

Informe sobre la viabilitat tecnològica del vot electrònic

**Diagnosi de la situació actual i recomanacions
per a la seva correcta implementació a Catalunya**

**Dr. Andreu Riera
Director General
Scytl Online World Security S.A.**

Barcelona, 24 d'octubre de 2003

Informe sobre la viabilitat tecnològica del vot electrònic

Diagnosi de la situació actual i recomanacions per a la seva
correcta implementació a Catalunya

Andreu Riera

Barcelona, Octubre de 2003

Treball realitzat per encàrrec de la Fundació Jaume Bofill

© Copyright 2003 Scytl Online World Security S.A., Barcelona.

La informació continguda en aquest document no pot ésser utilitzada ni adaptada, total o parcialment en cap suport material o electrònic, sense el consentiment previ per escrit de Scytl Online World Security S.A.

Continguts

CONTINGUTS	3
SOBRE L'INFORME	4
SOBRE ELS AUTORS	5
RESUM EXECUTIU	6
1. PART I: DIAGNOSI DE LA SITUACIÓ ACTUAL	8
1.1. DEFINICIÓ I MODALITATS DE VOT ELECTRÒNIC	8
1.2. AVANTATGES DEL VOT ELECTRÒNIC	12
1.3. EXPERIÈNCIES PRÈVIES	13
1.3.1. <i>Arreu del Món</i>	14
1.3.2. <i>A Catalunya</i>	19
1.4. ESFORÇOS D'ESTANDARDITZACIÓ I HOMOLOGACIÓ	20
1.4.1. <i>Organització per l'Avanç dels Estàndards d'Estructuració de la Informació</i>	21
1.4.2. <i>Institut d'Enginyers Elèctrics i Electrònics</i>	22
1.4.3. <i>Comissió Electoral Federal dels Estats Units</i>	22
1.4.4. <i>Consell d'Europa</i>	22
1.5. CONSIDERACIONS SOBRE LA SEGURETAT I LA CONFIANÇA DELS SISTEMES DE VOTACIÓ ELECTRÒNICA ACTUALS	23
2. PART II: RECOMANACIONS PER A UNA CORRECTA IMPLEMENTACIÓ A CATALUNYA	25
2.1. ESTRATÈGIA GENERAL D'IMPLEMENTACIÓ	25
2.2. SEGURETAT I CONFIANÇA	29
2.2.1. <i>Mesures de seguretat comunes</i>	30
2.2.2. <i>Mesures de seguretat específiques d'un sistema de votació</i>	31
2.2.3. <i>Identificació dels votants</i>	32
2.3. AUDITORIA	35
2.4. DISPONIBILITAT I FIABILITAT	36
2.5. USABILITAT	37
3. CONCLUSIONS	40
REFERÈNCIES	42

Sobre l'informe

Darrerament la votació electrònica està rebent molta atenció per part d'un bon nombre de països d'arreu del món, que estan actualitzant els seus sistemes de votació o com a mínim han endegat projectes per analitzar com millorar o complementar els sistemes actuals. El present informe pretén ser una contribució a aquest tipus d'iniciatives, enquadrant-ho específicament al cas de Catalunya i des d'una vessant bàsicament tecnològica.

L'informe analitza el moment actual de la votació electrònica considerant-ne els factors tècnics essencials, i també recomana una estratègia d'implementació a Catalunya. Donat que l'informe es centra en els aspectes tecnològics i d'implementació tècnica, es fa necessària una revisió addicional del tema des dels punts de vista sociopolític i jurídic.

L'anàlisi efectuat en la primera part de l'informe defineix el concepte de vot electrònic, situant-lo en context. També llista les diferents modalitats de vot electrònic i les avantatges que suposen, enumera les principals experiències de votació electrònica arreu del món i a Catalunya, i revisa els esforços d'estandardització internacionals en aquest àmbit. En l'últim punt d'aquest anàlisi s'introdueixen les mancances de seguretat de les solucions actuals de votació electrònica, que afecten la percepció de confiança dels electors i de les autoritats electorals.

A la segona part de l'informe s'inclouen consideracions útils per tal de definir una estratègia d'implementació del vot electrònic a Catalunya, amb recomanacions tècniques concretes per garantir-ne l'èxit. Es proposa una divisió de la implementació en diferents fases, i per cadascuna d'elles s'indiquen diverses actuacions. Tot i que les recomanacions realitzades són vàlides a curt i mig termini, s'ha intentat fer-les el màxim d'independents de futurs canvis en la tecnologia.

Aquest informe està adreçat a totes aquelles persones interessades en la votació electrònica i especialment en aquelles qüestions derivades de la seva implementació tècnica a Catalunya. S'ha intentat escriure en un llenguatge que permeti fer-lo entenedor també a persones amb uns coneixements limitats sobre les tecnologies de la informació i les comunicacions.

Sobre els autors

El present informe ha estat realitzat pel Dr. Andreu Riera, amb la col·laboració de Jordi Puiggalí i Jordi Castellà.

Andreu Riera és autor d'una de les dues úniques Tesis Doctorals a Europa sobre solucions criptogràfiques de seguretat per a sistemes de votació electrònica. Va iniciar la recerca en aquest àmbit l'any 1995 des del grup de recerca en criptografia de la Universitat Autònoma de Barcelona. L'extensa activitat de recerca realitzada des d'aquell moment es troba recollida en publicacions científiques internacionals, capítols de llibre, i en la seva Tesi Doctoral "*Design of Implementable Solutions for Large Scale Electronic Voting Schemes*" [12], defensada el 1999. Andreu Riera és coautor de cinc sol·licituds de patent internacionals, dues d'elles de models tècnics per portar confiança a sistemes de votació electrònica. També ha realitzat en varis països europeus nombroses ponències en conferències i seminaris sobre protocols criptogràfics de votació electrònica segura, i actualment assessora al Senat Espanyol sobre la correcta implementació del vot electrònic pel que fa a aspectes de seguretat. Andreu Riera és fundador i conseller delegat de Scytl Online World Security S.A., líder mundial en el desenvolupament de solucions de seguretat per al vot electrònic. Sota la seva direcció, Scytl ha desenvolupat un producte software pioner en l'ús de tècniques de seguretat avançades per a garantir confiança en la votació electrònica [17]. Aquestes mesures han estat testades amb èxit en diverses proves pilot de votació electrònica, a varis països europeus.

Jordi Puiggalí és Cap de Tecnologia de Scytl, i màxim responsable del desenvolupament tècnic del producte de seguretat de l'empresa. Jordi Puiggalí acumula una dilatada experiència en la coordinació tècnica de diferents proves pilot de votació electrònica.

Jordi Castellà és membre de l'equip de recerca de Scytl, i és coautor de quatre sol·licituds de patent internacional, dues d'elles de sistemes tècnics per portar confiança a sistemes de votació electrònica mitjançant mesures de seguretat avançades. També ha treballat estretament en la implantació de protocols criptogràfics de votació electrònica en sistemes de votació electrònica remota.

Resum executiu

Un sistema de votació electrònica és aquell en que els votants expressen la seva preferència de vot mitjançant un dispositiu electrònic, que emmagatzema el seu vot en format digital. Segons si l'emissió del vot es fa presencialment en els col·legis electorals o remotament des de fora dels mateixos, direm que la votació electrònica és presencial o remota. Tant en un cas com en l'altre, la votació electrònica presenta un seguit d'avantatges sobre la tradicional votació amb paper actualment en curs a Catalunya. Les avantatges són especialment palpables en el cas de la votació electrònica remota, que podria fàcilment configurar-se com una alternativa a l'actual vot per correu (complementant-lo o bé substituint-lo per complet).

Actualment no existeix un estàndard global de votació electrònica, encara que diverses organitzacions hi estan treballant. A més, la majoria dels sistemes de votació electrònica utilitzats fins ara no disposen d'una seguretat adequada, i com a conseqüència generen una manca de confiança que resulta molt negativa donada la sensibilitat dels processos electorals. Per fer-ho més greu, els sistemes de vot electrònic actuals no són oberts i obliguen per tant a confiar cegament en el fabricant. El debat sobre la confiança dels sistemes de votació electrònica és especialment acusat als Estats Units però s'està estenent també a Europa. La seguretat i la confiança són doncs, segons coincideixen tots els experts, els principals reptes dels sistemes de votació electrònica en el pla tecnològic. És imprescindible posar tots els esforços en assolir un nivell de seguretat molt alt en aquest tipus de sistemes. Val a dir que existeixen solucions tècniques ja desenvolupades que faciliten aquesta tasca.

S'han realitzat ja nombroses experiències prèvies de votació electrònica, especialment en el cas de la votació electrònica presencial que es troba completament implantada en un significatiu nombre de països. Catalunya participa des del 1995 en el conjunt de països que han realitzat proves pilot de votació electrònica. La situació actual de l'experimentació a Catalunya fa recomanable la definició amb rigor d'una estratègia d'implantació, dividida en fases, que transcendeixi la mera realització de proves pilot sense un fil conductor entre elles.

Informe sobre la viabilitat tecnològica del vot electrònic

La gradualitat en l'estratègia d'implementació és un factor clau d'èxit. A més, cal preveure la realització d'estudis de viabilitat previs i també d'anàlisis posteriors, cal planificar i realitzar amb certa continuïtat proves pilot vinculants en votacions reals, i cal emprar múltiples canals electrònics d'emissió de vots (sistemes presencials, Internet, telèfons mòbils, quioscs).

El vot electrònic amb seguretat i confiança és sens dubte possible des del punt de vista tecnològic, i si s'implementa correctament, pot dur a una millora substancial en els actuals processos electorals a Catalunya, especialment pel que fa a les necessitats de mobilitat i de comoditat de l'electorat del segle XXI.

1. Part I: Diagnosi de la situació actual

1.1. Definició i modalitats de vot electrònic

A Europa tradicionalment la votació s'ha realitzat amb paper i caixes físiques: els votants introdueixen una papereta en un sobre de paper, s'identifiquen amb un carnet físic davant dels membres d'una mesa electoral, i si formen part del cens i no han votat prèviament, dipositen el sobre en una urna segellada. Al finalitzar el període de votació els membres de la mesa electoral obren la urna i realitzen el recompte dels vots manualment sota l'atenta mirada de tots ells i també de compromissaris i observadors. Els resultats parcials obtinguts en el conjunt de meses electorals han de reunir-se per formar totals i finalment s'ha de procedir a la difusió de resultats. A aquest procés estàndard de recollida de vots cal afegir-hi altres vies menys regulars com la del vot per correu, basada també en el paper.

