

## **Reparació de productes elèctr(ò)nic: pràctiques actuals a Barcelona**

### **Treball final del màster en Estudis Interdisciplinaris en Sostenibilitat Ambiental, Econòmica i Social (MEISAES) de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)**

*Paraules clau:* economia circular, reparabilitat, aparells elèctrics, prevenció de residus, disseny per al desmuntatge

#### **Resum**

La reparació ajuda a allargar la vida útil dels productes i, en molts casos, contribueix a reduir-ne l'impacte ambiental potencial, especialment des d'una perspectiva d'esgotament dels recursos. Actualment, la Unió Europea està introduint diversos requisits de reparació en mesures legislatives com les regulacions d'ecodisseny d'alguns aparells elèctrics i electrònics que es llançaran al mercat en els propers anys. Aquest treball es basa en l'anàlisi de la reparació de dues tipologies de productes existents: productes d'empresa a empresa (B2B) i productes d'empresa a consumidor (B2C). Mentre que l'estudi de productes B2B es realitza en estreta col·laboració amb un fabricant de producte original de màquines de cafè professionals, per a l'estudi de productes B2C es compta amb la participació de Restarters Barcelona, l'entitat que organitza esdeveniments de reparació, anomenats *Restart Parties*, als quals es porten una gran diversitat d'aparells elèctrics i electrònics (AEEs) domèstics amb diferents averies. L'estudi proporciona informació interessant sobre la tipologia de dades necessàries per l'anàlisi de la reparabilitat d'aparells elèctrics i electrònics mitjançant l'aplicació de l'estàndard d'eficiència de materials EN 45554, publicat pels organismes d'estandardització europeus CEN i CENELEC. En conjunt, mostra una visió pràctica de com implementar eines que poden contribuir a fer un seguiment més acurat d'estratègies d'economia circular a les ciutats i fa visible activitats de reparació que es duen a terme actualment a Barcelona.

## 1. Introducció

Per reduir la generació de residus electrònics, que creix un 2 % anualment a escala mundial [1], la reparació és una de les estratègies proposades, juntament amb la reutilització, el reacondicionament i la remanufactura [2]. Per exemple, segons l'última informació disponible al web de la Comissió Europea, 9 dels 31 grups de productes regulats per mesures d'ecodisseny inclouen aspectes relacionats amb l'eficiència dels materials, alguns directament relacionats amb la reparació.

D'altra banda, el darrer Pla d'acció d'economia circular (PAEC), publicat per la Unió Europea el 2020, considera l'electrònica i els productes de la informació, la comunicació i la tecnologia (ICT) com un sector clau per avançar cap a una economia circular [3]. Es proposen accions orientades tant als fabricants com als consumidors per millorar el rendiment ambiental actual dels aparells elèctrics i electrònics (AEEs) comercialitzats a Europa, fent èmfasi no només en l'eficiència energètica, sinó també en l'eficiència d'ús dels recursos. En aquest sentit, es plantegen principis de sostenibilitat com la durabilitat, la reutilització, l'actualització o la reparabilitat.

Des de la perspectiva de la cadena de valor del fabricant, el PAEC fa referència a la iniciativa d'electrònica circular per promoure la prolongació de la vida dels productes. Aquesta iniciativa inclou, entre d'altres, la introducció d'un carregador comú per a telèfons mòbils i altres dispositius similars, o l'incentiu dels sistemes de recollida i retorn de dispositius antics. També inclou la restricció de l'ús de determinades substàncies perilloses a partir de la revisió de la normativa REACH i els requisits d'ecodisseny. Des de la perspectiva del consumidor, s'inclou el desenvolupament de mesures legislatives i no legislatives que estableixen un nou "dret a reparar", així com l'apoderament, la governança i la participació del consumidor en la transició verda [3].

