

Els riscos a la seguretat dels repositoris electrònics d'arxiu

Nacho Alamillo i Domingo

Direcció General de la Societat de la Informació

Secretaria de Telecomunicacions i Societat de la Informació

Generalitat de Catalunya

1. Els repositoris electrònics d'arxiu i la seguretat

Un repositori¹, o dipòsit electrònic d'arxiu, és un sistema d'informació que custodia informació durant terminis llargs de temps, garantint el valor de la documentació com a evidència electrònica i preservant-ne els continguts, de forma que siguin accessibles en el futur.

Presentarem les necessitats de seguretat que han estat identificades en relació amb els repositoris electrònics, avançant la necessitat de concretar les mesures adequades per a cada repositori, en funció de la comunitat d'usuaris a que dona suport, dels continguts que es dipositen i altres criteris, mitjançant la realització de processos documentats d'anàlisi de riscos.

Un dels factors essencials dels repositoris electrònics d'arxiu, ja identificat en 1996, és la garantia i protecció de la informació dipositada; en termes del Research Library Group (RLG), "per garantir la longevitat de la informació, poder el paper més important en l'operació d'un repositori digital és gestionar la identitat, la integritat i la qualitat dels propis arxius com a font fiable del registre cultural. Els usuaris de la informació arxivada en forma electrònica i de serveis d'arxiu referits a aquella informació necessiten tenir la garantia de que un repositori digital és el que diu ser, i que la informació emmagatzemada a l'arxiu estarà segura durant llargs terminis²".

En aquesta conceptualització, es presenta una relació directa entre el propi repositori electrònic i el que generalment s'anomena "repositori segur" o, més correctament, "repositori fiable". Inicialment, el RLG ha definit en 2002 els atributs d'un "arxiu fiable", entre els que es troben els aspectes de seguretat de la informació³.

En concret, d'acord amb aquest grup de treball, "tots els sistemes emprats en l'operació d'un repositori digital fiable han de ser dissenyats per garantir la seguretat dels actius digitals", considerant una sèrie de

normes mínimes: "Les polítiques i les pràctiques han de complir amb els requisits de la comunitat, en particular aquells referits als processos de còpia de seguretat, la redundància requerida de les dades, els sistemes d'autenticació, de tallafocs i de suport. El repositori ha de tenir polítiques i plans escrits en relació amb la preparació, resposta i recuperació en cas de desastre, i el personal ha de ser format suficientment. S'ha de prestar especial atenció als processos que gestionen la integritat de dades per evitar pèrdues de dades, detectar canvis en les dades i recuperar les dades perdudes o corruptes. Qualsevol canvi detectat sobre les dades (incloent-hi la pèrdua o corrupció, i la recuperació) ha de ser documentat i el dipositari ha de ser notificat dels canvis i de les accions posteriors".

La norma ISO 14721:2003⁴, que defineix els sistemes oberts d'informació d'arxiu (OAIS, en el seu acrònim anglès), un dels principals referents en preservació a llarg termini, determina amb claredat en la seva secció 3.1 l'obligació del repositori de "seguir polítiques i procediments documentats per garantir que la informació es preservada enfront de qualsevol contingència raonable, permetre la disseminació de la informació en forma de còpia autèntica, o la seva traçabilitat fins a la informació original".

La norma ISO 14721:2003 conté una descripció detallada de les funcionalitats i serveis que ha d'oferir un servei de repositori d'arxiu, que inclou els serveis de seguretat que es consideren necessaris (secció 4.1.1.1), sempre d'acord amb el valor dels actius i de la percepció de les amenaces a que es troben sotmesos:

- Serveis de seguretat del sistema operatiu del repositori.
- Serveis de seguretat de les xarxes que donen suport al repositori.
- Serveis de seguretat del propi repositori, entre els que es consideren els següents: identificació i autenticació, control d'accés, integritat de dades, confidencialitat de dades i irrefutabilitat.

Així mateix, la norma ISO 14721:2003 considera diverses funcions relatives a la seguretat:

- Dintre de la funció d'ingrés es considera la gestió de la qualitat sobre els paquets rebuts, mitjançant funcions de seguretat que limitin els errors (secció 4.1.1.2), funció que cal complementar amb mesures de seguretat que limitin els atacs deliberats al repositori (per exemple, una denegació d'accés).
- Dintre de la funció d'emmagatzematge d'arxiu (el repositori pròpiament dit) es consideren el control d'errors (especialment adreçada a la garantia de la integritat) i la recuperació davant desastres (secció 4.1.1.3).
- Dintre de la funció d'administració es considera l'establiment de normes i polítiques, incloent-hi les relatives a la seguretat del contingut i de l'accés al repositori i a la seva recuperació en cas de desastre (secció 4.1.1.5).

També en 2003, ERPANET publica la seva eina de comunicació de riscos⁵, amb la finalitat de conscienciar a les organitzacions respecte als següents aspectes:

- Identificació dels actius digitals sotmesos a riscos en les organitzacions.
- Identificació de les amenaces concretes a que es troben sotmesos els actius.
- Identificació dels riscos a les pròpies organitzacions, derivats de les amenaces als actius digitals.
- Categorització i establiment de prioritats de les amenaces, per gestionar el risc.
- Facilitar la comunicació dintre de les organitzacions, en relació amb els riscos.
- Estimular el desenvolupament d'una estratègia de gestió de riscos.

Posteriorment, el 2005, el RLG, en col·laboració amb la National Archives and Records Administration (NARA) nord-americana, ha publicat la seva proposta de llista de requisits per a la certificació de repositoris digitals fiables⁶, en que ja s'inclou una secció específica dedicada als requisits de seguretat que ha de complir⁷ tot repositori fiable:

"D3.1 – El repositori manté una anàlisi sistemàtica del seu entorn: dades, sistemes, personal, instal·lacions físiques, necessitats de seguretat, etc.