L'aparició de la informàtica i les xarxes de comunicacions va introduir sistemes electrònics als processos electorals com a qualsevol altre activitat humana al darrer quart del segle XX. No obstant, aquesta introducció de tecnologia va afectar exclusivament als processos de *back-end* (reunió de resultats parcials i difusió de resultats). El *front-end* dels sistemes de votació (la interacció entre el votant i la mesa electoral corresponent) seguia sent tradicional, amb el paper i les caixes físiques, o el vot per correu.

Parlarem de votació electrònica quan els sistemes tecnològics es desplacen a la part frontal del procés electoral, o sigui, quan el votant interacciona amb un dispositiu electrònic per tal d'emetre el seu vot cap a la mesa electoral. En un sistema de votació electrònica, els vots ja no es suporten en paper, sinó que tenen un format digital.

Les primeres versions de sistemes de votació electrònica estaven bàsicament enfocades a llegir les paperetes de votació (per exemple amb reconeixement òptic) i realitzar el recompte de cada mesa electoral automàticament. Aquests sistemes encara utilitzaven com a base la papereta de vot, fet que ocasionava que els mètodes de recompte fossin poc fiables (només cal recordar els problemes en les eleccions presidencials nord-americanes a l'Estat de Florida de l'any 2000). Els sistemes de

Informe sobre la viabilitat tecnològica del vot electrònic

reconeixement automàtic de paperetes de paper han anat deixant pas als terminals de vot electrònics que fan la captació de l'elecció del votant directament en format digital (normalment a través d'una pantalla tàctil). Mitjançant aquests terminals de votació es visualitzen les opcions de vot al votant i s'enregistra la seva elecció directament en el dispositiu (vot digital) sense la utilització de paper en cap moment. Darrerament els sistemes que permeten la votació electrònica estan evolucionant fins al punt de fer innecessària la utilització d'un terminal de votació específic per a emetre el vot (es pot utilitzar per exemple un ordinador personal comú o fins i tot un dispositiu propi del mateix votant). En aquest cas s'obre la nova possibilitat, molt prometedora, de la votació remota des d'ubicacions externes als col·legis electorals.

Actualment podem establir una primera classificació dels sistemes de votació electrònica segons si la identificació del votant i la posterior emissió del vot té lloc en un col·legi electoral (votació electrònica presencial) o bé fora d'aquest (votació electrònica remota). En el cas de la votació electrònica presencial podem establir una segona classificació segons si el votant ha d'anar a un col·legi electoral específic o bé pot escollir el col·legi electoral el mateix dia de les eleccions. En la votació electrònica remota podem establir una segona classificació segons si el terminal d'emissió de vots pertany a les autoritats electorals i es troba controlat per personal qualificat (votació electrònica remota supervisada), o bé si el terminal pertany a l'elector i aquest emet el seu vot sense supervisió (votació no supervisada). Aquest últim cas també es coneix com a "vot en pijama". En tot cas, en la votació electrònica remota es fa necessària una xarxa de comunicacions per transportar cada vot des del punt en que aquest s'emet fins al punt on es troba la urna digital que els conté tots.

La votació electrònica presencial pren com a base el mateix model d'identificació dels electors que el d'unes votacions tradicionals: el votant s'identifica presencialment (a Catalunya utilitzant el seu DNI) davant una mesa electoral que li permet accedir als terminals electrònics de vot una sola vegada (per acomplir aquest requeriment es sol entregar al votant un *token* d'un sol ús que habilita la utilització del terminal). Els vots emesos es van guardant en el propi terminal, en format digital, i al tancar el col·legi electoral les autoritats accedeixen a les memòries dels terminals per poder realitzar el recompte. Els terminals de votació acostumen a ser aparells dotats d'una pantalla tàctil mitjançant la qual els votants escullen la seva preferència de vot. Pel fet de que el vot és enregistrat directament en forma electrònica, aquests dispositius es coneixen com a

Informe sobre la viabilitat tecnològica del vot electrònic

dispositius de “registre electrònic directe” o DRE (*Direct Recording Electronic*). Pot tractar-se de sistemes de propòsit general que es puguin reutilitzar per a altres usos entre elecció i elecció (com per exemple un *Tablet PC*) o bé tractar-se de sistemes de propòsit específic, útils exclusivament per a finalitats electorals. En alguns casos els terminals disposen de funcionalitats multimèdia per facilitar la votació a votants amb algun tipus de discapacitats (com és el cas de votants cecs, que poden escoltar les opcions de vot amb uns auriculars i votar sense l'assistència d'una altra persona).

En el cas de la votació electrònica presencial amb col·legi electoral predeterminat, no es fa necessària cap xarxa de comunicació (apart de la que s'usa per a la transmissió de resultats). Quan s'habilita la possibilitat d'escollir el col·legi electoral des del qual es decideix votar, aleshores es fa necessari disposar d'accés distribuït a la totalitat del cens electoral, per tal de comprovar en temps real si un votant ja ha votat o no, amb independència del col·legi des d'on ho hagi fet. En tot cas, en la votació electrònica presencial, els terminals d'emissió i enregistrament de vots no es troben connectats a cap xarxa pública que en permeti l'accés remot.

La votació electrònica remota pretén apropar la votació al votant, eliminant la necessitat de desplaçaments a un col·legi electoral. En la votació electrònica remota supervisada, s'ubiquen centres de participació electoral en punts concrets que aglutinen determinats col·lectius d'electors (llars d'avis, consolats, Casals Catalans, hospitals, ...). En la votació electrònica remota no supervisada, es permet al votant emetre el seu vot des de qualsevol ubicació física sense restriccions.

La identificació del votant en sistemes de votació electrònica remota varia molt segons si es tracta de votació des d'ubicacions supervisades o no. En el primer cas es pot verificar la identitat del votant amb mètodes convencionals (per exemple amb el DNI) al haver-hi uns responsables dels terminals de votació (la legislació hauria de definir quin són i/o com s'escullen). Addicionalment, es pot dotar als electors de credencials digitals que els identifiquin de forma única vers el sistema de votació. Aquestes credencials digitals són l'única manera d'identificar els votants en el cas de la votació remota no supervisada. El procés d'identificació del votant mitjançant credencials digitals té lloc de forma centralitzada en un servidor, que a més verifica que el votant no hagi participat prèviament. A més d'identificar al votant, les credencials digitals

Informe sobre la viabilitat tecnològica del vot electrònic

s'usen habitualment també per imprimir una prova d'autoria irrefutable en els vots digitals per tal de mantenir-ne l'autenticitat al llarg de tot el procés.

La votació electrònica remota requereix una xarxa de comunicacions (típicament Internet) per a la transmissió dels vots des del punt on aquests s'originen fins al servidor de recepció de vots, que els manté centralitzadament fins al final de les eleccions. Cal subratllar que l'emissió remota de vots permet desvincular el votant del col·legi electoral des d'un punt de vista físic, però que des d'un punt de vista lògic cada votant pot seguir vinculat a una certa localització (la identificació digital del votant permet controlar a quina circumscripció i/o municipi pertany).

La votació electrònica remota aporta màxima flexibilitat pel que fa als sistemes d'emissió de vots. La votació electrònica remota supervisada sol basar-se en dispositius de propòsit general dotats de pantalla tàctil, mentre que la votació electrònica remota no supervisada sol obrir-se al ventall de dispositius personals dels votants (con serien ordinadors personals o telèfons mòbils). En el primer cas es manté més control sobre els terminals de votació alhora que els votants estan obligats a desplaçar-se (encara que sigui limitadament).

La taula següent resumeix les principals característiques dels diferents tipus de votació electrònica existents:

Tipus de votació electrònica	Identificació del votant	Necessitat de xarxes de comunicacions	Sistema típic d'emissió de vots
Presencial (col·legi electoral predeterminat)	Amb mecanismes convencionals	Només per a la transmissió de resultats parcials	Pantalla tàctil (de propòsit general o específic)
Presencial (col·legi electoral a escollir)	Amb mecanismes convencionals	Per a la transmissió de resultats i per a l'accés distribuït al cens electoral	Pantalla tàctil (de propòsit general o específic)
Remota (supervisada)	Amb mecanismes convencionals combinats amb	Per transportar vots i per a l'accés distribuït al cens	Pantalla tàctil (de propòsit general)

Informe sobre la viabilitat tecnològica del vot electrònic

	mètodes d'autenticació remota	electoral	
Remota (no supervisada)	Amb mètodes d'autenticació remota	Per transportar vots	PC o bé telèfon mòbil.

Taula 1: Modalitats de votació electrònica

1.2. Avantatges del vot electrònic

Suportar els vots en format digital des de que són emesos fins que són comptabilitzats suposa un nombre d'avantatges davant dels sistemes de vot tradicionals basats en paper. Depenent de la modalitat concreta de votació electrònica les avantatges es fan més o menys paleses. En el cas de la votació electrònica presencial destacariem les següents avantatges:

- Augment de la velocitat i la precisió en el recompte de vots. El fet d'utilitzar vots en format digital de principi a fi elimina possibles errors o dubtes que es poden donar en el recompte manual dels vots; evitant per exemple situacions com les que es van donar en les eleccions a la presidència dels Estats Units l'any 2000.
- S'eviten errors no intencionats per part dels votants (vots nuls involuntaris). Els terminals de vot poden avisar al votant de possibles errors que puguin invalidar el seu vot, com ara la selecció de més d'una opció en una papereta que només permet una opció o el descuidar-se de respondre una qüestió obligatòria.
- Es facilita l'accessibilitat als votants que tenen certes discapacitats. Els terminals de vot poden incorporar mesures (per exemple una descripció audible del vot) que permetin a una persona discapacitada votar sense l'ajuda externa d'una altra persona.
- Es facilita l'ús de diverses llengües, dialectes o vocabularis de forma molt fàcil i natural pel votant, sense la necessitat d'imprimir paperetes en tots els idiomes emprats.
- Es permet una gran flexibilitat per realitzar canvis d'última hora en la configuració de les eleccions o en la papereta de votació, que pot ser modificada fins i tot instants abans de la votació.
- Reducció moderada dels costos de logística de la votació. Utilitzar una representació digital de les opcions de vot elimina la necessitat d'impressió i distribució de paperetes de votació.

