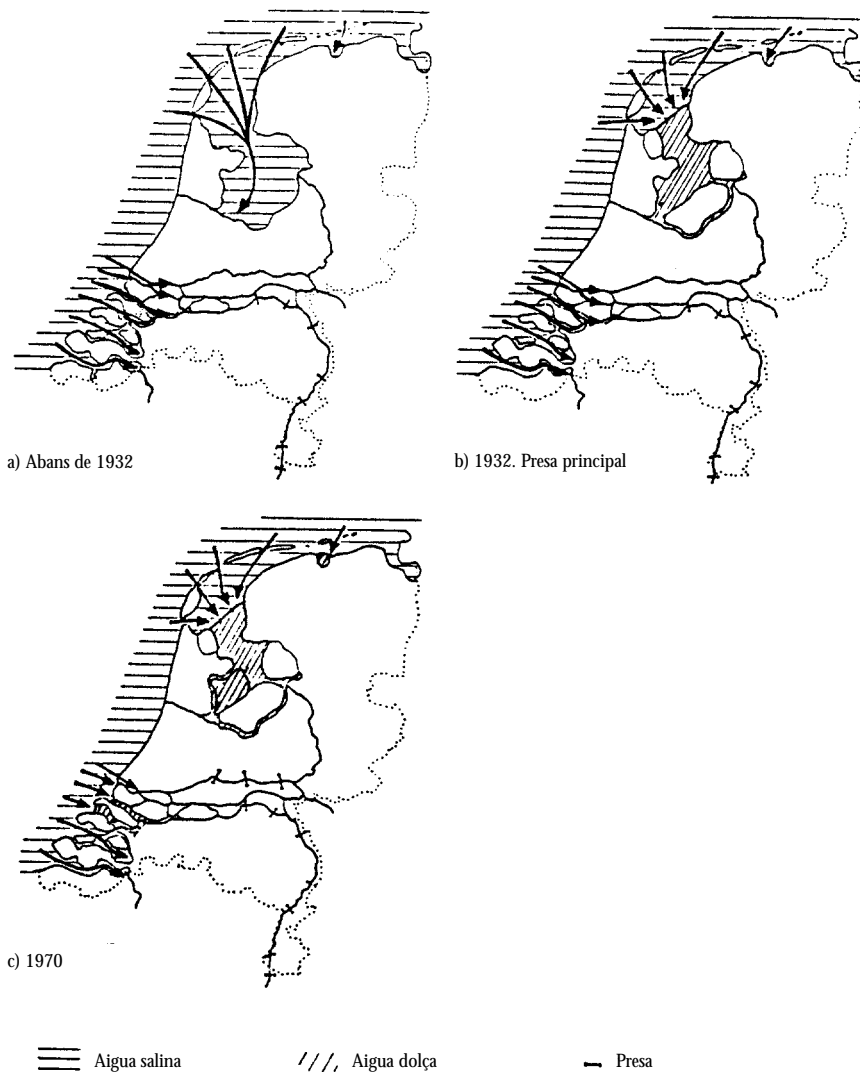


Figura 3. La protecció enfront dels temporals de mar i la salinització.

nova barrera que només s'hauria de tancar durant els temporals en substitució de l'anterior.

A principis dels anys vuitanta nous descobriments científics van demostrar l'impacte simultani de la penetració dels temporals de mar en la conca del Delta Nord i de la influència de les ampliacions dels ports, així com els augments de profunditat de les entrades. El nivell projectat pels dics era 0,6 metres més alt que els valors obtinguts per models fets a escala a començaments dels anys

seixanta. Segons la llei del Delta, els dics de Rotterdam havien de ser reforçats de nou. La realització d'un reforçament dels dics a Rotterdam duraria entre trenta i quaranta anys. L'alternativa era el tancament de la via fluvial del Rotterdam durant els grans temporals.

L'any 1989 el govern dels Països Baixos, amb el suport del parlament, va decidir de construir una barrera mòbil a la via fluvial de Rotterdam. Aquesta barrera, amb una obertura de 360 metres (l'amplada de navegació actual) i un llindar de 17 metres per sota el nivell mitjà del mar (1 metre per sota el fons actual) serà tancada un cop cada deu o quinze anys. La construcció té dues comportes. Cada comporta amb el seu contrafort té la mateixa grandària que la torre Eiffel de París. El pes de cada comporta és dues vegades més gran que el de la torre.

El perill d'inundacions defineix el grau de protecció

El Pla del Delta es va basar en un nou enfocament de la protecció davant les inundacions. Fins l'any 1953 la política emprada en relació amb les obres per a la protecció contra les inundacions es basava en el nivell d'aigua màxim observat (que normalment era augmentat en un metre) i en la força d'escomesa de l'onada.