Perquè els ciutadans, alhora consumidors, puguin reparar els seus propis productes, cal que existeixin espais on fer-ho, a més d'assegurar que els fabricants segueixen uns requisits concrets. A Barcelona existeixen diverses entitats involucrades a crear consciència i promoure la reparació de petits electrodomèstics entre la població: organitzacions voluntàries com Restarters Barcelona (Restart Parties) i Open Art Association (Repair Cafés); agents públics territorials com l'AMB (Millor Que Nou); i empreses d'inserció que ofereixen aquest servei a diversos municipis, com ara Solidança (Reparatruck i Rubí manetes) o Andròmines.

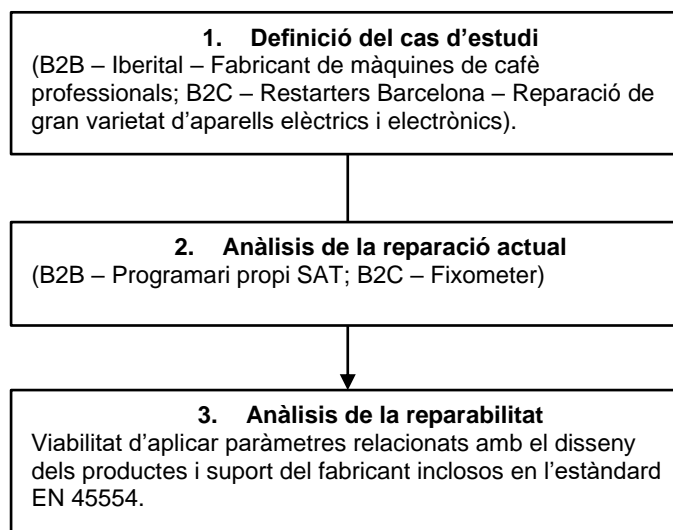
En aquest article s'estudia la reparació com una de les estratègies més rellevants per allargar la vida útil dels productes, els quals es poden diferenciar en dues tipologies principals: productes d'empresa a empresa (B2B) i productes d'empresa a consumidor (B2C). Mentre la reparació dels productes B2B la solen fer reparadors industrials, la reparació de productes B2C la solen fer reparadors independents i, en alguns casos, són els mateixos consumidors els qui reparen els productes, ja sigui sols o amb el suport d'entitats com les esmentades anteriorment. També existeix el servei tècnic postvenda dels proveïdors de productes tant per productes B2B com per productes B2C [4].

Aquest treball, a més de tractar dades relacionades amb la reparació, pretén investigar la possible adaptació de l'estàndard EN45554 per avaluar la reparabilitat dels aparells. Ambdues anàlisis es fan en estreta col·laboració amb un fabricant especialitzat en màquines de cafè professionals (cas d'estudi B2B) i amb un col·lectiu local que impulsa esdeveniments per reparar una gran diversitat d'aparells elèctrics i electrònics domèstics a Barcelona (cas d'estudi B2C).

## 2. Metodologia

La metodologia d'anàlisi inclou tres passos principals, tal com es mostra a la *Figura 1*. En primer lloc, la definició dels dos casos d'estudi. En segon lloc, l'anàlisi de dades relacionades amb la reparació. Finalment, l'anàlisi de la reparabilitat per cadascuna de les tipologies de productes. Cal destacar que, tot i ser conceptes aparentment semblants, és important entendre la diferència entre *reparació* i *reparabilitat*. Mentre que la *reparació* és el procés de retornar el producte a una condició en què pugui complir l'ús previst, la *reparabilitat* fa referència a la mesura de com de fàcil és reparar els elements espatllats.

El primer pas, la definició dels casos d'estudi, inclou la selecció de dues organitzacions que realitzen reparacions i la comprensió de la tipologia de productes que reparen. Per al primer cas d'estudi, relacionat amb productes B2B, s'ha seleccionat un fabricant de màquines de cafè professionals que ven màquines a torrefactors de cafè i al sector d'hotels, restaurants i cafeteries (HORECA). Aquesta empresa també ofereix un servei oficial de reparació postvenda, realitzat per un grup de tècnics professionals especialitzats. Per al segon cas d'estudi, referent a productes B2C, s'ha seleccionat l'organització voluntària Restarters Barcelona, la qual forma part de The Restart Project, una entitat internacional que periòdicament organitza esdeveniments de reparació gratuïts i oberts a la població. Durant la sessió, un equip de voluntaris polivalents comparteixen habilitats i ensenyen a altres persones com reparar dispositius electrònics espatllats o danyats.