Informe sobre la viabilitat tecnològica del vot electrònic

En el cas de la votació electrònica remota les avantatges són superiors, al heretar les descrites anteriorment i afegir-hi les derivades de la dispersió dels punts d'emissió de vots. En aquest sentit destaquen les següents avantatges afegides:

- Reducció dràstica dels costos de logística de l'elecció. El fet d'una banda de poder realitzar l'emissió dels vots de forma completament distribuïda amb sistemes de propòsit general i fins i tot propietat dels propis electors, combinat d'altra banda amb una altíssima centralització de la recollida dels vots, porta a una reducció dràstica dels costos electorals. Una única mesa electoral pot gestionar un subconjunt molt gran de l'electorat i a més, l'augment del nombre de votants que utilitzen el sistema no incrementa linealment els costos.
- Es facilita la independència geogràfica del votant. El votant pot identificar-se remotament i emetre el seu vot sense haver-se de desplaçar a cap col·legi electoral, podent fins i tot votar des de casa seva o des de l'estranger. En aquest sentit la votació electrònica remota es pot veure com una alternativa tecnològica al vot per correu.
- Es facilita l'extensió del període de votació a més d'un dia. Aquests sistemes alliberen el procés electoral de la rigidesa temporal, podent ampliar el període de votació sense implicar una presència directa dels membres de les meses electorals o de les autoritats electorals.

El conjunt d'avantatges descrites faciliten l'accés dels votants als processos democràtics i n'agilitzen la seva celebració. És per això que l'ús de la votació electrònica es troba també en el punt de mira dels responsables de participació ciutadana, a més dels responsables electorals.

Els sistemes de votació electrònica presenten un seguit d'avantatges sobre els sistemes basats en paper, especialment palpables en el cas de la votació electrònica remota.

Observació 1: Avantatges de la votació electrònica

1.3. Experiències prèvies

Vistes les avantatges que aporta la votació electrònica no és d'estranyar que molts governs estiguin interessats en la seva implantació o, com a mínim, en la seva

avaluació. De fet en alguns països la votació electrònica presencial ja es troba completament implantada, mentre que en d'altres s'està plantejant la seva implantació a gran escala. Simultàniament, la majoria de països estan avaluant els sistemes de votació electrònica remota. En qualsevol cas, entre les raons que aquests països sostenen per impulsar la votació electrònica cal destacar les següents:

- Incrementar la participació en les eleccions, facilitant la senzillesa i conveniència de la votació (funcionalitats multimèdia, multi-idioma, independència geogràfica) i habilitant nous canals de participació (televisió interactiva, telèfon, Internet) que evitin els desplaçaments als col·legis electorals.
- Reduir costos electorals, per exemple mitjançant la reducció de meses electorals o evitant o reduint la impressió de paperetes.
- Facilitar el procés de votació a persones discapacitades i a persones desplaçades.
- Incrementar la rapidesa del recompte, sobretot en els països que tenen un procés de recompte complex com és el cas d'Irlanda.
- Habilitar nous canals de participació ciutadana que permetin apropar la democràcia a la població, afavorint els processos per a la realització freqüent de referèndums i consultes.

Seguidament analitzarem més concretament quins han estat els països més actius en l'experimentació de la votació electrònica i l'estat d'aquestes experiències.

1.3.1. Arreu del Món

La votació emprant mitjans electrònics no és nova. Els votants dels Estats Units empen dispositius electrònics des dels anys 1960. Aquests dispositius han estat els predecessors dels terminals de votació electrònica actuals. També destacaríem Holanda en el grup de pioners, país que va reformar la seva llei electoral al 1965 per donar entrada a la votació electrònica, i que a partir del 1974 va introduir progressivament els dispositius electrònics per votar. De les hores ençà, altres països s'han anat sumant per avaluar i implantar la votació electrònica en els seus processos electorals.

Alemanya

La ciutat de Colònia va decidir introduir el vot electrònic presencial al 1997 utilitzant terminals de votació en alguns col·legis electorals [25]. Posteriorment es van realitzar dos projectes més al 1998 i al 1999, durant les Eleccions Legislatives Federals i les Eleccions Europees respectivament. A les Eleccions al Parlament del mes de maig del 2000, la tecnologia de vot electrònic es va estendre a tots els col·legis electorals de la ciutat de Colònia. La iniciativa de Colònia va ser secundada per unes deu ciutats més de Renana-Westfalia. Una enquesta sobre 1.750 votants que havien utilitzat el sistema de votació electrònica a les proves pilot de 1998 a la ciutat de Colònia va desvetllar que el 73% pensava que el sistema tenia més avantatges que desavantatges, un 87% considerava l'ús generalitzat del sistema, el 70% el va trobar més senzill que els sistemes tradicionals, el 86% el va trobar més ràpid, i un 75% el veia com una forma d'evitar errors durant el recompte.

Austràlia

L'any 2001 Austràlia va reformar la seva llei electoral per permetre el vot electrònic de forma presencial, i les primeres eleccions electròniques es van celebrar l'octubre del 2001. Actualment la Comissió Electoral Australiana vol realitzar proves pilot de votació electrònica remota amb els residents fora del país, entre el 2004 i 2005.

Bèlgica

Donada la obligatorietat de la votació en aquest país, el 1989 Bèlgica va iniciar un estudi sobre l'ús de dispositius electrònics en la votació presencial per tal de facilitar al màxim els processos de votació i també de recompte. A partir de l'any 1994 la utilització de terminals de votació electrònica en les eleccions públiques ha augmentat progressivament fins a l'actualitat, on la majoria de votants els empren. L'any 2000 Bèlgica va iniciar un estudi sobre la viabilitat del vot electrònic remot.

Brasil

Brasil va iniciar estudis per a la implantació del vot electrònic presencial el 1990 [23]. El 1996 va informatitzar el procés de votació, i l'any 1998 els electors van utilitzar unes 90.000 urnes electròniques en les eleccions públiques. A les eleccions municipals del 2000 el 100% dels votants van emprar urnes electròniques. Degut a la dimensió del cens electoral, Brasil és un dels exemples més representatius d'implantació de la votació electrònica presencial.

Canadà

El 1995 la ciutat canadenca de Winnipeg va emprar dispositius electrònics en les eleccions municipals. Actualment 20 ciutats més empen aquest sistema. Una altra ciutat, Markham, celebrarà una elecció vinculant per Internet al novembre del 2003.

França

França va modificar el 1969 la llei electoral [4] per permetre l'ús de dispositius electrònics en la votació. Posteriorment va tornar-la a modificar dos cops (1972 i 1988) per reduir el nombre mínim d'habitants de les ciutats que podien emprar aquests mitjans. Actualment el Ministeri d'Economia francès està elaborant legislació que permetrà realitzar votacions remotes per Internet a les cambres de comerç a partir del mes de novembre del 2004.

EUA

Els votants dels Estats Units varen començar a emprar mitjans electrònics en les votacions públiques arran de la introducció dels cartrons perforats als anys 1960 [25]. Actualment s'empen simultàniament diferents sistemes de votació presencial: lectors òptics (27,5%), sistemes de cartrons perforats (34,4%), màquines de lleves (17,8%), terminals de votació electrònics DRE (10,7%), les tradicionals paperetes de paper (1,3%), i sistemes mixtos (8,1%). Els percentatges indiquen la proporció de població cobert per cada sistema i fan referència a l'any 2000. L'escàndol electoral a l'Estat de Florida durant les eleccions presidencials del novembre del 2000 va desvetllar moltes deficiències en l'equipament electoral que s'emprava. En conseqüència, la Comissió Electoral Federal va presentar una proposta per unificar i millorar els requisits per a l'equipament electoral en tots els Estats (la proposta només inclouria la modalitat de votació electrònica presencial). Aquesta és la iniciativa més significativa mundialment en termes pressupostaris.

Holanda

Holanda va reformar la seva llei electoral el 1965 [3], i a partir del 1974 va introduir progressivament terminals de votació electrònica en els col·legis electorals. Actualment el 95% dels votants empen aquests dispositius. El 1998 es va organitzar una prova pilot puntual de votació electrònica remota. Un any més tard es va iniciar un projecte a mig plaç a través del qual els votants havien de poder votar des de qualsevol col·legi

electoral usant Internet. Les proves pilot s'havien de realitzar el març del 2003, però el febrer del 2002 es va decidir cancel·lar els pilots per manca de seguretat en la tecnologia escollida.

Irlanda

Durant les Eleccions Generals celebrades el mes de maig del 2002 el govern d'Irlanda va realitzar una prova pilot de votació electrònica presencial [22] entre els votants dels districtes electorals de Dublin North, Dublin West i Meath. Durant l'últim referèndum del 19 d'octubre del 2002 el mateix sistema va ser utilitzat als tres districtes electorals esmentats i a quatre districtes més: Dublin Mid-West, Dublin South, Dublin South West i Dun Laoghaire. Actualment Irlanda s'ha compromès a fer extensiva la votació electrònica a tot el territori substituint per complet el paper.

Panamà

Panamà va realitzar la seva primera experiència de votació electrònica amb la celebració del referèndum del 15 de novembre de 1992. Els votants van utilitzar un element mecànic per perforar la papereta i registrar el seu vot. A les eleccions generals del 1999 es va desenvolupar un pla pilot de votació electrònica opcional en setze centres, amb un total de 7.276 electors. El terminal de votació era un ordinador amb pantalla tàctil que mostrava les paperetes de forma que els electors únicament havien de prémer sobre la opció desitjada.