D3.2 – El repositori ha implementat mecanismes (processos) per gestionar adequadament les necessitats de seguretat definides.

D3.3 – El personal del repositori té rols, responsabilitats i autoritzacions concretes.

D3.4 – El repositori ha redactat plans de preparació i recuperació davant de desastres, incloent-hi al menys una còpia de totes les dades dipositades, a fora de les instal·lacions.

D3.5 – El repositori prova els plans de desastre de forma periòdica.

D3.6 – El repositori ha definit processos de continuïtat del servei i de recuperació de desastres."

Com es pot veure, el criteri principal (D3.1) indica l'obligació dels repositoris electrònics d'arxiu d'avaluar els seus riscos tecnològics i d'infraestructura, sense indicar cap metodologia concreta per fer-ho, tot i que la resta de criteris ja identifiquem mesures de seguretat específiques, que es consideren necessàries en tots els casos.

En la mateixa línia es manifesta també en 2005 el Committee on Digital Archiving and the National Archives and Records Administration, del National Research Council of the National Academies⁸ nord-americà, quan indica que "un arxiu depèn de forma vital de l'autenticitat i de la integritat dels seus actius", el que implica establir un procés d'asse-

gurament de la informació continguda als repositoris digitals d'arxiu, que ha de considerar els següents requisits:

- Replicació geogràfica i administrativament dispersa dels objectes digitals, el que aporta garanties d'integritat, mitjançant rèpliques completes o múltiples rèpliques parcials. A partir de mètriques de fiabilitat local, es podrà obtenir una mesura de la fiabilitat global del repositori replicat.
- Utilització de tècniques criptogràfiques per garantir l'autenticitat i la integritat dels objectes digitals, incloent-hi l'ús de resums criptogràfics segurs per obtenir integritat i mecanismes de transmissió segura dels objectes digitals basada en signatura electrònica.
- Garanties en el moment d'ingrés dels objectes digitals mitjançant tècniques de verificació de la seva validesa (emprant signatures electròniques o altres mecanismes, especialment quan la signatura electrònica hagi expirat, si no es produeix un procediment de manteniment de la signatura abans de la transferència), de garantia en la seva transferència i, especialment, de garantia contra error humà.
- Garanties durant la retenció dels objectes digitals mitjançant tècniques d'assegurament de la integritat criptogràfica, mesures preventives (controls d'accés, registres d'auditoria, retenció de registres antics o esborrats per a la seva recuperació en cas d'incidència i controls procedimentals, com per exemple segregació de determinades funcions) i mesures de contingència (correcció d'errors en objectes ja ingressats o compromís dels algorismes criptogràfics a llarg termini, considerant la seva substitució periòdica de forma ordinària).

Els requisits identificats anteriorment exigeixen una anàlisi de risc del repositori digital d'arxiu, orientat a la determinació de les amenaces concretes del repositori, la seva avaluació i selecció de controls apropiats que situïn el risc en un nivell acceptable, d'acord amb les expectatives dels usuaris.

En 2005 es publica també l'informe tècnic ISO/TR 18492:2005⁹, sobre preservació a llarg termini d'informació electrònica basada en documents, que identifica la necessitat de protegir els documents electrònics de la seva alteració, canvi o pèrdua, com a element crític del repositori electrònic, recomanant l'aplicació de determinades mesures mínimes, incloent-hi mesures específiques en relació amb el reformatat de documents, el control d'accés al programari i a les aplicacions, control d'accés físic, proteccions contra la pèrdua d'objectes documentals i polítiques de seguretat.

Un altre grup de treball en certificació de repositoris digitals d'arxiu, l'alemany Network of Expertise in long-term STORAge Working Group on Trusted Repositories Certification (nestor), ha publicat en 2006 el seu

Catalogue of Criteria for Trusted Digital Repositories¹⁰, que determina, entre els seus criteris, la necessitat que la infraestructura de tecnologies de la informació implementi les exigència de seguretat del repositori (criteri 13.2).

En particular, cal considerar els següents requisits de seguretat:

- Integritat dels objectes digitals, incloent-hi les metadades, protegint-los de modificacions errònies o deliberades, i d'imperficcions tècniques.
- Autenticitat dels objectes digitals, incloent-hi les metadades.
- Disponibilitat dels objectes digitals, incloent-hi les metadades, mitjançant la disponibilitat de les funcions del sistema de repositori.
- Confidencialitat dels objectes digitals, incloent-hi les metadades.
- Traçabilitat a llarg termini i capacitat de referència dels objectes digitals, incloent-hi les metadades.
- Capacitat d'interpretació a llarg termini dels objectes digitals, incloent-hi les metadades.

Així mateix, el criteri 14 del catàleg del grup nector determina la necessitat que la infraestructura del sistema protegeixi el repositori digital d'arxiu i els objectes emmagatzemats, per a la qual cosa cal adreçar els diversos riscos¹¹ que el puguin afectar: amenaces naturals (foc, aigua, terratrèmols i altres) o d'origen humà (errors, frau i altres) o tecnològics (programari maliciós, degradació de servei i altres). La identificació de les amenaces concretes al repositori digital d'arxiu i als objectes digitals emmagatzemats al seu interior, i la valoració del seu impacte potencial, s'ha de realitzar mitjançant el corresponent anàlisi de risc, d'acord amb la metodologia que consideri adequada el gestor del repositori.

També en 2006 es publica la rellevant norma internacional ISO 20652¹², que estableix una metodologia abstracta per establir models de relació entre els productors d'objectes digitals i els repositoris d'arxiu modelats d'acord amb OAIS (ISO 14721), i que considera, entre les tasques a realitzar en el procés de transferència dels objectes al repositori electrònic d'arxiu, l'establiment de les condicions de seguretat per a la transferència.

