



**Universitat de les  
Illes Balears**

Escola Politècnica Superior

**Memòria del Treball de Fi de Grau**

**Gestió de punts de càrrega elèctrics al campus**

**UIB**

**Josep Moltó García**

**Grau d'Enginyeria Informàtica**

Any acadèmic 2017-18

DNI de l'alumne: 43216093J

Treball tutelat per Dr. Bartomeu Jaume Serra Cifre  
Departament de Ciències Matemàtiques i Informàtiques

S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació	Autor		Tutor	
	Sí	No	Sí	No
	X		X	

Paraules clau del treball:

SmartUIB, OCPP, Sentilo, electromobilitat, ecologia, sostenibilitat, eficiència, punts de càrrega elèctrica, xarxa de punts de càrrega

## TAULA DE CONTIGUTS

ÍNDEX D'ILUSTRACIONS .....	4
ACRÒNIMS .....	5
RESUM.....	6
1 INTRODUCCIÓ .....	7
1.1 OBJETIUS DEL PROJECTE .....	10
1.2 ESTRUCTURA DEL DOCUMENT .....	11
2 MOBILITAT ELÈCTRICA.....	12
2.1 HISTÒRIA .....	12
2.2 SITUACIÓ ACTUAL.....	14
2.3 IMPACTE AMBIENTAL .....	15
2.4 SITUACIÓ A LES ILLES BALEARS.....	17
3 ESTAT DE L'ART .....	19
3.1 IoT .....	19
3.2 OCPP .....	19
3.3 SENTILO .....	21
3.4 IGSEGeS.....	21
3.5 PLA MOVALT .....	22
4 MARC TECNOLÒGIC.....	23
4.1 JAVA .....	23
4.2 WEB-SERVICE REST .....	24
4.3 JSON.....	24
5 ANÀLISI DEL SISTEMA .....	26
5.1 DEFINICIÓ DEL SISTEMA .....	26
5.2 ENGINYERIA DE REQUISITS.....	26
5.2.1 REQUISITS FUNCIONALS .....	26
5.2.2 REQUISITS NO FUNCIONALS .....	27
5.3 ARQUITECTURA DEL SISTEMA .....	27
6 DEFINICIÓ DEL PROJECTE.....	29
6.1 METODOLOGIA DE TREBALL .....	29
6.2 PLANIFICACIÓ.....	29
7 DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE .....	31
7.1 MODIFICACIONS INICIALS .....	31
7.2 ENVIAMENT DE DADES A SENTILO .....	33

7.3	PROVES DEL SISTEMA .....	34
8	LÍNIES DE FUTUR .....	38
9	CONCLUSIONS .....	39
10	BIBLIOGRAFIA .....	40

## ÍNDIX D'ILUSTRACIONS

Il·lustració 1 Generació d'electricitat a les Illes Balears segons el tipus de font d'energia [50] .....	9
Il·lustració 2 Emissions de CO2 segons el combustible pel qual es propulsa el vehicle. ....	10
Il·lustració 3 Ányos Jedlik juntament amb el seu invent [51].....	12
Il·lustració 4 Comparació d'eficiència entre vehicles de combustió i vehicles elèctrics [52] .....	16
Il·lustració 5 Nivell de generació de diòxid de carboni depenent del tipus de vehicle elèctric [53] .....	17
Il·lustració 6 Nombre de vendes de cotxes elèctrics a les Illes Balears en els darrers 3 anys. L'eix horitzontal correspon als mesos. [54] .....	18
Il·lustració 7 Diagrama de cas d'ús del paper d'OCPP durant la càrrega elèctrica d'un vehicle [55] .....	20
Il·lustració 8 Arquitectura de Sentilo. [56].....	21
Il·lustració 9 Definició del sistema. ....	26
Il·lustració 10 Definició de l'arquitectura del sistema .....	28
Il·lustració 11 Panell de configuració del punt de càrrega de Ingeteam on es veu que no funciona de manera correcta .....	31
Il·lustració 12 Arxiu XML on es veu el caràcter estrany que s'envia per part de l'estació de càrrega de Ingeteam.....	32
Il·lustració 13 Forma de enviar la informació als serveis externs .....	34
Il·lustració 14 Finestra de testeig del servei web del sistema central .....	35
Il·lustració 15 Plana web de la plataforma Sentilo de desenvolupament de la UIB on es mostra els valors de l'enviament de dades del punt de càrrega .....	36
Il·lustració 16 Realització de proves al soterrani de l'edifici Guillem Cifre de Colònia. 37	

## ACRÒNIMS

**UIB** Universitat de les Illes Balears

**SmartUIB** SOSTENIBILITAT, que creu en la MULTIDISCIPLINARIETAT que crea coneixement APLICAT per REGENERAR i TRANSFORMAR el nostre entorn.

**OCPP** Open Charge Point Protocol

**IoT** Internet of Things

**REST** Representation State Transfer

**JSON** JavaScript Object Notation

**XML** Extensible Markup Language

**ONU** Organització de les Nacions Unides

**CO2** Diòxid de carboni

**GLP** Gas líquid del petroli

**GNC** Gas Natural Comprimat

**URI** Uniform Resource Identifier

**HEV** Hybrid Electric Car

**PHEV** Plug-in Híbrids

**FCV** Fuel Cell Vehicles

**BEV** Battery Electric Vehicles

**HTTP** HyperText Transport Protocol

## RESUM

Aquest projecte està inclòs dins del grup de projectes de SmartUIB que té com objectiu transformar el campus en un espai més eficient a través de la innovació.

El projecte consisteix en el desenvolupament d'un sistema que permeti l'intercanvi d'informació entre estacions de càrrega i un sistema central de gestió de punts de càrrega. Per poder incloure aquesta estació de càrrega dins la xarxa de nodes de punts de càrrega s'utilitza un protocol que permet establir xarxes heterogènies i interoperables. Aquest protocol és el protocol OCPP.

Una vegada es produeix la comunicació es desenvolupa un sistema que envia part de la informació que es produeix en l'intercanvi de missatges a una plataforma de centralització de dades que empra la UIB per concentrar les dades de tots els sensors presents en el campus. Aquesta aplicació és Sentilo i és la font d'origen de dades d'algunes aplicacions de la UIB.