*Figura 1. Metodologia proposada en aquest estudi per analitzar la reparació i reparabilitat d'aparells elèctrics i electrònics.*

En el segon pas, s'analitza la reparació a partir de la recollida de dades disponibles. En el cas d'estudi B2B, s'utilitza la informació registrada del programari intern del servei d'assistència tècnica (SAT) de l'empresa, on es guarden les operacions de reparació de cada màquina de cafè comercialitzada pel fabricant durant la seva vida útil. La informació analitzada està específicament relacionada amb les peces substituïdes, fet que ha permès identificar les peces que es canvien amb més freqüència, i en conseqüència, determinar les parts crítiques de les màquines de cafè professionals.

Pel que fa al cas d'estudi B2C, Restarters Barcelona, com la resta d'organitzacions mundials adherides a The Restart Project, registra totes les dades de la reparació en una base de dades en línia anomenada "Fixometer". Aquesta base de dades inclou camps predefinits sobre les característiques del producte (categoria, marca, model i edat), l'estat de la reparació (reparat, reparable i final de vida útil) i la descripció del problema/solució de l'aparell en format de text lliure. Les dades analitzades des del 2015 al 2020 han estat útils per identificar els dispositius més freqüents a les trobades de reparació i conèixer la quantitat de productes classificats com a reparats, reparables i al final de la vida útil.

El tercer pas de l'estudi consisteix en l'aplicació de la norma EN 45554 "Mètodes generals per a l'avaluació de la capacitat de reparar, reutilitzar i actualitzar productes relacionats amb l'energia", publicat per CEN/CENELEC [5]. El mètode proposat inclou tres passos principals

1. Definir les peces més rellevants del producte. Les peces prioritàries (tal com s'estableix en l'estudi de Cordella *et al.* [7]) es caracteritzen per ser necessàries per al funcionament tècnic de la màquina i també per tenir una freqüència de substitució significativa.
2. Determinar els paràmetres més adients per avaluar la reparabilitat segons la tipologia de producte estudiada, els quals es diferencien en paràmetres referents al disseny del producte i paràmetres referents al suport que dona el fabricant per reparar els productes. Per una banda, el grup de paràmetres relacionats amb el disseny del producte inclou sis indicadors: el temps de desmuntatge, la seqüència/profunditat de desmuntatge, el tipus i la quantitat de fixacions i connectors, la tipologia d'eines, el grau de coneixement i l'entorn de treball. Per altra banda, el grup de paràmetres relacionats amb el suport del fabricant n'inclou sis més: el suport de diagnòstic i interfícies, el tipus i la disponibilitat d'informació per la reparació, la disponibilitat de peces de recanvi, l'accés al programari, la garantia comercial i les opcions de devolució per a la reparació.
3. Assignar una ponderació a les peces prioritàries i als paràmetres per tal de determinar una puntuació que quantifiqui la reparabilitat del producte. Aquest últim pas és útil a l'hora de comparar productes d'una mateixa categoria existents mercat. Cal afegir, a més, que és especialment útil per a aparells elèctrics i electrònics dels quals s'hagin realitzat estudis previs, en què les peces prioritàries estan definides i validades per diversos agents. És el cas, per exemple, de rentadores, aspiradores, telèfons mòbils o ordinadors. La ponderació no s'ha inclòs en aquest estudi.

En aquest treball s'investiga, doncs, la viabilitat d'aplicar l'estàndard EN 45554 per als casos d'estudi B2B i B2C, amb la finalitat de generar coneixement sobre l'aplicació pràctica d'eines desenvolupades per organismes europeus i avançar cap una societat més circular.