Abans d'aquesta data, alguns enginyers del Rijkswaterstaat van intentar de convèncer els poders públics de basar les decisions de nivells de protecció en el càlcul de probabilitats. La proposta, però, no va reeixir.

Després del desastre de l'any 1953 l'opinió dels poders públics va canviar. La protecció davant les inundacions i la reducció de desastres es basen actualment en la investigació científica dels processos morfològics i físics. El Comitè del Delta, l'organisme científic i de gestió i assessorament del govern, va recomanar de basar la seguretat de les diferents àrees vorejades pels dics dels Països Baixos en l'estimació probabilística de les inundacions. Les obres de defensa marítima han estat dissenyades segons aquests nivells de seguretat, definits com el temporal de mar que té una freqüència de 1/10.000/any pels compartiments dels dics densament poblats i econòmicament importants de la part central dels Països Baixos (les àrees als voltants de Rotterdam, Amsterdam i la Haia) i en 1/4.000/any pels departaments dels dics menys poblats d'aquest país. Des del desastre de l'any 1953 la seguretat de les regions situades a nivells més inferiors d'aquest país s'ha incrementat en un factor que va entre 40 i més de 100.

A mitjan anys setanta els nivells de seguretat dels compartiments al llarg dels rius principals es van establir segons una freqüència d'1/1.250/any. L'any 1985 noves investigacions van demostrar que el riu arribaria a nivells més alts durant els cabals projectats que la calculada a principis dels setanta.

Reforçament dels dics fluvials

Després del desastre causat pel temporal de mar de l'any 1953, les autoritats i la població de les regions situades al llarg dels rius Rhin i Mosa van sol·licitar al govern l'elaboració d'una sèrie de directrius i de fons per reforçar els dics fluvials. El govern va presentar una sèrie de directrius preliminars, però els recursos

monetaris foren insuficients. El govern i el parlament van pensar que la protecció davant els temporals de mar tenia prioritat pels motius següents: aquests temporals es produeixen sobtadament i deixen només unes hores de marge per avisar les autoritats i alertar la població. Els temporals amenacen les regions més baixes, més densament poblades i econòmicament més importants del país. L'evacuació de la població és impossible. El temps d'alerta quan es produeixen aiguats causats pels rius es pot comptar en dies i proporciona la possibilitat d'evacuar la població tal i com es va fer a principis de l'any 1995. L'amenaça dels temporals és l'aigua salada; amb la inundació de l'aigua salada es destrueix la vegetació i fa que la terra romangui inadequada per a l'agricultura durant anys. Les inundacions fluvials no tenen aquest impacte. Finalment, el tancament dels dics del mar és més difícil que el dels dics al llarg dels rius a causa dels corrents de les mareas que excaven canals profunds en l'obertura del dic. Un cop es van haver finalitzat les obres del delta als anys vuitanta, el reforçament dels dics fluvials es va iniciar amb tota rapidesa. Els nous resultats de les investigacions recomanaven dics més alts, però per a la manca de recursos monetaris i per l'oposició dels grups ecologistes, les obres es van endarrerir.

Per tal de complir els estàndars de seguretat, les autoritats van crear un pla de reforç. Les intencions d'aquest pla van donar màxima prioritat als dics més dèbils (probabilitat de ruptura d'1/100/any); seguidament es va donar importància als dics que ja tenien un cert reforç (entre 1/100 i 1/500/any) i es va donar menys prioritat als dics que pràcticament complien els estàndars requerits (més d'1/500/any). Cada any el pla es posa al dia. L'any 1993 uns 830 quilòmetres de dic van haver de ser reforçats. Tanmateix, era sabut per algunes persones enteses que uns 120 quilòmetres de dic es trobaven en un estat molt fràgil.

Preservació de la costa del mar del Nord

La protecció envers els temporals de mar i les avingudes fluvials descrites en els paràgrafs anteriors fa referència especialment a estructures de construcció humana, però els elements més exhaustius de protecció al llarg de la costa del mar del Nord són les dunes. Durant segles el mar es va emportar gran part de les dunes a causa de l'augment del nivell del mar i dels corrents. En alguns llocs les dunes són dèbils i s'han de reforçar periòdicament. Per tal de fer front al lent procés d'erosió de les dunes, el govern va decidir l'any 1990 de preservar la costa tal i com es trobava aquell any. L'emplenament artificial de la platja assegura la preservació de la costa. La preservació de la costa del mar del Nord és l'últim element en el concepte de protecció als Països Baixos.

