

RESUM

La proposta d'implantació de vehicles elèctrics en una àrea bàsica policial, té com a finalitat l'estudi de viabilitat de substituir una part dels vehicles Seat Altea XL 1.6TDI de combustió interna utilitzats actualment pel Cos de Mossos d'Esquadra per vehicles totalment elèctrics.

L'objectiu de la proposta és, donada aquesta viabilitat, reduir les emissions contaminants dels vehicles dièsel que es fan servir actualment i reduir la contaminació acústica dels motors de combustió per tant pacificar els nuclis urbans on pateixen més aquest tipus de contaminació.

L'estudi d'implantació s'ha centrat en una Àrea Bàsica Policial del Cos de Mossos d'Esquadra genèrica de la ciutat de Barcelona, d'on s'han analitzat les unitats i grups que la formen. De l'anàlisi de les necessitats de cada unitat s'ha proposat la substitució de set vehicles de combustió interna del total de la flota policial per vehicles totalment elèctrics.

De l'estudi dels serveis de l'Àrea Bàsica Policial també s'ha determinat que el més convenient és una càrrega vinculada instal·lant un punt de càrrega per cada vehicle. Donades les necessitats del servei, dels set punts de càrrega, sis seran de càrrega lenta de 3,6 kW per carregar el vehicle en 8-11 hores, mentre que es reservarà la plaça restant per ubicar un punt de càrrega ràpida, per tal de carregar el 80% de la bateria d'un vehicle elèctric en menys de 30 min.

El vehicle triat per la proposta ha estat el Volkswagen e-Golf de 105 CV (85 kW), amb un consum de 12,7 kWh i una autonomia de 190 km. Amb aquest model de vehicle la proposta de viabilitat ha estat favorable amb la implantació dels 7 vehicles, amb sis punts de càrrega lenta i un punt de càrrega ràpida.

L'estalvi en la inversió d'implantar els set vehicles e-Golf i els diferents punts de, s'obté a partir de 8 anys i 5 mesos de funcionament, suposant un model d'utilització del vehicle de 20.000 quilòmetres anuals.

SUMARI

RESUM	1
SUMARI	3
1 INTRODUCCIÓ	7
1.1 MOTIVACIÓ.....	7
1.2 OBJECTIU	8
1.3 ABAST	9
2 VEHICLE ELÈCTRIC	11
2.1 MOTIUS D'ÚS	11
2.2 HISTÒRIA.....	12
2.3 TIPUS DE VEHICLES ELÈCTRICS	14
2.3.1 VEHICLE HIBRID	14
2.3.2 VEHICLE HIBRID ENDOLLABLE	15
2.3.3 VEHICLE ELÈCTRIC PUR	16
2.4 AVANTATGES DELS VEHICLES ELÈCTRICS	17
2.4.1 EFICIÈNCIA ENERGÈTICA.....	17
2.4.2 ESTALVI EN ENERGIA	18
2.4.3 MEDI AMBIENT	18
2.4.4 CONTAMINACIÓ ACÚSTICA	20
2.4.5 EMISSIONS	20
2.5 SUBVENCIONS I AJUDES	22
3 INFRAESTRUCTURA DE CÀRREGA	25
3.1 NORMATIVA ELÈCTRICA.....	25
3.2 TIPUS DE CONECTORS.....	26
3.3 TIPUS DE CÀRREGES	27
3.4 MODES DE CÀRREGA	28
3.5 INFRAESTRUCTURES DE RECÀRREGA	31
3.6 PUNT DE RECÀRREGA.....	32
3.6.1 PUNT DE RECÀRREGA PORTÀTIL	33
3.6.2 PUNT DE RECÀRREGA INTERIOR.....	33
3.6.3 PUNT DE RECÀRREGA EXTERIOR.....	34

4 VEHICLES ELÈCTRICS EN EL MARC POLICIAL.....	35
4.1 VEHICLES ELÈCTRICS EN EL COS DE MOSSOS D'ESQUADRA.....	38
5 ESTUDI D'IMPLANTACIÓ DEL VEHICLE ELÈCTRIC A UNA ÀREA BÀSICA POLICIAL ...	41
5.1 COS DE MOSSOS D'ESQUADRA	41
5.2 ORGANIGRAMA DEL CME	42
5.3 L'ÀREA BÀSICA POLICIAL	43
5.4 UNITATS I GRUPS D'UNA ABP	45
5.5 NECESSITATS DE CADA UNITAT O GRUP	46
5.6 ANÀLISIS DELS SERVEIS	48
5.7 PROPOSTA DE SUBSTITUCIÓ	49
6 ELECCIÓ DEL VEHICLE	51
6.1 VEHICLES ELÈCTRICS	52
6.2 VELOCITAT	53
6.3 AUTONOMIA	53
6.4 DIMENSIONS	54
6.5 PREU.....	55
6.6 SEGURETAT	57
6.7 ALTRES ASPECTES.....	59
6.8 RESULTAT	60
7 DISSENY DE LA PROPOSTA.....	63
7.1 UBICACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ	63
7.2 TIPUS DE CONNECTOR	65
7.3 MODE DE CÀRREGA.....	65
7.4 POTÈNCIA DE CÀRREGA	66
7.5 GESTIÓ DE CÀRREGA.....	67
7.6 SISTEMA ELÈCTRIC.....	68
7.6.1 ESQUEMA DE LA INSTAL·LACIÓ.....	69
7.6.2 PREVISIÓ DE CÀRREGA	70
7.6.3 REQUISITS DE LA INSTAL·LACIÓ	70
7.6.4 PROTECCIONS.....	71
8 COMPARATIVA DE LES OPCIONS	73
8.1 PREU DELS VEHICLES	73
8.2 INSTAL·LACIÓ	73
8.3 DRETS DE SUBMINISTRAMENT.....	74
8.4 ENERGIA ELÈCTRICA.....	74

8.5 COMBUSTIBLE	75
8.6 MANTENIMENT DEL VEHICLE.....	76
8.7 AJUDES	77
8.8 IMPOSTOS.....	77
9 VIABILITAT ECONÒMICA	79
IMPACTE AMBIENTAL.....	83
PRESSUPOST	85
CONCLUSIONS	87
LIMITACIONS DEL MODEL	88
TREBALLS FUTURS.....	88
BIBLIOGRAFIA.....	89
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA.....	92

I INTRODUCCIÓ

L'origen d'aquest projecte ha nascut a través de la proximitat i del coneixement de la situació actual del parc mòbil del Cos de Mossos d'Esquadra (CME) i dels avantatges medi ambientals socials i econòmiques que suposaria la substitució total o parcial d'alguns dels vehicles tèrmics utilitzats pel cos.

Aquesta proposta d'implantació no ha volgut ser un projecte específic ni un projecte tècnic de disseny d'una instal·lació, ni tampoc una guia d'actuació a seguir. S'ha volgut constatar una realitat en el parc mòbil policial de manca de vehicles elèctrics i la necessitat d'implantar aquest model si es vol una mobilitat ecològica i sostenible.

El desig d'aquesta proposta és que sigui un punt d'inici per futurs projectes d'implantació de vehicles elèctrics en l'àmbit policial o per estudis més profunds d'instal·lacions elèctriques.

1.1 MOTIVACIÓ

Ja fa uns quants anys que autor està relacionat professionalment amb el món de la seguretat pública i en concret de la vessant policial. La seva experiència i contacte diari sobre el terreny ha fet que sorgís una inquietud per la manera de funcionar de l'administració pel que fa referència a la mobilitat dels seus funcionaris de carrer.

El gran nombre de vehicles disponibles sumat a la quantitat de quilòmetres que fan totes les unitats mòbils del cos, fa que la generació de gasos contaminants fruit de la combustió interna dels vehicles a motor sigui molt elevada.

El fet que no hi ha, a priori, cap tipus d'iniciativa per canviar l'estructura de mobilitat del cos, s'ha decidit que seria interessant fer una proposta pel canvi al vehicle elèctric, atenent a les necessitat de cada servei.

El vehicle elèctric (VE) cada vegada està més present en totes les grans marques i fabricants de vehicles. Si això sumem les campanyes estatals que fomenten la seva utilització, i la cada vegada més conscienciació pel medi ambient, així com la necessitat de

reduir les emissions de CO₂, fa que fomentar la utilització del vehicle elèctric en un sector com el policial, sigui quasi una obligació per part de l'administració pública.

Per tenir una idea de l'impacte ambiental que suposaria un petit canvi en el parc mòbil policial, el 2015 els vehicles de combustió interna va fer aproximadament 63'5M de quilòmetres. Ens trobem davant d'una enorme generació d'emissions de gasos contaminants que es podria haver minimitzat adquirint vehicles elèctrics.

El parc mòbil del que disposa el Cos de Mossos d'Esquadra està format per vehicles de combustió interna (VCI) en la seva totalitat. El fet de poder canviar un petit percentatge dels vehicles en circulació, crearia un gran impacte immediat en termes medi ambientals i acústics, i alhora un gran impacte a mig termini en termes econòmics per l'administració en el consum de carburant, revisions, i reparacions per desgast dels vehicles. El patrullatge amb vehicles elèctrics eliminaria la contaminació acústica inherent dels vehicles de combustió i suposaria un benefici pel benestar dels ciutadans.

1.2 OBJECTIU

L'objectiu del projecte és fer una proposta per la implantació de vehicles elèctrics en una Àrea Bàsica Policial genèrica de Barcelona tenint en compte les necessitats de les diferents unitats i serveis que es fan.

Per assolir aquest objectiu es proposen els següents objectius específics:

- Estat de l'art del vehicle elèctric i de la infraestructura de càrrega
- Anàlisi de l'ús dels vehicles elèctrics en el marc policial
- Anàlisi d'una Àrea Bàsica Policial, organigrama i funcions i necessitats
- Elecció del vehicle elèctric més adient
- Proposta d'implantació del vehicle elèctric
- Comparativa i rendibilitat del projecte

1.3 ABAST

El projecte proposat està ubicat a la ciutat de Barcelona, capital de la comarca del Barcelonès, de la província de Barcelona i de de la Comunitat Autònoma de Catalunya.

A la ciutat de Barcelona existeixen deu Àrees Bàsiques Policials del Cos de Mossos d'Esquadra que estan distribuïdes per tota la seva geografia per tal de donar cobertura a tota la ciutat.

La proposta es basarà en la implantació del vehicle elèctric tipus turisme, i quedaran fora de l'estudi les motocicletes elèctriques i les furgonetes. Aquests dos grups de vehicles pertanyen a àrees diferents a la de l'estudi i per aquest motiu no s'avaluarà el seu impacte. Tot i que l'ABP disposa de motocicletes, el seu reduït nombre i el seu ús puntual fa que la inversió per la substitució no suposi ni a curt ni a mig termini una millora ni econòmica ni mediambiental.

La proposta d'implantació de vehicles elèctrics està basada en una d'aquestes àrees policials i per tant la ubicació del projecte no està fixada en cap d'elles en particular ja que s'ha treballat en un model tipus d'àrea genèric.

Donat el nivell actual d'alerta en que ens trobem, i per qüestions de seguretat i confidencialitat del cos, tant el nombre de vehicles totals disponibles, vehicles específics per ABP i els plànols d'edificis són models orientatius.

2 VEHICLE ELÈCTRIC

Actualment el desenvolupament industrial va relacionat en un augment de la contaminació per emissió de gasos contaminants a l'atmosfera, fruits de la combustió del petroli i dels seus derivats.

La tecnologia i la ciència treballa cada cop més en millorar l'eficiència i rendibilitat de tot allò que ens envolta per tal de pal·liar el problema. Tot i que no s'ha trobat encara un substitut del petroli com a combustible, el 98% dels carburants utilitzats en la mobilitat provenen del petroli.

Per tal de millorar el problema de la mobilitat derivada del petroli cal un canvi en la mentalitat de la societat i conscienciar que el vehicle elèctric és el futur si volem que el nostre planeta sigui sostenible.

2.1 MOTIUS D'ÚS

El sector del transport és el responsable de la generació del 20% dels gasos d'efecte hivernacle. Per aquest motiu cada cop s'està conscienciant més en la reducció d'aquestes emissions per part dels governs, i potenciar les energies renovables per a consum residencial i els vehicles elèctrics per al transport de persones i mercaderies.

El vehicle elèctric és aquell que fa servir motors elèctrics per tal de desplaçar-se. Una de les principals característiques del vehicle elèctric es que pot rebre la potencia de qualsevol font d'energia, ja sigui fòssil, nuclear renovable o una combinació d'aquestes.

Per tant la utilització de l'electricitat com a font d'energia pel transport ens alliberaria de la dependència actual del petroli i reduiria les emissions de gasos contaminants a l'atmosfera.

2.2 HISTÒRIA

El primer motor elèctric que es coneix data de l'any 1828, on l'inventor Ányos Jedlik construeix el primer motor i l'aplica a un vehicle amb rodes. Uns anys més tard el nordamericà Davenport va presentar el primer VE amb bateria no recarregable amb autonomia de 15-30 km.

Entre el 1834 i 1839 l'escocès Robert Anderson va dissenyar el primer vehicle elèctric pur, però no va ser fins el 1835 quan es van construir els primers vehicles en versió reduïda.

El 1859 el físic francès Planté va donar un gran impuls al VE amb la invenció de les bateries de Plom-Àcid, que es podien carregar i reutilitzar diverses vegades. Però no és fins el 1881 quan Ayrton i Perry creen el primer tricicle elèctric amb una bateria d'àcid que podia recórrer de 16 a 40 km.

El 1894 als Estats Units, Morris i Salom construeixen una vagoneta elèctrica per 6 passatgers que va servir perquè s'iniciés un interès per aquesta nova tecnologia. I així el 1897 va aparèixer el primer taxi elèctric a Nova York.

El 1900 la Baker Motor Vehicle Company produeix el Baker Electric, amb dos seients i una autonomia de 160 km. Els VE superaven en ventes als VCI degut principalment als inconvenients de soroll, contaminació i difícil maniobrabilitat.

El 1920 la força del vehicle elèctric disminueix quasi fins a desaparèixer del tot. El principal motiu de la desaparició va ser culpa de Henry Ford. La creació de les cadenes mecanitzades de muntatge van reduir els costos de producció en la fabricació dels seus models de VCI. Aquesta reducció de preu va fer que el cost d'un vehicle elèctric tripliques a un de benzina.

Apart de l'aspecte econòmic, existia la dificultat d'accés a la electricitat de les zones rurals que feia que l'ús de la electricitat fos exclusiu de les grans ciutats.

El descobriment de reserves de cru tampoc va ajudar a la causa i va fer que el preu de la benzina baixés.

La major autonomia dels VCI davant dels VE va ser també determinant degut a les grans distàncies que s'havien de recórrer. I és el 1935 quan el vehicle elèctric desapareix de les necessitats de la població.

No va ser fins a la crisi del petroli dels anys 60 quan la preocupació medi ambiental van fer renéixer altre cop el VE. Els països prenen consciència del que es dependre energèticament d'altres i neix la necessitat de trobar una alternativa

Anys més tard, el 1990 la companyia General Motors presenta el VE Impact precursor del que seria el GM Experimental Vehicle 1.

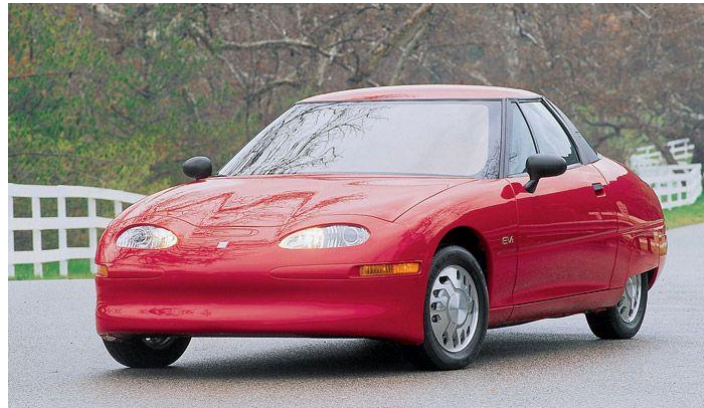


Figura 2.1. GM Experimental Vehicle 1 [2]

El 1997 Toyota posa a la venda a el primer vehicle híbrid del mercat: Prius. La coincidència de la pujada del preu de la benzina i la preocupació pel canvi climàtic van fer que fos un èxit.

El 2006 Tesla Motors presenta el Tesla Roadster amb una autonomia de 400km i una velocitat de fins a 200 km/h. Aquest interès per part de Tesla va suposar un gran revulsiu per la indústria del VE.

El 2007 el Toyota Prius assoleix el milió de vendes i esdevé una autèntica opció real per a la mobilitat urbana.

L'any 2009 Dinamarca proposa un impuls massiu del VE a través de programa estatal Better Place, i un any després Israel s'adhereix al programa ubicant prop de 500.000 punts de recàrrega amb el beneplàcit de Renault i Nissan.

El 2014 veiem com la gran majoria de marques de VCI inclouen en els seus catàlegs un o fins i tot més d'un model de VE o VH, demostrant d'aquesta manera la predisposició dels principals fabricants de donar un pas endavant en l'aposta pel VE.

Un exemple d'aquesta forta aposta és el Nissan Leaf que es converteix en el primer cotxe elèctric que ven més de 100.000 unitats des del seu llançament el 2010 amb una autonomia de 120 km i una velocitat màxima de 145 km/h.