### 3. Resultats

#### 3.1. Cas d'estudi 1: producte B2B

L'anàlisi del producte B2B s'ha realitzat en col·laboració amb l'empresa Iberital, que fabrica màquines de cafè professionals. En general, els torrefactors de cafè compren i distribueixen les màquines de cafè a Iberital. Són els torrefactors els qui s'encarreguen d'establir contractes per al lloguer de les màquines, juntament amb el subministrament de cafè per al sector HORECA.

Tot i que la vida útil mitjana de les màquines de cafè d'Iberital sol estar al voltant dels deu anys, la vida es pot escurçar per motius comercials, en els casos en què les empreses HORECA canvien el contracte amb el proveïdor de cafè (torrefactor de cafè). Per tal que les màquines no quedin obsoletes abans d'hora, existeix la possibilitat de reacondicionar-les perquè altres locals del mateix torrefactor les aprofitin. Des del punt de vista tècnic, hi ha alguns factors externs que també afecten la vida útil de la màquina. Un d'ells és la manca de manteniment continuat per part de l'usuari. Un altre és la qualitat de l'aigua utilitzada, ja que si té un alt contingut en minerals (superior a 121 ppm) i no es filtra, pot formar fàcilment dipòsits de calç i bloquejar els orificis de la màquina.



*Figura 2. Caldera de coure i l'efecte de la corrossió de l'aigua amb alt contingut de calç sense filtrar.*

Gràcies a la informació proporcionada pel programari intern del SAT (Servei d'Assistència Tècnica) sobre les reparacions realitzades i també gràcies a l'experiència del fabricant i d'un reparador professional de màquines de cafè, s'ha pogut determinar una llista reduïda de peces prioritàries (13) en relació amb el centenar de peces diverses que conformen les màquines de cafè professionals.

Seguidament, i donat que aquest cas d'estudi es realitza des del punt de vista del fabricant, s'han considerat especialment els paràmetres de l'EN 45554 relacionats amb el disseny. Concretament, el càlcul dels passos necessaris per accedir a cada una de les peces considerades crítiques, ja que està estretament relacionat amb el temps dedicat a retirar la peça en qüestió i, per tant, també amb el cost de la intervenció. En conseqüència, la llista de peces prioritàries s'ha pres com a referència per calcular el nombre de passos necessaris per accedir a cadascuna d'elles en dos models de màquines diferents, mitjançant el procediment establert pel mètode eDIM [6].

Segons l'eDIM, un pas s'acaba en el canvi d'eina o en l'extracció d'una peça. Tot i que aquesta metodologia ha permès obtenir resultats preliminars sobre el nombre de passos per al desmuntatge de peces prioritàries (*Taula 1*) i identificar oportunitats de

millora en el disseny per facilitar l'accessibilitat a peces crítiques, s'hi han detectat algunes limitacions metodològiques. Principalment, la manca de temps de referència per a algunes tipologies de connectors i eines (p. e., femelles i claus fixes) per fer el desmuntatge. Això es deu al fet que el mètode eDIM està pensat per a elements electrònics petits (pes màxim de 4 kg) [6]. Una altra limitació per a l'aplicació en aquest estudi és que, com que l'eDIM es va desenvolupar per calcular el temps de desmuntatge en una planta de tractament de residus electrònics, només pot ser replicat en àmbits similars, com bancs de treball espaiosos de tallers del fabricant o reparador, però no per a reparacions *in situ* dins dels locals HORECA.

La *Taula 1* mostra la llista de peces prioritàries, classificades com a parts funcionals i parts desgastades per l'ús, que són les peces externes en contacte amb l'usuari de la màquina de cafè. Aquelles més crítiques, és a dir, amb una freqüència de reemplaçament més alta i que requereixen més passos a l'hora de substituir-se (set passos o més). Són: el pressòstat, l'electrovàlvula del grup i el filtre tubular del grup de cafè. Les peces com la junta del portafiltre, tot i tenir una freqüència de substitució molt elevada, no s'han considerat rellevants en l'estudi ja que poden extreure's fàcilment amb dos passos.