En concret, es considera que el productor i el repositori d'arxiu han d'identificar els requisits de confidencialitat de la informació i d'autenticació en les relacions amb el productor i amb els consumidors; així mateix, el repositori d'arxiu ha d'identificar els requisits de seguretat dels actius transferits al repositori, el que implicarà realitzar una anàlisi de riscos detallada (secció 3.1.2.5) que s'ha d'integrar en l'anàlisi de risc global del procés de transferència, valorant-ne els costos per determinar la viabilitat de la transferència (secció 3.2.2.7).

Per una altra banda, la tasca de definició inicial de criteris d'auditoria i de certificació dels repositoris fiables ha estat completada recentment pel Online Computer Library Center¹³ (OCLC), en col·laboració amb el

Center for Research Libraries (CRL) i amb el suport de la NARA, mitjançant la important publicació *Trustworthy Repositories Audit & Certification: Criteria and Checklist (TRAC 1.0)*, el febrer de 2007.

La guia TRAC es considera una línia base per a la definició d'un repositori fiable d'arxiu, mitjançant l'establiment d'una sèrie de criteris relatius a l'organització del repositori, la gestió dels objectes digitals, les tecnologies, la infraestructura tècnica i, en el que ens interessa aquí, la seguretat del repositori d'arxiu – des d'una perspectiva complementària a estàndards com ISO 17799:2005, que la guia TRAC considera insuficient en relació amb la gestió dels repositoris fiables.

En relació amb aquesta qüestió, la guia TRAC reconeix l'existència d'amenaques específiques als repositoris d'informació i estableix la necessitat de realitzar una funció contínua d'anàlisi de risc, entre d'altres requisits de seguretat. Els criteris en que es manifesta la necessitat d'aplicar seguretat són els següents:

“A3.2 – El repositori té polítiques i procediments establerts, i mecanismes per a la seva revisió, actualització i desplegament a mida que el repositori creix i la tecnologia i la pràctica de la comunitat evolucionen.

A5.3 – El repositori ha especificat tots els aspectes relatius a l'adquisició, manteniment, accés i retirada en acords escrits amb els dipositaris i altres parts rellevants.

B6.5 – El sistema de gestió d'accés del repositori implementa de forma completa la política d'accés.

B6.6 – El repositori registra totes les fallades de control d'accés, i el personal revisa els incidents d'accés inapropiat.

C1.8 – El repositori té un procés documentat de gestió de canvis que identifica els canvis als processos crítics que podrien afectar de forma potencial a la capacitat del repositori de complir amb les seves obligacions.

C1.10 – El repositori té un procés per reaccionar a la disponibilitat de noves actualitzacions de seguretat de programari, basat en un assessorament de riscbenefici.

C3.1 – El repositori manté una anàlisi sistemàtica del seu entorn: dades, sistemes, personal, instal·lacions físiques i necessitats de seguretat.

C3.2 – El repositori ha implementat controls per gestionar adequadament les necessitats de seguretat definides.

C3.3 – El personal del repositori té rols, responsabilitats i autoritzacions concretes, en relació amb la implementació de canvis del sistema.

C3.4 – El repositori ha redactat plans de preparació i recuperació davant de desastres, incloent-hi al menys una còpia de totes les dades de preservació dipositades i dels pla de recuperació davant desastres, a fora de les instal·lacions.”

La llista de control de requisits menciona, en el seu criteri C3.1 la necessitat de mantenir, com no pot ser d'altra forma, un procés continu

d'anàlisi de riscos, com a eina per determinar els controls adequats, ja que, en conclusió, l'operació d'un repositori electrònic d'arxiu es troba sotmesa a riscos, que cal identificar, valorar i mitigar, per complir amb les expectatives de fiabilitat associades als arxius digitals. De la mateixa forma, s'identifiquen mesures concretes de seguretat que es consideren adequades per a tots els sistemes de repositori, constituint una línia base de seguretat.

Finalment, i des d'una perspectiva més centrada en la gestió del cicle de vida documental, que ens interessa en tant en quant els Sistemes de Gestió de Documents Electrònics s'empren per gestionar els objectes que acabaran sent eventualment ingressats en el repositori electrònic d'arxiu, cal mencionar la important especificació MOREQ 2 – Model Requirements for the Management of Electronic Records¹⁴, també ha abordat la necessitat de seguretat en la gestió dels documents, que eventualment acabaran sent arxivats, tot i no ser una especificació particularment adreçada als repositoris fiables d'arxiu.

La secció 4 de l'especificació MOREQ 2 s'encarrega dels requisits de seguretat dels sistemes de gestió de documents i arxius descrits a la secció 7.2 de la norma ISO 15489-1¹⁵, en termes de control d'accés, registres d'auditoria, còpia de seguretat i recuperació, i en relació amb els registres vitals; d'acord amb els criteris establerts pels informes tècnics ISO 15489-2¹⁶ i ISO 15801¹⁷.

Per una altra banda, la secció 11.7 de l'especificació MOREQ 2 identifica els riscos tecnològics associats als arxius de llarga durada, que caldrà adreçar mitjançant el corresponent procés d'anàlisi de risc:

- Degradació dels mitjans.
- Obsolescència del maquinari.
- Obsolescència dels formats.

No es pot tancar aquesta anàlisi inicial sense esmentar els requisits legals sobre els repositoris electrònics d'arxiu que estableix la recent Llei 11/2007, de 22 de juny, d'accés electrònic dels ciutadans als serveis públics.