## 1 INTRODUCCIÓ

Un dels problemes mundials més greus que hi ha a l'actualitat és l'augment de la temperatura global que està provocant el canvi climàtic. Aquest augment de la temperatura global, és agreujada per l'acció humana, principalment per l'increment dels gasos d'efecte hivernacle. Segons un estudi, que data de 2007, les concentracions de metà i de diòxid de carboni varen augmentar un 148% i 36% respectivament si ho comparem amb l'any 1750 (és una data que es considera que està situada a l'era preindustrial) [1]

És per això, que l'any 2015 es va arribar a un acord a la Conferència de l'ONU sobre el canvi climàtic. Aquest acord es conegut com "Acord de París" i va ser firmat per 194 estats dels quals 174 ho han ratificat posteriorment i tindrà vigència a partir de l'any 2020. En el document s'acorden una sèrie de mesures per tal de frenar el canvi climàtic. Les més importants són les següents [2]:

- Mantenir l'augment de la temperatura per sota el 2°C respecte a l'era preindustrial i continuar els esforços per establir-ho a 1,5°C.[3] (Article 2).
- Augmentar la capacitat d'adaptació als efectes desfavorables del canvi climàtic.(Article 2).
- Promoure que les corrents financeres s'utilitzin de forma que es condueixi a un desenvolupament humà sostenible que depositi baixes emissions de gasos que provoquen l'efecte hivernacle i la resiliència al clima. (Article 2).
- Per poder complir l'objectiu a llarg termini es proposa que les emissions mundials de gasos amb efecte d'hivernacle assoleixin el màxim el més aviat possible. (Article 4).
- S'ha d'establir un marc tecnològic que promogui el desenvolupament per aconseguir els objectius marcats del següent Acord. (Article 10).

Una forma de reduir les emissions de diòxid de carboni i de substàncies tòxiques a l'aire a través dels avantatges tecnològiques tal i com es dicta a l'Acord de París és la promoció de l'electromobilitat.

. Les Illes Balears són un lloc ideal per fer la transició dels vehicles de combustió a vehicles elèctrics perquè, degut a la naturalesa de les illes, els vehicles particulars no recorren llargues distàncies, això provoca que el punt feble dels vehicles elèctrics no es vegi afectat i que el cotxe dels particulars sempre estigui amb un nivell de càrrega suficient per fer el desplaçament i no haver d'esperar a que arribi a un nivell de càrrega per realitzar el trajecte.

Adoptant de referència el campus universitari de la UIB on 65% [4] de les persones que accedeix a la UIB fan ús del cotxe i donat del percentatge menyspreable de vehicles elèctrics matriculats a l'illa fan que dins l'espai universitari hi hagi un elevada concentració de substàncies tòxiques i contaminants. El mateix passa a les Illes Balears, ja que, hi ha 969.234 vehicles dels quals només hi ha 1,197 que no són de motors de combustió interna. [5]

Aquestes dades ens indiquen que a dia de avui al campus universitari presenten dos problemes referents a la mobilitat, i aquests problemes s'estenen també a les Illes. Un problema és el de la contaminació produïda pel vehicles de combustió i un altre és l'ocupació de gran part de l'espai de la universitat per l'estacionament de vehicles.

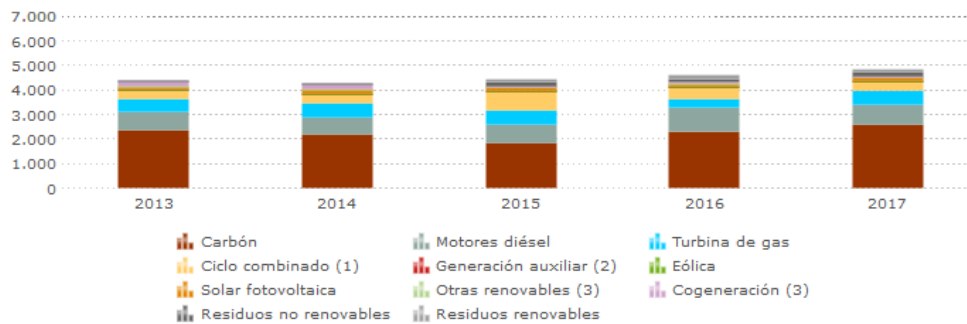
Una forma de poder reduir la congestió d'aparcaments al campus és la creació d'un servei de compartició de cotxe. Com s'ha puntualitzat abans, l'ocupació mitjana de vehicles es de 1,197 persones per cotxe, és a dir, pràcticament tots els vehicles que arriben al campus només tenen un ocupant. Amb el servei de compartició de cotxe es pretén que els membres de la comunitat universitària que viuen en llocs pròxims i tenen horaris semblants arribin en un mateix vehicle i es pugui alliberar una part de l'espai destinat a l'aparcament i poder utilitzar-lo per altres serveis.

Per poder fer efectiu el canvi de vehicle de combustió a vehicles elèctrics s'ha de poder fer una sèrie de transformacions. Un repte es la creació d'una xarxa de punts de càrrega o electrolinereres que permeti sostenir un gran nombre de vehicles alhora en els carrers i carreteres, un altre és que l'evolució de les bateries possibiliti els desplaçaments a llargs distàncies en un temps similar en el que se fa en els vehicles de combustió, ja sigui perquè les bateries tinguin càrrega ràpida o s'augmenti la seva capacitat. Finalment, el repte més important és que la xarxa elèctrica pugui sostenir la implantació total dels vehicles elèctrics i sobretot que la font de la energia elèctrica sigui majoritàriament neta i un futur totalment.

En aquests moments, la situació de la producció d'electricitat a partir de l'energia renovable a les Illes Balears és molt pobre. Tal i com es mostra a la figura, majoritàriament l'electricitat s'obté de central tèrmiques que funcionen amb petroli o carbó. Malgrat això, com es mostrarà a continuació, un vehicle elèctric allibera menys gasos d'efecte hivernacle que els vehicles de combustió. Per aconseguir reduir l'expulsió de gasos d'efecte hivernacle al territori balear, el Govern de les Illes Balears ha presentat una llei de Canvi climàtic que té propostes per reduir la producció d'energia no renovable i apostar per les energies renovables i aconseguir la mobilitat íntegrament neta.<sup>[6]</sup>



## Evolución de la estructura de la generación Islas Baleares (GWh)



	2013	2014	2015	2016	2017
Carbón	2.351	2.188	1.865	2.304	2.603
Motores diesel	744	671	730	963	799
Turbina de gas	509	582	582	338	554
Ciclo combinado <sup>(1)</sup>	414	427	809	543	426
Generación auxiliar <sup>(2)</sup>	7	8	11	10	15
Eólica	6	6	5	5	3
Solar fotovoltaica	122	123	123	121	123
Otras renovables <sup>(3)</sup>	1	2	2	1	2
Cogeneración <sup>(3)</sup>	252	281	32	35	36
Residuos no renovables	0	0	151	131	144
Residuos renovables	0	0	151	131	144

<sup>(1)</sup> Incluye funcionamiento en ciclo abierto.

<sup>(2)</sup> Grupos de emergencia que se instalan de forma transitoria en determinadas zonas para cubrir un déficit de generación.

<sup>(3)</sup> Incluye residuos hasta el 31/12/2014.

Fuente Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) en: eólica, solar fotovoltaica, otras renovables, cogeneración y residuos.