Regne Unit

El Regne Unit va iniciar l'any 2000 un ambiciós projecte [26] d'implantació de la votació electrònica multicanal que ha de finalitzar el 2008-2009 amb la completa implantació de la votació electrònica en tot tipus d'eleccions. Fins ara s'han realitzat proves pilot dins del marc de les eleccions municipals (2002 i 2003) en un conjunt limitat de municipis. En tots dos casos es van usar de forma vinculant diversos canals de votació electrònica, tant remots com presencials, de forma individual o multicanal depenent del municipi: televisió interactiva, telèfon, missatges curts SMS, Internet, quioscs, i sistemes DRE de propòsit específic. Fins al moment aquesta és la iniciativa més ambiciosa a nivell mundial d'incorporació de les diferents modalitats de vot electrònic dins dels processos electorals.

Altres països

A més dels països relacionats, podem destacar-ne d'altres que també han realitzat votacions electròniques presencials vinculants. Es tracta de l'Índia (Eleccions Generals a les Assemblees Legislatives de 1998 [24]), Veneçuela (Eleccions Presidencials de 1998), Mèxic (Eleccions al Consell Estatal de 2000), i Japó (Eleccions Municipals d'Okayama de 2002 [32]). També hi ha països que han realitzat proves pilot de votació electrònica presencial no vinculants com Portugal (Eleccions Municipals de Sao Sebastiao de Predeira de 1997) i Noruega (2003). Altres països han realitzat proves pilot de votació electrònica remota com Àustria (Universitat de Viena, 2003) i Suïssa (Ciutat de Ginebra, 2002-2003). Estònia, Suècia i Grècia es troben en fase d'estudi de la implantació del vot electrònic remot i de planificació de proves pilot (Estònia ha anunciat que permetrà la votació electrònica remota a partir del 2005 per a la totalitat de l'electorat).

Estat Espanyol

A l'Estat Espanyol actualment existeix una ponència del Senat, formada per membres de la Comissió Constitucional i de la Comissió de Ciència i Tecnologia, que està estudiant la viabilitat d'implantar la votació electrònica en els processos electorals espanyols. També s'han realitzat algunes proves pilot de votació electrònica, normalment de tipus remota.

Projectes europeus

Finalment, cal citar també els projectes de recerca en votació electrònica realitzats dins del marc de la Unió Europea. En aquest sentit cal destacar-ne dos: Cyber-vote [20] i E-Poll [21]. Cyber-vote ha estat desenvolupat des del 2000 fins al 2003 en el context del V Programa Marc de Tecnologies de la Societat de la Informació. El seu objectiu era demostrar un prototipus de sistema de votació electrònica remota segura i verificable, emprant diferents tecnologies mòbils i fixes d'Internet. E-poll ha estat impulsat per un consorci d'empreses d'Alemanya, Itàlia, França i Polònia. Va iniciar-se el 2000 i va finalitzar el 2002. El seu objectiu era investigar i desenvolupar un sistema de votació electrònica remota que millorés el procés electoral pels votants i l'Administració.

1.3.2. A Catalunya

La primera experiència de vot electrònic a Catalunya data de l'any 1995. Coincidint amb les eleccions autonòmiques, la Conselleria de Governació i Relacions Institucionals de la Generalitat de Catalunya va impulsar dues proves de vot electrònic presencial amb targeta i urna electrònica en el mateix col·legi electoral. Les experiències van tenir lloc en una mesa de la ciutat de Barcelona i en una del municipi d'Anglès (Girona).

Pel que fa a la votació electrònica remota, Catalunya ha estat clarament pionera a Europa doncs l'any 1997 es van conduir des de la Universitat Autònoma de Barcelona les primeres eleccions vinculants a Europa a través d'Internet, per a la presidència del Capítol Espanyol de Teoria de la Informació del IEEE (Institut d'Enginyers Elèctrics i Electrònics).

L'ajuntament de Sant Bartomeu del Grau va realitzar entre el 23 i el 31 d'agost del 2001 una consulta multicanal [16] emprant ordinadors amb connexió a Internet, paperetes de vot tradicionals i telèfons mòbils (missatges SMS). L'experiència s'ha repetit els anys 2002 i 2003.

El poble de Callús (comarca del Bages) va impulsar una plataforma de participació ciutadana l'any 2002 [15], i periòdicament realitza consultes sobre temes relacionats amb la vila. Tant les propostes com les votacions es realitzen per Internet.

A les eleccions a Rector de la Universitat Autònoma de Barcelona del mes de març del 2002 es va realitzar una prova pilot no vinculant gestionada i patrocinada per l'empresa Scytl. El mes de maig del 2002 es va celebrar una nova prova pilot amb un major nombre de votants, aquest cop coincidint amb les eleccions al Claustre de la Universitat de Barcelona. La prova va ser patrocinada per la Fundació Jaume Bofill [18].

Durant els mesos de juny i juliol de 2002, Barcelona juntament amb les ciutats d'Atenes (Grècia) i Brent (Gran Bretanya) va participar en el projecte de participació ciutadana Euro-Citi [14]. En el cas de Barcelona l'experiència es va dur a terme al

Poble Sec, on els veïns varen poder expressar les seves opinions sobre temes relacionats amb el barri.

El mes de juliol del 2003 la Direcció General de Seguretat Ciutadana de la Generalitat de Catalunya va testar un sistema de votació electrònica (presencial i remota) aprofitant les eleccions sindicals del Cos dels Mossos d'Esquadra [19]. Els agents podien votar en un quiosc de votació amb pantalles tàctils o bé des de casa seva amb les credencials que se'ls havien proporcionat prèviament. Al final de la votació els responsables electorals van destacar la conveniència del sistema i la confiança que els mereixia. El sistema emprat incorporava avançades mesures que permetien complir amb unes exigents necessitats de seguretat.

Finalment, en el marc de les Eleccions al Parlament de Catalunya del 2003, la Conselleria de Governació i Relacions Institucionals de la Generalitat de Catalunya està impulsant una prova pilot de votació electrònica no vinculant, mitjançant la qual més de 23.000 catalans residents a l'Argentina, Bèlgica, EUA, Mèxic i Xile, podran emetre vots digitals a través d'Internet. Els votants podran votar de des casa seva o des dels terminals habilitats en els Casals Catalans d'aquests països. De nou, les mesures de seguretat utilitzades en aquest cas són significatives. Addicionalment es testaran sistemes de votació electrònica presencial en algunes meses electorals. Aquesta és sens dubte l'experiència més important realitzada a Catalunya fins el moment, donat el nombre de votants, els observadors que hi seran presents, el ventall de tecnologies usades, i la seva repercussió.

1.4. Esforços d'estandardització i homologació

La majoria de sistemes de votació electrònica existents gestionen el procés de votació de principi a fi, i no contemplen la interacció amb altres elements ja existents (com ara els sistemes de gestió de censos de votants o els de processament de resultats de les eleccions). A més, no es disposa d'un criteri unificat sobre els requisits principals que ha d'acomplir un sistema de votació electrònic (com ara quines han de ser les garanties de seguretat i auditabilitat). La disparitat de criteris existent a l'hora de definir com s'han de gestionar unes eleccions en format electrònic i de quins requeriments ha d'acomplir l'equipament emprat, ha portat a la necessitat de definir estàndards de votació electrònica i processos d'homologació. Caldria remarcar que tot i que els

estàndards busquen en general el compliment d'unes normes bàsiques de qualitat, funcionalitat, i seguretat dels aparells/aplicacions emprats/des en una votació, una de les conseqüències més positives que porten és la facilitació d'auditories. Per exemple, el fet de treballar amb un format estàndard de dades facilita l'ús d'eines de tercers per auditar la votació (i per tant sense haver de confiar amb les eines proporcionades pel propi fabricant del sistema).

Actualment existeixen diferents esforços d'estandardització internacionals, enfocats bàsicament en dos fronts. El primer (liderat el comitè OASIS) s'orienta a la definició d'un format estàndard de dades electorals per permetre la interoperabilitat de sistemes de diferents fabricants i el lliure flux de dades a través de les diferents fases del procés de votació electrònica. El segon front (destacaríem la iniciativa de la organització IEEE) està més orientat als requeriments a complir per l'equipament tècnic utilitzat en les eleccions. Addicionalment alguns països també disposen de comitès interns enfocats a regular l'ús de sistemes de votació electrònica. En aquest sentit destacaríem els Estats Units (Comissió Electoral Federal) i la Unió Europea (a través del Consell d'Europa).

1.4.1. Organització per l'Avanç dels Estàndards d'Estructuració de la Informació

La Organització per l'Avanç dels Estàndards d'Estructuració de la Informació (*Organization for the Advancement of Structured Information Standards*, OASIS) és un consorci sense ànim de lucre que dirigeix el desenvolupament, convergència, i adopció d'estàndards per al comerç electrònic. El grup dedicat a la votació electrònica ha especificat una metodologia uniforme [5] [6] d'intercanvi de dades electorals entre sistemes hardware i software de diferents fabricants. Aquesta metodologia, coneguda com *Election Markup Language* (EML) està basada en el conegut XML. Entre les propietats que persegueix l'estàndard EML cal destacar les següents:

- Multinacional: l'estàndard ha de poder ser acceptat globalment.
- Flexible: l'estàndard ha de ser independent del mètode de representació, és a dir, ha de ser vàlid en diferents legislacions electorals.
- Multi-idioma: l'estàndard ha de ser suficientment flexible per suportar diverses llengües, dialectes i vocabularis.

- Adaptable: l'estàndard ha de poder suportar eleccions tant en el sector públic com privat.
- Segur: l'estàndard ha d'incorporar mesures per tal d'assegurar la integritat i auditoria de les dades intercanviades. Actualment aquestes mesures són obertes (l'estàndard estableix *què* cal assolir però no concreta *com*).

1.4.2. Institut d'Enginyers Elèctrics i Electrònics

L'Institut d'Enginyers Elèctrics i Electrònics (IEEE) ha endegat el projecte *Voting Equipment Standards* [2] per tal de definir un estàndard que reculli els requeriments i mètodes d'avaluació de l'equipament electoral. L'estàndard proveirà especificacions tècniques que cobriran des dels dispositius electrònics i mecànics emprats en les eleccions fins als factors humans que cal considerar, passant per les característiques de les aplicacions software necessàries en la votació electrònica.