2.3 TIPUS DE VEHICLES ELÈCTRICS

Existeixen tres grans grups de VE amb característiques molt diferents:

1. Vehicle híbrid (VH)
2. Vehicle híbrid endollable (VHE)
3. Vehicle elèctric pur (VE)

A continuació es descriuran les principals característiques de cada tipus.

2.3.1 VEHICLE HIBRID

Aquest tipus de vehicle va ser el primer en arribar. L'exemple més clar el tenim en el Toyota Prius de 1997.

Els VH porten equipats un motor de combustió interna i un motor elèctric que redueix tant les emissions del vehicle com el consum.

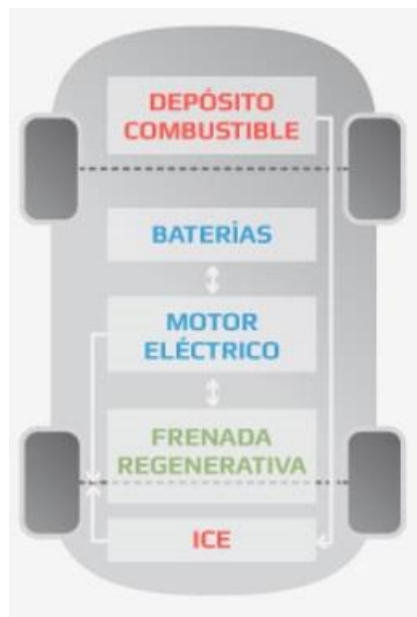


Figura 2.2. Esquema vehicle híbrid. [3]

En els avançaments, gràcies al motor elèctric (ME) s'obté una potència addicional que s'alimenta d'unes bateries. Aquest ME es comporta com un generador en les frenades i així recupera part de l'energia cinètica.

A baixes velocitats el VH s'impulsa només pel ME convertint-se en un VE pur. Aquest mode de funcionament té molt poca autonomia. El fet que no sigui endollable fa que no es pugui afavorir la introducció d'energies renovables a través de la càrrega i contribuir a la sostenibilitat ambiental.

2.3.2 VEHICLE HIBRID ENDOLLABLE

Aquest tipus de vehicle elèctric permet la connexió a la xarxa elèctrica. El seu funcionament és totalment diferent al VH ja que el motor de tracció és elèctric. Les bateries són de major capacitat i el motor de combustió és més petit i s'encarrega de generar electricitat.

Amb aquesta combinació de motors es podran recórrer els quilòmetres inicials a partir de l'energia emmagatzemada a les bateries i es podrà recórrer al motor de combustió quan les circumstàncies ho exigeixin.

Pel que fa al ME ens podem trobar amb dos tipus de motors: els motors de corrent continua i els motors de corrent alterna.

Els VE s'han de carregar a la xarxa elèctrica ja que no tenen cap altra font d'energia que no sigui la que proporciona les bateries. Això fa que depenguem exclusivament dels punts de càrrega disponibles. Un altre punt negatiu és el temps de càrrega que no serà inferior a les 7-8 hores en un punt de càrrega normal.

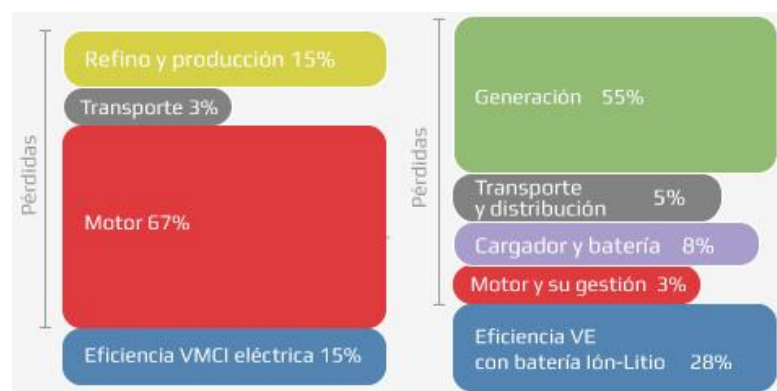
2.4 AVANTATGES DELS VEHICLES ELÈCTRICS

Els avantatges dels VE respecte els VCI són molts i engloben des d'aspectes econòmics, medi ambientals, sostenibilitat i contaminació acústica. A continuació es detallaran els aspectes més rellevants de l'ús de vehicles elèctrics.

2.4.1 EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

L'eficiència energètica és la relació que hi ha entre l'energia útil obtinguda i la energia consumida. També es podria definir com el treball útil obtingut del funcionament de la màquina i el treball consumit.

Per tant, l'objectiu d'una bona eficiència energètica serà consumir el menys energia possible per realitzar el mateix treball. En el Gràfic 2.2 veiem el desglossament de pèrdues entre un VCI i un VE i l'eficiència final que resulta de cada model.



Gràfic 2.1. Eficiència energètica del VE respecte el VCI [3]

Si ens centrem en el rendiment 'Tank to Wheel' (terme anglès que descriu l'eficiència des del tanc de combustible fins a la roda del vehicle) dels dos vehicles, trobem que la diferencia

és enorme. Mentre que el rendiment d'un VE es troba al voltant del 83%, el del VCI de combustió més modern és d'un 33%.

Si ens quedéssim amb aquestes dades no hi hauria debat possible, però per fer una comparativa més acurada s'ha de tenir en compte el rendiment complet o també anomenat 'Well to Wheel' (eficiència del pou de petroli a les rodes del vehicle). En aquest punt ens trobem que del tipus de generació d'energia en dependrà en gran mesura el rendiment final i l'eficiència del vehicle en qüestió ja que no és el mateix la generació d'una central tèrmica que una d'energies renovables.

2.4.2 ESTALVI EN ENERGIA

Per poder comparar l'estalvi d'energia s'ha comparat el cost de recórrer 100 km d'un VE del d'un VCI.

Per un VCI s'ha fet servir un motor dièsel amb un consum mitjà aproximat d'uns 5 l/100km, tenint en compte que el poder calorífic del dièsel és aproximadament de 10,6 kWh, obtenim que un VCI dièsel consumeix uns **53 kWh** cada 100 km.

Per a un VE assignarem un consum mitjà de **15 kWh** cada 100 km, aquest valor ens dóna directament el consum energètic.

Comparant els dos valors veiem **que el VCI consumeix més de 3 vegades que un VE** en recórrer una distància de 100 km en aquestes condicions.

Si traslладem aquestes dades a una vessant econòmica, el cost de recórrer 100 km per un VCI seria d'uns **5 €** suposant un preu de 1 €/l de gasoil, mentre que per un VE seria de **2,1 €** suposant un preu d'energia de 0,14 €/kWh. Queda demostrat que tant energèticament com econòmicament el VE és molt millor que el VCI.

2.4.3 MEDI AMBIENT

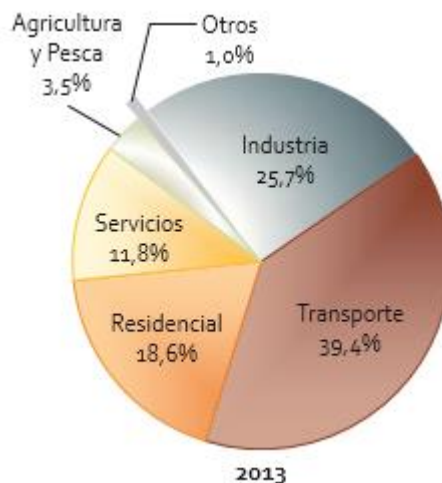
Alguns dels reptes de la Unió Europea en quant al que en matèria energètica es refereix són els següents:

- Seguretat d'abastiment: basada en una política comuna dels estats membres.
- Competitivitat: aconseguir un abastiment assequible mitjançant una legislació única
- Sostenibilitat: adoptant plans d'acció sobre la eficiència energètica i desenvolupant les energies renovables

Basat en aquest tres reptes, per l'any 2020 és aconseguir el que és conegut com el 20-20-20. Els objectius d'aquesta política són:

1. reduir en un 20% les emissions de gasos d'efecte hivernacle
2. reduir en un 20% el consum d'energia primària
3. que el 20% del consum d'energia provingui d'energies renovables

El Gràfic 2.2 ens mostra la demanda d'energia a Espanya per sectors el 2013. Observem que sector del transport s'emporta quasi al 40 % de la demanda total. No cal dir que reduir aquesta demanda substituint els VCI per VE suposaria un canvi medi ambiental molt significatiu.



Gràfic 2.2. Demanda d'energia per sectors a Espanya el 2013 [4]

2.4.4 CONTAMINACIÓ ACÚSTICA

La contaminació acústica és un dels problemes que més preocupen a les autoritats dels nuclis urbans juntament amb les emissions de gasos contaminants.

L'avantatge dels VE respecte als vehicles de combustió és clara: no emeten soroll. Aquest fet suposaria un canvi radical en els carrers de les grans ciutats, fent la circulació de vianants molt més tranquil·la i agradable.

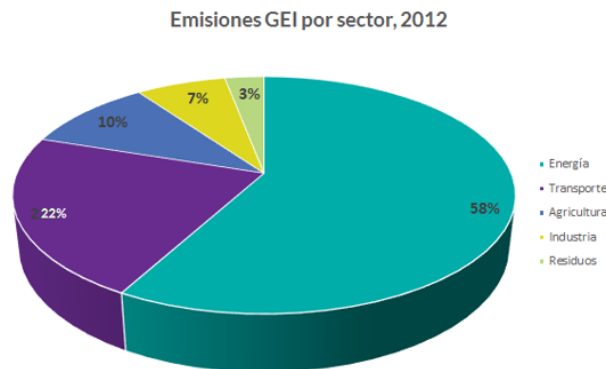
Si anem més enllà, el fet de conduir un vehicle que no emet decibels ni vibracions en el seu funcionament, suposa un major confort pel conductor que es passa hores i hores al volant.

Tot i que l'absència de soroll pot semblar quelcom positiu, cal remarcar que això comporta que no es puguin detectar a distància si no es té una visió directa del vehicle. Aquest punt és un dels que més preocupa als fabricants i per aquest motiu estudien implementar als seus models algun tipus de soroll artificial en velocitats baixes poder ser detectats pels vianants.

2.4.5 EMISSIONS

Les emissions de gasos d'efecte hivernacle són la principal preocupació medi ambiental del moment ja que són els responsables de la degradació de l'atmosfera que protegeix dels raigs UV del Sol.

El Gràfic 2.3 mostra com va estar distribuïda l'emissió de GEH l'any 2013 dividits per activitat a Espanya.



Gràfic 2.3. Producció de gasos contaminants per sectors al 2012. [1]

Les emissions de GEH provenen principalment de tres sectors, l'indústria, la generació d'electricitat i el transport per carretera. Amb aquestes dades sembla lògic pensar que la reducció de VCI pugui fer reduir l'emissió d'aquests gasos.

Els principals gasos causants de l'efecte hivernacle són els següents:

- Diòxid de carboni (CO₂)
- Meta (CH₄)
- Óxid nitros (N₂O)
- Hidrofluorcarburs (HFCs)
- Perfluorcarburs (PFCs)
- Hexafluorur de sofre (SF₆)

Si ens fixem en la relació dels components dels gasos d'escapament dels VCI trobem la següent relació percentual:

- Nitrogen 71% (N₂)
- Diòxid de carboni 14%(CO₂)
- Aigua 13%
- Hidrocarburs, monòxid de carboni, òxids nítrics 2%

El gas CO₂ que trobem prové de la combustió de la gasolina o el dièsel, que es combina amb l'oxigen en la combustió convertint-se en un gas incolor no combustible. Tot i ser un gas no tòxic és un dels principals responsables de l'efecte hivernacle.

Per tot això el 2014 la UE va aprovar una llei per tal de reduir aquestes emissions de CO₂ dels automòbils nous venuts a la zona euro.

La llei va fixar pel 2015 que els vehicles nous comprats a la UE no podien emetre més de 130 g de CO₂ per km. Això significa un consum de 5,6 l/100km pels VCI de gasolina i de 4,9 l/100km pels VCI dièsel.

L'objectiu pel 2020 pel que fa a emissions de vehicles nous és de 95 g de CO₂ per km. Això significa un consum de 4,1 l/100km pels VCI de gasolina i de 3,6 l/100km pels VCI dièsel, un repte pels fabricants.

L'assoliment d'aquesta fita el 2020 significaria una reducció d'emissions del 40% comparada amb les mitjanes del 2007 que es situaven sobre els 160 g de CO₂ per km.

2.5 SUBVENCIONS I AJUDES

El govern tant estatal com autonòmic s'han pres seriosament l'avantatge que representa el vehicle elèctric i el benefici de reduir les emissions de gasos a l'atmosfera. Cada any es destinen grans quantitats de diners als pressupostos generals per repartir ajudes i fomentar la compra de vehicles elèctrics.

AJUDES ESTATALS

- **PIVE-8**

Vuitena prorroga del 'Programa d'Incentius pel Vehicle Eficient' que va finalitzar el juliol de 2016. Aquest programa que va iniciar el 2012 pretenia fomentar la substitució del parc mòbil per un de més eficient amb la substitució de quasi 1'2 M de vehicles que ha suposat una reducció d'emissions de 850 MT de CO₂.

- **PIMA Aire 4**

El 'Pla d'Impuls al Medi Ambient', ja finalitzat, afavoria l'adquisició de vehicles de gas com a novetat més rellevant, apart de vehicles comercials i bicicletes assistides per motors elèctrics. Aquest pla ha permès la renovació de 35000 vehicles.

- **MOVELE 2015**

L'objectiu de programa 'Mobilitat Elèctrica' era la concessió d'ajudes per incentivar i promoure l'adquisició de nous vehicles elèctrics, entenent com a tals aquells on l'energia de propulsió sigues total o parcialment provinent de bateries

- **MOVEA**

El 2016 el consell de ministres aprova el “Pla d’impuls a la Mobilitat amb Vehicles d’Energia Alternativa”. Aquest Real Decret regula les ajudes per l’adquisició de vehicles d’energia alternativa amb un pressupost de 16’6M€ unificant les ajudes estatals existents com el MOVELE (Ministeri d’Indústria, Energia i Turisme) i el PIMA Aire (Ministeri d’Agricultura, Alimentació i Medi Ambient).

Els vehicles que es podran acollir a aquest nou pla són aquells que funcionin amb combustibles alternatius, ja siguin VE, de gas líquat, gas natural, amb pila d’hidrogen, etc., i les ajudes aniran dels **2.000 als 5.000 €** en funció de l’autonomia del model.

Com a novetat també es contempla la concessió d’ajudes per la implantació de punts de recàrrega ràpida i semi ràpida per vehicles elèctrics en zones d’accés públic.

Aquest últim punt és potser un dels més importants ja que un dels requisits principals d’un futur comprador de VE és disposar d’un gran nombre de punts de càrrega pel seu vehicle.

AJUDES AUTONÒMIQUES

Apart de les ajudes i els plans estatals d’estalvi, cada comunitat autònoma pot aplicar segons les seves competències, les ajudes i incentius que cregui per tal de fomentar el VE. A Catalunya per exemple tenim les següents:

- L’impost de matriculació és gratuït. En comparació, un vehicle convencional paga entre **1.500 € i 2.000 €**
- L’impost de circulació IVTM és reduït fins al 75%, en funció de cada ajuntament. En comparació, un vehicle convencional paga de forma anual entre **80 i 170€**
- Aparcament en zona blava amb imports i tarifes gratuïtes o avantatjoses, amb la targeta LIVE Barcelona, o amb sistemes similars gestionats de forma municipal.
- Descomptes del 30% acumulable a altres descomptes a autopistes i altres vies, com el servei EcoviaT

Referent a la instal·lació de punts de càrrega:

- Ajuda del 85% del cost per estació de càrrega i del 70% per estació de càrrega ràpida en vies amb peatge

A totes aquestes mesures, cal afegir algunes més específiques de la AMB (Àrea Metropolitana de Barcelona):

- Subvencions per a taxis i vehicles comercials de baixes emissions
- Compra de flotes de vehicles municipals elèctrics
- Adquisició de bicicletes elèctriques

3 INFRAESTRUCTURA DE CÀRREGA

En aquest capítol es detallarà de manera resumida els conceptes bàsics per tal de dissenyar una infraestructura de càrrega per a vehicles elèctrics.

Introduïrem la normativa actual sobre infraestructures de recàrrega i diferenciarem entre tipus de connectors, tipus de càrregues i modes de càrrega.

3.1 NORMATIVA ELÈCTRICA

Donada la creixent augment de la demanda de vehicles elèctrics, s'ha anat actualitzant la normativa elèctrica per tal de satisfer les necessitats del mercat.

La principal normativa que afectarà en aquesta proposta d'implantació és la publicada al BOE el 31 de desembre de 2014 en el **Real Decret 1053/2014** de 12 de desembre on s'aprova una nova **Instrucció Tècnica Complementària de Baixa Tensió sobre infraestructures de recàrrega de vehicles elèctrics (ITC-BT-52)**.

Per simplificar les característiques principals del que tracta aquest Real Decret 1053/2014 anomenarem els més importants i els que ens afecten directament.

- Estableix un nombre mínim d'estructures en edificis nous i en via pública
- Sistemes de protecció de la línia general
- Sistemes de mesura per les despeses elèctriques
- Proteccions necessàries pels punts de càrrega

Normativa IEC-61851.1

Aquesta normativa fa referència als modes de càrrega dels vehicles elèctrics i defineix el sistema conductiu de càrrega d'aquests. Classifica 4 modes de càrrega segons la seva velocitat com s'explicarà detalladament en el punt 3.4.