### II-lustració 1 Generació d'electricitat a les Illes Balears segons el tipus de font d'energia [50]

A la il·lustració 2 es mostra una comparació de la emissió de kg deCO<sub>2</sub> a la atmosfera per un vehicle de combustió gasolina i dièsel amb un vehicle completament elèctric a l'àmbit de les Illes Balears. Donada aquesta font de informació sabem que per cada Kwh d'electricitat s'expulsa 0,7476 kg de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera; que per cada kg de dièsel s'expulsa 3,14 kg de CO<sub>2</sub> i que per cada kg de benzina s'expulsa 3,18 kg de CO<sub>2</sub> [7] i agafant la mitjana de energia utilitzada per moure un vehicle segons la seva font d'energia: 16,94 Kwh/100km el vehicle elèctric; 6,56 l/100km [8] el vehicle dièsel [9] i 7,94l/100km el vehicle de benzina [10] podem obtenir les dades per emplenar la il·lustració 2.

	Vehicle elèctric	Vehicle dièsel	Vehicle benzina
Emissions de CO2 per cada 100 km (kg / 100 km)	12,66	17,14	17,17

**Il·lustració 2 Emissions de CO2 segons el combustible pel qual es propulsa el vehicle.**

En quant a les electrolineras, Balears és, actualment, la comunitat amb major nombre de punts de càrrega[11]. En aquests moments, hi ha iniciatives per part d'institucions públiques com el Govern de les Illes Balears, els ajuntaments de les Illes, Emaya, la Universitat de les Illes Balears, així com empreses privades com Endesa i SMAP per incentivar l'ús del vehicle elèctric. Actualment hi ha 188 punts de càrrega que estan adherits a al conveni Melib, que s'explicarà en el capítol 2. [12]

La principal dificultat és que cada fabricant té la seva forma de gestionar el seus punts de càrrega. És possible establir una xarxa d'estacions de càrrega del mateix fabricant des de la seva pròpia configuració. No obstant, no és possible fer una xarxa amb estacions de diversos fabricants. Això és un problema pels usuaris ja que, limita els llocs que poden carregar el seu vehicle segons el fabricant.

Un altre inconvenient és que l'organització que ofereix el servei de recàrrega es veu obligada a comprar tots els productes d'un mateix fabricant per poder integrar-la a la seva xarxa. Això fa tenir una dependència i impossibilita poder comprar el producte que més s'ajusti a les nostres necessitats en cada moment donat.

En aquest projecte abordarem una gestió global de les electrolineras. És a dir, poder donar un servei homogeni en una xarxa de punts de càrrega independentment del fabricant del punt de càrrega i del fabricant del vehicle. Això és dissenyar un tipus d'abstracció a un nivell de capa superior que doni la possibilitat als usuaris que, fent les mateixes passes, puguin fer reserves, recarregar el vehicle per qualsevol fabricant. A més, farem un tractament de les dades del punt de càrrega i les enviarem a un servei de centralització de dades on es troba la informació de tots els sensors amb la finalitat de que aquestes dades puguin ser utilitzades per qualsevol plataforma de la UIB. Aquest treball està englobat dins el projecte de SmartUIB[13] que té com a objectiu transformar la Universitat de les Illes Balears en un lloc més sostenible mitjançant la innovació tecnològica.

## 1.1 OBJETIUS DEL PROJECTE

Tal i com s'ha introduït en el capítol anterior, el treball cerca elaborar un prototipus que permeti la gestió centralitzada dels punts de càrrega de vehicles elèctrics a la UIB.

També, es vol fer un tractament de les dades produïdes per les estacions de càrrega a una plataforma de centralització de dades amb la finalitat que qualsevol persona de la comunitat universitària pugui us de les dades del repositori.

A més, el sistema serà multiplataforma i flexible, dit d'un altra manera, el sistema no només permetrà enviar dades a la plataforma de la UIB, sinó, que serà fàcilment configurable per enviar les dades a altres plataformes.

## 1.2 ESTRUCTURA DEL DOCUMENT

El document s'ha dividit en nou capítols en els que els tres primers posaran en context el desenvolupament del projecte. Mentre que els capítols 5, 6 i 7 explicaran detalladament com s'ha planificat i realitzat el projecte. A continuació s'hi donarà una breu explicació de cada capítol:

En el capítol 2 es posarà en context de què és la mobilitat elèctrica, la seva història i la seva situació actual. Encara que és un capítol prescindible per entendre l'abast del projecte, és interessant saber els vehicles que utilitzen els punts de càrrega i perquè s'aposta per aquesta tipus de tecnologia.

En el capítol 3 s'explicarà l'estat de l'art corresponent a la gestió dels punts de càrregues de vehicles elèctrics i de les plataformes de centralització de dades.

En el capítol 4 s'analitzarà el context tecnològic que envolta el projecte. Es donarà una visió de les eines tecnològiques com el llenguatge de programació, el llenguatge de marcatge i el tipus de sistema que s'utilitza per intercanviar missatges.

En el capítol 5 es descriurà com es dissenyarà el sistema i definirà els requisits tant funcionals com no funcionals. A més mostrarà gràficament l'arquitectura del nostre sistema.

En el capítol 6 s'especificarà la planificació adoptada al projecte, així com, la seva metodologia de treball.

En el capítol 7 s'explicarà el desenvolupament del sistema on hi haurà una explicació detallada de les tres fases i dels contratemps ocorreguts.

En el capítol 8 es mostraran les possibles línies de continuació una vegada s'ha acabat el projecte.

En el capítol 9 s'explicarà si s'han assolit els objectius del projecte així com el requisits del projecte.

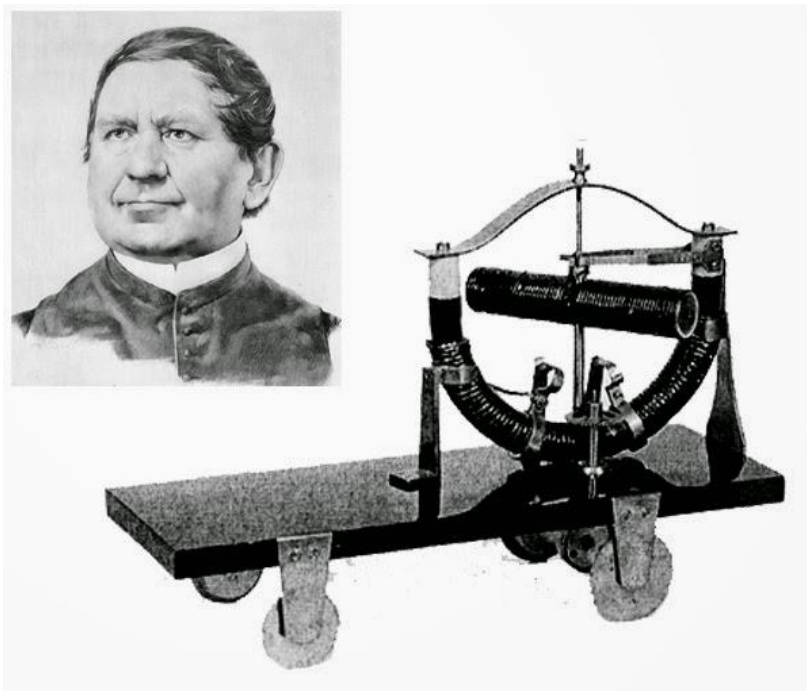
## 2 MOBILITAT ELÈCTRICA

La mobilitat és un procés que té com objectiu el canvi de posició de persones o béns. La mobilitat pot ser tant en vehicle com caminant o en bicicleta. Els vehicles que són utilitzats pel transport terrestre poden tenir motors de diversos tipus i els més habituals són els motors propulsats amb combustible d'origen fòssil, també anomenats, motors de combustió interna com són els motors dièsel o benzina, encara que, també hi ha altres combustibles com GLP (gas líquid del petroli) o GNC (Gas Natural comprimit). Ara bé també existeixen vehicles propulsats per motor elèctric que poden ser de diversos tipus com s'explicarà més endavant. [\[14\]](#) [\[15\]](#)