Així, per una banda, l'article 6 de la Llei configura com a drets de les persones els següents:

- La conservació en format electrònic per les administracions públiques dels documents electrònics que formin part d'un expedient (article 6.2.f).
- La garantia de la seguretat i confidencialitat de les dades que figurin en els fitxers, sistemes i aplicacions de les administracions públiques (article 6.2.i).

Per una altra banda, l'article 31 determina el règim legal de l'arxiu electrònic de documents, en els següents termes:

- L'apartat 1 de l'article autoritza de forma expressa la possibilitat "d'emmagatzemar per mitjans electrònics tots els documents utilitzats en les actuacions administratives", el que, en la nostra opinió, es refereix tant a documents electrònics com en suport paper, prèvia la seva digitalització.
- L'apartat 2 de l'article indica que "els documents electrònics que continguin actes administratius que afectin drets o interessos dels particulars s'han de conservar en suports d'aquesta naturalesa, ja sigui en el mateix format a partir del qual es va originar el document o en un altre qualsevol que asseguri la identitat i integritat de la informació necessària per reproduir-lo", afegint que "s'ha d'assegurar en tot cas la possibilitat de traslladar les dades a altres formats i suports que garanteixin l'accés des de diferents aplicacions".
- Finalment, l'apartat 3 de l'article, en la part que més ens interessa ara, determina que "els mitjans o suports en què s'emmagatzemin documents han de disposar de mesures de seguretat que garanteixin la integritat, autenticitat, confidencialitat, qualitat, protecció i conservació dels documents emmagatzemats", i afegeix que "en particular, han d'assegurar la identificació dels usuaris i el control d'accessos, així com el compliment de les garanties previstes en la legislació de protecció de dades".

Com es pot veure, es tracta d'un règim legal estricte, en que determinades categories de documents han de conservar-se de forma obligatòria emprant mitjans exclusivament electrònics, que a més han d'oferir una sèrie de garanties de protecció de la informació, i complir –quan incorporin dades personals, que és un dels casos més habituals– amb la normativa de dades personals, incloent-hi les mesures generals de seguretat i les que addicionalment pugui establir la normativa sectorial.

Caldrà, per tant, realitzar una anàlisi del repositori i dels seus continguts digitals, anterior a la seva creació¹⁸, per identificar els riscos corresponents, per complir amb les obligacions imposades pel legislador, el que introdueix el concepte de "compliment normatiu de repositoris electrònics".

2. Anàlisi de risc de repositoris electrònics fiables d'arxiu

Hem presentat anteriorment la necessitat de protegir el repositori electrònic d'arxiu i els seus objectius, mitjançant una comprensió dels seus riscos de seguretat.

Per arribar a aquesta comprensió de forma fonamentada, resulta molt recomanable emprar un mètode d'anàlisi de riscos. MAGERIT 2.0 –

Metodologia d'Anàlisi i Gestió de Riscos dels Sistemes d'Informació és una metodologia d'anàlisi de riscos de tecnologies de la informació desenvolupada pel Consell Superior d'Administració Electrònica, adscrit al Ministeri d'Administracions Públiques espanyol, amb els següents objectius:

- Conscienciar als responsables dels sistemes d'informació de l'existència de riscos i de la necessitat de limitar-los a temps.
- Oferir un mètode sistemàtic per analitzar els riscos.
- Ajudar a descobrir i a planificar les mesures necessàries per mantenir els riscos sota control.
- Preparar a les organitzacions per a processos d'avaluació, auditoria, certificació o acreditació, segons correspongui en cada cas.

Sense entrar a valorar si MAGERIT 2.0 és el millor dels mètodes d'anàlisi i gestió de riscos disponibles, i assumint que possiblement qualsevol dels mètodes freqüentment emprats¹⁹ presenten avantatges i inconvenients, cal indicar que MAGERIT 2.0 és un mètode força admès en el sector públic, i perfectament vàlid, per la qual cosa en aquest treball en farem ús.

El procés d'anàlisi de risc de MAGERIT 2.0 es troba format per les següents fases:

- Identificació d'actius, de les seves dependències, i valoració dels actius.
- Identificació i avaluació d'amenaçes.
- Identificació i avaluació de mesures de seguretat existents.
- Estimació d'estat d'impacte i risc, potencial i residual.

En qualsevol cas, al indicar que les tasques d'anàlisi de riscos tecnològics realitzats amb MAGERIT 2.0 s'han d'integrar en un procés d'anàlisi de riscos específic del repositori electrònic d'arxiu.

En aquest sentit, el Digital Curation Centre, conjuntament amb DigitalPreservationEurope, han presentat el 2007 la seva metodologia d'auditoria de repositoris basada en anàlisi de riscos, DRAMBORA²⁰, que estableix un marc per a l'avaluació dels riscos dels repositoris digitals, que complementa el procediment basat en MAGERIT, i que resulta més que recomanable emprar.

En concret, DRAMBORA aporta una escala pròpia d'establiment de la probabilitat d'ocurrència d'un risc, i una escala pròpia d'avaluació d'impacte, totes dues amb sis nivells, categoritzant els diferents riscos en quatre grups:

- Entorn físic.
- Procediments de personal, gestió i administració.
- Operacions i prestació de servei.

- Maquinari, programari, equipaments de comunicacions i instal·lacions.

2.1 Identificació dels actius dels repositoris electrònics d'arxiu

Un repositori electrònic d'arxiu es pot conceptualitzar com un sistema d'informació que emmagatzema objectes digitals de forma segura, garantint el seu valor legal (com evidència vàlida i eficient en un procediment administratiu o judicial) i garantint també que en el futur els continguts dels esmentats objectes digitals seran accessibles, representables i llegibles. Aquests objectes digitals són els actius principals del sistema de repositori electrònic d'arxiu, sense cap mena de dubte.