Normativa IEC-62196

És una normativa estàndard internacional que fa referència al conjunt de connectors elèctrics i els tipus de càrrega. Dins d'aquesta normativa trobem la IEC-62196-2, IEC-62196-3 que fan referència als diferents connectors elèctrics.

Llei de Propietat Horitzontal

Encara que no és una normativa elèctrica, la Llei 19/2009 de la Propietat Horitzontal es va modificar per agilitzar els tràmits d'eficiència energètica d'edificis. Aquesta modificació comporta que ja no es necessari l'aprovació en junta de propietaris les instal·lacions elèctriques i només hi ha l'obligació d'informar a la comunitat.

Aquest fet sens dubte afavoreix la possibilitat que cada propietari pugui administrar el seu punt de recàrrega dins del pàrquing comunitari i afavorir així el canvi cap al vehicle elèctric.

3.2 TIPUS DE CONECTORS

El fet que no hi hagi un criteri estàndard en el tipus de connectors fa que existeixin diferents endolls de diferents característiques i grandàries. Els més utilitzats són:

- **Tipus F o Schuko:** connector domèstic de dos pins que suporta fins a 16A i 230V. Sense comunicació integrada i per a càrrega lenta.
- **Tipus 1 o Yazaki (SAE J1772):** connector de 5 pins que suporta fins a 32A i 230V de tensió monofàsica. Dels 5 pins, 2 són de corrent, 1 de terra, 1 és de proximitat i l'últim de control de càrrega.
- **Tipus 2 o Mennekes:** connector de 7 pins. 4 són per corrent trifàsica (TF) o monofàsica (MF) amb 3 fases i un neutre. 1 pin de terra i 2 de comunicació de control de càrrega. Ofereix càrrega lenta MF fins a 16 A i càrrega ràpida en corrent alterna fins a 63 A
- **Tipus 3 o Connector Scame:** connector de 5 o 7 pins que suporta fins a 32A i carrega en monofàsic o trifàsic amb pins de terra i comunicació.

- **Tipus 4 o Connector CHAdeMO:** connector ideat per a la càrrega ràpida en continua. Té 10 pins i admet fins a 120A d'intensitat a 500V. Amb aquest connector i la instal·lació adequada es podria carregar una bateria en menys de 30 minuts en càrrega ràpida i en 15 min en ultrarràpida.
- **Connector únic combinat o CCS:** com el seu nom indica és un connector combinat de tipus 2 i un connector de CC de dos terminals. Connector de 5 pins que admet càrrega lenta i ràpida en corrent continua fins a 50kW de potencia.



Figura 3.1. Connectors més utilitzats i el seu símbol [6]

3.3 TIPUS DE CÀRREGES

El tipus de càrrega dependrà de la velocitat a la que vulguem carregar el vehicle. Per tant es té en compte el temps necessari per omplir les bateries i depèn directament de la potencia disponible. Generalment els tipus de càrrega són dos: càrrega lenta i càrrega ràpida.

CÀRREGA LENTA o CONVENCIONAL: la càrrega monofàsica és la més habitual i estandarditzada. Els punts acostumen a oferir corrent altern (AC) monofàsic a una tensió de 230V amb una intensitat de 16A. Aquests valors subministren una potència d'uns 3'6 kW. Amb aquesta potencia obtenim un temps aproximat de càrrega de 4 a 8 hores segons la capacitat de la bateria.

CÀRREGA SEMI-RÀPIDA: aquests punts de recàrrega ofereixen corrent altern trifàsic amb una tensió de 400V i una intensitat de 16A. Aquest increment de tensió es tradueix en una potència d'uns 11kW. D'aquesta manera podríem carregar completament un vehicle en unes 3 hores.

CÀRREGA RÀPIDA: aquella que proporciona més de 40 kW. La teoria indica que en només 30 minuts de connexió es pugui carregar el 80% de la bateria. Per aconseguir-ho s'utilitza una tensió en continua (DC) que pot assolir potències al voltant dels 50 kW.

CÀRREGA	CORRENT	CONNEXIÓ	TENSIÓ	POTÈNCIA	TEMPS
LENTA	AC	monofàsica	230 V	3'6 kW	8-11 h
SEMI-RÀPIDA	AC	trifàsica	400 V	11 kW	3-5 h
RÀPIDA	DC	trifàsica	≥400 V	≥40 kW	<30 min

Taula 3.1. Resum de les diferents tipologies de càrrega.

3.4 MODES DE CàRREGA

L'estàndard internacional de modes de càrrega ve definit per la norma IEC-61851. Aquesta norma defineix quatre modes de càrrega diferents que depenen en gran mesura del connector utilitzat i de la potència subministrada per cada un d'ells.

Aquests quatre modes de càrrega són:

Mode 1

És el més senzill dels 4 modes existents i la metodologia és tan fàcil com endolliar el connector a la corrent. És el mode més extes i econòmic en quant a infraestructura.

Característiques:

- Connector: Schuko sense comunicació amb el vehicle
- Tipus càrrega: **Lenta** en CA
- Corrent màxima: 16 A per fase (3,7 kW - 11 kW) i 250 V en monofàsic i 480V en trifàsic

- Proteccions: diferencial i magnetotèrmic



Figura 3.2. Càrrega en Mode 1 [3]

Mode 2

Amb aquest mode es poden arribar intensitats de 32A guanyat d'aquesta manera molta més potència i disminuint el temps de càrrega.

Característiques:

- Connector: Schuko amb cable especial amb funció de pilot i proteccions
- Tipus càrrega: **Lenta** en CA
- Corrent màxima: 32 A por fase (3,7 kW - 22 kW)
- Proteccions: diferencial i magnetotèrmic



Figura 3.3. Càrrega en Mode 2 [3]

Mode 3

És un dels modes més segurs per tal de protegir el vehicle elèctric de la xarxa elèctrica.

Característiques:

- Connector: tipus Mennekes específic per VE amb comunicació amb el vehicle
- Tipus càrrega: **Lenta o semi-ràpida**. Monofàsica o trifàsica
- Corrent màxima: segons connector
- Proteccions: incloses en la infraestructura de VE



Figura 3.4. Càrrega en Mode 3 [3]

Mode 4

Ens trobem davant del mode que subministra més potència de tots i per tant aquell que podria carregar qualsevol vehicle elèctric en menys d'una hora.

Característiques:

- Connector: tipus Combo o CHAdeMO específic per VE amb comunicació amb el vehicle
- Tipus càrrega: **ràpida** En CC
- Corrent màxima: Segons carregador
- Proteccions: incloses en la infraestructura de VE



Figura 3.5. Càrrega en Mode 4 [3]

3.5 INFRAESTRUCTURES DE RECÀRREGA

El vehicle elèctric igual que qualsevol vehicle requereix una disponibilitat de la font de combustible per a la seva recàrrega. En el cas de que ens ocupa: l'electricitat.

L'increment del mercat del cotxe elèctric i les seves possibilitats està fent que cada vegada hi hagi més necessitat de crear més punts de subministrament elèctric per als usuaris de vehicles elèctrics., i d'aquesta manera facilitar la recàrrega de les bateries als usuaris sense que això sigui un problema.

En aquest punt ens centrarem en la classificació de les estacions de recàrrega que podran ser públiques o privades en funció de la propietat, i que a més es diferenciaran per la seva ubicació.

Estacions d'ús privat – càrrega vinculada

Es defineixen com aquells punts de recàrrega localitzats a l'interior d'instal·lacions on només l'usuari particular o l'empresa tenen accés al vehicle estacionat. Entenem les estacions d'ús privat com punts de càrrega vinculada on carrega sempre el mateix vehicle. En aquestes estacions trobem dos localitzacions:

- Garatge privat d'ús individual: els vehicles resten una mitjana de 10h estacionats en les seves places. Donat el temps de repòs del vehicle la càrrega pot ser de tipus lent. El fet que normalment per la nit el vehicle estigui estacionat, pot afavorir la utilització de tarifes nocturnes per reduir el cost de recàrrega.
- Garatge privat de flotes: les característiques són les mateixes que les d'ús individual i només es podria afegir la possibilitat de combinar punts de recàrrega lenta amb punts de recàrrega ràpida en funció del tipus de servei que realitzi la companyia.

Estacions d'ús públic – càrrega no vinculada

Aquest tipus d'instal·lacions són de lliure accés i es troben en espais públics i oberts. Estem davant de càrrega no vinculada ja que hi podrà accedir tot aquell usuari que necessiti recarregar el seu vehicle. Aquests tipus de càrrega seran en principi per incrementar l'autonomia i no per càrregues completes, ja que el temps d'estada en aquests llocs serà reduïda.

- Garatge públic: un exemple el podem tenir en els centres comercials, on l'estada sol estar entre 1-3 hores aproximadament. Per aquest motiu necessitem un tipus de càrrega que s'adapti a les necessitats de l'usuari.
- Via pública: la càrrega no podrà ser en cap cas completa ja que això suposaria l'ús de la instal·lació durant molt de temps per part d'un sol usuari. Per afavorir l'ús múltiple del punt de càrrega, el tipus de càrrega ha de ser ràpid i així poder recarregar la major part de la bateria amb el menor temps possible. En aquest cas en particular la gestió de l'ajuntament és clau ja que es el legislador i administrador de la via pública.
- Estacions de servei: tot i que el subministrament en àmbit urbà pot estar en bona part resolt, donat la baixa autonomia dels vehicles elèctrics fa que el problema principal sigui en els trajectes llargs, on es redueixen els punts d'accés per l'allunyament dels nuclis urbans. Ens trobem davant el repte d'adaptar les estacions de servei de la xarxa de transport per a facilitar la recàrrega dels vehicles en un temps no superior a 30min i que els permetin arribar a destí o a la propera estació de servei.

3.6 PUNT DE RECÀRREGA

Un cop introduïda la infraestructura de recàrrega parlarem el concepte de punt de càrrega. Un punt de càrrega (PC) és una centraleta de control que s'ubica entre el vehicle i la xarxa elèctrica i permet realitzar una càrrega segura del vehicle elèctric. Hi ha diversos tipus de punts de recàrrega.

3.6.1 PUNT DE RECÀRREGA PORTÀTIL

És una petita centraleta portàtil que permet carregar el vehicle en qualsevol lloc i circumstància sempre que el connector ho permeti.



Figura 3.6. Punt de càrrega portàtil [25]

3.6.2 PUNT DE RECÀRREGA INTERIOR

És el punt de càrrega anomenat també 'Wall-Box' (caixa de paret) o SAVE (Sistema d'Alimentació de Vehicle Elèctric i com el seu nom indica és un punt fix de recàrrega del VE que s'instal·la a la paret.

El Wall-Box és un element indispensable en el concepte de mobilitat sostenible. És el sistema que està entre el nostre vehicle i la xarxa elèctrica i que ens permetrà carregar el nostre vehicle. El sistema proporciona corrent elèctrica al vehicle mitjançant un cable alimentat per corrent alterna (monofàsica o trifàsica).



Figura 3.7. Punt de recàrrega interior [6]

Està dissenyat en diferents estructures, cada una d'elles amb una funció determinada. Les funcions més rellevants del Wall-Box són:

- **Protecció:** control del circuit elèctric. Pot tenir un magnetotèrmic, un diferencial, o els dos. La protecció protegeix l'usuari de descarregues elèctriques al vehicle de pujades de tensió o harmònics.
- **Medició:** mitjançant un comptador elèctric digital.
- **Programació:** per crear rutines a través de temporitzadors. Molt útil per aprofitar les tarifes vall de les companyies.
- **Connectivitat:** no tots els vehicles tenen el mateix connector per tant es important conèixer les diferents connectivitats que ofereix cada Wall-Box
- **Seguretat:** relacionat amb la protecció de l'aparell en sí per evitar que terceres persones el puguin manipular o utilitzar sense permís del titular del punt de càrrega

3.6.3 PUNT DE RECÀRREGA EXTERIOR

En aquest grup de carregadors trobem diferents tipus segons les característiques que ofereixen.

- Pals de càrrega lenta
- Estacions de càrrega ràpida
- Estacions de càrrega lenta (motocicletes)



Figura 3.8. Exemples d'estacions de càrrega exteriors [6]

4 VEHICLES ELÈCTRICS EN EL MARC POLICIAL

La realitat del policial actual és que poques vegades es superen velocitats altes degut a persecucions o incidents rellevants. Podem dir que els serveis majoritaris són de patrullatge de prevenció. Aquests serveis, a més, es fan a velocitats baixes per tal de poder treballar amb eficàcia.

Aquesta realitat fa que el vehicle elèctric sigui cada cop més una opció adoptada per les ciutats que prioritzen una menor despesa en combustible i una reducció en emissions de CO2 i contaminació acústica.

Tot i que encara estem molt lluny de tenir un parc mòbil equilibrat entre VCI i VE, molts països d'arreu del món han decidit incorporar algun tipus de VE en la seva flota per a realitzar algun servei. A continuació es descriuran alguns d'aquests països i quines mesures han portat a terme.

- **Alemanya**

Alemanya va iniciar un pla per seva capital i va comprar 120 vehicles per reduir les seves emissions de CO2. Els vehicles triats van ser el Mitsubishi i-MIEV, el Renault Kangoo ZE i Fkurence ZE, i dos vehicles híbrids Opel Ampera.

- **Estats Units**

Els Estats Units és un dels països on la flota de vehicles elèctrics és més important. Concretament la ciutat de Los Angeles on BMW ha guanyat la concessió de vehicles elèctrics a l'empresa TESLA i oferirà 100 unitats del seu model i3.

En aquest cas caldria remarcar que l'ús d'aquests vehicles és bàsicament per patrullatges en àmbit comunitari i de prevenció.

Indianàpolis ha donat un pas més enllà i a decretat una ordre executiva on obliga a canviar tots els vehicles oficials de combustió per elèctrics o híbrids.

Entre els vehicles a substituir s'inclouen vehicles de transport, llivaneus, camions de bombers, vehicles policials i cotxes oficials.

- **Regne Unit**

Uns dels primers en adoptar el model elèctric policial van ser els britànics en la seva zona del Thames Valley on utilitzen des de 2011 el Mitsubishi i-MIEV.

Birmingham i Coventry en canvi són el model Nissan Leaf és el més utilitzat. En aquest cas el seu ús és principalment administratiu i d'investigació sempre en àmbit urbà.

A Wandsworth, un dels districtes de Londres, la policia metropolitana està provant el BMW i3 Range Extender amb l'objectiu prioritari de millorar el medi ambient de la seva ciutat.



Figura 4.1. BMW i3 de la policia de Wandsworth. [7]

- **Espanya**

La ciutat de Màlaga va signar un contracte de renting amb Mitsubishi per la compra de 20 unitats del model i-MIEV per substituir 23 vehicles de combustió de l'ajuntament. Tot i les 20 unitats sol·licitades només tres d'aquestes seran destinades a ús policial.



Figura 4.2. Vehicles policials de la policia de Málaga [8]

El Renault ZOE ha sigut l'escollit per les policies locals de Haro (La Rioja). A comunitats autònomes com Extremadura, País Basc i Andalusia també hi ha policies locals que han decidit introduir els vehicles elèctrics en les seves rutines. Els models escollits són diversos i van desde la Renault Kangoo Z.E., el Mitsubishi i-MiEV.

A la localitat d'Irún l'ajuntament ha decidit apostar pel Renault Twizy i han adquirit dues unitats. La idea és apostar per la sostenibilitat, el medi ambient i la eficiència energètica. El seu ús serà la vigilància de l'ordenança municipal, suport en esdeveniments i ús en les sessions d'educació vial.



Figura 4.3. Vehicles de la localitat d'Irún [9]

A la ciutat de Madrid, la Policia Municipal va iniciar una prova pilot amb motocicletes elèctriques. Aquesta disposa de sis unitats del model Vectrix VX-1, quatre per a la policia local i dues per agents de mobilitat. Vectrix és la motocicleta elèctrica més venuda a Europa.



Figura 4.4. Model VX-1 de Vectrix [10]

A Barcelona, el 2015 la Guàrdia Urbana de Barcelona va incorporar trenta motocicletes tipus scooter elèctriques amb l'objectiu de substituir les 198 de que disposa en un termini no superior als 4 anys. El model escollit per l'ajuntament és el C Evolution de la marca BMW.



Figura 4.5. Model C Evolution adquirit per la Guàrdia Urbana el 2015 [11]

4.1 VEHICLES ELÈCTRICS EN EL COS DE MOSSOS D'ESQUADRA

En aquests moments el parc mòbil de la Policia de la Generalitat Mossos d'Esquadra està basada en vehicles de combustió i no hi ha cap proposta a curt termini per implementar vehicles elèctrics en el dia a dia.

Hem d'anar al 2009 on la inauguració de la T1 de Barcelona va engegar la incorporació dels primers vehicles elèctrics al cos. En aquest cas eren Segway produïts per la companyia Segway Inc.



Figura 4.6. Segway a l'Aeroport de Barcelona [12]

Aquest petits vehicles elèctrics faciliten els agents a recórrer més ràpidament les instal·lacions alhora que poden donar una resposta més ràpida i eficaç en cas de ser requerits ja que s'ha reduït el temps de resposta de 1 a 8 minuts gràcies als 20 km/h que pot assolir el segway.