*Taula 1. Llista de parts prioritàries de les màquines de cafè professionals i càlcul del nombre de passos necessaris per al desmuntatge (basat en dos models diferents de màquines de cafè professionals).*

	Parts prioritàries	Freqüència de reemplaçament	Nombre de passos per al desmuntatge
<b>Parts funcionals</b>	Pressòstat	Alta	8-10
	Electrovàlvula del grup*	Alta	8
	Filtre tubular del grup (gicleur)*	Alta	4-8
	Bomba	Alta	7-9
	Vàlvula de buit*	Mitjana	6
	Electrovàlvula de càrrega	Mitjana	7-10
	Placa base	Baixa	6
	Resistència*	Baixa	6
	Caldera	Baixa	N/D
<b>Parts de desgast per ús</b>	Junta del portafiltres	Molt alta	1-2
	Aixeta/lleva Aigua/vapor	Mitjana	7-9
	Casquet de flotació	Mitjana	3
	Botonera	Mitjana	N/DE

\*Peça susceptible de fallar degut a l'ús d'aigua dura sense filtrar

A partir d'aquest estudi s'han identificat algunes millores de disseny. Per exemple, per al model de màquina 1, la forma de la xapa de la carcassa frontal força a fer dos passos addicionals per accedir a l'electrovàlvula del grup. Pel que fa al model de màquines 2, cal un pas addicional per accedir al pressòstat o a la vàlvula de buit. El redisseny del producte podria minimitzar el nombre d'operacions per facilitar-ne la reparació. Per a peces amb orificis estrets i en contacte continu amb l'aigua, com en el cas de l'electrovàlvula del grup, es poden considerar altres estratègies com la instal·lació d'un filtre per reduir la concentració de minerals a l'aigua.

Un altre aspecte possible per estudiar detalladament, més lligat amb la durabilitat, és el tipus de material i el gruix de les peces. Segons l'experiència i l'evidència al taller d'un reparador professional de màquines de cafè, una caldera de coure es corroeix més fàcilment i, per tant, habitualment es descarta, en comparació amb les peces d'acer inoxidable, que es poden netejar i reacondicionar per a un segon ús. Seria interessant tenir en compte com la selecció de materials per a la fabricació de

màquines de cafè professionals pot afectar la reparació i el reacondicionament per tal d'allargar la vida útil d'aquests productes.

### 3.2. Cas d'estudi 2: producte B2C

L'anàlisi de productes B2C s'ha desenvolupat en col·laboració amb Restarters Barcelona, una associació sense ànim de lucre que promou la reparació de petits electrodomèstics a diferents barris de Barcelona i que forma part del col·lectiu mundial The Restart Project, originat l'any 2013 a Londres. Des del 2015, Restarters Barcelona ha organitzat més de 60 esdeveniments gratuïts enfocats a la reparació d'aparells, anomenats "Restart Parties", amb més de 420 assistents.

Segons el Fixometer, una eina desenvolupada per The Restart Project que permet fer l'estimació de l'impacte ambiental evitat amb cada organització adherida al projecte, han contribuït a la prevenció de 547 kg de residus electrònics i han evitat l'alliberació de 6.768 kg de diòxid de carboni a l'atmosfera [8]. Durant les *Restart Parties*, nom que se li donen als esdeveniments de reparació organitzats per col·lectius adherits a The Restart Project, un equip de voluntaris qualificats ajuden els participants a identificar el motiu de l'averia dels seus productes i a reparar-los, sempre que sigui possible. Paral·lelament, els organitzadors voluntaris recullen informació sobre el producte i la seva reparació. Aquesta informació s'actualitza posteriorment a la base de dades en línia del Fixometer per a cadascun dels productes. Els camps per omplir estan relacionats amb les característiques del producte (categoria, marca, model i anys de vida) i amb el procés de reparació (en format de text lliure, s'indica el motiu de la fallada i la solució; en format predeterminat, s'indica l'estat de reparació: reparat, reparable o al final de la vida; la necessitat de peces de recanvi o els motius pels quals el producte es considera al final de la vida).