Tot i això, com tot sistema d'informació, el repositori electrònic d'actius es troba suportat per una sèrie d'actius, que el suporten i permeten la seva existència, i que evidentment cal protegir.

Els actius d'un arxiu electrònic es poden categoritzar de la següent forma:

- Actius de la **capa de negoci**, que inclouen els serveis oferts a clients (servei de preservació, servei d'evidència electrònica) o els documents de l'arxiu electrònic (per exemple, expedients de contractació, o expedients de salut, o altres objectes digitals, com per exemple una evidència concreta).

Aquests actius presenten menys amenaces pròpies que altres actius, ja que freqüentment pateixen els efectes de la materialització de les amenaces als elements de les capes inferiors (per exemple, la destrucció dels suports pot implicar també la destrucció dels objectes digitals).

No resulta pràctic establir una gran quantitat d'amenaces concretes a aquests actius, sinó que és millor establir les seves dependències de les capes inferiors, i acumular el risc i la valoració d'impacte d'aquestes capes inferiors.

En aquest sentit, la possibilitat efectiva de pèrdua d'un objecte digital (per exemple, un expedient electrònic, deriva de que les amenaces a tots els elements de les capes inferiors que el suporten es materialitzin (si l'objecte està en base de dades i en dos suports de còpies de seguretats diferents, la pèrdua total de l'objecte només es produirà si s'esborra l'objecte en base de dades i si, a més, les dues còpies de seguretat es malmeten, el que presenta una probabilitat combinada molt baixa).

Tot i el que s'acaba d'indicar, en el cas del serveis d'un arxiu electrònic, i en especial en relació amb els objectes digitals que formen part del servei de preservació, cal adreçar un conjunt d'ame-

naces particulars, com per exemple l'obsolescència dels formats de representació dels documents, que veurem posteriorment.

- Actius de la **capa d'equipament**, que inclouen els serveis interns, el programari, el maquinari, les comunicacions, els suports d'informació i els equipaments auxiliars.

Respecte els serveis interns, es troben formats pel conjunt de serveis d'informació que donen suport als serveis oferts als clients; en aquest cas als serveis de preservació i d'evidència electrònica. Inclouen servidors de pàgines web, de serveis web, de transferència de fitxers, de validació de signatura electrònica i altres.

Les amenaces que es puguin materialitzar sobre aquest serveis afecten indubtablement a la prestació dels serveis de preservació i d'evidència oferts als clients. Els actius dels serveis interns presenten dependències dels actius de programari, maquinari, comunicacions i equipaments auxiliars, i per tant acumulen el risc dels mateixos.

Respecte el programari, resulta necessari valorar el programari estàndard en que es basa l'arxiu electrònic, així com molt especialment el programari construït a mida per a l'arxiu electrònic, ja que presentarà amenaces concretes a valorar. Els actius de programari presenten dependències dels actius de maquinari, i per tant acumulen el risc dels mateixos.

Respecte el maquinari, el sistema d'arxiu electrònic (serveis interns i programari) es sustenta sobre un conjunt d'element de maquinari que es poden veure amenaçats, de forma que la materialització d'aquestes amenaces afectarà als serveis a clients. Els actius de maquinari típicament presenten dependències dels actius d'equipaments auxiliars, i per tant acumulen el risc d'aquests.

Respecte les comunicacions, els diferents components del sistema d'arxiu electrònic n'empren diversos, i per tant cal identificar i avaluar les amenaces concretes i el seu impacte.

Respecte els suports d'informació, tenen un paper molt important ja que contenen els objectes digitals emmagatzemats a llarg termini dintre de l'arxiu segur. Els suports d'informació inclouen discs de tota mena, sistemes d'emmagatzematge en xarxa, dispositius portàtils i altres.

Respecte els equipaments auxiliars, categoria en què s'inclou tot el conjunt de bens que, sense estar directament relacionat amb les dades, serveixen de suport als sistemes d'informació, cal també considerar les amenaces corresponents, ja que la seva materialització impactarà en els actius que en depenen. Els equipaments auxiliars inclouen fonts d'alimentació elèctrica, equipament de climatització, cablejat, caixes fortes i altres actius.

Addicionalment, cal indicar que tots els actius de la capa d'equipaments presenten dependències de les instal·lacions, i per acumulen el risc d'aquestes.

- Actius de la **capa de serveis subcontractats**, que inclouen totes les prestacions de serveis externs que donen suport als serveis de l'arxiu electrònic. Cal valorar de forma molt acurada les amenaces pròpies dels actius d'aquesta capa, ja que poden afectar a altres actius que en depenen, principalment als serveis del negoci.
Actius de la **capa d'instal·lacions**, que inclouen locals, vehicles, canalitzacions i altres actius de base.
Actius de la **capa de personal**, que inclouen a les persones que donen suport als serveis del negoci, en les seves diferents categories (personal intern, subcontractat, desenvolupadors, administradors i altres)..

Cal fer un inventari detallat dels actius de l'organització que opera un arxiu segur, valorant-los adequadament, per identificar les amenaces que els poden afectar, avaluar-ne els riscos i aplicar les corresponents mesures de seguretat.

La dependència entre actius demostra la necessitat de protegir adequadament tots els actius crítics pel funcionament de l'arxiu segur, en totes les capes presentades (negoci, equipaments, serveis subcontractats, instal·lacions i personal).

En aquest treball ens ocupem d'identificar les amenaces principals i més específiques dels actius d'un sistema d'informació d'arxiu segur, el que no vol dir, com ha quedat manifestat anteriorment, que no calgui identificar i valorar la resta d'actius, especialment els actius dels quals depenen, i identificar i avaluar les amenaces als mateixos, per obtenir una visió acurada dels riscos.