La mobilitat elèctrica és un sistema de transport per carretera conformat per vehicles propulsats mitjançant l'energia elèctrica independentment de la mida o nombre de passatgers.[\[16\]](#)

### 2.1 HISTÒRIA

L'any 1822 el físic i matemàtic Peter Barlow va inventar el que es coneix com la roda de Barlow [\[17\]](#). Aquesta roda consistia en un disc de coure que tenia un imant a cadascun dels pols i que a la seva vorera tenia un dipòsit de mercuri. Aquesta roda permetia veure que la roda començava girar a una velocitat constant i que era proporcional a la intensitat de la corrent. La conclusió d'aquest experiment és que es podia fer moviments mecànics mitjançant l'electricitat. L'any 1827 l'eslovac-hongarès Ányos Jedlik va construir el primer motor elèctric. Era un motor elèctric rudimentari que tenia un rotor, estator i commutador.



Il·lustració 3 Ányos Jedlik juntament amb el seu invent [\[51\]](#)

Els anys següent varen seguir inventant-se nous motors elèctrics i ja es provaven per moure vehicles. A mitjans el segle XIX els vehicles elèctrics no eren molt pràctics perquè es trobaven que hi havia una falta de generadors de energia disponibles i el cost de recarregar un vehicle era molt elevat. Als anys següents, va aparèixer els generadors electromecànics (normalment propulsats per motors de vapor) que produïen l'energia elèctrica de forma molt més eficient que les cèl·lules electroquímiques. A més per aquelles dates es va inventar l'acumulador elèctric. Aquests avenços tecnològics van permetre la creació del motor de corrent continua que transforma l'energia elèctrica en energia mecànica. L'any 1863 es va crear el primer motor de combustió que va ser millorat l'any 1876 per Nikolaus Otto. I com s'explicarà a continuació, aquest motor va agafar la hegemonia desbancant als motors de vapor i motors elèctrics.

El motor elèctric va tenir el seu punt àlgid al principi del segle XX. Entre els anys 1900 i 1910 la quota de mercat del cotxe amb motor elèctric va ser del 38% mentre que el motor de benzina era d'un 22% i el motor a vapor d'un 40%. Els vehicles elèctrics tenien l'avantatge respecte als cotxes de benzina que eren silenciosos, més fiables i eren més fàcils d'arrencar ja que no era necessari l'ús de la maneta així com, més senzills de conduir, ja que, no tenien caixa de canvis. Els elèctric tenien com a desavantatge la seva poca autonomia (de 30km a 60 km), que eren lents (24 km/h – 32km/h) i que eren més cars (pràcticament el triple). El declivi del cotxe elèctric i la hegemonia del vehicle de combustió va ser degut al següents factors:

- La conversió de les carreteres pensades per carruatges de terra a carreteres amb paviment, el que va permetre que fos més fàcil fer viatges amb distàncies més llargues cosa que era un greu inconvenient pels vehicles impulsats per motors a vapor i motors elèctrics ja que oferien autonomies molt inferiors als vehicles de benzina.
- Els cotxes de combustió cada vegada eren més econòmics respecte als altres vehicles degut fonamentalment a la idea de Henry Ford de fer el automòbil un bé a l'abast de tothom i de la creació de cadenes de producció en cadena. A l'any 1916 el cost del model més bàsic d'un cotxe Ford era de 360\$ que seria equivalent a 8590\$ actualment. [18]
- El descobriment de noves reserves de petroli va fer els preus de la benzina fossin molt baixos, fent que els cotxes de combustió fossin més competitius.
- Amb el pas del temps, gràcies als avenços tecnològics, els cotxes de combustió es varen convertir en més fiables i confortables.

No va ser fins als anys 1960 que degut a les preocupacions de la contaminació es va crear la llei de Clean Air Act (va ser aprovada per controlar el nivell de aire contaminat) així com, la crisi del petroli de 1973 varen fer que es tornessin a investigar alternatives al motor de combustió. Varen aparèixer alguns vehicles elèctrics de cotxes del segment A com el CitiCar del fabricant Sebring-Vanguard però les vendes dels pocs models elèctrics que varen aparèixer aquests anys varen ser baixes.

A la dècada de 1990 es va crear una normativa d'emissions contaminants als nous vehicles. A l'any 1997 Toyota va comercialitzar a Japó el primer model híbrid produït

en massa. Aquest model anomenat Prius tènia en el seu interior un motor elèctric que no era recarregable a l'exterior sinó que tenia una bateria que es recarregava mentre el vehicle està en moviment.

A l'any 2006 l'anunciament d'una empresa de Silicon Valley fundada per Elon Musk la producció d'un vehicle de luxe i amb prestacions exclusivament elèctric ha permès al cotxe elèctric tornar a establir-se com una alternativa als motors de combustió real. [\[19\]](#) [\[20\]](#)

## 2.2 SITUACIÓ ACTUAL

Les raons que provoquen la irrupció de la electromobilitat una altra vegada en aquest moment són les següents:

- Els cotxe elèctrics produeixen una contaminació acústica molt menor que els vehicles de combustió interna, s'ha millorat la tecnologia de la bateries que permet aconseguir fins a 600 kms de autonomia en una conducció normal en vehicles com el Tesla Model S [\[21\]](#).
- A l'any 2010 el 60% del petroli extret [\[22\]](#) es va utilitzar per al transport ; la dependència del petroli pot provocar problemes d'abastiment en un futur perquè es una energia finita i el fet que el petroli només es trobi en cert països pot provocar conflictes geopolítics.
- La raó més important per apostar per la electro-mobilitat és la contaminació. El transport ara mateix és el responsable del 25% [\[23\]](#) de les emissions de diòxid de carboni, per tant, és un dels factors més importants que provoca l'agreujament del canvi climàtic.

Actualment, hi ha tres tipus de vehicle elèctric segons la manera que obtenen la energia elèctrica: [\[24\]](#)

HEV (Hybrid Electric Vehicle): són els vehicles híbrids convencionals i combinen un motor de combustió (normalment de benzina) amb un o diversos motors elèctrics petits. Solen recarregar-se amb el motor tèrmic o durant l'energia que es desprèn quan s'efectua una frenada.