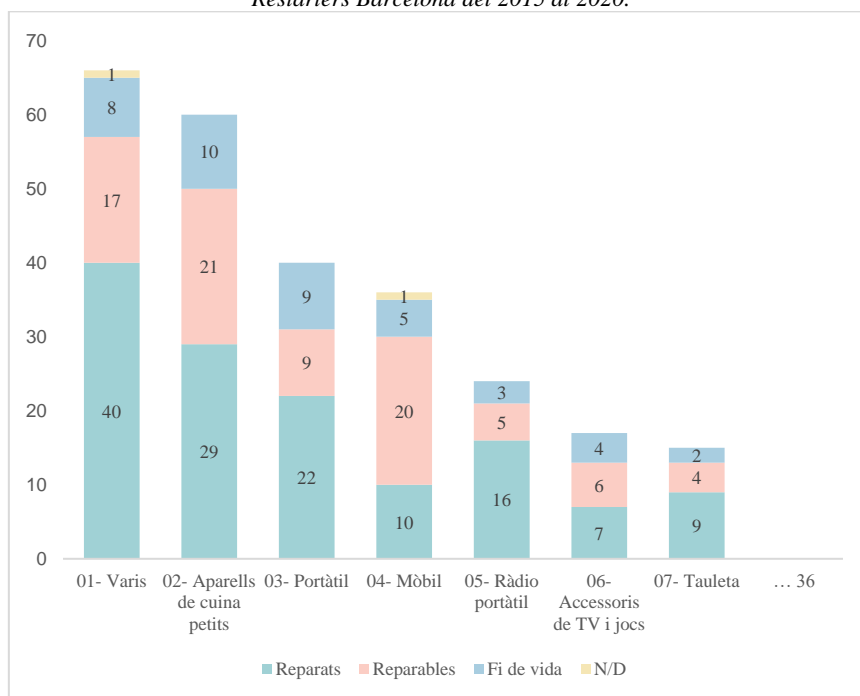
Per l'estudi, en primer lloc, s'han examinat les dades disponibles de les *Restart Parties* organitzades per Restarters Barcelona del 2015 al 2020. L'accés a aquestes dades ha estat útil per avaluar la taxa de reparació actual d'aparells i identificar les tipologies de productes més fàcils i més difícils de reparar en aquest context.

De 430 productes:

- el 50 % es va reparar amb èxit
- el 32 % tenien potencial per ser reparats
- el 18 % es van considerar al final de la vida.

D'altra banda, la *Figura 2* mostra les categories amb més incidència a les *Restart Parties*. De 36 categories establertes, aquella amb més representació és la de "Varis" (15 %), seguida d'"Aparells de cuina petits" (14 %), "Ordinadors portàtils" (9 %), "Telèfons mòbils" (8 %) i "Ràdios portàtils" (6 %). La categoria "Varis" inclou els aparells que no disposen d'una categoria específica. En conseqüència, estudiar amb detall els productes inclosos en aquesta categoria podria ser útil per millorar la qualitat de la informació de recollida.

**Figura 3.** Nombre de productes reparats, reparables i al final de la vida a les Restart Parties organitzades per Restarters Barcelona del 2015 al 2020.



**Figura 3.** Nombre de productes reparats, reparables i al final de la vida a les Restart Parties organitzades per Restarters Barcelona del 2015 al 2020.

Els resultats obtinguts també mostren que els productes amb més èxit de reparació són les ràdios portàtils (67 % reparades). En canvi, els telèfons mòbils l'èxit de reparació més escàs (28 %), probablement a causa de la manca d'eines específiques o recanvis disponibles durant les *Restart Parties*.

L'assistència en diverses *Restart Parties* ha permès conèixer el funcionament de la recollida de dades i identificar-hi possibles oportunitats de millora. El principal inconvenient és que l'actual model de recollida de dades, on les dades s'apunten en una pissarra de forma manual i es transfereixen al Fixometer posteriorment, contribueix a la falta i/o pèrdua d'informació i requereix de temps extra de les organitzadores voluntàries.