1.4.3. Comissió Electoral Federal dels Estats Units

La Comissió Electoral Federal dels Estats Units (*Federal Election Commission, FEC*) va elaborar un estàndard [7] per a la certificació dels dispositius electrònics utilitzats en els processos electorals, ja sigui en el registre dels votants, en l'emissió dels vots, o en el recompte dels vots. Els fabricants han de certificar els seus dispositius abans que aquests es puguin utilitzar en eleccions públiques als Estats Units. L'estàndard està actualment enfocat a la votació electrònica presencial i no contempla la remota.

1.4.4. Consell d'Europa

El Consell d'Europa ha iniciat el projecte *Making Democratic Institutions Work* [1] amb l'objectiu d'ajudar als Estats Membres a crear un marc polític coherent, aportant instruments pràctics per consolidar les institucions democràtiques i fer que siguin representatives, transparents, i accessibles a tothom. En definitiva es vol encoratjar la participació política dels ciutadans europeus. El projecte pretén consolidar uns estàndards de votació electrònica a nivell europeu. S'espera que el Consell d'Europa publiqui i distribueixi un conjunt de recomanacions no vinculants durant la primera meitat del 2004. Un dels objectius primordials és que el vot electrònic sigui tan segur i

fiable com ho és el vot tradicional, complint els principis fonamentals de les eleccions democràtiques: universalitat, llibertat, igualtat, secret del vot i eleccions directes.

1.5. Consideracions sobre la seguretat i la confiança dels sistemes de votació electrònica actuals

Fins a finals de la dècada dels anys 1990, votació electrònica significava votació electrònica presencial. És per l'aparent seguretat que transmet la votació des de col·legis electorals, i per el desconeixement de la tecnologia, que inicialment la problemàtica sobre la seguretat de la votació electrònica era pràcticament desconeguda. Les mesures de seguretat es centraven en l'entorn on es desenvolupava el procés (mesures de seguretat física i de control d'accés) més que en els propis dispositius tecnològics. L'aparició de les primeres proves de votació electrònica remota va promoure el ràpid sorgiment d'un intens debat sobre la seguretat (vinculat amb la molt coneguda problemàtica de la seguretat a Internet). En els darrers mesos, aquest debat s'ha traslladat finalment també als sistemes tècnics emprats en la votació electrònica presencial. Actualment, doncs, els sistemes de votació electrònica, siguin presencials o remots, estan subjectes a un implacable debat sobre la seva seguretat i la confiança que poden arribar a generar.

En essència, de fet, la problemàtica bàsica és la mateixa en ambdós tipus de sistemes. En unes eleccions convencionals usant paperetes de paper, els votants interaccionen cara a cara amb els membres de la mesa electoral. Per al procés d'emissió de vots s'utilitzen mesures físiques per protegir els requeriments de seguretat i de confiança. En canvi en unes eleccions electròniques, siguin presencials o remotes, entre el votant i la mesa electoral s'hi interposen complexes sistemes electrònics. Els detalls tècnics d'aquests sistemes electrònics no són entesos pels votants ni per les autoritats electorals, però en canvi un nombre d'actors tècnics hi tenen amplis privilegis (programadors, administradors de sistemes i de xarxes, ...).

Els actuals terminals de vot utilitzats per a eleccions electròniques presencials disposen en realitat d'una seguretat molt bàsica orientada a la fiabilitat del dispositiu (evitar la pèrdua de vots per avaries). El secretisme sobre el seu funcionament intern és objecte de molta controvèrsia ja que no hi ha cap manera fiable de garantir l'absència de manipulacions, accidentals o bé intencionades, dels vots enregistrats. És

Informe sobre la viabilitat tecnològica del vot electrònic

ben conegut que els sistemes tancats (no públics) porten ineludiblement a defectes de seguretat i a vulnerabilitats explotables per persones amb informació privilegiada [8]. Malgrat l'oposició dels fabricants a obrir els seus sistemes de votació electrònica, es van realitzar finalment alguns estudis de seguretat independents que revelaren la manca evident de mesures de seguretat adequades. L'any 2003 el codi font dels terminals de vot de l'empresa americana Diebold es va fer públic accidentalment, i un grup d'experts va analitzar-ne la seguretat trobant-hi algunes mancances importants [9]. El govern d'Irlanda per la seva part va encarregar un estudi [10] de la seguretat de la prova pilot de votació electrònica del mes de maig del 2002. El resultat va desvetllar diverses mancances de seguretat que podien alterar la correcció de la elecció.

Per altra banda, els sistemes actuals de votació electrònica remota únicament utilitzen mesures de seguretat convencionals (antivirus, tallafocs, sistemes de detecció d'intrusió) que no són suficients per a les estrictes necessitats de confiança d'un procés electoral. Aquestes mesures s'adrecen bàsicament a protegir perimetralment el sistema contra usuaris no autoritzats o atacants externs. No ofereixen en canvi cap protecció davant d'actors amb privilegis en el sistema, com els administradors, que poden utilitzar aquests privilegis de forma fraudulenta sense deixar cap rastre. En un sistema de votació electrònica remota es fa palesa la necessitat de mesures de seguretat avançada diferents de les usades correntment en les aplicacions de comerç electrònic. En l'actualitat, els resultats de la investigació en protocols criptogràfics aplicats als processos electorals són molt prometedors en referència a solucions de seguretat completes i robustes per a la votació electrònica remota.

<p>Tot i que actualment existeixen solucions adequades, la realitat és que els sistemes usats més freqüentment avui en dia per a la votació electrònica, tant presencial com remota, no ofereixen mesures de seguretat suficients per aportar la confiança necessària al procés electoral.</p>
--

Observació 2: Seguretat en els sistemes de votació electrònica actuals

2. Part II: Recomanacions per a una correcta implementació a Catalunya

El vot electrònic és certament possible des d'un punt de vista tècnic i té el potencial de millorar significativament els processos de participació democràtica. No obstant, per assolir una implementació amb èxit cal seguir una estratègia ben definida, que contempli una introducció gradual en diverses fases. El vot electrònic es pot entendre com una evolució, i no pas una revolució.

En aquesta segona part de l'informe es pretén aportar un seguit de recomanacions, tant genèriques com més detallades, per tal d'arribar a una estratègia d'implementació correcta del vot electrònic a Catalunya.

2.1. Estratègia general d'implementació

La implantació de sistemes de vot electrònic no es pot realitzar de forma dràstica, doncs la seva novetat i la importància dels processos electorals així ho requereixen. Cal una introducció gradual, mitjançant un nombre de fases que responguin a una estratègia clara i ben definida des del primer moment, tot i que s'admeti una certa flexibilitat per tal d'incorporar l'experiència que es derivi del propi procés a mesura que es va avançant en la implementació. El model d'una introducció gradual presenta les següents avantatges principals:

- Es redueix considerablement el risc.
- Tant l'electorat com les autoritats electorals es van familiaritzant amb els nous sistemes.
- És possible perfeccionar els sistemes tècnics a mesura que es van veient els resultats d'una utilització real.
- La inversió a realitzar és progressiva.
- La pròpia introducció gradual va proporcionant informació sobre la velocitat adequada d'implantació.

Una conseqüència directe de la introducció gradual de la votació electrònica és l'increment del nombre de canals simultanis habilitats per a votar. En unes eleccions

Informe sobre la viabilitat tecnològica del vot electrònic

convencionals, els votants poden emetre el seu vot per dos canals: presencialment al col·legi electoral o mitjançant el vot per correu. Amb la introducció de la votació electrònica presencial apareix un nou canal de participació (els terminals electrònics de vot). En el cas de la votació electrònica remota el nombre de canals es diversifica (quioscs, ordinadors personals connectats a Internet, telèfons mòbils, ...).

Deixant de banda l'aspecte de gradualitat, podríem dir en general que el procés d'implementació del vot electrònic a Catalunya hauria de tenir en compte les següents consideracions:

- És important la realització d'estudis multidisciplinars abans de qualsevol actuació, fins i tot en el cas de proves pilot no vinculants.
- Encara més important és realitzar estudis amb posterioritat a qualsevol actuació.
- Cal implicar el nombre adequat d'agents de la indústria, la societat civil i l'administració, així com de la classe política, per definir, implementar i difondre el procés d'introducció del vot electrònic.
- Cal planificar i realitzar amb continuïtat proves pilot i experiències de participació amb diverses tecnologies i mitjançant diferents canals d'emissió de vots.
- És molt important informar a l'electorat, i per això les campanyes de promoció són essencials.
- Cal usar sistemes que hagin estat àmpliament testats en entorns equivalents als que s'utilitzaran. És molt important que el sistema ofereixi garanties d'estabilitat per evitar incidències durant l'elecció que puguin portar a percepcions negatives en referència a la fiabilitat de la votació electrònica.

Per a una correcta introducció gradual del vot electrònic a Catalunya, proposem tres fases, que podrien coincidir amb tres legislatures de forma que es disposaria d'un esdeveniment major (les Eleccions al Parlament) al final de cadascuna de les fases com a fita principal per a la introducció de reformes en el pla tècnic. Al llarg de cada legislatura (de cada fase) es recomana provar i depurar les tecnologies que s'implantaràn en les Eleccions al Parlament mitjançant esdeveniments menors però prou significatius (proves de participació ciutadana, per exemple).

Seguidament veiem les tres fases amb més detall.

Primera Fase

La primera fase consisteix en la realització de proves pilot de votació electrònica presencial no vinculants en diversos col·legis electorals, de manera que es pugui garantir que el col·lectiu de votants sigui força heterogeni. També s'haurien de realitzar proves pilot de votació electrònica remota no vinculant amb el col·lectiu de votants desplaçats o residents a l'estranger, limitat de moment a un conjunt de països. La seguretat ha de ser un punt essencial (cal que des del primer moment es reforci la sensació de confiança). És vital que després d'aquestes proves pilot s'analitzi la millora real que introdueixen els sistemes usats, així com el cost que suposen o l'estalvi de costos que comporten. Una primera decisió important a prendre en base a aquests resultats és si es vol seguir avançant en la implementació de la votació electrònica presencial, i si es vol seguir avançant en la implementació de la votació electrònica remota.

La Generalitat de Catalunya preveu impulsar aquesta iniciativa durant les Eleccions al Parlament de Catalunya del 2003. Les tecnologies emprades han estat ja depurades a partir de les conclusions extretes en experiències prèvies.