PHEV (Plug-in híbrids): són els vehicles que combinen un motor de combustió interna (sol ser de benzina) amb un motor elèctric recarregable. Això permet al vehicle no dependre exclusivament de la infraestructura de càrrega i tenir una autonomia més elevada. En un futur els vehicles híbrids podrien fer altres combinacions que no siguin amb un motor de combustió. Com podria ser que tingués una pila de combustible, a més, la possibilitat d'utilitzar la recàrrega de l'electricitat de la xarxa elèctrica.

FCV (Fuel cell vehicles): Són els vehicles que emmagatzemen energia en forma de combustible i ho transformen en electricitat mitjançant una pila de combustible. Les piles de combustible més utilitzades en aquest moment són les d'hidrogen. Tenen com avantatge que tenen una autonomia alta i la recàrrega de combustible és fa en pocs minuts, però té com desavantatges que en aquests moments no hi ha una infraestructura

de recàrrega per vehicles FCV i, també, l'alt cost i el cicle de vida de les cèl·lules de combustible. [25]

BEV (Battery Electric Vehicles): són els que tenen solament un motor elèctric i s'alimenten d'una bateria que es va recarregant periòdicament. Té com desavantatge que sol tenir una autonomia baixa. Encara que, depèn de la mida de la bateria i de la seva tecnologia.

### 2.3 IMPACTE AMBIENTAL

L'ús dels vehicles elèctrics contribueixen a reduir l'efecte hivernacle i l'emissió d'altres substàncies contaminants a l'atmosfera. Els vehicles amb motor completament elèctric no expulsen cap tipus de residu [16]. A més, els motors elèctrics no necessiten emprar oli. L'oli dels motors de combustió és molt contaminant degut al seu elevat contingut de metalls pesants i la seva baixa biodegradabilitat. [26]

També, els vehicles elèctrics són més eficients que els vehicles de combustió interna perquè aprofiten millor la font d'energia amb una diferència considerable. Si observem la il·lustració 4 la diferència neta en l'energia que surt de la bateria a les rodes i la l'energia que surt del tanc de combustible a les rodes és que el motor elèctric és més de cinc vegades més eficient seguint el test americà UDDS (Urban Dynamometer Driving Schedule).

Efficiency measure	Formula (Fig 5.1)	Energy in	Energy out	En. eff. on UDDS	En. eff. on HWFET
<b>ELECTRIC VEHICLE</b>					
Powertrain efficiency	$P_{W+}/B_{DL}$	Gross battery output to powertrain only	Supplied wheel work (gross energy supplied from wheel to road)	73%	68%
Recovery train efficiency	$B_{Rec}/P_{W-}$	Energy supplied from road to wheel	Energy recovered to battery	73%	67%
Battery to wheel net, $BTW_{net}$	$P_{Res}/(B_{DL}+B_{Aux}-B_{Rec})$	Net battery output	Road load (air and rolling resistance = net energy supplied from wheel to road)	46%	63%
Battery to wheel gross, $BTW_{gross}$	$P_{W+}/(B_{DL}+B_{Aux}-B_{Rec})$	Net battery output	Supplied wheel work	97%	72%
Grid to wheel net, $GTW_{net}$	$P_{Res}/G$	AC grid	Road load	38%	52%
Grid to wheel gross, $GTW_{gross}$	$P_{W+}/G$	AC grid	Supplied wheel work	79%	59%
<b>CONV. VEHICLE<sup>a</sup></b>					
Tank to wheel net, $TTW_{net}$	$P_{Res}/F$	Fuel energy	Road load	8.5%	21%
Tank to wheel gross, $TTW_{gross}$	$P_{W+}/F$	Fuel energy	Supplied wheel work	18%	24%

<sup>a</sup> The conventional vehicle is a 2012 Ford Focus 2.0 litre with 6-speed automatic transmission. Its fuel consumption on the European drive cycle NEDC is 6.1 litres/100 km.

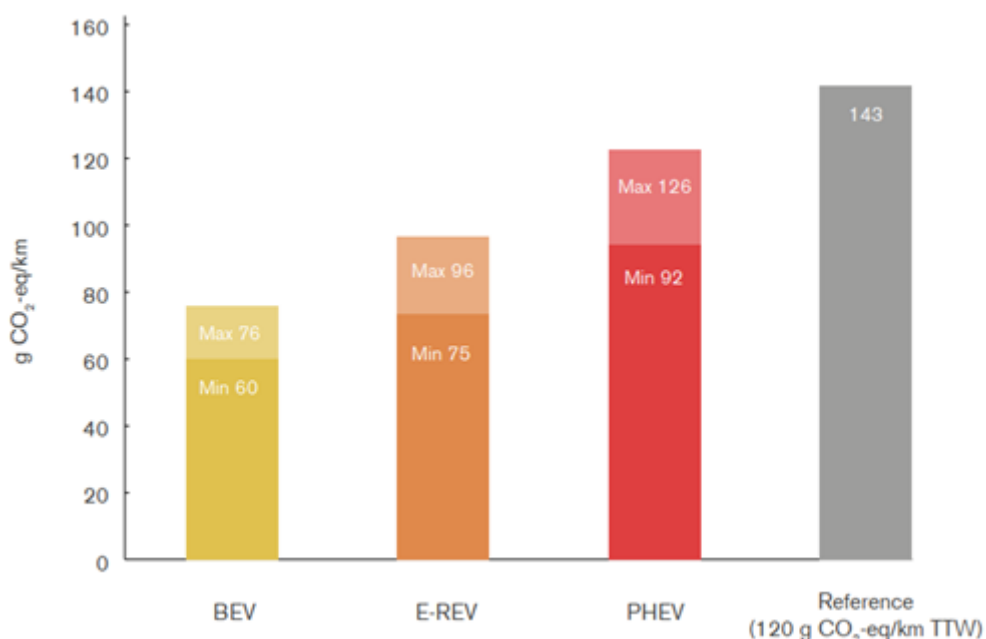
#### II·lustració 4 Comparació d'eficiència entre vehicles de combustió i vehicles elèctrics [52]

Una manera per poder mesurar quin és el impacte ambiental dels vehicles és emprar l'eina d'anàlisi del cicle de vida(LCA).

A la il·lustració 5 s'observa la diferència de emissions de gasos de efectes hivernacle durant WTW(Well-to-wheel) és a dir, el transcurs de la transformació de l'energia font a l'energia mecànica. Està classificat segons el tipus de vehicle de vehicle elèctric



comparant-lo amb l'objectiu d'emissions dels nous vehicles que es venen.