Les inundacions recents acceleren el pla de reforç dels dics

Inundacions al Rhin

L'any 1993, grans puntes d'avinguda van afectar la part baixa del Rhin. L'onada més intensa va passar per la frontera germanoholandesa el 25 de desembre. La

descàrrega va ser d'11.100 m³/s i tenia un període de retorn de 25 anys. Pocs coneixien el mal estat dels 120 quilòmetres de dic dèbils. A causa d'això, les autoritats van considerar l'evacuació de la població en perill, però van rebutjar la idea perquè una evacuació no planificada causaria pànic. Durant l'any 1994, les juntes d'aigües i les províncies van investigar les conseqüències que tindria el col·lapse d'un dic. La seva conclusió fou que un dia després del col·lapse diverses àrees podrien quedar inundades uns 5 metres. Els danys materials podrien arribar a sumar més de 10.000 milions de florins.

Entre gener i febrer de 1995 una altra onada d'avingudes va afectar el Rin. Alguns dies abans que la màxima intensitat arribés als Països Baixos, el servei d'informació d'aiguats va preveure un fenomen amb un període de retorn de 50 anys. Les autoritats ja no podien garantir la seguretat dels dics i l'evacuació de la població era l'única possibilitat. En els dos dies següents 200.000 persones van haver de deixar les seves cases portant tantes pertinences com els fos possible. També els ramats van ser evacuats. Una setmana més tard es va veure clar que el dic aguantaria. Però en alguns llocs va faltar poc perquè succeís el contrari.

Immediatament després de les inundacions de 1995 es va desenvolupar una nova estratègia. Els punts principals d'aquesta estratègia són:

- Acceleració del pla de reforç:
 - Els dics més dèbils (es va comprovar que n'hi havia 140 quilòmetres) han de ser reforçats l'any 1996.
 - Els 660 quilòmetres de dic restants s'han de realitzar l'any 2000 en comptes de l'any 2008.
- El mes d'abril de 1995, el govern i el parlament van formular una llei especial per reforçar els 140 quilòmetres de dics dèbils en dos anys. Normalment les activitats de reforç han de respectar 19 lleis (entre les quals hi ha la llei d'expropiació). Aquestes lleis van quedar suspeses amb aquesta llei especial. Una decisió del govern provincial legalitza el pla de reforç.
- El govern va concedir més pressupost per a la realització del reforç dels dics.

Els holandesos sempre van fixar la seva atenció a l'aixecament i reforç dels dics, però el cabal dels rius pot estar encara influït per la gestió fluvial. L'eixamplament dels rius, en particular, pot fer baixar el nivell d'aigua d'avinguda. Durant la conferència d'Arles (febrer de 1995) alguns ministres europeus amb competències en medi ambient van acordar de donar més espai als rius en les planes subjectes a inundacions. Això comporta aturar la construcció d'edificacions i també la d'altres usos d'aquestes planes. Potser les discussions sobre l'ampliació dels rius marcaran un canvi decisiu en l'estratègia de seguretat per a les àrees situades al llarg del seu curs.

Aigües altes al Mosa

Pels voltants de Nadal de 1993, una avinguda va afectar també el Mosa. A la frontera entre Holanda i Bèlgica la descàrrega màxima va ser de 3.100 m³/s. Fou la descàrrega més alta que mai s'havia enregistrat, amb un període de retorn

d'1/125/any. Uns 200 km² van quedar inundats i unes 13.000 persones van haver de deixar les seves cases. Els danys materials van superar els 250 milions de florins.

Això va consternar la població holandesa. El govern va decidir d'investigar com es podien protegir els habitants de la plana inundable davant una possible inundació en el futur. Durant l'any 1994 es va realitzar una anàlisi de l'estratègia que caldria seguir. Aquesta anàlisi considerava dues estratègies principals:

- L'augment de la capacitat de descàrrega a través de:
 - L'aprofundiment del canal principal.
 - L'ampliació del canal principal mitjançant la construcció de canals paral·lels.
- La construcció de nous dics al voltant del medi construït.

L'estratègia òptima va resultar ser una combinació de les estratègies esmentades. Abans que les discussions sobre la proposada estratègia finalitzessin, una nova avinguda va afectar el Mosa a finals de gener i principis de febrer de 1995. La màxima intensitat va ser una mica més baixa que la de 1993. Però l'onada va durar pràcticament una setmana i va produir nivells d'aigua més alts en les àrees centrals i també riu avall. De nou més de 10.000 persones van abandonar les seves cases. L'experiència obtinguda amb la inundació de 1993 va donar bons resultats. Aquest cop els danys van sumar 125 milions de florins. Però el xoc psicològic fou molt gran. Es repetiria de nou aquest fenomen cada hivern?