Segona Fase

En el cas que es decidís avançar en la introducció de la votació electrònica presencial, durant la segona fase s'hauria d'ampliar el nombre de col·legis electorals implicats, ampliar també el ventall de possibles tecnologies, i fer que els vots fossin vinculants. Estudis posteriors haurien de determinar quina és la millor opció tècnica entre les diferents opcions per a la votació electrònica presencial.

En el cas que es decidís avançar en la introducció de la votació electrònica remota aquesta s'hauria d'habilitar com a alternativa al vot per correu, per a determinats segments de l'electorat ben escollits però extensos (per exemple, els votants del CERA, o persones en hospitals amb la mobilitat restringida). Seria recomanable que els vots fossin vinculants i que el sistema de votació electrònica remota suportés el màxim de canals possibles (Internet, telèfon mòbil, quioscs, ...) sempre que aquests aportin les garanties necessàries (descartaríem a data d'avui la majoria de terminals de telefonia mòbil). També es podrien habilitar addicionalment proves de participació

Informe sobre la viabilitat tecnològica del vot electrònic

remota no vinculants per a tot l'electorat. Estudis posteriors haurien de determinar quins són els canals de participació idonis a mantenir per permetre la votació electrònica remota.

Tercera Fase

La votació electrònica presencial podria substituir completament l'ús de paper en els col·legis electorals. Mantenir simultàniament el vot amb paper i la votació electrònica presencial en principi no té cap sentit si tots els votants han demostrat facilitat en l'ús d'aquests sistemes.

La votació electrònica remota vinculant es podria implantar definitivament com a alternativa al vot per correu per al cens global de votants. Ambdós sistemes (vot per correu i votació electrònica remota) podrien conviure, o bé la votació electrònica podria ser finalment l'únic canal de participació remota. En tot cas aquesta és una decisió a prendre en funció de l'evolució de la introducció, de l'experiència adquirida, i dels estudis realitzats al llarg del procés.

La següent taula resumeix el pla d'implantació de la votació electrònica a Catalunya segons les fases que han estat proposades:

Primera Fase	
Actuació	<ul style="list-style-type: none">• Proves pilot no vinculants de votació electrònica presencial i remota.
Objectiu	<ul style="list-style-type: none">• Iniciar la introducció i fer-ne la societat particip• Avaluar la conveniència de la votació electrònica presencial i de la votació electrònica remota
Col·lectius	<ul style="list-style-type: none">• Un determinat nombre de col·legis electorals• Part dels votants censats al CERA

Informe sobre la viabilitat tecnològica del vot electrònic

Segona Fase	
Actuació	<ul style="list-style-type: none">• Augmentar els col·lectius que participen en les experiències• Augmentar el nombre de canals i de solucions tècniques• Fer els vots electrònics vinculants
Objectiu	<ul style="list-style-type: none">• Selecció de les millors opcions tècniques• Depuració dels sistemes i la seva introducció• Preparar l'electorat per a una introducció massiva
Col·lectius	<ul style="list-style-type: none">• Un nombre major de col·legis electorals• Col·lectius específics de l'electorat (per exemple el cens CERA) participant en votació remota vinculant, i possiblement la resta de l'electorat participant en votació remota no vinculant

Tercera Fase	
Actuació	<ul style="list-style-type: none">• La votació electrònica presencial podria substituir el paper en els col·legis electorals• La votació electrònica remota podria substituir o complementar el vot per correu
Objectius	<ul style="list-style-type: none">• Consolidar l'ús de sistemes electorals electrònics
Col·lectius	<ul style="list-style-type: none">• Tot l'electorat

Taula 2: Fases proposades per a la implantació del vot electrònic

2.2. Seguretat i confiança

Un sistema de votació del tipus que sigui ha de generar confiança als electors, a les autoritats electorals, i als partits polítics candidats. La confiança es genera per diverses

vies, i una d'elles és la presència de mesures de seguretat adequades, especialment quan les eleccions es realitzen per mitjans electrònics.

En aquest sentit, un sistema de votació electrònica ha de contemplar diversos tipus de mesures de seguretat:

- Mesures de seguretat comunes a qualsevol activitat electrònica
- Mesures de seguretat específiques d'un sistema de votació electrònica
- Mesures d'identificació digital dels votants, especialment en el cas de la votació electrònica remota

2.2.1. Mesures de seguretat comunes

Existeixen mesures de seguretat convencionals, que van adreçades a garantir la protecció perimetral dels sistemes contra atacants externs, i la protecció del transport de dades a través d'una xarxa de comunicacions quan es tracta de votació electrònica remota.

Protecció de la integritat del sistema

Un sistema de votació està format per un conjunt de components software (sistema operatiu, bases de dades, aplicatiu de vot...) que poden estar distribuïts en diferents components hardware. Aquests components són els responsables de l'execució de les funcionalitats del procés de votació. Per que el sistema en el seu conjunt sigui fiable s'ha de vetllar per la inexistència de vulnerabilitats que puguin significar un potencial problema de seguretat. Això s'aconsegueix mitjançant auditories d'experts independents i tenint instal·lades totes les actualitzacions de software disponibles.

El sistema ha de disposar addicionalment de mesures que mantinguin la seva integritat, impedit-ne la modificació de components (per exemple mesures antivirus, signatura digital del codi...). Cal disposar també de mètodes de control d'accés que restringeixin l'accés a les diferents parts del sistema únicament i exclusiva als agents autoritzats. El sistema a més ha d'enregistrar traces de tota la seva activitat i generar avisos d'alarma en el cas d'intents de violació de la seguretat.

En el cas de sistemes amb connexió a xarxes de comunicacions externes, cal garantir la protecció perimetral impedit accessos externs no autoritzats. Les comunicacions han de disposar d'un sistema de filtrat de les connexions (per exemple amb tallafocs). Aquest ha de controlar tant els accessos externs de xarxa com els accessos interns entre els diferents components que formen el sistema de l'elecció. Cal bloquejar els accessos que no estiguin permesos, enregistrar tota l'activitat, i avisar en cas d'incidències.

Finalment, la simplicitat és la millor aliada de la seguretat. En el sistema han d'executar-se exclusivament els components mínims necessaris per al correcte funcionament de la votació electrònica.

Protecció de les dades

Algunes dades d'un sistema de votació són molt sensibles, i els administradors del sistema han d'habilitar mesures per garantir-ne la seva privacitat, disponibilitat i integritat. Entre aquestes mesures es recomana sobretot la implantació d'un sistema de còpies de seguretat periòdiques, i una política de control d'accés a les dades.

Protecció de les comunicacions

La protecció del transport de dades a través d'una xarxa de comunicacions vol evitar la modificació o la lectura de dades mentre aquestes circulen a través de la xarxa. Per a això es pot utilitzar xifrat a nivell de transport amb mesures d'identificació de les parts comunicants (per exemple Xarxes Privades Virtuals, SSL...).

2.2.2. Mesures de seguretat específiques d'un sistema de votació

En termes de requeriments de seguretat, una aplicació de votació electrònica és molt especial, i clarament diferent a altres aplicacions. Apart de tractar-se d'una aplicació amb resultats crítics, reuneix un extens conjunt de requeriments de seguretat que sovint són contradictoris entre ells. A més, els atacants interns són, a diferència d'altres aplicacions, una de les preocupacions més serioses.

És per aquests motius que, complementant l'existència de mesures de seguretat comunes com les exposades en la secció anterior, cal dotar el sistema de votació electrònica de mesures de seguretat específicament dissenyades per a les necessitats

electorals. En el centre d'aquestes mesures específiques ha d'existir un protocol criptogràfic de votació a nivell d'aplicació, que persegueixi els següents objectius:

- Garantir completament la privacitat dels votants alhora que es permet la seva identificació.
- Garantir la protecció de la “urna digital”.
 - Mantenir el secret de resultats parcials mentre el període de votació no hagi acabat.
 - Mantenir la integritat dels vots emesos (impossibilitat de modificar-los o eliminar-los).
 - Assegurar la impossibilitat d'addició de vots falsos (només els votants censats han de poder votar i han de poder-ho fer una única vegada).
- Habilitar la verificació per part dels propis votants del tractament dels respectius vots. Cal oferir al votant mecanismes de comprovació de que el seu vot ha arribat a la mesa electoral (per fer el sistema electrònic equivalent als sistemes actuals). Els mecanismes de verificació permeten compensar la manca de transparència d'un sistema electrònic. Cal assegurar no obstant que els mecanismes de verificació no obrin les portes a la coacció o a la venda de vots.

Els protocols criptogràfics de votació han evolucionat durant les dues dècades passades, donant lloc principalment a dos grups: els derivats del concepte de *mixing*, i els que empen xifrat homomòrfic. Els protocols de votació basats en xifrat homomòrfic representen un concepte teòric ideal però comporten grans desavantatges en la seva implementació pràctica, de manera que es recomana clarament l'ús de protocols criptogràfics basats en *mixing*. A Catalunya s'ha desenvolupat tecnologia criptogràfica pionera internacionalment [17], basada en *mixing*, per proporcionar confiança i seguretat a sistemes de votació electrònica, tant remota com presencial.

2.2.3. Identificació dels votants

En la votació electrònica presencial, la identificació dels votants es pot realitzar mitjançant el mecanisme habitual de mostrar el DNI a la mesa electoral. Addicionalment, es pot dotar al votant de credencials criptogràfiques (certificats digitals) per tal d'assegurar, a més de la identificació del votant, l'autenticitat del vot emès. En el cas de disposar de DNIs digitals en forma de targeta intel·ligent amb

Informe sobre la viabilitat tecnològica del vot electrònic

capacitat per efectuar signatures digitals, es recomana que ambdós mecanismes –la identificació del votant físicament, i la capacitat per dotar d'autenticitat als vots– convergeixin en un mateix dispositiu.

En la votació electrònica remota, la identificació dels votants és òbviament molt més problemàtica (de la mateixa manera que en el vot per correu la identificació del votant és més problemàtica que en el vot regular en col·legi electoral). La identificació remota segura a través d'una xarxa de comunicacions es basa típicament en un, o en una combinació, dels següents factors:

- Una informació que *el votant coneix*, com pot ser un identificador d'usuari més una contrasenya o PIN.
- Un objecte que *el votant té*, com per exemple una targeta intel·ligent, o una clau privada.
- Una dada biomètrica que expressi el que *el votant és*, com la que es pot obtenir amb una lectura de l'empremta dactilar o bé de l'iris ocular.