La visió més elevada (20 cm aproximadament) també suposa una millora en el control de l'entorn per tal de prevenir delictes i en només 4 mesos de la seva implantació es van reduir els furt fins a un 50% comparats amb el mateix període de l'any 2008.

El 2015 es va realitzar una prova pilot amb model Segway SE-3 Patroller. Aquest model de 3 rodes en comptes de les 2 convencionals permet entre altres coses:

- Millora de l'estabilitat
- Velocitats més elevades
- Capacitat de frenada més gran



Figura 4.7. Model del Segway policial SE-3 Patroller [13]

Una característica important del SE-3 és que la seva bateria es pot substituir fàcilment i d'aquesta manera evitar el temps de càrrega del vehicle sempre que es tingui una altra operativa.



Figura 4.8. Imatge del prototip pel CME [14]

Tret de la implantació del segway a la T1 i de la prova pilot del SE-3 no hi ha cap projecte en curs per substituir parcial o totalment la flota de vehicles del parc mòbil.

5 ESTUDI D'IMPLANTACIÓ DEL VEHICLE ELÈCTRIC A UNA ÀREA BÀSICA POLICIAL

Per poder realitzar l'estudi d'implantació del vehicle elèctric a una Àrea Bàsica Policial (ABP) explicarem algun conceptes com la manera com està organitzada la policia i les funcions que fa cada departament.

Un cop ubicats en l'organigrama policial i en les seves unitats s'analitzaran les necessitats actuals de cada unitat per d'aquesta manera saber quina seria la millor proposta d'implantació del vehicle elèctric.

5.1 COS DE MOSSOS D'ESQUADRA

El Cos de Mossos d'Esquadra (CME) es la Policia de la Generalitat de Catalunya aprovada pel Parlament de Catalunya. Com a policia autonòmica s'encarrega de les funcions de seguretat ciutadana, policia administrativa, policia judicial, intervenció, i policia de proximitat, les quals són competències de la Generalitat de Catalunya.

El Cos de policia de la Generalitat-Mossos d'Esquadra està sota el comandament del president de la Generalitat, o en el seu defecte sota el conseller d'Interior. A partir d'aquestes dues figures polítiques, el CME s'estructura de manera jeràrquica en diferents nivells.

- Girona
- Ponent
- Pirineu Occidental
- Central
- Camp de Tarragona
- Terres de l'Ebre

Dins de la Regió Policial Metropolitana de Barcelona trobaríem les ABP de Barcelona que està dividida en 10 districtes: Ciutat Vella, Eixample, Sants, Les Corts, Sarrià Sant Gervasi, Gràcia, Horta, Nou Barris, Sant Andreu i Sant Martí.

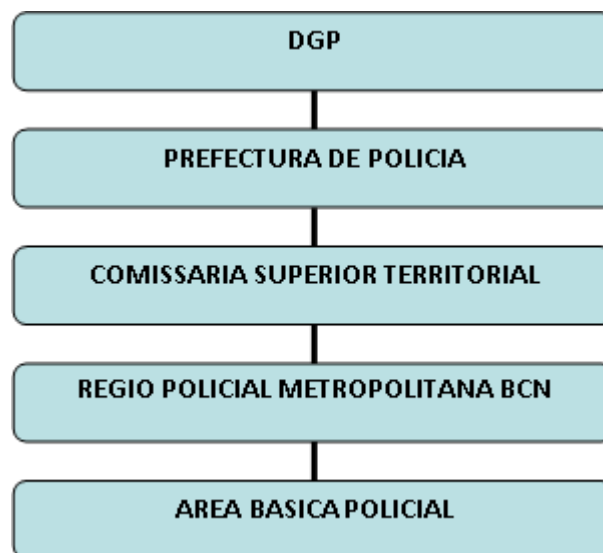


Figura 5.1. Esquema general de l'organigrama del CME

5.3 L'ÀREA BÀSICA POLICIAL

Així dins l'organigrama trobem que l'àrea bàsica policial (ABP) és un òrgan independent local que depèn de la regió policial en la que s'ubica i de la que depenen diferents unitats i grups operatius.



Figura 5.2. ABP de l'Hospitalet del Llobregat [14]

Les funcions que realitza una ABP genèrica principalment són:

- Prevenció i persecució de conductes i activitats antisocials, molestes i incíviques que puguin donar com a resultat una acció penal o administrativa.
- Garantir la seguretat de les persones o dels béns, ja sigui en la seva activitat social o en els moviments de masses, circulació viària, riscos industrials, en col·laboració amb altres organismes
- Assegurar la protecció a persones i institucions que així ho necessitin
- Col·laborar i actuar amb altres institucions per evitar o, si s'escau, minorar les conseqüències que per a la seguretat de les persones i els béns representen les calamitats d'origen natural
- Evitar les situacions de risc per a les persones o els béns, neutralitzar-les i, si s'escau, determinar si la conducta és susceptible de responsabilitat penal o administrativa
- Procurar una percepció de seguretat en la ciutadania i garantir l'exercici dels seus drets i llibertats.
- Prestar els serveis d'atenció a la ciutadania, de relacions amb la comunitat, d'atenció a les víctimes, d'atenció a les persones que pateixen violència masclista i d'atenció a les persones detingudes.
- Investigar els il·lícits en l'àmbit de la delinqüència ordinària i de caràcter local que s'estableixin.
- Exercir qualsevol altra funció de naturalesa anàloga que li encomanin.

5.4 UNITATS I GRUPS D'UNA ABP

En una ABP genèrica trobem diverses unitats o grups de treball Cada un d'ells amb una funció determinada i amb unes característiques de mobilitat i exigència diferents.

Les unitats principals que ens podem trobar en una ABP són les següents:

- **Unitat de Seguretat Ciutadana (USC)**

És la unitat més important i amb més nombre d'efectius d'una ABP. De manera uniformada i amb vehicles logotipats s'encarrega de la prevenció i persecució de conductes i activitats d'accions penals o administratives denunciabls.

- **Unitat de Proximitat (PROXI)**

Aquesta unitat s'encarrega d'establir les relacions amb els diferents comerços de cada zona, vigilar els eixos comercials i desenvolupar tasques més properes amb la ciutadania referents a problemes específics de seguretat ciutadana.

- **Unitat d'Investigació (UI)**

Aquesta unitat s'encarrega d'investigar i perseguir delictes lleus i menys greus de caire local. Com el grup de furts desenvolupen la seva tasca de paísà.

- **Oficina d'atenció al ciutadà (OAC)**

L'OAC és el servei dels Mossos d'Esquadra instal·lat en cada una de les seves comissaries i que té com a funció principal recollir totes les denúncies d'àmbit penal presentades per la ciutadania.

- **Oficina de relacions amb la comunitat (ORC)**

L'ORC és l'eina fonamental com a servei policial de qualitat dintre de l'àmbit de la policia comunitària existent a les comissaries dels Mossos d'Esquadra, amb l'objectiu bàsic d'identificar, contactar personalment i col·laborar amb tots els representants socials existents al territori.

- **Grup de prevenció de furts (FURA)**

Unitat que es dedica principalment a la prevenció de furts. Treballen de paisà (no uniformats) i amb vehicles de paisà (no logotipats).

- **Grup d'atenció a la víctima (GAV)**

Els grups d'atenció a la víctima (GAV) són les unitats dels Mossos d'Esquadra, instal·lades a les comissaries, que tenen la funció d'atendre i tramitar els casos de violència masculista. Aquest grup realitza seguiment i assessorament dels casos del seu districte.

- **Grup de requeriments (REQ)**

És el nexe d'unió entre l'ABP i els òrgans judicials competents per tal de gestionar les ordres, citacions o requeriments judicials. La seva tasca també es realitza de paisà.

5.5 NECESSITATS DE CADA UNITAT O GRUP

Cada unitat depenent de la seva funció té unes necessitats o unes altres pel que fa a la utilització de recursos per la seva mobilitat. A continuació es detallaran de manera genèrica les vehicles mínims necessaris que hauran d'estar disponibles en una ABP genèrica de Barcelona.

Cal tenir en compte també apart de les necessitats mínimes de cada unitat, la freqüència d'ús d'aquests vehicles, ja que no s'utilitzen tots alhora. D'aquesta manera es pot optimitzar l'ús d'alguns vehicles de diferents unitats o grups.

Els vehicles mínims que farien falta en una ABP genèrica a la regió metropolitana de Barcelona per tal de cobrir amb èxit qualsevol servei serien els següents:

- **USC:** La primera unitat en assignació de vehicles amb aproximadament 12 vehicles logotipats i 1 vehicle de paisà. La gran quantitat d'agents que treballen en aquest grup, així com el nombre de serveis i volum de feina fa que la necessitat de vehicles sigui molt elevada.

- **PROXI:** La segona unitat després de USC amb 2 vehicles logotipats assignats. El nombre d'agents destinats a aquest servei és menor i per tant les exigències de vehicles també. Encara que els vehicles estiguin assignats, en cas de necessitats del servei es podrien demanar vehicles a USC i viceversa, sense que això suposés cap perjudici pels serveis prioritaris del dia.
- **FURA:** En tercer lloc amb 2 vehicles de paisà assignats. Tot i que el nombre d'agents sol ser variable depenent del districte on es troba l'ABP, és normal tenir vehicles de paisà ja sigui per ajudar a USC en les seves tasques de prevenció com per dispositius específics.
- **UI:** En quart lloc amb aproximadament 2 vehicles de paisà per portar a terme les seves investigacions i seguiments. Igualment que en el cas de PROXI, en cas de necessitats del servei en podrien demanar vehicles a FURA i viceversa sense que això suposés cap perjudici pel servei.

Els grups d'OAC, ORC, GAV i REQ no disposen a priori de vehicles assignats al seu servei. Això és degut a que operativament no el necessiten en el seu dia a dia. En el cas que fos necessari per alguna tasca es podria sol·licitar un vehicle d'una altra unitat disponible en aquell moment.

UNITAT/GRUP	TIPUS DE VEHICLE	
	LOGOTIPATS	PAISÀ
USC	12	1
PROXI	2	-
UI	-	2
FURA	-	2
TOTAL	14	5

Taula 5.1. Nombre de vehicles disponibles en una ABP genèrica de Barcelona

5.6 ANÀLISIS DELS SERVEIS

Com hem vist en el punt 5.5, el mínim de vehicles necessaris per al normal funcionament d'una ABP són 14 vehicles logotipats i 5 vehicles de paisà tipus turisme.

Vehicles logotipats d'USC

La funció del grup d'USC és bàsicament reactiva. Aquest punt implica que no només es necessita una resposta ràpida sinó que a més es necessita una autonomia prou llarga per tal que no s'hagi d'estar pendent d'omplir el dipòsit del vehicle.



Figura 5.3. Imatge d'un model actual del CME [15]

Vehicles logotipats de Proximitat

A diferència d'USC, el grup de Proximitat té unes tasques més delimitades i concretes, dedicant-se en major part a la prevenció i a la presència policial en diferents punts claus de zones comercials de la ciutat.

Vehicles de paisà d'USC i FURA

Tot i que es poden utilitzar per serveis de reacció com els vehicles logotipats d'USC, no és habitual que es faci ja que no anar uniformat dificulta la resolució de conflictes pel desconeixement i per la poca visibilitat que comporta no anar d'uniforme.

Les principals funcions del vehicle de pisà són les següents:

- Acompanyament de víctimes
- Vigilància i protecció de víctimes de violència de gènere
- Vigilància discreta d'habitatges
- Trasllat de menors
- Supervisió de zones per prevenció
- Serveis que necessitin discrecionalitat.

Vehicles de pisà d'UI

La seva exigència és limitada a serveis concrets de la Unitat d'Investigació. No es fan servir per serveis de reacció i el seu ús és puntual en el dia a dia segons les necessitats del departament.

5.7 PROPOSTA DE SUBSTITUCIÓ

A continuació es detallarà la proposta de substitució dels diferents vehicles del parc mòbil dels diferents grups de l'ABP.

Les necessitats dels vehicles logotipats d'USC topen frontalment amb les característiques que ofereixen els vehicles elèctrics actuals. Aquests no poden oferir una autonomia prou elevada ni unes velocitats que puguin competir amb vehicles de combustió.

El ciutadà no entendria una demora de qualsevol servei d'emergència (policia, SEM, bombers) donat un servei d'urgència pel fet de tenir un vehicle elèctric, o fins i tot que es pogués quedar inoperatiu per descàrrega de la bateria. És per aquest motiu que la substitució dels vehicles en aquest grup no s'aconsella en cap cas.

El tipus de tasques i serveis de PROXI fan que els seus vehicles compleixin amb les necessitats que ofereixen els vehicles elèctrics. És per aquest motiu que els 2 vehicles del grup de Proximitat es podrien substituir completament per vehicles elèctrics purs sense que aquest canvi suposés un perjudici per les seves funcions.

Com s'ha comentat en el punt 5.6, els vehicles de paisà tant de USC (1), de FURA (2) com de UI (2) són de baixa activitat pel que a serveis de reacció es refereix. Això implica que aquests vehicles podrien ser substituïts per vehicles elèctrics ja que encaixarien en les característiques d'aquests.

En resum, ens trobem que operativament és podrien substituir els vehicles de paisà d'USC, els vehicles de PROXI logotipats i els vehicles de paisà de UI, sent el total de vehicles mínims a substituir de set.

UNITAT/GRUP	VEHICLES
USC	1
PROXI	2
FURA	2
UI	2
TOTAL	7

Taula 5.2. Vehicles totals a substituir de l'ABP.

6 ELECCIÓ DEL VEHICLE

El 2014 el govern va autoritzar la renovació del parc mòbil dels Mossos d'Esquadra. Es va aprovar una despesa de 43 milions d'euros per adquirir 843 nous vehicles per tal de renovar part de la flota actual.

El vehicle triat per la renovació de la flota, principalment de les ABP d'àmbit urbà és el **Seat Altea XL 1.6 TDI CR** de 105 CV.

Consum [l/100km]	5,2
Potència [CV-kW]	105 / 77
Cilindrada [cm³]	1598
Emissions CO₂ [gr/km]	119
Autonomia [km]	1000
Combustible	Gasoil
Llarg/Ample/Alt [mm]	4469 / 1768 / 1581
Maleter [l]	530
Preu [€]	22.000

Taula 6.1. Característiques tècniques del Seat Altea XL [19]

Per tal de fer una millor proposta d'implantació s'intentarà buscar un VE que s'adapti el màxim possible a les característiques que ens dóna el Seat Altea actual sense que l'elecció suposi una disminució dels avantatges actuals.

Per realitzar aquesta selecció s'han tingut en compte sis punts bàsics de característiques del vehicle actual. Aquest punts són la velocitat, l'autonomia, les dimensions, el preu, la seguretat i l'eficiència. Amb aquest sis punts es decidirà per un model de VE sense que això suposi un perjudici per un altre model diferent que podria satisfer també les característiques requerides.

El fet que s'hagin analitzat unes característiques abans que unes altres no significa que s'hagi donat més importància a aquestes i en cap cas és un ordre d'importància. S'ha

intentat seguir un criteri racional d'elecció que no implica que es pugui variar per una tria diferent del vehicle.

6.1 VEHICLES ELÈCTRICS

En el mercat hi ha gran quantitat de marques que incorporen en els seus catàlegs vehicles elèctrics. Algunes marques incorporen vehicles totalment elèctrics, híbrids endollables o híbrids.

Tot i que hi ha una gran quantitat de marques i models, només s'han valorat en aquesta proposta aquells models totalment elèctrics, descartant així els vehicles híbrids i híbrids endollables.

A la Taula 6.2 es detallen les principals marques que ofereixen aquets models i les seves característiques més rellevants com pot ser l'autonomia, la potència, el consum d'energia o el tipus de connector que fan servir.

Model	Potència [kW]	Autonomia [km]	Consum [kWh/100km]	Connector	Preu [€]
BMW i3	125	190	12,9	Tipus 2 + CCS	32.000
CHEVROLET Bolt	150	320	n.d.	n.d.	44.000
CITROEN C-Zero	49	150	12,6	Tipus 1 + CHAdeMO	29.000
FORD Focus	93	160	14	Tipus 1	39.000
HYUNDAI Ioniq	88	250	n.d.	Tipus 2	35.000
KIA Soul	82	190	12,7	Tipus 1 + CHAdeMO	24.000
MITUBISHI i-MiEV	50	150	13,5	Tipus 1 + CHAdeMO	31.000
NISSAN Leaf	80	200	17,3	Tipus 1 + CHAdeMO	29.000
OPEL Ampera-e	150	400	n.d.	n.d.	42.000
PEUGEOT iON	50	150	12,5	Tipus 1 + CHAdeMO	30.000
RENAULT Fluence	70	185	14	n.d.	28.000
RENAULT Zoe	88	200	14,6	Tipus 2	17.000
SMART Fortwo	55	145	15,1	Tipus 2	25.000
VOLKSWAGEN e-Golf	85	190	12,7	Tipus 2 + CCS	32.000
VOLKSWAGEN e-UP	40	150	11,7	Tipus 2 + CCS	22.000

Taula 6.2. Vehicles elèctrics i les seves característiques [18]

Marques com Audi, Porsche, Tesla o Mercedes-Benz ofereixen també models totalment elèctrics, però s'han descartat de l'estudi pel seu elevat cost d'adquisició.