Il·lustració 5 Nivell de generació de diòxid de carboni depenent del tipus de vehicle elèctric [53]

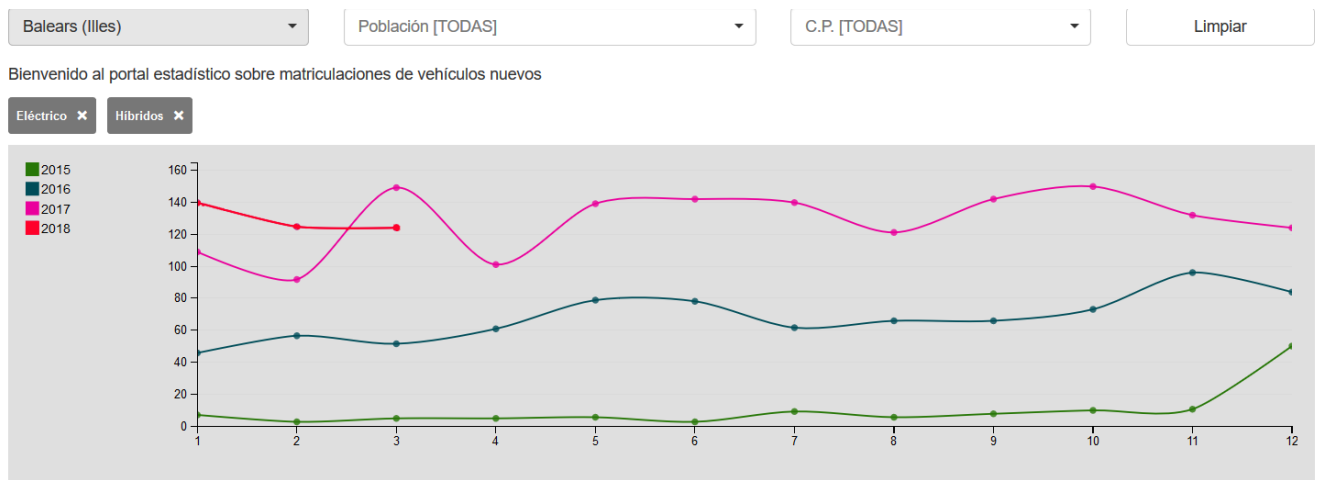
Com es pot observar els vehicles elèctrics depenent de la xarxa elèctrica que es connectin contaminen més o manco, però, sempre menys que un vehicle de combustió. En un futur es possible que no contaminessin si s'aposta per fer la transició completa d'energies a energies netes.

## 2.4 SITUACIÓ A LES ILLES BALEARS

Tal i com s'ha explicat al capítol de la introducció, les Illes Balears són un lloc ideal per la transformació al vehicle elèctric.

L'electromobilitat a aquest territori ajuda a conservar i protegir els espais naturals i més emblemàtics de les Illes com pot ser la Serra de Tramuntana a Mallorca, el parc Natural de ses Salines a Eivissa i Formentera o l'illa de Menorca que tota la seva superfície és reserva de la biosfera. Per aquest motiu, l'electromobilitat està alineada en el pla estratègic del turisme sostenible de les Illes Balears. [27]

La situació de la electromobilitat a les Illes Balears segueix la tendència positiva de la resta d'Europa cada any degut a la conscienciació mediambiental, l'aparició vehicles elèctrics amb bateries de més capacitat, l'aparició de casos com el "dieselgate" [28] i el començament de la implantació de prohibicions en ciutats com París [29] i Madrid [30].



**Il·lustració 6** Nombre de vendes de cotxes elèctrics a les Illes Balears en els darrers 3 anys. L'eix horitzontal correspon als mesos. [54]

Per part de l'Ajuntament de Palma els propietaris de vehicles elèctrics tenen un descompte del 75% del impost de circulació. [31]

En el departament de Direcció General d'Energia i Canvi Climàtic del Govern juntament amb col·laboració dels ajuntaments vol firmar un conveni per crear una xarxa interoperable de punts de càrrega elèctrica, a més d'altres avantatges.

Aquest conveni que es diu MELIB (Mobilitat Elèctrica a les Illes Balears) dels que són participes el Govern de les Illes Balears i els ajuntaments permet als propietaris dels vehicles elèctrics sol·licitar un adhesiu i una targeta. El adhesiu permet certs privilegis als propietaris com aparcar gratuïtament en zones de aparcament regulat, com actualment funciona a la ciutat de Palma mentre que la targeta serveix per autenticar-se i poder carregar en els diversos punts de càrrega adherits a Melib. [32] Actualment hi ha 188 [12] punts de càrrega adherits a aquest conveni.

## 3 ESTAT DE L'ART

Aquest capítol té com objectiu donar un context necessari de l'actualitat que envolta la gestió de xarxes de punts de càrrega de vehicles elèctrics.

Primerament, s'explicarà, el concepte de la Internet de les coses i perquè s'utilitza a la gestió de xarxes d'electrolineres. A continuació, s'analitzarà una solució que ens permet gestionar xarxes de punts de recàrrega encara que estigui formada per nodes de diversos fabricant; el protocol OCPP. Seguidament, s'estudiarà una plataforma de codi obert d'emmagatzematge de dades de sensors. Posteriorment, s'explicarà un producte software que permet crear unes funcionalitats a les xarxes elèctriques de forma senzilla.

Finalment, s'examinarà un conjunt d'ajudes econòmiques per adquirir l'equipament necessari per poder recarregar vehicles, així com també vehicles elèctrics.

### 3.1 IOT

Per poder disposar d'una xarxa interconnectada de punts de recàrrega és necessari que cada punt de recàrrega disposi de la tecnologia necessària per poder connectar-se a una xarxa. Dit d'una altra manera, que cada node de la xarxa utilitzi la implementació d'Internet de les coses.

IOT (Internet of Things) consisteix en un vincle entre servei, objecte i persona, és a dir, és una infraestructura global que possibilita nous serveis, ja que, permet que objectes quotidians estiguin connectats en xarxes i intercanviïn informació. L'aparició d'IOT ha estat possible gràcies a l'increment de l'eficiència energètica, a les noves tecnologies mòbil (3G, 4G i ara apareixerà el 5G) i microprocessadors més avançats.[\[33\]](#).

Actualment, té aplicacions a les llars, sobretot als les llars que utilitzen la domòtica que permet a través d'un dispositiu connectat a Internet es pugui realitzar accions a objectes com pot ser obrir una finestra o encendre el aire condicionat.

A més, és el component fonamental del que s'anomena la quarta revolució industrial. La indústria 4.0 té els següents principis bàsics: la descentralització, la personalització, la modularitat i l'orientació al serveis.

Donar als objectes els sensors i la connectivitat adequada permet disposar de la informació exacta de tot el que està esdevenint en cada part del procés productiu, per tant, facilita introduir intel·ligència en aquests processos.

Per tant, tenir els punts de càrrega connectats entre si mitjançant una xarxa i que el sistema central pugui enviar dades a una altra plataforma és possible gràcies al conjunt de tecnologia que comporta l'IOT. [\[34\]](#)

En el següent punt s'explicarà com es implementa un xarxa de nodes de punts de càrrega elèctric utilitzant el concepte d'IOT.

### 3.2 OCPP

Una de les opcions per poder unificar diverses electrolineres en una mateixa xarxa és utilitzar el protocol OCPP. Aquesta és l'opció més utilitzada.