En qüestió de setmanes, el govern va decidir d'adoptar l'estratègia proposada i ho va incloure dins del pla de seguretat dels rius. Una part de l'estratègia es realitzarà a curt termini. Els anys 1995 i 1996 es van construir dics que resisteixen aiguats amb un període de retorn d'1/50 segons la situació actual. L'ampliació del riu comportarà la seguretat de les àrees de terraplens en un 1/250 l'any a llarg termini. Molts dics han estat completats l'any 1995.

Conclusions: la llei de protecció contra les inundacions, l'eina per mantenir la seguretat assolida

El problema generacional

Després de completar el Pla del Delta i el reforç dels dics fluvials, fet que va comportar unes grans despeses, és el deure de les noves generacions de mantenir la seguretat assolida davant els temporals de mar i les inundacions fluvials. Aquest problema, tal i com ho demostren les experiències del passat, és molt difícil de resoldre. La generació que ha sofert els desastres està convençuda que això no ha de tornar a passar i està d'acord amb les mesures de protecció i ben disposat a pagar-les. La segona generació continua convençuda d'aquestes mesures però n'assenyala els desavantatges: parts de ciutats i pobles s'han de derruir i el medi ambient i el paisatge queden afectats. S'han de fer construc-

cions cares per tal de compensar els desavantatges. A la tercera generació li manca l'experiència amb desastres i només ha estat informada pels avis i pares i, per tant, arriba a la conclusió següent: «Oblidem-nos dels desastres, això ja no passarà més»; és una conseqüència dels alts nivells de seguretat.

Cal, però, continuar lluitant. Això es pot explicar amb les conseqüències de la xifra mitjana prevista de 0,60 metres de pujada del nivell del mar segons els nostres estàndards de seguretat davant els temporals. Com ja s'ha esmentat anteriorment, les obres de defensa del mar han estat dissenyades per nivells de seguretat d'un 1/10.000 i 1/4.000/any per les diferents regions d'aquest país. Una acceleració en la pujada del nivell del mar de 0,60 metres durant el segle vinent comporta una davallada de factor 10 en la seguretat. Un augment del nivell del mar de 60 centímetres reduiria els nostres esforços dels darrers quaranta anys, pel que fa a les obres de defensa del mar, a un factor 4 i 10 si no prenguéssim les mesures apropiades, tot i ser cares, per evitar-ho. Aquestes xifres subratllen el significat vital de complir sempre amb els nivells de seguretat establerts pel Pla del Delta i el reforçament dels dics.

La idea subjacent a la Llei de protecció contra les inundacions

Assabentat d'aquesta situació, el govern dels Països Baixos ha formulat un projecte de Llei de protecció contra les inundacions. El projecte s'està discutint avui dia al parlament. Els primers resultats dels debats parlamentaris mostren una àmplia aprovació dels punts principals de la llei. En aquest projecte s'ha ideat a llarg termini un procediment per tal de garantir els nivells de seguretat pels diferents compartiments del dic.

La llei està basada en el principi que cada cinc anys les juntes d'aigües han d'informar sobre la situació actual dels seus dics en referència al desenvolupament de les condicions hidràuliques (canvis en la previsió de temporals i inundacions dels rius, l'augment del nivell del mar i d'altres circumstàncies climàtiques) els governs provincials. Els dotze governs provincials han d'informar el govern nacional sobre la seguretat actual dels compartiments dels dics i de les accions necessàries d'última hora en la seva àrea jurisdiccional. Un cop s'han fet les consideracions anuals de les autoritats competents, el govern nacional ha d'informar el parlament de la seva decisió sobre la protecció dels Països Baixos per fer front a aquestes amenaces.

En la Llei de protecció contra les inundacions, la reorganització a gran escala de les juntes d'aigües des dels anys cinquanta ha portat a la modificació de la llei anteriorment esmentada sobre l'organització de les autoritats d'aigües de l'any 1900. Les intervencions del govern nacional en les competències de les juntes d'aigües durant les inundacions fluvials seran suprimides. A causa de la considerable reducció en el nombre de juntes d'aigües i de l'increment proporcional d'aquestes institucions, des del punt de vista directiu, tècnic i científic, no hi ha necessitat que el Rijkswaterstaat intervingui durant les inundacions. Els sistemes d'alerta s'adaptaran legalment a la pràctica actual. Un altre motiu de l'adaptació dels plans d'alerta és la finalització del Pla del

Delta i els reforçaments dels dics. A causa d'aquestes obres de protecció els nivells d'alerta i vigilància es poden augmentar. En compensació per la reduïda freqüència de vigilància dels dics, la llei recomana retalls en el futur.

La llei és el pas següent en la lluita per la vida contra els temporals de mar i les inundacions fluvials. Indubtablement no serà l'últim pas, perquè el canvi climàtic i l'augment del nivell del mar obligaran a prendre noves mesures en el futur.