Els models Citroën Berlingo electric, Nissan e-NV200 i Renault Kangoo ZE, són furgonetes i tampoc han entrat en l'estudi ja que els models a substituir han de ser del tipus turisme. Igualment els models de la marca Zytel són tipus 4x4 i tampoc han entrat en l'estudi.

La marca Tazzari fabrica models elèctrics que no s'adeqüen a les necessitats de la proposta actual ja que són utilitaris petits. Podem dir el mateix del Renault Twizy que no presenta les característiques de mida buscades.

6.2 VELOCITAT

Definim velocitat com aquella velocitat màxima que pot assolir el vehicle en condicions normals de conducció.

La proposta es centra en un àmbit urbà. Això implica que la velocitat està limitada i les unitats no requereixen velocitats elevades per desenvolupar les seves tasques. Aquest punt facilita l'adquisició de qualsevol dels VE de l'estudi ja que tots ells assoleixen velocitats aptes per la implantació en l'àmbit urbà.

6.3 AUTONOMIA

Ens referim en aquest cas als quilòmetres màxims que podria recórrer un vehicle abans de necessitar una càrrega completa de les seves bateries.

La proximitat dels serveis fa que l'autonomia dels vehicles no sigui un problema. En ser una proposta d'àmbit local, donat una necessitat de recàrrega, la proximitat de l'ABP facilita poder carregar el vehicle o substituir-lo per un altre ja carregat. Per tant aquest punt també facilitaria l'adquisició de qualsevol dels models de VE esmentats.

6.4 DIMENSIONS

El tipus de vehicle hauria de tenir les mateixes característiques físiques que tenen els models actuals en funcionament. El model Altea XL té 5 portes i una llargària de 4469 mm, una amplada de 1768 mm i una altura de 1581 mm, amb un maleter de 530 l.

Aquestes mesures s'haurien de respectar al màxim ja que la part del darrere ha de ser rou gran com per poder-la habilitar per portar detinguts en cas de necessitat. A més, el maleter ha de ser prou gran per poder carregar tot tipus de material policial indispensable com poden ser: armilles antibales, escuts, cascs, extintors, farmaciola, kit discrecional, cons, cintes, cadenes, eines, etc.

MODEL	LLARG (mm)	AMPLE (mm)	ALT (mm)	Maleter (l)
RENAULT Fluence	4.622	1.809	1.479	530
CHEVROLET Volt	4.498	1.787	1.439	310
OPEL Ampera-e	4.498	1.787	1.439	310
HYUNDAI Ioniq	4.470	1.780	1.450	350
SEAT Altea XL	4.469	1.768	1.581	530
NISSAN Leaf	4.445	1.770	1.550	370
FORD Focus	4.360	1.823	1.469	363
VOLKSWAGEN e-Golf	4.255	1.790	1.452	380
KIA Soul	4.140	1.800	1.593	354
RENAULT Zoe	4.084	1.730	1.562	338
BMW i3	3.999	1.775	1.578	260
VOLKSWAGEN e-UP	3.600	1.645	1.504	251
MITUBISHI i-MiEV	3.475	1.475	1.610	235
CITROEN C-Zero	3.475	1.475	1.608	166
PEUGEOT iON	3.475	1.475	1.608	166
SMART Fortwo	2.695	1.663	1.555	260

Taula 6.3 . Comparativa de mides amb el Seat Altea [16]

És en aquest punt on alguns models ja sigui per les dimensions exterior, o per la capacitat reduïda del maleter, no complirien amb les necessitats mínimes del servei i per tant no entrarien dins de la proposta.

Models com el RENAULT Zoe, BMW i3, VOLKSWAGEN e-UP, MITUBISHI i-MiEV, CITROËN C-Zero, PEUGEOT i-ON o l'SMART Fortwo quedarien exclosos per dimensions.



Figura 6.1. Alguns dels models descartats per les seves mides [16]

6.5 PREU

El preu sempre és un factor determinant en l'elecció d'un vehicle. Tot i ser una adquisició pública, la societat no veuria amb bons ulls una despesa desmesurada en la compra de vehicles nous. És per aquest motiu que ens basarem en els 22.000 € del Seat Altea XL, vehicle utilitzat i renovat recentment pel CME en les seves ABP.

Cal matissar però, que el preu de l'Altea és de l'any 2015 i és orientatiu ja que podria variar en forma de rebaixa pel nombre d'unitats adquirides com passa habitualment en la compra de vehicles per a flotes.

És evident que el preu d'un VE no es pot comparar directament amb un VCI. Tot i que la mecànica dels primers és senzilla si la comparem amb els segons, el fet de dur bateries de grans dimensions encareixen el producte. Cal dir també que les revisions i el manteniment són completament diferents i aquí és on a la llarga el preu s'ajusta més.

MODEL	PREU (€)
CHEVROLET Volt	44.000
OPEL Ampera-e	42.000
FORD Focus	39.000
HYUNDAI Ioniq	35.000
VOLKSWAGEN e-Golf	32.000
NISSAN Leaf	29.000
RENAULT Fluence	28.000
KIA Soul	24.000
Seat Altea XL	22.000

Taula 6.4. Comparativa de preus amb el Seat Altea

Arribats aquest punt trobaríem que alguns dels models restants no estarien dins d'un pressupost raonable de substitució si partim de la base dels 22.000 € dels models actuals.

Hem valorat que un preu superior als 35.000 € faria inviable la proposta d'implantació partint dels 22.000 € dels vehicles actuals. Un preu tan elevat suposaria una inversió mínima addicional de més de 13.000 € per vehicle adquirit d'inici.

Els models que no entrarien dins dels paràmetre màxims de preu d'adquisició serien el CHEVROLET Volt, l'OPEL Ampera-e, el FORD Focus i el HYUNDAI Ioniq.

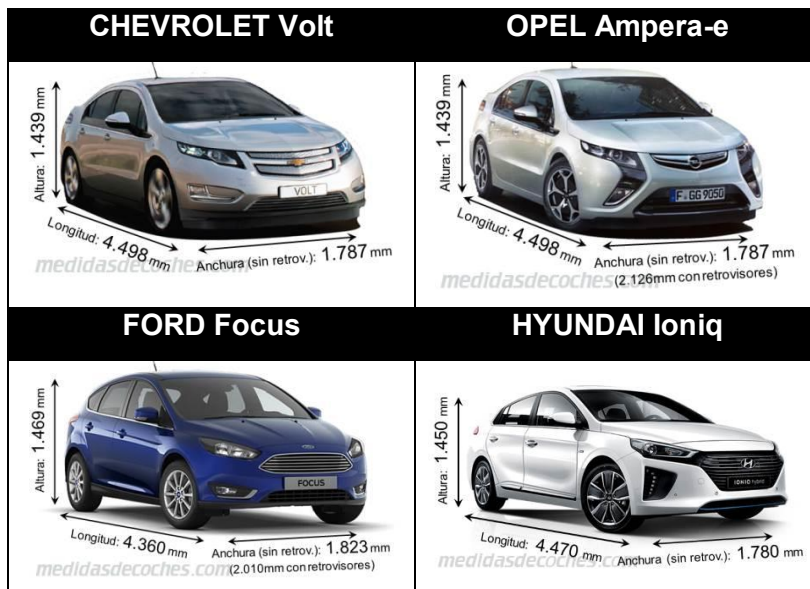


Figura 6.2. Models descartats pel seu preu [16]

6.6 SEURETAT

Un dels principals factors que molts cops determina l'elecció del vehicle són els equipaments i les prestacions de seguretat dels vehicles. Les campanyes publicitàries de sensibilització tan del propi govern com de les mateixes marques fan que cada cop més la societat prengui part en aquest aspecte.

En seguretat, el test Euro NCAP és el sistema més utilitzat i reconegut a nivell europeu que cataloga la seguretat dels vehicles que hi ha al mercat. Aquest sistema qualifica els vehicles existents al amb una senzilla puntuació d'estrelles que van d'un mínim d'1 a un màxim de 5.

Les estrelles es calculen a partir dels percentatges obtinguts en diferents proves, havent d'aconseguir un cert valor percentual per assolir aquestes. La puntuació final del vehicle és el mínim d'estrelles obtingudes en cada una de les proves.

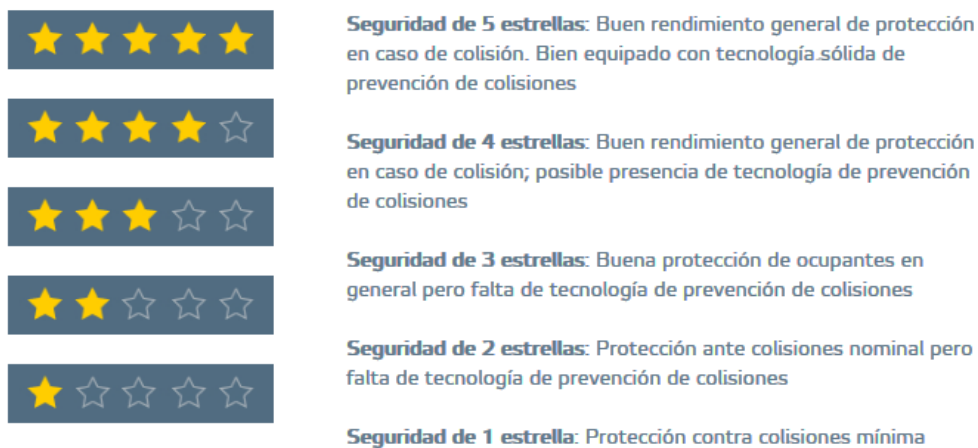






Figura 6.3. Qualificació segons el comportament de seguretat [17]

Les avaluacions de seguretat s'actualitzen regularment, afegint noves proves i assajos i ajustant així el nivell d'estrelles. Ens trobem una qualificació que varia any rere any i que s'ha d'anar revisant per tal de tenir-la actualitzada.

Els 4 grups d'elements de seguretat de cada vehicle i el seu respectiu símbol són:

Protecció dels ocupants adults	
Protecció dels ocupants infants	
Protecció dels vianants	
Assistents de seguretat	

Taula 6.5. Elements analitzats de la Euro NCAP i el seu símbol [17]

Veiem que després d'examinar els assajos de seguretat d'Euro NCAP aplicats als vehicles Kia Soul, Nissan Leaf, Renault Fluence i Volkswagen e-Golf, els resultat són els següents:

Marca y Modelo	Valoración global				
 Renault Fluence ZE	2011 ★★★★★☆	72%	83%	37%	84%
 Nissan Leaf	2012 ★★★★★★	89%	83%	65%	84%
 VW Golf	2012 ★★★★★★	94%	89%	65%	71%
 Kia Soul EV	2014 ★★★★★☆	84%	82%	59%	56%

Taula 6.6. Puntuació i percentatges de seguretat* [17]

*La puntuació del test NCAP pel model Volkswagen e-Golf equival al seu homòleg de benzina ja que no es disposaven dades del model en versió e-Golf.

Tant el Nissan Leaf com el VW Golf obtenen una puntuació màxima de 5 estrelles superant en percentatge en tots els grups al Renault Fluence i al Kia Soul. Aquesta valoració ens decantarà per aquests dos vehicles alhora de fer la proposta.

6.7 ALTRES ASPECTES

Arribats a aquest punt on el preu, la seguretat i les dimensions són del tot satisfactoris en els dos models, les característiques mecàniques que ofereix cada un d'ells serà decisiu per la tria del vehicle.

Tant la potència com l'autonomia del Leaf (80 kW i 200 km) i la del e-Golf (85 kW i 190 km) són molt semblants. Per aquest motiu no serien dues característiques que poguessin decantar l'elecció. En ambdós casos els valors s'adeqüen en gran mesura al vehicle que es vol implantar sobretot el que fa a l'autonomia que és del tot suficient.

És en el factor del consum on el model e-Golf guanya al Leaf. Mentre el VW es situa en uns 12,7 kWh/100 km, el Nissan puja per sobre dels 17 kWh/100 km. Si ens centrem en aquesta dada veurem ràpidament que a la llarga el consum de kWh serà molt menor en el VW reduint així els costos de recàrrega i paral·lelament les emissions de CO₂ per la creació d'energia elèctrica.

MARCA	POTÈNCIA (kW)	AUTONOMIA (km)	CONSUM (kWh/100km)
NISSAN Leaf	80	200	17,3
VW e-Golf	85	190	12,7

Taula 6.7. Característiques dels vehicles.

El tipus de connector també és un factor important ja que ens indica quins modes de càrrega suporta el vehicle en qüestió.

Així tenim que el Leaf suporta càrrega de mode 2 amb connectors Shuko o Yazaki, càrrega en mode 3 *opcional* amb connector Mennekes, i permet una càrrega ràpida en mode 4 amb el connector CHAdeMO de *sèrie*.

El VW e-Golf en canvi suporta càrrega en mode 2 amb connector Shuko, càrrega en mode 3 de *sèrie* amb connector Mennekes i càrrega ràpida en mode 4 amb connector CCS.

Modelo	Carga Modo 2		CARGA Modo 3		Carga acelerada	Carga rápida		Conector de lado del vehículo	
					Potencia > 3,7 kW				
Leaf	✓	✓	OPCIONAL	✓	6,6 Kw (3)	SERIE		✓	
e-GOLF	✓		SERIE	3,7 Kw			✓		✓

Taula 6.8. Comparativa de connectors [18]

6.8 RESULTAT

A l'hora de fer la tria no hem d'oblidar un aspecte important com es la marca. Recordem que el model actual és el Seat Altea XL. Seat és un fabricant d'automòbils amb seu a Espanya però subsidiària del grup alemany Volkswagen. Això implica que els contractes actuals preferents de la Generalitat amb Seat es podríem estendre a Volkswagen. D'aquesta manera es podria aprofitar la rebaixa que s'aplica per la flota actual a una hipotètica futura flota de VE e-Golf.

Per tant podríem concloure que analitzats tots els punts anteriors creiem que la millor alternativa per la substitució dels VCI de la flota actual seria el **VW e-Golf** pels motius següents:

- Dimensions semblants a les del Altea
- Capacitat del maleter alt
- Preu ajustat en comparació amb els seus competidors
- Qualificació alta en seguretat
- Càrrega lenta i ràpida
- Connector CCS estàndard a Europa i EEUU
- Mateix grup Volkswagen

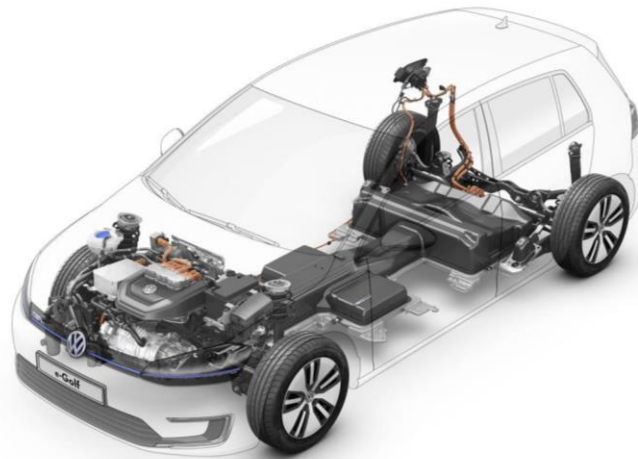


Figura 6.4. Imatge interior del Volkswagen e-Golf [19]

7 **DISSENY DE LA PROPOSTA**

Per implementar la proposta d'implantació del vehicle elèctric a una ABP genèriques seguirem una sèrie de punt per ubicar i dissenyar el punt de càrrega vinculada més adient pels nostres vehicles.

Els diferents punts a tenir en compte seran:

- Ubicació de la instal·lació
- Tipus de connector
- Mode de càrrega
- Potència de càrrega
- Gestió de la càrrega
- Sistema elèctric i proteccions

7.1 UBICACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ

El Cos de Mossos d'esquadra és un cos de seguretat relativament nou si el comparem amb la resta de policies de l'estat espanyol. Tot i que el cos neix el 1983 mitjançant una llei del Parlament de Catalunya, no és fins el 2005 on es fa el desplegament a la ciutat de Barcelona.

Aquest fet porta a la necessitat de construir noves instal·lacions per a poder assentar les deu comissaries de Barcelona. Tot i que algunes comissaries s'ubiquen en edificis utilitzats per la Policia Nacional o la Guardia Civil (lliurades de les seves competències) la gran majoria són edificis nous ubicats en llocs estratègics i amb pàrquing subterrani per tal de guardar el vehicles policials.

Es per aquest motiu que el disseny es basarà en un pàrquing subterrani genèric tipus el qual gaudeixen totes les ABP de la ciutat de Barcelona. Per tant en aquest cas la infraestructura de càrrega dels vehicle serà del tipus privat per a flotes.

La Figura 7.1 mostra la planta d'un soterrani dedicat a l'aparcament de vehicles policials i motocicletes personals del que seria una ABP de Barcelona. Per qüestions de seguretat i confidencialitat els esquemes són ideals per poder desenvolupar una proposta concreta. Per aquests motius les mides, el nombre de places i la distribució podria variar d'una ABP a una altra, havent inclús en algunes ABP més d'una planta dedicada a l'aparcament. La ubicació per tant serà interior i s'instal·laran punts de càrrega de paret.

La zona de color verd seria la ubicació idònia per poder instal·lar la bateria de VE. D'aquesta manera estaran tots les vehicles en bateria, facilitant així la instal·lació elèctrica i els mòduls de càrrega. La proximitat del quadre elèctric de l'edifici facilita encara més la instal·lació i els costos de material que suposaria.