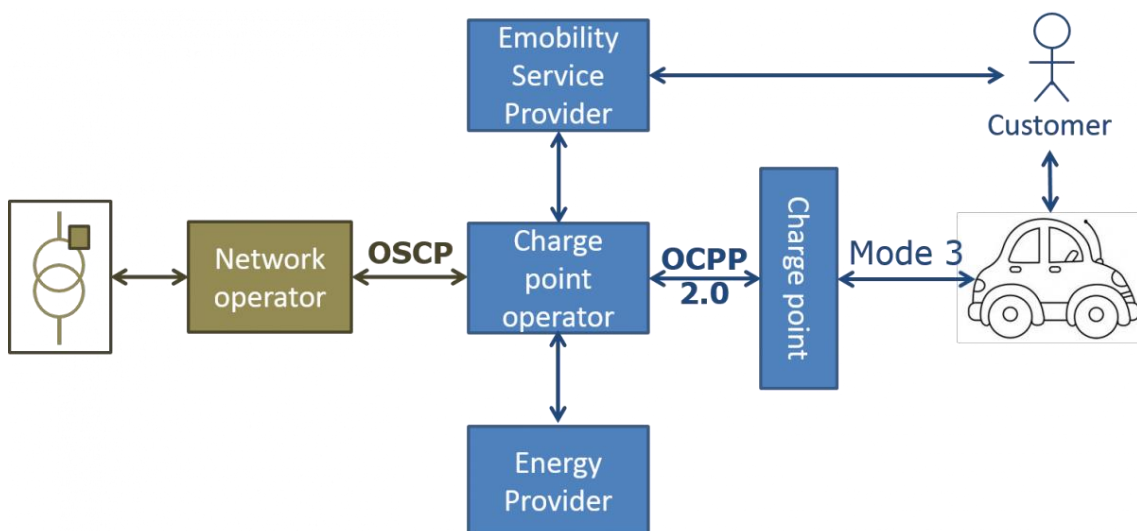
OCPP (Open Charge Point Protocol) és un protocol d'aplicació per la comunicació entre diferents punts de càrrega entre vehicles elèctrics i un sistema central de control independentment del hardware del fabricant del punt de càrrega.

El protocol va néixer l'any 2009 com iniciativa de "E-Laad Foundation" que ara es anomenada ElaadNL. Aquesta empresa ha instal·lat més de 3000 punts de càrrega als Països Baixos. Es va crear primerament Open Charge Point Protocol Forum que després es va passar a ser Open Charge Alliance (OCA) amb l'objectiu de fer un protocol interoperable independent del fabricant.

OCPP és un protocol obert, gratuït per tothom. L'any 2010 es va presentar la primera versió. Més tard a l'any 2015, es va treure la versió 1.6 que és la versió més emprada de OCPP i les seves millores van ser permetre JSON per Web Sockets, nous estats de càrrega i introduir perfils de càrrega per nivells.

A l'abril de l'any 2018 es va llançar la versió 2.0 [36] amb millores en la seguretat principalment contra el ciberatacs, la comunicació entre el punt de recàrrega i el vehicle elèctric ara segueix l'estàndard ISO 15118, deixa de donar suport SOAP degut principalment a la seva lentitud i a més permet calcular el cost total per emprar el punt de càrrega si se li configura una tarifa.

OCPP ara mateix no es reconegut com a estàndard, però una nova organització internacional d'estàndards, Emi3, té la intenció de ratificar a l'IEC un estàndard per la gestió dels punts de càrrega elèctrica i OCPP és el que té més possibilitats de convertir-se en estàndard, degut a la seva popularitat, ja que, es emprada en cinquanta països.



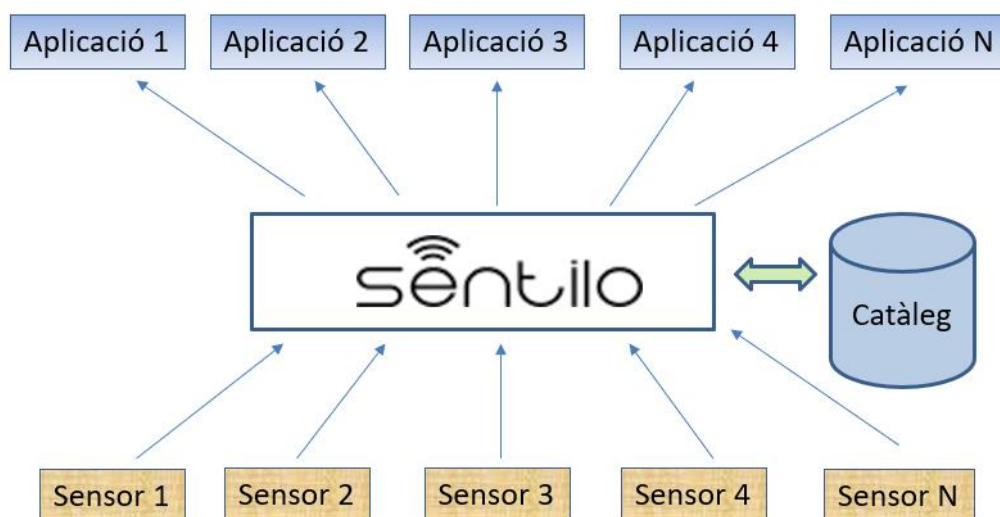
Il·lustració 7 Diagrama de cas d'ús del paper d'OCPP durant la càrrega elèctrica d'un vehicle [55]

En el següent apartat s'examinarà com gestionarem les dades que han estat produïdes per l'intercanvi de missatges entre el sistema central de càrrega i les estacions de carrega elèctrica.

### 3.3 SENTILO

*SmartUIB* és un projecte que necessita extreure dades d'un conjunt de sistemes i sensors per poder donar serveis a la comunitat universitària. És per això, que necessita una plataforma unificadora de dades d'on es pugui consultar la informació rellevant de cada sensor i pugui ser utilitzat per les aplicacions de la UIB. La plataforma que va ser elegida a la UIB degut la seva experiència i el codi obert va ser Sentilo. Aquesta plataforma consisteix en un sistema de centralització de dades que ens permet emmagatzemar les dades dels diversos sistemes a través de peticions que s'envien periòdicament des de els sensors o actuadors. Serveix com capa d'enllaç entre els sensors o actuadors i les aplicacions. Sentilo va néixer a Barcelona a l'any 2013 degut a que la ciutat posseïa una gran quantitat de sensors i estava previst que els propers anys la quantitat anés creixent més. És per això, que es decideix crear una plataforma de sensors on es pogués enviar qualsevol tipus de dada, organitzat en 3 ordres de magnitud i amb sistema de bases de dades no relacional per poder aconseguir un alt rendiment. A més, tant es permet presentar les dades de cada sensor des de el portal web com enviar i recuperar dades de manera senzilla, ja que, utilitza un servei web REST que permet manejar les dades en format JSON.

En definitiva, ens permet tenir de manera pràctica i ràpida una visió global del nostre funcionament de la *SmartCity*.