2.2 Les amenaces principals als repositoris electrònics d'arxiu

Si bé tota anàlisi de risc ha de considerar les amenaces específiques que puguin afectar al sistema d'informació, els repositoris electrònics d'arxiu, en atenció a la seva particular activitat, presenten amenaces específiques, que cal avaluar de forma especialment acurada en el procés d'anàlisi de risc sustentat en MAGERIT 2.0.

Hem de partir que el principal risc d'un repositori electrònic d'arxiu és la pèrdua dels objectes digitals que li han estat dipositats, seguit de la pèrdua de qualitat dels mateixos, en especial en relació amb la integritat (incloent-hi la possibilitat de ser accedits i llegits en el futur) i amb l'autenticitat (ja que sense autenticitat el seu valor històric queda reduït considerablement).

Rosenthal *et alia* han proposat²¹ una taxonomia d'amenaces de repositoris electrònics d'arxius, que pot ajudar a modelar les amenaces més importants:

- **Error de mitjans d'emmagatzematge.** S'ha de considerar que tots els mitjans d'emmagatzematge es degraden amb el temps, causant errors irreparables en les cadenes de bits que emmagatzemen, i que es troben subjectes a pèrdues imprevistes i definitives de dades degut a trencaments de disc i a pèrdua de suports d'emmagatzematge de dades fora de línia.
- **Error de maquinari.** S'ha de considerar que tots els components de maquinari poden patir errors transitoris recuperables, com caigudes en el subministrament elèctric, i també errors irrecuperables, com cremades.
- **Error de programari.** S'ha de considerar que tots els components de programari poden patir errors de programari que afectin a les dades emmagatzemades.
- **Error de comunicacions.** Els sistemes no poden assumir que les transferències de dades en xarxa que suporten els processos d'ingrés o d'accés es realitzaran en el temps previst, o que no es produiran errors en la transmissió.
- **Caiguda dels serveis de xarxa.** S'ha de considerar la possibilitat de caigudes en els serveis de xarxa que donen suport al sistema, incloent-hi el sistema de noms de domini, o les adreces persistents.
- **Obsolescència dels mitjans i del maquinari.** S'ha de considerar que els mitjans o el maquinari, abans de l'acabament de la seva vida útil i conseqüent error, poden no resultar llegibles, degut al ritme de canvi tecnològic. Es tracta d'una problemàtica que afecta especialment als mitjans extraïbles.
- **Obsolescència del programari i dels formats.** S'ha de considerar la possibilitat que els components del programari quedin antiquats, de forma que no es pugui emprar per interpretar les dades. En aquesta amenaça cal considerar també l'obsolescència dels formats de representació de les dades.
- **Error d'operació.** Cal considerar la possibilitat que algunes accions dels operadors del repositori produeixin errors recuperables o irrecuperables. Els errors es podrien produir sobre el programari del repositori, o dels sistemes en que es basa (maquinari, xarxes, etc).
- **Desastres naturals.** Cal preveure la possibilitat de producció de desastres naturals, com inundacions, incendis o terratrèmols, que es manifestaran en forma d'amenaques específiques als mitjans d'emmagatzematge, a les infraestructures i al maquinari.
- **Atacs externs.** Cal considerar la possibilitat d'atacs externs de tota mena, com per exemple virus i cucs, o altres.
- **Atacs interns.** Cal considerar també la possibilitat d'atacs efectuats per personal del propi repositori, que accedeix de forma no autoritzada als seus continguts i els divulga.
- **Fallida econòmica.** Els repositoris electrònics tenen una dependència més important del factor econòmic que els repositoris en

paper, i els pressupostos poden ser reduïts de forma important, fins i tot a zero.

- **Fallada organitzativa.** Cal considerar que les incidències que afecten a la organització també poden afectar negativament al repositori. Aspectes com la desaparició de l'organització, o la bancarrota, o fins i tot el canvi dels seus objectius de negoci, poden fer desaparèixer el propi repositori.

Per una altra banda, cal indicar que les anteriors amenaces es troben correlacionades entre elles, de forma que s'han d'avaluar de forma conjunta i proporcional, adreçant un conjunt suficient de les mateixes, d'acord amb la probabilitat d'ocurrència i de l'estimació del corresponent impacte en cas de materialització de l'amenaça.

Baker *et alia*, per la seva part, han proposat una taxonomia similar, afegint al model inicial de Rosenthal l'amenaça particular relativa a la **pèrdua de context**, i agrupant les amenaces per categories (per exemple, els errors s'agrupen en una categoria, i els atacs en una altra, de forma Les metadades i, en general, el context, aporten dades necessàries per a la interpretació dels objectes emmagatzemats als repositoris, el que implica la necessitat de preservar-lo completa o parcialment, especialment en relació amb el context criptogràfic. Moltes vegades no s'identifica i es recol·lecta el context de forma suficient, el que implica una possible amenaça a llarg termini.

Per una altra banda, Baker *et alia* han estudiat²² diversos factors que magnifiquen aquestes amenaces, i que afecten de forma negativa a les estratègies d'establiment de contramesures per reduir els riscos:

- **La invisibilitat dels errors.** Aquest factor considera els errors latents; és a dir, els que no es detecten quan es produeixen, sinó en un moment posterior.

Per exemple, en relació amb els errors dels mitjans d'emmagatzematge, una corrupció d'un sector del disc no serà detectada fins que s'accedeixi al mateix, encara que la corrupció hagi succeït força temps abans. En el cas dels components, una fallada pot no ser detectada fins que es necessiti accedir a les dades que en depenen, especialment en el cas de components de tercers. Així mateix, en el cas dels errors de maquinari, quan el maquinari s'utilitzi de forma poc freqüent, com un lector poc emprat, és possible que l'error es detecti quan no hagi recanvis o maquinari per a la seva reposició.