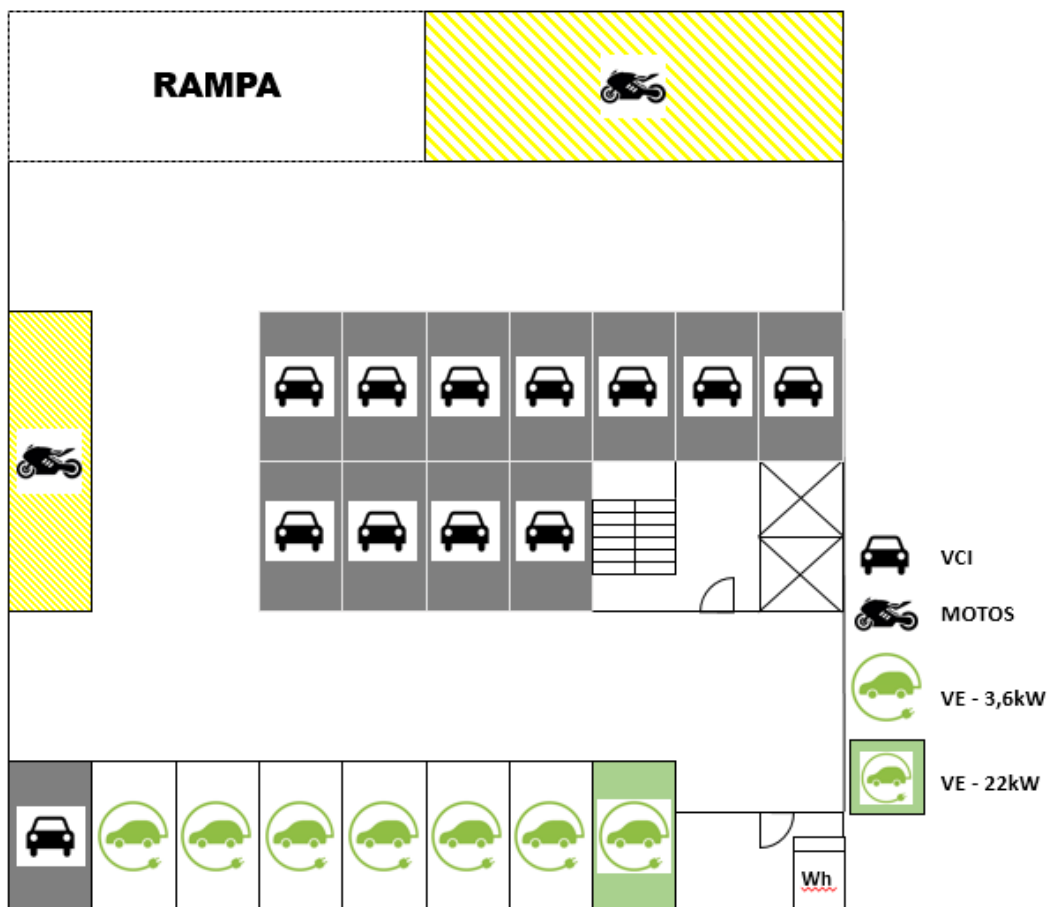


Figura 7.1. Esquema genèric d'una planta sotterrani d'una ABP

7.2 TIPUS DE CONNECTOR

Segons VW, el model e-Golf té dos connectors per recarregar el vehicle. El primer es troba a l'escut de la part davantera, i és de càrrega lenta. El segon connector es trobaria sota de la tapa del que seria el dipòsit de combustible, i és de càrrega ràpida.



Figura 7.2. Connector CCS del VW e-Golf [20]

Dels tipus de càrrega i dels connectors sabem les següents característiques:

CÀRREGA	CONNECTOR	CORRENT	POTENCIA	INTENSITAT	TEMPS
Lenta	Shuko	AC	2,3 kW	10 A	10 h
Lenta	Mennekes	AC	3,7 kW	16 A	8 h
Ràpida	CCS	DC	40 kW	n.d.	30 min

Taula 7.1. Tipus de càrrega del VW e-Golf.

Per tant el tipus de connector que haurà de tenir el punt descàrrega serà Tipus 2 o Mennekes. Aquest connector ofereix càrrega lenta MF fins a 16 A i càrrega ràpida en corrent alterna fins a 63 A.

7.3 MODE DE CÀRREGA

Recordem que els modes de càrrega venen definits per la norma IEC-61851. En el nostre cas el VW e-Golf disposa de connector Mennekes Tipus 2 i estaríem davant d'un mode 3 de càrrega.

Aquest mode té un elevat nivell de control entre el vehicle elèctric i la base de recàrrega. A més els dispositius de càrrega es troben dins del punt de càrrega (PC), i el cable de connexió porta incorporat cables d'intercanvi de dades. El mode admet càrregues del tipus 1, 2 i 3.

7.4 POTÈNCIA DE CÀRREGA

La potència de recarrega influeix directament en el temps de recarrega. La velocitat màxima de càrrega depèn de cada model de vehicle, per tant podem fer una relació directe entre potència i temps de recarrega.

Tal com es va explicar en el punt 3.3, segons la potència podem diferenciar diferents tipus de càrrega. Arribat a aquest extrem, si preulem la velocitat de recarrega el més lògic seria triar la potència més elevada possible però una potència molt alta requereix una instal·lació específica cara, mentre que una potència menor simplifica la instal·lació i abarateix costos.

Hem de trobar una potència adequada per satisfer les necessitats de velocitat de recàrrega sense pujar excessivament el terme de potència contractat. D'aquesta manera podem aprofitar per estalviar amb els avantatges de la tarifes elèctriques amb discriminació horària i planificar les recàrregues en l'horari de menor cost per a nosaltres amb la inclusió d'un programador horari.

Donat que dels set vehicles a substituir hi ha dos que són del grup de PROXI, es dissenyarà un punt de càrrega ràpida per si el grup d'USC o algun altre necessités algun d'aquests dos vehicles amb urgència. Recordar que aquests vehicles són logotipats i poden fer tasques de reacció amb USC. D'aquesta manera es podria carregar qualsevol vehicle un 80% de la seva capacitat en un temps inferior als 30 minuts.

Per aquests motius és triarà una potència de càrrega de 3,6 kW per a sis places per poder fer càrregues completes amb un temps de 8 hores aproximadament, i una potència de càrrega de 22 kW per la plaça restant.


7.5 GESTIÓ DE CÀRREGA

La solució per tal de treure el màxim rendiment als vehicles serà la instal·lació de Wall Box amb connector Tipus 2 a cada un dels 7 aparcaments dels vehicles elèctrics del pàrquing de la ABP i d'aquesta manera poder fer una càrrega vinculada de cada vehicle.

El fet d'utilitzar un Wall Box ens garanteix una sèrie d'avantatges que no tindríem si el carreguéssim en un endoll convencional. La càrrega és molt més eficient, més ràpida ja que estalvia fins a 4 h en un punt de càrrega lenta i fins a 10 h en un punt de càrrega ràpida, a més de ser més segura tant per nosaltres com pel vehicle.

En el mercat hi ha nombroses marques que fabriquen Wall Box i que ofereixen les característiques que estem buscant. En el nostre cas necessitaríem un SAVE que ens proporcionés una potència mínima de 3,6 kW per tal de poder carregar el vehicle en un temps inferior a les 8 h que és el que acostuma a durar un torn de treball, i un altre que ens proporcionés una potència de 22 kW per una càrrega ràpida.

A la Taula 7.2 trobem una sèrie de models amb les seves característiques més rellevants.

MARCA	ABL	WALLBOX		CIRCUTOR		WALLBOX-OK	
MODEL	eMH1	Commander 2		eHome	RVE-WB CP1	IEC 62196 Socket	
Connexió	MF	MF	TF	MF	MF	MF	TF
Corrent [V]	230	230	400	230	230	230	400
Intensitat [I]	16	32	32	16	16	10	32
Potència [kW]	3,6	7,4	22	3,6	3,6	2,3	22
Connector	Tipus 2	Tipus 2		Tipus 2	Schuko+T.2	Tipus 2	
Protecció	30mA	n.d.		n.d.	n.d.	n.d.	
Comunicació	n.d.	Si		n.d.	Si	n.d.	
Preu [€]	700	950		640	1300	730	
Imatge							

Taula 7.2. Diferents models de punts de càrrega interiors

Donades les diferents opcions de punts de càrrega, l'únic model que ens ofereix dues opcions de càrrega en la mateixa base és el **RVE-WB MIX CP1** de Circutor. Encara que és un preu molt més elevat que el de la resta, si pensem en un futur, podria ser que els models de vehicle canviessin i per tant el connector tipus 2 deixes de ser útil i s'hauria de canviar la base sencera. D'aquesta manera ens assegurem un connector universal com el Schuko i l'opció d'utilitzar-lo per carregar altres vehicles elèctrics com poden ser ciclomotors o bicicletes.

Per tal de tenir tots els punts de càrrega iguals, triarem el punt de càrrega ràpida que ens falta de la mateixa marca. El model **RVE-WB-MIX-CP1-TRI** ens ofereix les dues connexions mencionades anteriorment, comunicació, i una càrrega en TF que ens aporta 22 kW.

MARCA	CIRCUTOR	
MODEL	RVE-WB-MIX-CP1-TRI	
Connexió	MF	TF
Corrent [V]	230	400
Intensitat [I]	16	32
Potència [kW]	3,6	22
Connector	Tipus 2	
Protecció	n.d.	
Comunicació	SI	
Preu [€]	1500	

Taula 7.3. Característiques del punt de càrrega ràpida [6]

En resum, els nostres 7 punts de càrrega seran:

- 6 punts model RVE-WB MIX CP1
- 1 punt model RVE-WB-MIX-CP1-TRI

7.6 SISTEMA ELÈCTRIC

En la proposta ens trobem davant d'una instal·lació privada per a flotes. Això facilita la instal·lació elèctrica ja que es poden aprofitar els comptadors existents si no superem la potència contractada. En cas de necessitar una potència més gran només caldria ampliar el

terme de potència contractada. En la nostra proposta d'implantació i donades les dimensions de l'edifici d'una ABP convencional, suposarem té la tarifa contractada 3.0 (>15 kW) de BT.

7.6.1 ESQUEMA DE LA INSTAL·LACIÓ

La normativa ITC BT-52 detalla els diferents casos donant solucions a cada un d'ells. En el nostre cas triarem l'Esquema 4b: instal·lació amb circuits addicionals per a la recàrrega del VEHICLE ELÈCTRIC [ITC BT-52, 2014, p.25].

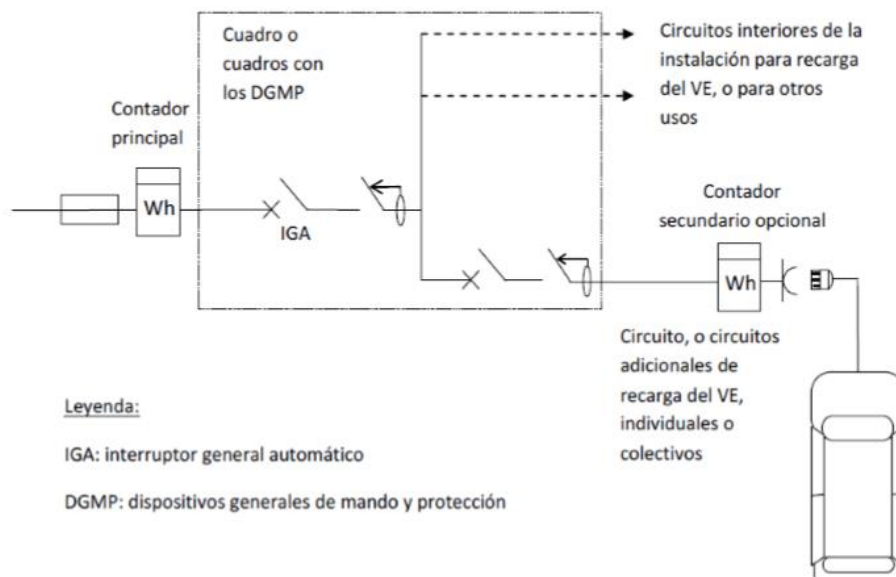


Figura 7.3. Esquema d'instal·lació per la càrrega del VE [21]

L'esquema elèctric addicional necessari per la instal·lació dels punts de càrrega és una ampliació de la ja existent. El model aprofitarà el comptador principal ja que no seran necessaris comptadors secundaris pels punts addicionals.

Els quadres amb les proteccions generals es podran ubicar juntament amb el comptador principal i la resta de proteccions de l'edifici. A més en el nostre cas, derivant la instal·lació elèctrica des del quadre de comptadors que està costat de les places on situarem els punt de recàrrega, estalviarem costos en metres de cable.

Pel que fa als punts de càrrega s'hauran de repartir de forma equilibrada entre les tres fases del circuit de recàrrega tal com mostra la Taula 7.4.

U_{nominal}	Interruptor automático de protección en el origen del circuito	Potencia instalada	Estaciones de recarga por circuito
230 V	10 A	2.300 W	1
	16 A	3.680 W	1
	20 A	4.600 W	1
	32 A	7.360 W	1
	40 A	9.200 W	1
230/400 V	16 A	11.085 W	de 1 a 3
	20 A	13.856 W	de 1 a 4
	32 A	22.170 W	de 1 a 6
	40 A	27.713 W	de 1 a 8

Taula 7.4. Distribució de les estacions de càrrega [21]

7.6.2 PREVISIÓ DE CÀRREGA

La càrrega màxima del sistema serà aquella que pugui alimentar la línia general d'alimentació (LGA), juntament amb el factor de simultaneïtat (F_s) adient a si es disposa o no d'un sistema de protecció de la LGA (SPL) que serà opcional.

La càrrega total del nostre sistema serà la suma de tota la potència del sistema, tenint en compte el nombre de càrregues i el tipus. La previsió de càrrega es farà utilitzant un factor de simultaneïtat igual a 1 ($F_s=1$) i el seu nombre com mostra l'equació (Eq.7.1).

$$P_{\text{TOT}} = n^{\circ} \text{ punts càrrega lenta} \cdot P_{\text{max}} + n^{\circ} \text{ punts càrrega ràpida} \cdot P_{\text{max}} \quad (\text{Eq. 7.1})$$

$$P_{\text{TOT}} = 6 \cdot 3.600 \text{ W} + 1 \cdot 22.000 \text{ W} = \mathbf{43,6 \text{ kW}}$$

7.6.3 REQUISITS DE LA INSTAL·LACIÓ

La nostra instal·lació s'haurà d'adequar a una de les opcions de la Taula 7.5.

U_{nominal}	Interruptor automático de protección en origen circuito recarga	Potencia instalada	N.º máximo de estaciones de recarga por circuito
230/400 V	16 A	11.085 W	3
230/400 V	32 A	22.170 W	6
230/400 V	50 A	34.641 W	9
230/400 V	63 A	43.647 W	12

Taula 7.5. Potències dels circuit i el nombre de punts de càrrega [21]

Els sis punts de càrrega monofàsica s'hauran de distribuir de manera equilibrada a la línia per tal de distribuir uniformement la potència i no sobrecarregar el sistema. Un exemple de distribució seria el de la Figura 7.4 on hi haurien 2 punts de càrrega monofàsica per línia.

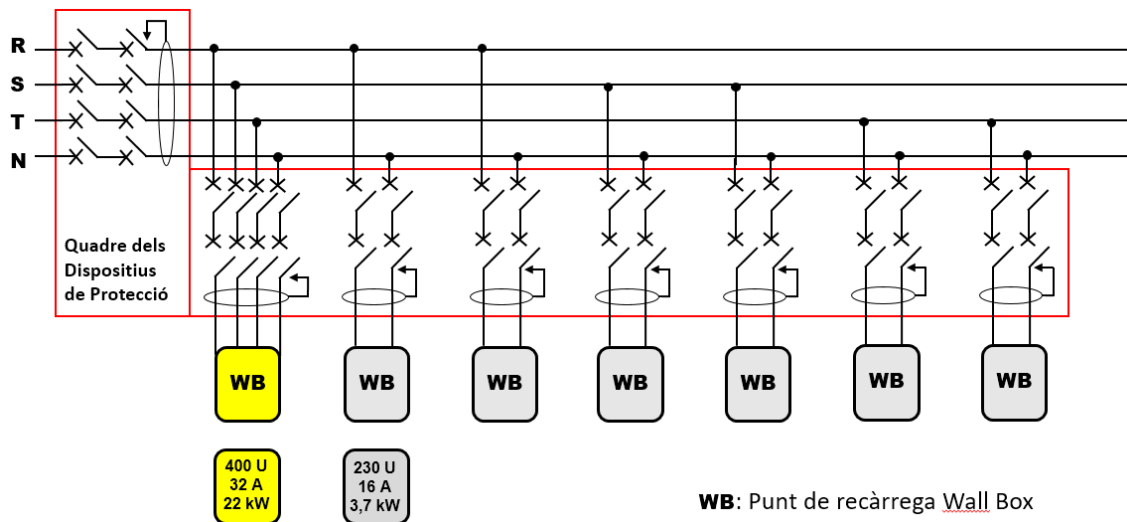


Figura 7.4. Esquema de la distribució de càrregues.