Està àmpliament acceptat que la identificació remota basada únicament en una contrasenya (una informació que el votant sap) no és suficientment segura per si sola al presentar un nombre excessiu de vulnerabilitats. La utilització de tècniques d'identificació biomètrica té el problema (encara no ben resolt) d'assegurar que la mesura biomètrica s'està prenent a la persona en aquell mateix moment i no és una còpia d'una mesura presa amb anterioritat. A més, la identificació biomètrica tampoc permet (almenys actualment) el no repudi de les accions realitzades pel votant o l'obtenció de garanties d'autenticitat sobre els vots emmagatzemats.

Avui en dia la tècnica més adequada, i la que es recomana des d'aquest informe, per a la identificació dels votants en un sistema de votació electrònica remota es basa en certificats digitals (una combinació del que el votant té –la clau privada, i potser una targeta intel·ligent– i el que el votant coneix –un PIN per desbloquejar la clau privada–). Els certificats digitals permeten, amb un nivell de seguretat raonable, identificar el votant remotament a través d'un protocol d'autenticació forta, i també assegurar l'autenticitat dels vots emmagatzemats a través de firmes digitals.

Informe sobre la viabilitat tecnològica del vot electrònic

Si la identificació dels votants es basa en certificats digitals, el ventall de possibilitats respecte de la gestió de claus és àmplia. En un extrem tindríem els certificats software (no guardats en targetes intel·ligents) que només poden ser usats si es coneix el corresponent PIN. Aquests certificats poden estar en mans dels votants, o bé fins i tot poden trobar-se emmagatzemats en un repositori central que permeti la descàrrega dinàmica. En l'altre extrem, tindríem els certificats guardats en targetes intel·ligents en possessió dels votants, i que es poden usar només si s'obté una correcta lectura biomètrica en el propi dispositiu. En el moment actual de la tecnologia recomanem l'ús de certificats software protegits mitjançant un PIN, i amb un sistema segur de "roaming" (emmagatzemament en repositori central de custòdia). Aquest mètode allibera al votant de les tasques de fer-se càrrec del seu certificat i li permet votar des de qualsevol terminal de votació remot. En aquest cas, la seguretat de la gestió dels PINs és crítica.

La utilització de certificats emmagatzemats en targetes intel·ligents no és recomanable fins que aquest tipus de dispositius no s'hagin estès adequadament entre la població (la presència de DNIs digitals faria una gran diferència en aquest sentit). No es recomana en cap cas realitzar una implantació de targetes intel·ligents aprofitant els esdeveniments de votació, doncs la utilització d'aquests dispositius impliquen instal·lacions de maquinari (lectors de targetes) i programari (*drivers*) que compliquen la usabilitat del sistema a curt termini. Un cas pràctic que va reflectir aquest problema el podem trobar en el projecte Euro-Citi [14].

En qualsevol cas, per tal de que els certificats digitals siguin de confiança, és imprescindible que hagin estat emesos per una Autoritat de Certificació amb les polítiques de seguretat adequades i que es trobi legalment homologada.

La seguretat d'un sistema de votació electrònica ha d'aplicar-se en tres nivells diferents:

- Arquitectura de seguretat comuna a aplicacions electròniques
- Arquitectura de seguretat específica d'un procés de votació
- Identificació digital dels votants (especialment crítica en el cas de la votació electrònica remota)

Observació 3: Necessitat de diferents nivells de seguretat

2.3. Auditoria

Un sistema de votació electrònica ha de contemplar auditories abans, durant i després de la votació. Els objectius de les auditories són:

- Certificar l'honestedat i integritat dels elements del sistema
- Assegurar la transparència de l'elecció
- Verificar la correcció dels resultats de l'elecció

Els sistemes tècnics emprats en unes eleccions electròniques han de trobar-se prèviament auditats i certificats. Segons quina sigui l'arquitectura de seguretat utilitzada, es pot relaxar el nombre d'elements a ser certificats. En el millor cas, es pot reduir l'abast de les auditories a un nombre limitat d'elements crítics del sistema [11]. Sigui com sigui, per habilitar auditories abans de la utilització real del sistema calen dos passos essencials. En primer lloc cal definir clarament uns requeriments tècnics a complir per part dels sistemes electorals. En segon lloc cal requerir que qualsevol sistema obtingui una certificació abans que pugui ésser utilitzat en eleccions vinculants. Aquesta certificació ha de ser emesa per experts, segons els requeriments definits prèviament. Un cop feta la revisió, els experts han d'usar mesures (com la signatura digital de codi software o les mesures de segellat de mòduls hardware) que evitin la manipulació posterior dels components verificats.

Les auditories durant l'operació del sistema es basen essencialment en la monitorització constant i el registre d'eventualitats, que permetin avaluar en temps real el comportament del sistema. Tots els components del sistema de votació electrònica han de deixar traces de les accions que s'hagin dut a terme durant el període de l'elecció. A més, aquestes dades han d'incorporar mesures que detectin qualsevol intent de manipulació.

Finalment, cal poder realitzar auditories amb posterioritat a l'elecció, bàsicament encaminades a comprovar la integritat dels resultats. En aquest sentit, es revelen especialment importants les mesures per aportar autenticitat individualment a cadascun dels vots emesos. Normalment aquestes mesures estan basades en un mecanisme de signatura digital, de manera que a més d'autenticitat aporten també integritat a cada vot. L'ús d'urnes *dummy*, amb un conjunt de vots artificials

preconeguts, és també un mètode molt eficaç per verificar el correcte funcionament dels mòduls de recompte. Cal tenir molta cura en tot cas que qualsevol mètode o mesura que s'incorpori per verificar la integritat dels resultats no atempti contra la privacitat dels votants.

Un sistema de votació electrònica ha d'estar sotmès a auditories abans, durant i després de la votació, per assegurar-ne la honestedat, integritat i transparència.

Observació 4: Necessitat d'auditories

2.4. Disponibilitat i fiabilitat

En unes eleccions basades en paper, els col·legis electorals poden patir actes de protesta, avaries, o accidents que provoquin el seu tancament, és a dir que afectin a la seva disponibilitat. Per això les eleccions convencionals incorporen mesures per fer-hi front (per exemple, forces de l'ordre públic o equips electrògens en determinats països). De la mateixa manera, unes eleccions electròniques també han de garantir la disponibilitat del sistema de votació durant tot el període de votació, i la seva fiabilitat a l'hora de guardar els vots emesos.

Els sistemes de votació electrònica han de preveure mecanismes de contingència davant d'avaries, i disposar de components replicats per evitar que una fallida d'aquests pugui implicar una pèrdua total o parcial de dades, o la parada total del sistema. Els components replicats han de ser capaços de substituir automàticament els components afectats sense que s'interrompi el procés de votació. Aquestes mesures acostumen a implementar-se a nivell del sistema operatiu i afecten directament a components hardware interns i als components de comunicacions. A més de disposar de components redundants, també és recomanable disposar d'una replicació completa de tot el sistema sencer (com fan les entitats bancàries per fer front a una contingència major).

El sistema de votació electrònica ha de disposar també de mitjans per evitar la interrupció de fluid elèctric, per exemple amb una font d'alimentació contínua o un grup electrogen.

Informe sobre la viabilitat tecnològica del vot electrònic

En el cas de sistemes de votació electrònica remota, els serveis de votació es poden saturar i quedar indisponibles si reben un gran volum de peticions de servei. La saturació pot ser ocasionada per un pic inusual de connexions de votants o també per un atac extern (atac de Denegació de Servei). Per evitar aquesta situació cal adoptar dues mesures bàsiques. La primera és protegir el sistema de votació amb mesures de seguretat perimetral adequades (per exemple tallafocs, mecanismes de detecció d'intrusions, validacions dels paràmetres d'entrada, ...). La segona és dotar al sistema de votació d'escalabilitat (possibilitat d'augmentar fàcilment la capacitat de resposta afegint components addicionals que absorbeixin la càrrega extra). A més, aquesta propietat d'escalabilitat permet la utilització del mateix sistema de votació electrònica amb independència del nombre de votants, ja sigui en una prova pilot reduïda o en una elecció a gran escala.

Un sistema de votació electrònica ha de preveure mesures de contingència davant la possibilitat d'avaries, i disposar de components replicats per evitar que una fallida d'aquests impliqui una interrupció del servei o una pèrdua total o parcial de les dades emmagatzemades.

A més, en el cas de la votació electrònica remota el sistema de votació ha de ser escalable per suportar un increment en el nombre de votants sense pèrdua de qualitat en el servei.

Observació 5: Necessitat de mesures de contingència

2.5. Usabilitat

La usabilitat del sistema de votació electrònica es defineix com la facilitat d'ús per part dels votants, fins i tot en el cas de persones inexpertes amb la tecnologia. En general, els votants han de poder emetre un vot ràpidament, i amb els mínims coneixements i experiència possibles. Un sistema de votació electrònica no ha de crear grans barreres d'accés segons el grau d'experiència dels usuaris o segons el nivell de familiaritat que tinguin amb tecnologies particulars. Un sistema de votació electrònica ha de ser senzill i intuïtiu, homogeni, i obert a diferents idiomes.

Per assegurar un disseny intuïtiu de les interfícies gràfiques, cal que aquestes mostrin la mínima informació necessària, i de forma ben clara. La mida de les fonts ha de ser

suficientment gran, i els colors de les lletres i el fons de la pantalla han de facilitar-ne la lectura.

La homogeneïtat del sistema està definida per la capacitat d'independència de la representació gràfica de les paperetes respecte del terminal de votació que les presenti. D'aquesta manera el votant es pot familiaritzar més fàcilment amb una determinada papereta, sense haver "d'aprendre" varies representacions gràfiques segons els diferents terminals de votació emprats. Així l'ús d'un nou canal de votació no suposa haver de fer front a un nou aprenentatge. En aquest sentit es recomana treballar amb estàndards de representació de les dades com els especificats per OASIS (EML) [5] [6] i estàndards de visualització de dades com els especificats pel *World Wide Web Consortium (W3C)* [28]. Addicionalment, si el sistema ha de permetre la votació remota, es recomana que hagi passat els màxims tests de compatibilitat amb potencials terminals de vot.