En relació amb l'obsolescència dels formats, es pot descobrir que informació antiga es troba formatada de forma il·legible en el moment d'accedir-hi. De forma semblant, en relació al context, es pot descobrir massa tard que s'hauria d'haver preservat informació necessària per interpretar les dades.

En relació amb els errors humans, l'esborrat accidental de dades pot no ser detectada fins que calgui accedir-hi. I de la mateixa forma, en relació amb els atacs, pot resultar que no es detecten els efectes d'un atac amb èxit fins que sigui necessari accedir a unes informacions que ja no es troben disponibles o que ja no són íntegres o autèntiques.

Caldrà, en conseqüència, adreçar especialment la problemàtica de la latència dels errors, per reduir-la a la mínima expressió, mitjançant estratègies com la replicació dels continguts i la seva auditoria regular.

- **La correlació dels errors.** Aquest factor considera que les amenaces es troben relacionades i que, en molts casos, la materialització del risc sobre un actiu afecta a altres, especialment en quant a la informació original i a les seves rèpliques o còpies redundants. En el cas dels desastres naturals, pot succeir que un desastre afecti a la informació original i a totes les seves rèpliques, de forma que es precisa de dispersió geogràfica suficientment independent. En relació amb els errors humans, s'ha de considerar la possibilitat que, en els casos de control administratiu unificat del repositori, tant sobre la informació original com sobre les rèpliques, un mateix error pugui afectar simultàniament a tot el conjunt. Caldrà, per tant, considerar segregació en les funcions d'administració dels sistemes. En relació amb les fallades de components, cal tenir en compte que l'excessiva dependència de determinats components pot afectar negativament, com per exemple si la informació original i totes les seves rèpliques depenen del mateix servidor. En relació amb la pèrdua de context, cal considerar si la pèrdua de context en l'objecte digital original pot afectar a les seves rèpliques, especialment en el cas de claus criptogràfiques irrecuperables, que podrien impedir l'accés als continguts original i fer inútils les rèpliques. En relació amb els atacs, cal considerar que poden tenir efectes correlats, com per exemple en el cas d'un atac intern per algú amb accés a la informació original i a les rèpliques, o com en el cas d'un atac per virus que afecti a tots els sistemes del repositori. En relació amb les fallades organitzatives, en alguns casos cal considerar una certa independència del repositori d'una sola organització, per garantir que la desaparició de l'organització no afectarà al repositori. De forma general, aquests autors consideren que la millor estratègia és complementar el nombre de rèpliques amb la gestió independent i geogràficament dispersa del repositori original i dels repositoris amb rèpliques.
- **La limitació pressupostària.** Aquest factor considera com una amenaça crítica als repositoris electrònics d'arxiu les possibles

carències pressupostàries, ja que les contramesures corresponents a les amenaces als repositoris tenen uns costos elevats que cal justificar, i que sovint ultrapassen les quantitats assignades a la preservació digital.

Resulta, per tant, extraordinàriament important incloure els aspectes econòmics en l'anàlisi de risc a practicar, optimitzant les estratègies de protecció d'acord amb el pressupost disponible.

3. Conclusions

Hem presentant les necessitats de seguretat dels repositoris electrònics d'arxiu, analitzant el que es pot considerar un procés evolutiu i raonable d'assumpció d'aquestes necessitats per part de la comunitat d'arxivers, que culmina en la recent llei 11/2007, de 22 de juny, d'accés electrònic dels ciutadans als serveis públics, la qual imposa obligacions concretes en relació amb la seguretat d'alguns tipus de repositoris.

Es pot afirmar que resulta pacífic en la doctrina i en la postura dels grups de treball reconeguts, així com en la legislació, la necessitat de realitzar una anàlisi de risc concreta per a cada repositori, que identifiqui els actius del repositori, les amenaces corresponents, valori els riscos i seleccioni mesures que redueixin la probabilitat d'actualització de l'amenaça o en mitigui els efectes danyosos.

Per ajudar-nos en aquesta tasca, disposem de les eines d'anàlisi de risc que hem presentat succintament, com MAGERIT 2.0 o, des d'una perspectiva més específica dels repositoris electrònics, DRAMBORA, eines que els professionals, i en concret, els arxivers, han de conèixer i aplicar en la seva tasca diària de gestió dels repositoris.

Així mateix, resulta convenient revisar les llistes de requisits de seguretat dels repositoris electrònics, que ofereixen una línia base de seguretat que, en general, es considera habitual i convenient per a qualsevol repositori. En aquest mateix sentit, la normativa de mesures de seguretat de dades personals estableix, en funció del nivell de classificació de la informació personal, una línia base que també caldrà complir en el repositori.

En la nostra opinió, i en el marc dels treballs presentats anteriorment, cal continuar la reflexió sobre els riscos dels repositoris electrònics, diferenciant i particularitzant els riscos específics dels diversos tipus de repositoris (repositoris de documentació en fase activa, semiactiva i històrica), produint guies i recomanacions per a l'aplicació pràctica del conjunt de mesures de seguretat corresponent als riscos identificats.