Per tal de millorar els aspectes mencionats i avaluar la reparabilitat dels aparells s'ha creat un qüestionari en línia per recollir les dades *in situ* durant els esdeveniments de reparació. S'ha pogut testar en una *Restart Party*, en què hi va haver un total de 19 productes. De tots els productes:

- el 40 % es van reparar amb èxit
- el 50 % eren potencialment reparables
- el 10 % es van considerar al final de la seva vida útil

Per tipologia de producte, el 58 % eren articles de cuina i petits articles per a la llar, el 21 % productes d'entreteniment per a la llar, el 16 % aparells electrònics i el 5 % ordinadors i dispositius d'oficina a casa.

*Taula 2. Paràmetres relacionats amb el disseny adaptats de l'estàndard EN 45554 inclosos al qüestionari en línia.*

Paràmetres	Descripció	Resultats
<b>Tipologia de fixacions i unions</b>	Reutilitzables (cargols metàl·lics)	58%
	Removibles, però no reutilitzables (encaixos, adhesius, cola)	28%
	Ni reutilitzables ni removibles	14%
<b>Tipologia d'eines necessàries pel desmuntatge</b>	Bàsiques/ estàndards	81%
	Eines especialitzades	7%
	Eines del fabricant	0%
	Impossible obrir el producte amb cap eina	11%
<b>Passos pel desmuntatge (accés a la peça danyada)</b>	Nº de passos proporcional	51%
	Més passos de l'esperat	15%
	Molts més passos de l'esperat	14%
	Impossible accedir a la part danyada	20%
<b>Temps de la reparació</b>	15 minuts màxim.	11%
	15-30 minuts	50%
	30 minuts	22%
	Més de 30 minuts	17%

La *Taula 2* mostra els paràmetres inclosos per avaluar la reparabilitat dels productes i els resultats obtinguts. Pel que fa a la tipologia d'unions, gairebé el 60% dels productes utilitzen unions reutilitzables, mentre que el 28% disposen d'encaixos adhesius o cola per unir els components, el qual pot dificultar el desmuntatge i incrementar el risc de malmetre el producte. Accedir a l'interior del producte no és possible pel 14% restant.

Més del 80% dels productes s'han pogut desmuntar amb eines estàndard i pel 20% restant s'ha requerit eines especialitzades o inclús no s'ha pogut desmuntar. Per exemple, ha calgut un tornavís de llengua de serp per obrir una màquina de cafè domèstica, no considerada eina estàndard en l'EN 45554. En relació al nombre de passos pel desmuntatge, la meitat dels productes requereixen un nombre proporcional de passos, al voltant d'un 30% han necessitat més passos del previst i el 20% no s'han pogut desmuntar. En relació al temps dedicat a la reparació, el més comú és una durada de 15 a 30 minuts per producte.

En general, el qüestionari en línia ha resultat útil per agilitzar el procés de transferència de dades al Fixometer, de manera que es farà servir en les properes *Restart Parties*. També ha permès obtenir informació més detallada dels productes i generar coneixement sobre les pràctiques de disseny adoptades pels fabricants, identificar limitacions en la reparació i oportunitats per fer productes més reparables. Tot i la necessitat d'adaptar alguns dels paràmetres inclosos a l'EN 45554, l'estàndard ha servit de guia per estudiar aspectes del disseny de productes en un context de reparació comunitari, els quals es caracteritzen per ser productes exclosos de les mesures d'ecodisseny publicades per la Unió Europea. La generació d'aquest tipus d'informació pot ser interessant per traslladar a responsables polítics, per promoure la fabricació de productes reparables i augmentar el valor dels productes dins el sistema econòmic.

#### 4. Conclusions

La reparabilitat permet l'avaluació dels productes des d'una perspectiva àmplia, considerant aspectes clau del disseny per millorar la capacitat dels productes de ser reparats. És més, tenir en compte la reparabilitat durant el disseny d'un producte representa una estratègia preventiva, és a dir, pot afavorir la prevenció de residus elèctrics i electrònics.

El desenvolupament d'estàndards com l'EN 45554 i la seva aplicació són necessaris per promoure productes més reparables.