Haurem de tenir en compte també alguns aspectes de la línia:

- caiguda de tensió (cdt) < 5 % en qualsevol circuit des d'origen al punt de càrrega
- conductors coure de secció > 2,5 mm² o alumini secció > 4 mm²
- > 5 punts de càrrega estudi d'instal·lació de filtres de correcció d'harmònics

7.6.4 PROTECCIONS

La protecció dels punts de càrrega han d'assegurar-se mitjançant dispositius de protecció diferencial. Cada punt ha de protegir-se amb un dispositiu de protecció de corrent diferencial-residual màxima de 30 mA de tipus A. Aquesta protecció podrà ser part de la instal·lació o estar dins del SAVE.

Cal tenir en compte també que els punts de recàrrega poden portar o no proteccions obligatòries segons la normativa vigent com poden ser diferencials tipus A i magnetotèrmic Corba C.

Algunes mesures de seguretat que també s'hauran de tenir en compte:

- Sobreintensitats: contra sobrecàrregues i curtcircuits amb dispositius de tall corba C
- Protecció individual de cada punt
- Sobretensions

En la proposta actual, tenim una càrrega trifàsica i dues càrregues monofàsiques per fase, per tant el sistema està equilibrat en potències. Utilitzant l'equació (Eq. 7.2) i la potència total calculada al punt 7.6.2 tenim que la intensitat total del sistema és de 62,9 A.

$$I_{TOT} = (\sum P_{tot}) / (\sqrt{3} \cdot V) \quad (\text{Eq. 7.2})$$

$$I_{TOT} = 43.600 / (\sqrt{3} \cdot 400) = \mathbf{62,9A}$$

Amb les intensitats de les càrregues per línia i la total coneguda, podem dissenyar les proteccions de la línia principal, la càrrega trifàsica i la càrrega monofàsica com mostra la Figura 7.5. Com que el valor de la intensitat de la línia és molt proper a 63 A, s'ha decidit col·locar una protecció de 80 A per assegurar el seu funcionament i proteccions de 40 A Corba C a la càrrega trifàsica i de 20 A a cada càrrega monofàsica.

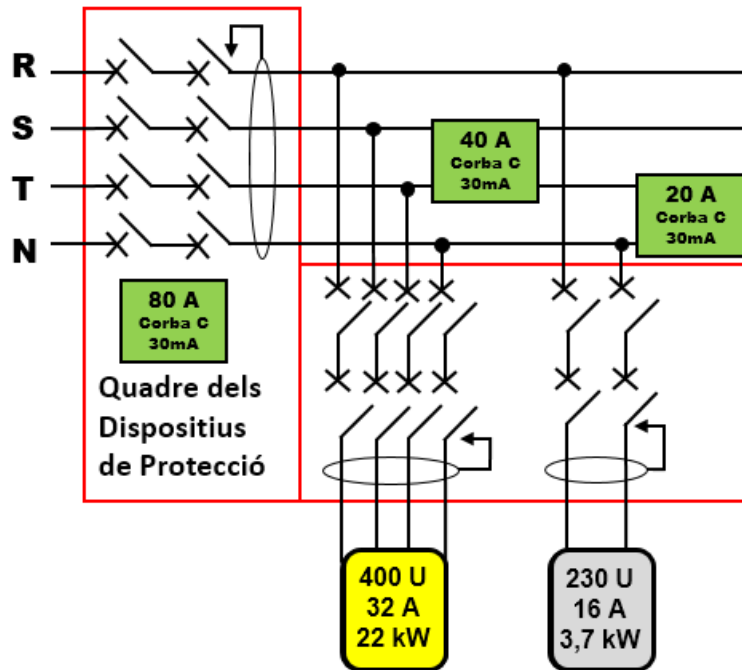


Figura 7.5. Esquema de les proteccions.

8 COMPARATIVA DE LES OPCIONS

Per poder fer una comparativa entre el VCI i el VE analitzarem diferents aspectes per tal de poder treure conclusions dels dos models.

8.1 PREU DELS VEHICLES

El preu de venda orientatiu del VW e-Golf és d'uns **32.000 €**, sense que vulgui dir que es pugui treure un preu més econòmic comprant un major nombre d'unitats o negociant amb el grup alemany el contracte actual del parc mòbil.

El preu de venda del Seat Altea XL amb la motorització utilitzada és de **22.000 €** aproximadament.

8.2 INSTAL·LACIÓ

El preu d'efectuar una instal·lació elèctrica per a un vehicle elèctric en condicions normals es troba entre els 800 i 1200 €, segons el tipus d'instal·lació. Aquest preu inclou mà d'obra, material, proteccions, etc. En la proposta s'ha suposat un cost aproximat de **1000 €** per punt de càrrega (PC) instal·lat.

No s'ha d'oblidar el cost dels punts de càrrega que s'instal·laran en cada cas:

- Punt de càrrega lenta (CL de 3,6 kW): **1300 €/u.**
- Punt de càrrega ràpida (CR de 22 kW): **1500 €/u.**

8.3 DRETS DE SUBMINISTRAMENT

En la nostra proposta és necessari un augment de la potència. Aquest augment implica una sèrie de despeses elèctriques. Les despeses associades són les següents: dret d'extensió, dret accés i dret d'enganxament de baixa tensió. Els preus d'aquests drets es detallen a la Taula 8.1.

	Drets Extensió	Drets Accés	Dret d'Enganxament
	17,37 [€/kW]	19,7 [€/kW]	9,04 €
Total (IVA)	21 [€/kW]	23,84 [€/kW]	10,94 €

Taula 8.1. Preus dels drets de subministrament [24]

Els total de drets d'extensió, dret d'accés i dret d'enganxament per un punt de càrrega lenta (3,6 kW), un de càrrega ràpida (22 kW) i el sistema complet de set vehicles (43,6 kW) s'ha calculat a continuació.

DRETS [€]	
Càrrega lenta (3,6 kW)	172,4
Càrrega ràpida (22 kW)	997,5
Sistema (43,6 kW)	1966,0

Taula 8.2. Preus dels drets segons les càrregues.

8.4 ENERGIA ELÈCTRICA

Per calcular el cost que ens suposa el consum elèctric hem de tenir en compte els conceptes de potència i energia. Mentre que la potència és un valor fixe anual que depèn de la potència contractada, l'energia depèn exclusivament del consum que tenim.

Donat que el servei policial és 24 hores 365 dies a l'any és impossible saber amb exactitud en quin període carreguem els vehicles ja que funcionen a totes hores. Per això s'ha calculat un preu equivalent tenint en compte la relació d'hores que actua cada un dels períodes.

Així tenim que el període 1 (P1) equival a 10 hores, el període 2 (P2) a 8 hores i el període 3 (P3) a 6 hores respectivament. A partir de les 24 hores del dia trobem un rati per període de 0,41, 0,34 i 0,25 respectivament. A la Taula 8.3 es mostren els preus de potència i energia i el seu total amb IVA.

	Potència [€/kW any]			Energia [€/kWh]		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Tarifa 3.0A	40,72	24,43	16,29	0,18	0,12	0,04
Rati	0,41	0,34	0,25	0,41	0,34	0,25
TOTAL	29,07			0,12		
TOTAL (IVA)	35,17			0,14		

Taula 8.3. Taules de preus de l'Energia 2016 [24]

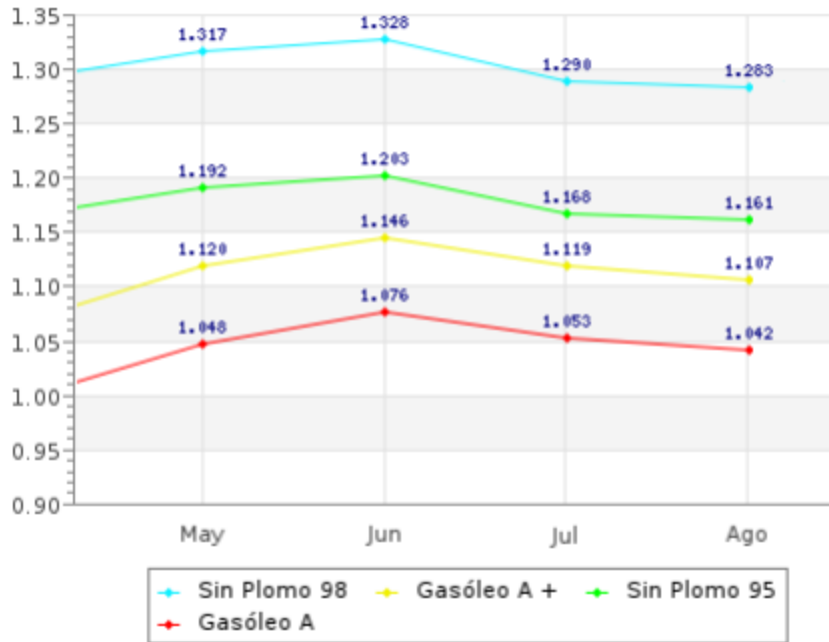
Amb les dades de la Taula 8.3, la potència de cada PC, i el consum del VW e-GOLF (0,127 kWh/km) s'ha confeccionat el cost de potència i energia per cada tipus de càrrega i pel sistema complet.

COST [€]	POTÈNCIA [€/any]	ENERGIA [€/km]
Càrrega lenta (3,6 kW)	126,6	0,18
Càrrega ràpida (22 kW)	773,7	0,18
Sistema (43,6 kW)	1533,4	0,124

Taula 8.4. Costos de potència i energia.

8.5 COMBUSTIBLE

Per utilitzar una dada que s'aproximi el màxim al present, per poder saber el preu del gasoil s'ha agafat aproximadament el cost mig corresponent al mes d'agost de 2016 que va ser d'**1,1 €/l**.



Gràfic 8.1. Evolució del preu del gasoil en euros per mesos [26]

8.6 MANTENIMENT DEL VEHICLE

Aspectes com el preu dels vehicles, consums, i costos tant de la benzina com del kWh són fàcilment calculables. No es tant fàcil però calcular el manteniment de cada un dels vehicles ja que intervenen molts aspectes a tenir en compte.

És per aquest motiu que per fer-ho s'ha utilitzat l'estudi de la consultora Audatex [Vehículo y ahorro según motorización, 2013]. Aquest estudi revela que el manteniment d'un vehicle híbrid triplica el del vehicle elèctric.

Amb les dades d'aquest estudi podem veure la despesa de manteniment d'un VE per quilòmetre. En el cas del VE són 0,009 €/km mentre que la d'un VCI és de 0,018 €/km, el doble. Si mirem en canvi la despesa de neumàtics la diferencia també és considerable. Mentre els costos en canvis de neumàtics en un VE són aproximadament de 0,005 €/km, el desgast dels VCI arriba als 0,008 €/km.

Motor	Cost Manteniment [€/km]	Cost Neumàtics [€/km]	TOTAL [€/km]
Dièsel	0,018	0,008	0,026
Elèctric	0,009	0,005	0,014

Taula 8.5. Costos mitjans de manteniment per km segons el vehicle [22]

8.7 AJUDES

Al punt 2.5 s'han comentat les ajudes i subvencions que proporcionen governs estatals i autonòmics per l'adquisició de vehicles elèctrics. Les ajudes poden estar entre els 2.000 i 5.000 € depenent de les condicions.

Per la comparativa utilitzarem un valor mitjà de 3.000 € per unitat. No es tindrà en compte el benefici de retornar els vehicles actuals en funcionament.

8.8 IMPOSTOS

Hi ha dos tipus d'impostos que afecten en la comparativa dels dos vehicles:

- *Impost de matriculació.* Com s'ha comentat en el punt 2.5, els VE no paguen l'impost de matriculació obligatori en la compra d'un vehicle ja que va en funció de les emissions de CO₂. Per tant l'estalvi en aquest apartat pot ser d'uns **2.000 €** aproximadament per unitat.
- *L'impost de vehicles de tracció mecànica (IVTM).* És un impost anual obligatori de cada ajuntament. Aquest s'ha calculat a la ciutat de Barcelona, on els VE tenen un benefici del 75% respecte dels VCI. Per tant el Seat Altea XL té un cost de l'IVTM de 140 € anuals, mentre que el VW e-Golf tindria un cost de 35 € [Ordenanza Fiscal 1.2 Reguladora del IVTM de Barcelona, 2016].

9 VIABILITAT ECONÒMICA

Per fer la comparativa de costos entre el VE i el VCI i comprovar si és o no rendible la proposta, s'ha calculat prèviament el cost per quilòmetre (Preu KM) de cada un dels vehicles, i els resultats han sigut els que es mostren a continuació.

	VE	VCI
Preu del kWh i del gasoil	0,14 €/kWh	1,1 €/l
Consums	0,127 kWh/km	0,052 l/km
Preu KM	0,01778 €/km	0,057 €/km

Taula 9.1. Costos per km del VE i del VCI.

En no tenir dades objectives sobre la utilització dels vehicles del CME, s'ha plantejat un model de vida útil (VU) dels vehicles de 10 anys, amb un recorregut d'uns 20.000 km per any. D'aquesta manera obtenim una autonomia en aquests **10 anys de 200.000 km**.

	VE - 3,6 kW	VE - 22 kW	CONJUNT	VCI
Compra	32.000 €		224.000 €	22.000 €
Instal·lació	1.000 €		7000 €	-
Punt Càrrega	1.300 €	1.500 €	9300 €	-
Drets Càrrega	172,4 €	997,5 €	1966 €	-
Potència	126,6 €/any	773,7 €/any	1.534 €/any	-
Preu KM	0,01778 €/km		0,12446 €/km	0,057 €/km
Manteniment	0,014 €/km		0,098	0,026 €/km
Subvenció	-3.000 €		-21.000 €	-
IVTM	35 €/any		245 €/any	140€/any
Matriculació	-		-	2.000 €
TOTAL	39.444	46.940	283.550	42.000

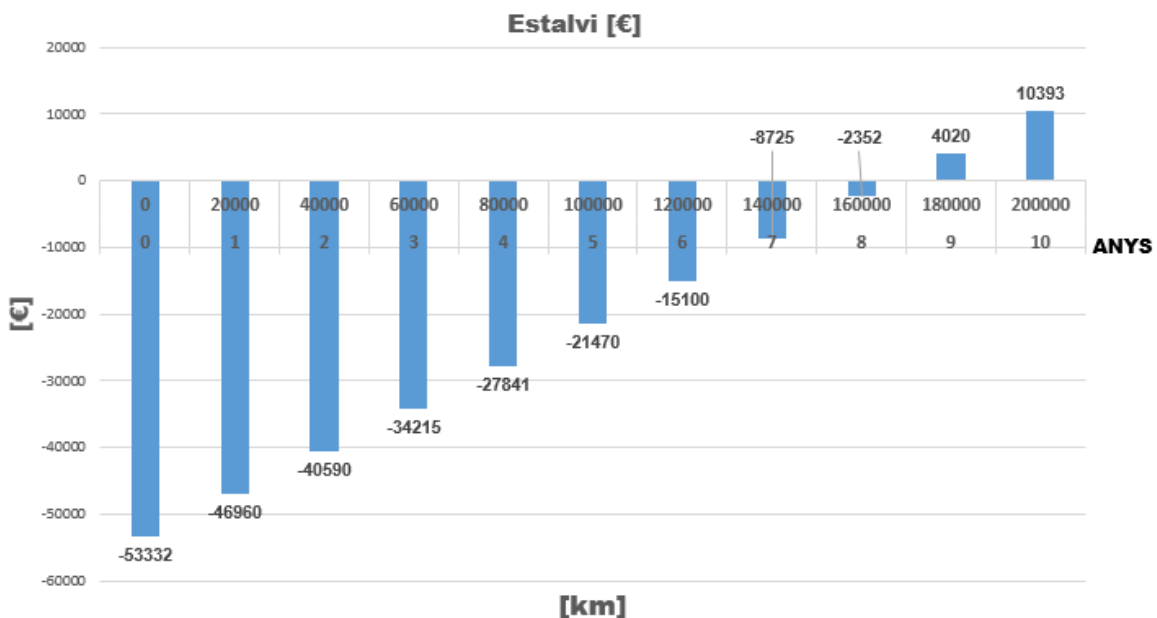
Taula 9.2. Comparativa de costos entre el VE i el VCI a 200.000 km i 10 anys.

En el pressupost no s'ha tingut en compte el manteniment elèctric que suposa una infraestructura d'aquest tipus, el sistema de control de càrregues, que és opcional, ni tampoc el rectificador d'harmònics. Tampoc s'ha tingut en compte el benefici econòmic d'entregar les set unitats de VCI a canvi de vehicles nous. Les despeses comunes com poden ser assegurances o inspeccions tècniques no s'han valorat.

Amb els resultats obtinguts en aquesta simulació a 10 anys, podem dir que només el fet de substituir un dels Seat per un VW amb PC a 3,6 kW, ja fa la proposta d'implantació econòmicament viable amb un benefici de **2.556 €**.

El cost de substituir els set e-Golf suposa una despesa aproximada de 294.000 €, sempre que facin els quilòmetres calculats. En canvi, la implementació dels set Altea XL suposa una despesa aproximada de 283.550 €. La diferencia de les dues propostes ha deixat al cap de 10 anys un estalvi de **10.450 €**.

Arribats a aquest punt és lògic preguntar en quin moment la implantació del model elèctric serà una inversió rendible i en quin no ho serà. Si fem una simulació per diferents situacions anuals i els seus quilòmetres, podem confeccionar una taula de valors que ens donarien com a resultat el gràfic 9.1.



Gràfic 9.1. Estalvi durant la vida útil.