Es recomana a més que els usuaris aprenguin el funcionament del sistema de votació amb anterioritat a la votació real. Aquest aprenentatge es pot assolir mitjançant una bona formació abans de les eleccions (principalment amb una bona documentació del procés) i també habilitant un sistema per fer proves (sense que s'hi puguin emetre vots reals) en el cas de la votació electrònica presencial. Aquest sistema de proves pot estar assistit per una persona que ajudi al votant en els passos de la votació. Es desaconsella l'ús d'aquests sistemes per fer proves no assistides o en el cas de la votació electrònica remota, pel perill de confusió que pot generar en els votants.

La flexibilitat d'utilització de diferents idiomes ha de permetre al votant seleccionar l'idioma amb el qual vol visualitzar la papereta sense que això impliqui dificultats a l'hora de fer un recompte o una auditoria. En aquest sentit recomanen també la utilització d'estàndards de representació de dades electorals que contemplin aquesta possibilitat, com seria l'estàndard EML definit per OASIS.

La votació electrònica no només ha de garantir la usabilitat per part dels votants en general, sinó que a més ha d'aprofitar tot el potencial de les noves tecnologies per tal de facilitar el vot de persones discapacitades. Això es pot assolir mitjançant terminals de vot amb capacitats multimèdia (ja s'ha donat el cas per exemple de persones cegues que han pogut votar sense cap assistència externa mitjançant software de

Informe sobre la viabilitat tecnològica del vot electrònic

conversió de text a veu). Es recomana també que el disseny de la papereta es basi en guies d'estil que facilitin la seva percepció (per exemple per votants daltònics), com ara les definides pel W3C [29] i les de l'Acta pels Americans amb Discapacitats (ADA) [30].

Un sistema de votació electrònica ha de ser senzill i intuïtiu, homogeni, i obert a diferents idiomes. A més, cal aprofitar les possibilitats ofertes per les noves tecnologies per tal de facilitar la participació electoral sense assistència a les persones amb discapacitats.

Observació 6: Usabilitat de la votació electrònica

3. Conclusions

La votació electrònica consisteix en la utilització de tecnologia en els sistemes frontals d'un procés electoral, o sigui en el procés d'emissió de vots. Aquest procés havia comportat tradicionalment una interacció física entre els votants i la mesa electoral, amb un suport en paper per als vots. El procés d'emissió electrònica de vots comporta la incorporació de sistemes tecnològics entre els votants i la mesa electoral, amb un format digital per als vots.

La votació electrònica pot prendre dues formes: votació electrònica presencial i votació electrònica remota. La primera va encaminada a la substitució del paper i les urnes físiques en els col·legis electorals per sistemes de pantalla tàctil (la coexistència dels dos sistemes només té sentit com a etapa transitòria). Les principals avantatges d'aquests tipus de sistemes són la reducció en el temps de recompte, l'exactitud en la tabulació de vots, i el poder disposar d'una interfície de votació molt més flexible i adaptable. La votació electrònica remota va encaminada a complementar o substituir l'actual vot per correu. Les avantatges principals són, addicionalment a les anteriors, una simplificació clara del procés de votació per correu i un estalvi de costos (dràstic si el nombre de votants que usen el sistema és elevat).

Catalunya es troba en un moment decisiu per unir-se a l'actual moviment internacional d'experimentació i implantació en el camp de les noves tecnologies aplicades als processos electorals, amb l'objectiu de fer el vot més fàcil i més convenient per a l'electorat del segle XXI. Per a assolir aquest objectiu amb èxit cal una introducció gradual del vot electrònic, vertebrada mitjançant una estratègia coherent de proves pilot que progressivament incrementin la presència de tecnologia en les eleccions al Parlament de Catalunya i en altres eleccions o consultes menors però significatives. En aquest informe hem proposat una introducció progressiva basada en tres fases. La primera fase de fet estaria ja en procés a Catalunya, i consisteix en una primera aproximació als diferents models de votació electrònica per entendre'n les avantatges, els riscos, els costos i la idoneïtat. La segona fase es centraria en el(s) model(s) escollit i n'augmentaria el ventall de tecnologies i de canals a testar, per tal de poder decidir sobre les millors solucions. Alhora, es prepararia l'electorat per a una introducció massiva augmentant els segments de votants que participarien en l'experimentació, i convertint els vots en vinculants. La tercera fase consistiria

Informe sobre la viabilitat tecnològica del vot electrònic

essencialment en una introducció total de la votació electrònica per a tot l'electorat, complementant (o substituint si així es decidís) l'ús de paper.

Qualsevol nova activitat d'experimentació ha d'anar precedida, i també seguida, d'estudis que en permetin extreure les valoracions adequades. Aquests estudis haurien d'involucrar equips multidisciplinars. Les campanyes d'informació entre l'electorat són també primordials.

No hi ha cap impediment tècnic per completar aquestes tres fases a Catalunya en el plaç dels propers 8 anys. El principal repte tècnic és el de la seguretat i la confiança, però ja existeixen solucions adequades per a superar aquest repte amb plenes garanties.

Referències

- [1] Making democratic institutions work, Council of Europe, http://www.coe.int/t/e/Integrated_Projects/democracy/.
- [2] Voting Equipment Standards Project 1583, Institute of Electrical and Electronics Engineers, <http://grouper.ieee.org/groups/scc38/1583/>.
- [3] Remote e-voting in the Netherlands, Ministry of the Interior and Kingdom Relations, <http://www.minbzk.nl/asp/get.asp?xdl=../views/bzk/xdl/Page&VarIdt=00000002&SitIdt=00000039&ItmIdt=00013903>.
- [4] Code électoral, Articles du code électoral rendus applicables à l'élection présidentielle par la loi n°62-1292 modifiée et son décret d'application n°2001-213 <http://www.conseil-constitutionnel.fr/dossier/presidentielles/2002/documents/cel.htm>.
- [5] Organizational voting, Organization for the Advancement of Structured Information Standards, http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=voting.
- [6] Election and Voter Services, Organization for the Advancement of Structured Information Standards, http://www.oasis-pen.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=election.
- [7] Voting System Standards, the Federal Election Commission, United States of America, <http://www.fec.gov/pages/vssfinal/vss.html>
- [8] Secrets and Lies : Digital Security in a Networked World, Bruce Schneier, Editorial John Wiley & Sons, ISBN 0471253111, 2001.
- [9] Analysis of an Electronic Voting System, Johns Hopkins Information Security Institute, Technical Report TR-2003-19, Tadayoshi Kohno, Adam Stubblefield, Aviel D. Rubin, Dan S. Wallach, Juliol 23, 2003.
- [10] Zerflow Report, Available from the Department of the Environment and Local Government under the Freedom of Information Act 1997.
- [11] Advanced Security to Enable Trustworthy Electronic Voting, Andreu Riera Jorba, José Ortega Ruiz and Paul Brown, The 3rd European Conference On e-Government, Ireland 3-4 July, 2003, <http://www.mcil.co.uk/proceedings/2-proceedings-ecg2003.htm>.
- [12] Design of Implementable Solutions for Large Scale Electronic Voting Schemes, Andreu Riera Jorba,. ISBN 84-490-1810-2, Publication Services of the UAB, Bellaterra, 1999.

Informe sobre la viabilitat tecnològica del vot electrònic

- [13] Report of the National Workshop on Internet Voting, Internet Policy Institute, <http://www.internetpolicy.org/research/results.html>.
- [14] EUROpean CITIes platform for on-line transaction services, <http://www.euro-citi.org/home.html>.
- [15] Votació electrònica al poble del Callús, El Callús Digital, http://www.callusdigital.org/poble/pd_veure_element_EVOT.php?ID=417.
- [16] Votacions i referèndums, Sant Bartomeu del Grau, <http://www.sbg.llucanes.net/>.
- [17] Pnyx: Security for Internet Voting and Consultation, Scytl Online World Security, <http://www.scytl.com/products.php>.
- [18] Programa Ciutadania, Fundació Jaume Bofill, <http://www.fbofill.org/>.
- [19] Eleccions al Cos de Mossos d'Esquadra, E-lectoral, 2003-10-02, <http://www.e-lectoral.com/cat/pro.html>.
- [20] An innovative cyber voting system for Internet terminals and mobile phones, Project CyberVote, <http://www.eucybevot.org>.
- [21] Electronic polling system for remote voting operations, E-Poll, <http://www.e-poll-project.net/objectives.htm>.
- [22] Electronic voting and counting in Ireland, The Departament of the Environment, Heritage and Local Government, 2003, <http://www.environ.ie/DOEI/DOEIPol.nsf/wvNavView/wwdElections?OpenDocument&Lang=en#112>.
- [23] Eleccions, Tribunal Superior Electoral de Brasil, <http://www.tse.gov.br/eleicoes/>.
- [24] Electoral System, Election Comission of India, <http://www.eci.gov.in/index.htm>.
- [25] The History of electronic voting, Project CyberVote, <http://www.eucybevot.org/fr/Reports/KUL-WP2-D4V1-v1.0-01.htm>.
- [26] Elections, The Electoral Commission, <http://www.electoralcommission.org.uk/elections>.
- [27] A Report on the Feasibility of Internet Voting, California Internet Voting Task Force, http://www.ss.ca.gov/executive/ivote/final_report.html.
- [28] Recommendations, The World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/TR/#Recommendations>.
- [29] Web Content Accessibility Guidelines 1.0, The World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT/>.
- [30] Americans with Disabilities Act, U.S. Department of Justice, 2003, <http://www.usdoj.gov/crt/ada/adahom1.htm>.

Informe sobre la viabilidad tecnológica del vot electrónico

[31] Voting, What Is, What Could Be, CalTech Mit Voting Technology Project, July 2001, <http://www.vote.caltech.edu/Reports/>.

[32] Votacions electròniques a les Eleccions Municipals d'Okayama, Mainichi Daily News, 2003, <http://mdn.mainichi.co.jp/news/archive/200206/23/20020623p2a00m0fp009000c.html>.