Tanmateix, la metodologia proposada en l'EN 45554 requereixen un alt coneixement del producte. En conseqüència, l'anàlisi de la reparabilitat realitzada pel consumidor en contextos de carrer, com és el cas de Restarters Barcelona, esdevé un repte més gran a causa majoritàriament de la falta d'accés a informació relacionada amb la reparació per part del fabricant i disposar de temps limitat. En canvi, aquest anàlisi realitzat pels fabricants és més factible. No obstant això, cal un esforç per facilitar l'accés i l'aplicació d'aquest tipus d'informació a empreses i associacions de fabricants per adaptar els mètodes teòrics a la realitat de diferents tipologies de productes, com els que es mostren a l'estudi. La publicació d'estudis pràctics o guies de referència per tipologia de producte, per exemple, podrien ajudar a una major comprensió alhora de tenir en compte la

A més, creiem que introduir sistemes obligatoris de puntuació de reparabilitat als fabricants i fer-los visibles al punt de venda, tal com s'està començant a fer en alguns països com França, podria ser un mecanisme eficaç per promoure la cultura de reparació i conscienciar tant consumidors com fabricants sobre la necessitat de prolongar el valor dels productes posats al mercat dins del sistema econòmic, i millorar així el rendiment ambiental dels productes.

De totes maneres, cal afegir que la reparabilitat és només un dels indicadors d'eficiència de materials proposats en estàndards de CEN/CENELEC. Tenir-ne en compte altres, com la durabilitat o la capacitat per ser actualitzat o remanufacturat, pot ajudar a tenir una visió global del potencial d'aprofitament de recursos dels productes.

#### Agraïments

Els autors volen agrair a l'Àrea Metropolitana de Barcelona la concessió de la beca BDNS 546247. També volem expressar el nostre agraïment a les persones que han col·laborat en aquest projecte, especialment a l'equip d'Iberital i de Restarters Barcelona.

#### Referències

[1] Forti, V., Baldé, C. P., Kuehr, R., & Bel, G. (2020). *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, Flows, and the Circular Economy Potential*. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Ginebra/Rotterdam (pp. 1–119).

[2] Ardente, F., Talens Peiró, L., Mathieux, F., & Polverini, D. (2018). «Accounting for the environmental benefits of remanufactured products: Method and application». *Journal of Cleaner Production*, 198, 1545–1558. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.012>

[3] Comissió Europea (2020). *Circular Economy Action Plan. For a cleaner and more*

*competitive Europe*. Comissió Europea, Brussel·les.  
[https://ec.europa.eu/environment/pdf/circulareconomy/new\\_circular\\_economy\\_action\\_plan.pdf](https://ec.europa.eu/environment/pdf/circulareconomy/new_circular_economy_action_plan.pdf)

[4] Bracquené, E., Brusselaers, J., Dams, Y., Peeters, J., De Schepper, K., Duflou, J., & Dewulf, W. (2018). *Repairability criteria for energy related products*. Study in the BeNeLux context to evaluate the options.

[5] CEN-CENELEC, (2020). *EN45554 – General Methods for the Assessment of the Ability to Repair, Reuse and Upgrade Energy-related Products*. Comitè Europeu per a l'Estandardització Electrotècnica.

[6] Peeters J.R., Tecchio P., Ardente F., Vanegas P., Coughlan D., Duflou J. (2018). *eDIM: further development of the method to assess the ease of disassembly and reassembly of products — Application to notebook computers*. EUR 28758 EN, Oficina de Publicacions de la Unió Europea, Luxemburg. ISBN 978-92-79- 73189-1, doi:10.2760/864982, JRC107773.

[7] Cordella M., Alfieri F., Sanfelix J., (2019). *Analysis and development of a scoring system for repair and upgrade of products – Final report*. EUR 29711 EN, Oficina de Publicacions de la Unió Europea, Luxemburg, ISBN 978-92- 76-01602-1, doi:10.2760/725068, JRC114337

[8] Restarters Barcelona (2021). [En línia]. Disponible:  
<https://restartersbcn.info/ca/mainpage-catala/> [Accés: 22 de febrer del 2021]