Notes

- 1 El terme "repositori" ha estat recentment normalitzat pel Consell Supervisor del TERMCAT per a designar el sistema informàtic on s'emmagatzema la informació d'una organització amb la finalitat que els seus membres la puguin compartir. Indica el TERMCAT que es tracta d'un calc de l'anglès repository (del llatí repositorium, derivat de reponere 'tornar a posar, reposar, restablir, restituir'), que es pot considerar una forma lingüísticament adequada en català pel seu origen llatí. Font: TERMCAT, consulta del 9 d'abril de 2008, publicada a Internet.
- 2 John Garrett, Donald Waters. Preserving Digital Information: Report of the Task Force on Archiving of Digital Information (Commission on Preservation and Access and RLG, 1996).
- 3 Trusted Digital Repositories: Attributes and Responsibilities. An RLG-OCLC Report. 2002.
- 4 ISO 14721:2003. Space data and information transfer systems – Open archival information system – Reference model. Es tracta d'una norma preparada a partir de l'estàndard CCSDS 650.0-B-1:2002, preparat del Consultative Committee for Space Data Systems.
- 5 ERPANET, Risk Communication Tool, (2003), <http://www.erpanet.org/guidance/docs/ERPANETRiskTool.pdf> (darrera consulta: 30 d'abril de 2008).
- 6 An Audit Checklist for the Certification of Trusted Digital Repositories. RLG-NARA. 2005.
- 7 La llista de control d'auditoria del repositori fiable diferencia quatre nivells de maduresa en quant al compliment: planificat, documentat, implementat i avaluat.
- 8 Building an Electronic Records Archive at the National Archives and Records Administration: Recommendations for a Long-Term Strategy. Robert F. Sproull and Jon Eisenberg, Editors, Committee on Digital Archiving and the National Archives and Records Administration, National Research Council. 2005.
- 9 ISO/TR 18492:2005. Long-term preservation of electronic document-based information.
- 10 nestor.-studies 8: nestor – Network of Expertise in long-term STORage / nestor Working Group on Trusted Repositories Certification: Catalogue of Criteria for Trusted Digital Repositories, Version 1 (draft for public comment), June 2006, Frankfurt am Main: nestor c/o Deutsche Nationalbibliothek, urn:nbn:de:0008-2006060710.
- 11 Resulta més correcte parlar de les amenaces que puguin afectar al repositori digital d'arxiu.
- 12 ISO 20652:2006. Space data and information transfer systems –Producer-archive interface– Methodology abstract standard. Es tracta d'una evolució de l'estàndard CCSDS 651.0-B1:2004, preparat pel Consultative Committee of Space Data Systems, també autor de l'estàndard OAIS.
- 13 L'OCLC va assumir i continua les actuacions del Research Library Group.
- 14 Model Requirements for the Management of Electronic Records. Update and Extension, European Commission and DLM-Forum. 2008.
- 15 ISO 15489-1:2001. Information and documentation – Records Management. Part 1: General.
- 16 ISO/TR 15489-2:2001. Information and documentation – Records Management. Part 2: Guidelines.

- 17 ISO/TR 15801:2006. Information stored electronically – Recommendations for trustworthiness and reliability.
- 18 Per no infringir la normativa de protecció de dades personals, cal efectuar aquesta anàlisi i implantar les mesures de Seguretat adients abans d'ingressar objectes digitals en el repositori.
- 19 Com per exemple OCTAVE o CRAMM.
- 20 Digital Curation Centre and DigitalPreservationEurope, (February 2007), "DCC and DPE Digital Repository Audit Method Based on Risk Assessment, v1.0", <http://www.repositoryaudit.eu> (darrera consulta: 30 d'abril de 2008).
- 21 Requirements for Digital Preservation Systems. A Bottom-Up Approach. David S. H. Rosenthal, Thomas Robertson, Tom Lipkis, Vicky Reich, Seth Morabito. D-Lib Magazine. November 2005 Volume 11 Number 11.
- 22 A Fresh Look at the Reliability of Long-term Digital Storage. Mary Baker, Mehul Shah, David S.H. Rosenthal, Mema Roussopoulos, Petros Maniatis, TJ Giuli, Prashanth Bungale. Proceedings of the 1st ACM SIGOPS/EuroSys European Conference on Computer Systems 2006. ACM.

Resumen

Desde el estudio de las necesidades de seguridad de los repositorios electrónicos de archivo, de cómo se pueden garantizar y proteger la información y los objetos digitales que se depositan, tanto los requisitos de seguridad (integridad, autenticidad, accesibilidad, confidencialidad, trazabilidad) como las amenazas a la infraestructura, llevan al autor a analizar exhaustivamente las amenazas inherentes a los repositorios corporativos, a examinar las normas estándares internacionales aplicables, a fin de proponer el análisis de riesgo concreto para cada repositorio electrónico fiable de archivo utilizando métodos de análisis de riesgos como son las herramientas MAGERIT 2.0 y DRAMBORA -que tienen que conocer a los profesionales de los archivos- y produciendo guías y recomendaciones para la aplicación práctica de las medidas de seguridad.

Résumé

L'étude des besoins sécuritaires des dépôts électroniques d'archives, des moyens de garantir et de protéger l'information et les objets numériques qui y sont déposés, ainsi que des impératifs de sécurité (intégrité, authenticité, accessibilité, confidentialité, traçabilité) comme des menaces contre l'infrastructure, amène l'auteur à analyser à fond les menaces inhérentes aux dépôts d'entreprise, à examiner les règles standards internationales applicables, afin de proposer une analyse de risques ad hoc à chaque dépôt électronique fiable en utilisant des méthodes analytiques tels que les outils MAGERIT 2.0 et DRAMBORA – que doivent connaître les professionnels des archives – et en mettant au point des guides et des recommandations pour la mise en œuvre des mesures de sécurité.

Summary

Encompassing study of the security needs of electronic archive repositories, safeguarding and protecting the digital information and objects deposited, both in terms of security requirements (integrity, authenticity, accessibility, confidentiality, traceability) and in terms of threats to infrastructure, the author undertakes a thorough examination of the threats besetting corporate repositories and looks at the applicable international standard regulations, for the purpose of proposing a specific risk analysis of each reliable electronic archive repository using risk-analysis methods such as the MAGERIT 2.0 and DRAMBORA tools (with which archives professionals have to be familiar), and producing guides and recommendations for practical application of security methods.