Amb l'ajuda del programari Excel trobem l'equació $Y(x) = 0,3186x - 53332$ de la funció Estalvi-Km representada. Aquesta funció ens donarà el valor de l'estalvi en funció dels quilòmetres efectuats.

Per tant, per a un estalvi $Y=0$ tenim un valor de quilòmetres de $X= 167395$ km. Hem trobat els quilòmetres mínims que haurien de fer els vehicles per tal de que la inversió de la proposta sigues viable.

Amb una sencilla regla de tres i amb la premisa inicial de 20.000 quilòmetres anuals, podem trobar fàcilment el temps aproximat de vida útil que hauran d'aguantar els vehicles per poder tenir beneficis. Així tenim que els 167.395 km s'assoliran en 8,37 anys, o amb altres paraules, als **8 anys i 5 mesos** la proposta d'implantació serà viable.

IMPACTE AMBIENTAL

Un dels principals motius per la elaboració d'aquest projecte és la vessant medi ambiental. El fet que la societat actual depengui en gran mesura dels combustibles fòssils fa difícil un canvi a curt termini per tal de millorar les condicions en les quals vivim.

Els vehicles elèctrics per definició no emeten cap tipus de gas durant el seu funcionament. La substitució d'alguns dels vehicles de combustió interna de les ABP de Barcelona per vehicles elèctrics, tot i ser a petita escala, pot ajudar en gran mesura a reduir les emissions de CO₂ a l'atmosfera i pal·liar d'aquesta manera l'efecte hivernacle produït per aquest tipus d'emissions.

A continuació es mostren les característiques principals del Seat Altea XL utilitzat actualment:

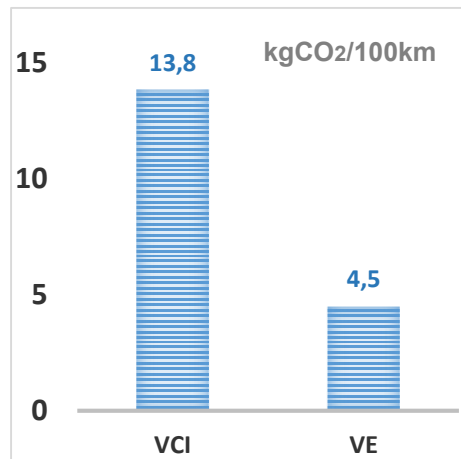
Model	Motor	Potència	Consum	Autonomia
Altea XL	1,6 TDI	105CV - 77kW	5,2 l/100km	1000 km

Taula 10.1. Característiques del Seat Altea XL [20]

Per calcular les emissions de CO₂ en la proposta d'implantació de vehicles elèctriques a una Àrea Bàsica Policial necessitem conèixer algunes dades aproximades:

- Consum mitjà del VW e-Golf: 12,7 kWh/100km
- Consum mitjà del Seat Altea XL TDI: 5,2 l/100km
- Emissions de CO₂ associades a la generació elèctrica a Espanya [Oficina Catalana del Canvi Climàtic, 2016]: 0,302 kg CO₂/kWh
- Emissions de la combustió d'un litre de dièsel: 2,67 kgCO₂/l

D'aquestes dades obtenim que les emissions d'un vehicle elèctric pur i d'un vehicle de combustió interna per cada 100 km són respectivament de 4,5 kgCO₂ i 13,8 kgCO₂.



Gràfic 10.1. Emissions de CO₂ del VCI i el VE

En la proposta actual es substituirien set vehicles de combustió interna de l'ABP. Això implicarà passar dels 96,6 kg d'emissions de CO₂ als 31,5 kg cada 100 km recorreguts. El fet de canviar només el 37% del parc automobilístic implica una reducció del 66% de les emissions de CO₂.

Si aquestes dades les apliquéssim a les deu ABP de la Regió Metropolitana de Barcelona obtindríem una reducció d'emissions de CO₂ de 651 kg per cada 100 km.

No ens podem centrar però només en les emissions de CO₂, ja que en la combustió dels vehicles tèrmics també s'emeten altres gasos molt perjudicials com els òxids de nitrogen, metà, hidrofluorcarburs, perfluorcarburs, hexafluorur de sofre i partícules en suspensió.

Podem concloure que l'impacte medi ambiental vindrà condicionat en gran mesura per la font primària d'energia utilitzada per la generació d'aquesta. Les diferents tecnologies emprades en la generació de l'energia ens donaran els valors exactes d'emissions a l'atmosfera.

PRESSUPOST

En la confecció del pressupost d'aquest projecte es dividiran en salari d'un estudiant en pràctiques, material i recursos físics utilitzats i amortització de l'ordinador i de la connexió a internet utilitzada.

<i>CONCEPTE</i>	<i>Cost Unitari</i>	<i>Unitats</i>	<i>Cost [€]</i>
<i>Sou enginyer</i>	1.200 €/mes	5 mesos	6.000
<i>COST SALARIAL</i>			6.000
<i>Material suport</i>	5 €	3	15
<i>Memòria</i>	50 €	2	100
<i>Suport CD</i>	1 €	5	5
<i>Caixa portafolis</i>	5 €	1	5
<i>COST MATERIAL</i>			125
<i>Ordinador</i>	15 €/mes	5 mesos	75
<i>Internet</i>	20 €/mes	5 mesos	100
<i>COSTOS INDIRECTES</i>			175
<i>TOTAL SENSE IVA</i>			6.300
<i>Impostos</i>	21 %		1.323
<i>TOTAL</i>			7.623 €

Taula 11.1. Pressupost del projecte

Segons els costos desglossats en les taules anteriors, el pressupost d'execució del projecte: 'Proposta per la implantació de vehicles elèctrics en una Àrea Bàsica Policial' és de **7623€** amb una vigència de sis mesos a partir de la data d'avui.

Barcelona, Setembre de 2016

Signa: Eduard Torres Pla

CONCLUSIONS

Tot i que la flota de vehicles policials s'ha renovat recentment canviant els antics Seat Altea de gasolina pels nous de dièsel, les emissions de gasos contaminants continua sent un problema medi ambiental a solucionar. Els avantatges d'eficiència, energia, emissions i contaminació acústica dels VE fan que siguin una opció real en aquest aspecte.

Si ens centrem en el vehicle en sí, tot i que el preu d'adquisició d'un VE és molt superior al d'un VCI, en el manteniment trobem un estalvi de més del 50% degut principalment al seu menor nombre de components mecànics, canvi d'oli, filtres i corretges de distribució.

La diferencia es fa més petita encara si afegim descomptes en impostos i ajudes governamentals, així com rebaixes en el preu de l'energia. En contra s'ha trobat que la inversió inicial és molt costosa degut a l'instal·lació prèvia del punt de càrrega i a la potència extra que s'ha de contractar.

En el supòsit plantejat de vida útil de 10 anys dels vehicle i 20.000 km de recorregut anuals, el fet substituir l'Altea XL per un e-Golf amb punt de càrrega lenta ens aporta un estalvi final de quasi 3.000 €. És lògic pensar que es recuperà la inversió inicial molt abans dels 10 anys.

Si analitzem la proposta íntegra, el cost total de la implantació dels set VW e-Golf i els seus respectius punts de càrrega (sis de lenta i un de ràpida) és de 283.550 €, quan amb les mateixes condicions el cost amb el Seat Altea XL seria de 294.000 €. Obtenim llavors que tant la implantació d'un VE amb punt de càrrega lenta com la implantació sencera amb sis punts de càrrega lenta i un punt de càrrega ràpida donarien beneficis econòmics als 8 anys i 5 mesos d'implantar la proposta, temps inferior al de vida útil dels vehicle que s'havia valorat.

En aquestes condicions podem concloure que la implantació de la proposta no només és rendible pel fet de substituir un vehicles de combustió per un d'elèctric, sinó que ho és tota la proposta sencera.

Tot i això, no ens podem centrar només en el tema econòmic per decidir o no la viabilitat d'aquesta proposta. L'objectiu del projecte apart d'introduir el vehicle elèctric en el parc mòbil policial, era crear una proposta sostenible a favor del medi ambient. L'aprovació d'aquestes mesures reduirien gran mesura les emissions de CO₂ causant de l'efecte hivernacle.

LIMITACIONS DEL MODEL

Tot i els resultats més que satisfactoris de la implantació de vehicles elèctrics, cal remarcar les limitacions que té el model seguit. Una d'elles és la premissa de quilometres recorreguts per any, que s'ha calculat de manera general, que no té perquè donar-se, i que a més pressuposa que tots els vehicles recorren aquesta distància per any, fet que es del tot impossible.

Una altra limitació serien els valors tan de l'energia com del preu del gasoil. Aquests dos valors són inestables i varien en el temps, factors que poden fer variar els resultats de la proposta.

L'elecció del vehicle així com dels punts de càrrega, tot i triar-se seguint uns criteris lògics, són susceptibles de ser substituïts per altres. Afegir a més que pot sortir en qualsevol moment un nou model de VE o de PC a un preu més econòmic donant les mateixes prestacions.

TREBALLS FUTURS

Aquest projecte s'ha concebut com un estudi preliminar per conèixer la situació actual i estudiar la realitat referent al VE en el marc policial actual. És per això que posat aquest punt de partida, sorgissin altres projectes més concrets pel que fa al disseny d'una instal·lació elèctrica completa, un estudi més exhaustiu dels tipus de punts de càrrega o fins i tot una optimització del nombre de càrregues necessàries per abaratir la inversió.

BIBLIOGRAFIA

En aquest capítol és detallen les referències bibliogràfiques que s'han fet servir per ordre d'aparició en la memòria.

- [1] ECOPOST. *Webloc d'economia i sostenibilitat*
[<http://www.ecopost.info/preocupante-record-en-dioxido-de-carbono/>, Maig 2016]
- [2] GM-VOLT. *Web de General Motors Chevrolet Electric cars*
[<http://gm-volt.com/2008/05/11/the-ev-1-wasnt-killed-it-was-dead-on-arrival>, Agost 2016]
- [3] ENDESA. *Web d'Endesa vehículos eléctricos*
[<https://www.endesavehiculoelectrico.com>, Agost 2016]
- [4] MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y TURISMO. *La Energía en España 2014.*
[http://www.minetur.gob.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/La_Energ%C3%ADa_2014.pdf, Maig 2016]
- [5] WORLD WILDLIFE FUND. *Informe de emisiones de gases de efecto invernadero en España 1990-2012.*
[http://awsassets.wwf.es/downloads/informe_de_emisiones_de_gei_en_espana_1990_2012.pdf]
- [6] CIRCUTOR. *Web del fabricant de productes d'eficiència energètica.*
[<http://www.circutor.es>, Agost 2016]
- [7] DAILY MAIL. *Web del diari electrònic del Regne Unit*
[<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3774520/Criminals-beware-London-s-police-testing-silent-electric-cars-CREEP-suspects.html>, Juny 2016]
- [8] ALPHABET. *Web de l'empresa de rentin de vehicles*
[<https://www.alphabet.com/es-es/article/entregamos-renting-veh%C3%ADculos-el%C3%A9ctricos-al-ayto-de-m%C3%A1laga-zem2all>, Juny 2016]

- [9] CADENA SER. *Web de la ràdio informativa*
[http://cadenaser.com/emisora/2016/02/09/radio_irun/1455008006_055892.html,
Juny 2016]
- [10] MASMOTO. *Web del portal de motocicletes*
[<http://www.masmoto.net/actualidad-seguridad-vial/10-motos-came-b-mas-caras/>,
Juny 2016]
- [11] BMW. *Web del fabricant alemany de vehicles*
[<https://www.press.bmwgroup.com/spain/article/detail/T0207933ES/bmw-entrega-a-la-guardia-urbana-de-barcelona-una-flota-de-su-scooter-el%C3%A9ctrico-el-c-evolution?language=es>, Juny 2016]
- [12] EL PAIS. *Web del diari d'informació general*
[http://elpais.com/diario/2009/06/17/espana/1245189608_850215.html, Juny 2016]
- [13] SEGWAY. *Web del blog del fabricant de vehicles elèctrics*
[<http://blog.segway.com/page/6>, Juny 2016]
- [14] MOSSOS d'ESQUADRA. *Web del portal d'imatges del CME*
[<https://www.flickr.com/photos/mossoscat/>, Juny 2016]
- [15] ARA GIRONA. *Web del diari digital*
[<http://www.aragirona.cat/noticia/2010/10/22/preso-provisional-per-lassassi-confes-dalmenys-tres-dones-del-geriatric-dolot>, Juny 2016]
- [16] MEDIDAS DE COCHES. *Web de mesures de vehicles*
[<http://www.medidasdecoches.com/coches-electricos.php>, Setembre 2016]
- [17] EURO NCAP. *Web del 'Programa Europeu d'avaluació de Vehicles nous'*
[<http://www.euroncap.com/es/seguridad-en-los-vehiculos/>, Setembre 2016]
- [18] ELECTROMAPS. *Web d'informació sobre mobilitat elèctrica*
[<http://www.electromaps.com/coches-electricos/tipos-de-conectores>, Juliol, 2016]

- [19] COCHES. *Web d'informació de vehicles*
[<http://www.coches.net/fotos/noticias/volkswagen-egolf-tecnologia-electrica?p=11>,
Juliol 2016]
- [20] MOTORPASIÓN FUTURO. *Weblog d'informació del món del motor*
[<http://www.motorpasionfuturo.com/banco-de-pruebas/volkswagen-e-golf-toma-de-contacto-cuestiones-tecnicas-ii>, Juliol 2016]
- [21] MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO. *BOE de la Instrucció Tècnica Complementeria de Baixa Tensió 52 (ITC BT-52)*
[https://www.boe.es/boe_catalan/dias/2014/12/31/pdfs/BOE-A-2014-13681-C.pdf,
Agost 2016]
- [22] INGENIEROS. *Web de publicacions relacionades amb l'enginyeria*
[<http://www.ingenieros.es/noticias/ver/coste-de-mantenimiento-vehiculo-electrico-vs-hibridos-gasolina-y-diesel/3881>, Setembre 2016]
- [23] AJUNTAMENT DE BARCELONA. *Ordenanza Fiscal 1.2 Reguladora del IVTM de Barcelona, 2016.*
[<http://ajuntament.barcelona.cat/hisenda/sites/default/files/ORDENANZA%20FISCAL%201.2.pdf>, Setembre 2016]
- [24] INSTITUT CATALÀ DE L'ENERGIA. *Preus de l'energia 2016*
[http://icaen.gencat.cat/web/.content/03_planificacio_energetica/documentos/full_de_preus_energia/arxius/fullpreu.pdf, Setembre 2016]
- [25] WALLBOX OK. *Web del fabricant de carregadors elèctrics*
[<http://www.wallboxok.com/>, Agost 2016]
- [26] DIESEL GASOLINA. *Web d'actualitat del motor i preus de carburants.*
[<http://www.dieselgasolina.com/Estadisticas/Historico>, Agost, 2016]

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

En aquest punt es detallaran les referències que s'han utilitzat durant la confecció del present projecte.

- {1}** LA TIMES. *Web del diari de Los Angeles*
[<http://www.latimes.com/opinion/readersreact/la-le-bmw-lapd-electric-cars-20160612-snap-story.html>, Juny 2016]
- {2}** MIS COCHES ELÉCTRICOS. *Web d'informació de vehicles elèctrics*
[<http://www.miscocheselectricos.com>, Juliol 2016]
- {3}** PLUG IN CARS. *Web d'informació per comprar vehicles elèctrics*
[<http://www.plugincars.com/>, Juliol 2016]
- {4}** MOVILIDAD ELECTRICA. *Web relacionat amb la mobilitat elèctrica*
[<http://movilidadelectronica.com/>, Setembre 2016]
- {5}** VEHIPOL. *Web de vehicles policials*
[<http://www.vehipol.es/>, Maig 2016]
- {6}** BC3 RESEARCH. *Web del BC3 Basque Centre for Climate Change*
[<http://bc3research.org/>, Agost 2016]
- {7}** GESTERNOVA. *Web sobre la comercialització de la electricitat verda*
[<http://blog.gesternova.com/>, Setembre 2016]
- {8}** MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO. *Web del ministeri sobre ajudes per la compra de VE*
[<http://www.minetur.gob.es/industria/es-ES/Servicios/planmovea/Paginas/ayudas-movea.aspx>, Setembre 2016]
- {9}** AJUNTAMENT DE BARCELONA. *Web de mobilitat sostenible*
[<http://w41.bcn.cat/>, Agost 2016]
- {10}** EUROPEAN CLIMATE ACTION. *Web europea sobre el canvi climàtic*
[http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars/index_en.htm, Agost 2016]

- {11}** UNIT JUGGLER. *Web de Convertidor d'unitats*
[<https://www.unitjuggler.com/index-es.html>, Setembre 2016]
- {12}** ENERGIA Y SOCIEDAD. *Web del sector energètic*
[<http://www.energiaysociedad.es/tipo/manual-de-la-energia>, Juliol 2016]
- {13}** OFICINA CATALANA DEL CANVI CLIMÀTIC. *Metodologia del mix energètic*
[http://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/home/redueix_emissions/factors_emissio_associats_energia/160219_Nota-metodologica-mix_cast.pdf, Setembre 2016]
- {14}** WALLBOX. *Web d'empresa de fabricació de punts de càrrega*
[<https://www.wallbox.com/es/>, Juliol 2016]
- {15}** ABL SURSUM. *Web d'empresa de fabricació de connectors i carregadors*
[<http://www.abl-sursum.com/en/>, Juliol 2016]