Il·lustració 8 Arquitectura de Sentilo. [56]

### 3.4 IGSEGES

En seccions anteriors hem vist com un protocol d'intercanvi de missatges entre punts de càrrega i un sistema central de gestió (OCP). IGSEGeS a partir d'aquest protocol ens permet afegir funcionalitats, és a dir, és una capa superior a OCP.

Per poder donar serveis a las xarxes de punts de recàrrega és necessari disposar d'un producte software. IGSEGES és una solució software d'una empresa espanyola que ens dona la possibilitat de crear noves funcionalitats.

iGSEGeS és un software per la gestió de càrrega del vehicle elèctric desenvolupat per Innova, una organització especialitzada en serveis informàtics per a empreses. Aquest software està destinat per fabricats de punts de recàrrega, gestor de càrregues i propietaris de pàrquings públics. S'adapta a qualsevol punt de recàrrega que utilitzi el protocol OCP. A més, disposa d'una gestió de clients de vehicles elèctrics i una gestió de facturació per poder aplicar tarifes als usuaris dels punts de recàrrega de la xarxa. [\[36\]](#) [\[37\]](#)

### 3.5 PLA MOVALT

Es conegut que adquirir un vehicle elèctric o punts de recàrrega són d'un elevat cost econòmic, es per això, que hi ha una sèrie de mesures amb la finalitat de incentivar la compra als particulars i les empreses. Una de les mesures és donar subvencions econòmiques com és el cas del pla MOVALT.

Es pla MOVALT són ajudes per poder comprar un cotxe no contaminant o menys contaminant que el cotxes que només són de combustió amb l'objectiu de promoure l'ús de cotxes d'energies alternatives. Aquesta subvenció prové dels fons europeu de desenvolupament regional (FEDER) que pot ser sol·licitat per particulars, empreses i institucions públiques locals. Aquest pla també serveix per ajudar a la compra de infraestructures de recàrrega.[\[38\]](#) [\[39\]](#) La quantia de les ajudes anirà des de els 500€ fins els 18.000€. Els vehicles que són candidats a ser beneficiats per aquesta ajuda són els que van impulsats per gas tant per GLP (Gas liquat) i GNC (Gas Natural); els que funcionen amb una pila de combustible d'hidrogen; els vehicles híbrids endollables i els cotxes completament elèctrics recarregables. Queden exclosos els vehicles de combustió tant dièlsels com benzina i els híbrids tradicionals que no són endollables. [\[40\]](#)

El termini de sol·licitud de les ajudes és de desembre del 2017 al juny del 2018 i s'estima que 5600 vehicles es beneficiïn d'aquesta ajuda. [\[41\]](#)

## 4 MARC TECNOLÒGIC

A continuació es farà un estudi de la diferent tecnologia que ha estat elegida per realitzar en aquest projecte amb l'objectiu d'assolir els objectius proposats.

S'emprarà el llenguatge de programació Java, ja que, és un llenguatge orientat a objectes, és modulable i fàcil de mantenir.

Per poder enviar dades a Sentilo, necessitarem enviar-les a través d'una plataforma que és diu Web Service REST. Aquesta plataforma precisa d'un identificador de recursos uniforme (URI), l'operació que es requereix i, en cas que sigui necessari, un cos que està format per una estructura de dades, normalment en format JSON, encara que, també pot ser en XML.

Finalment, s'explicarà el llenguatge de marcatge JSON, dins un text en aquest format s'enviaran els valors a Sentilo. JSON és un llenguatge de marcatge que té com a principal avantatge la lleugeresa.

### 4.1 JAVA

Per poder gestionar les dades que arribaran dels punts de recàrrega i que s'enviïn a un servei web Rest és necessari un llenguatge de programació. Les possibilitats són molt amplies llenguatges com Python o C# són emprats freqüentment per treballar amb serveis web, així com, el llenguatge Java que és el que ha estat elegit degut a l'experiència que ja es posseeix treballant amb ell, així com, la seva àmplia llibreria ens permetrà fer el codi més simple i abstracte.

Java és un llenguatge de programació d'alt nivell, orientat a objectes, fortament tipat (això vol dir que una dada d'un tipus no es pot utilitzar com si fos d'un altre tipus, al manco, que hi hagi una conversió). La principal avantatge respecte als altres llenguatges és que una vegada ha estat compilant el codi es pot executar en qualsevol plataforma sense necessitat de recompilar-ho.

Un altre benefici d'utilitzar Java, és la programació orientada objectes. Ens permet que el nostre codi sigui més reciclable, ja que podem transferir els objectes a altres programes. La encapsulació és una altra avantatge de la programació orientada a objectes ja que ens permet ocultar la implementació a altres programadors amb la finalitat de prevenció de errors i major llegibilitat. A més, aquest paradigma de programació permet dissenyar els programes de forma modular (en parts més petites anomenades mòduls) i fomenta l'ús del disseny descendent. Finalment, l'altra propietat que distingeix a la programació orientada a objectes es el polimorfisme que permet a objectes diferents, tenir comportaments diferents i compartir el mateix nom.

A més, aquest llenguatge és idoni per fer operacions amb Web-Services.

Al següent punt s'estudiarà quin és el servei ha de ser invocat per aquest llenguatge de programació per poder enviar la informació.

## 4.2 WEB-SERVICE REST

La plataforma d'unificació de dades Sentilo necessita rebre les dades mitjançant el protocol HTTP i la manera de poder usar el protocol HTTP és mitjançant el servei web REST. No és possible utilitzar alternatives ja que només deixa utilitzar el web servei REST, encara que, és una bona solució adoptada per moltes organitzacions per poder intercanviar les dades.

Un servei web és la tecnologia que permet l'intercanvi de dades entre sistemes. Tant pot ser entre sistemes d'una mateixa infraestructura (sistemes distribuïts) com entre d'infraestructures diferents.

REST(REpresentational State Transfer) és un estil d'arquitectura de servei web orientats als recursos que es sol utilitzar amb el protocol HTTP. REST permet manejar dades amb un estil predeterminat, contràriament el que passa amb SOAP, que cada servei web posa el seu propi conjunt d'operacions.

Els recursos s'obtenen mitjançant l'ús d'un identificador de recursos (URI) i d'un tipus d'operació. Per obtenir un recurs pot ser necessari afegir capçaleres HTTP amb informació d'autorització (un token o usuari i contrasenya) o un "body" que permet enviar informació al sistema normalment en un text en format JSON. però pot admetre qualsevol format i inclús no tenir format. Tot depèn de l'arquitectura del servei web que rep les dades.

Les operacions REST que hi ha són: PUT per actualitzar objectes; POST per inserir nous objectes; DELETE per eliminar objectes i GET per obtenir un objecte.

Cada vegada que s'intercanvien dades mitjançant el protocol HTTP s'envia un codi de resposta. Això ens indica si l'intercanvi d'informació s'ha produït o ,no obstant, s'ha produït qualche tipus d'error. Si el codi es del format 2XX indica que la petició ha estat rebuda. Si el codi es del format 4XX indica que hi hagut un per part del client (per exemple les claus d'autoritzacions no són les correctes). En canvi, si el codi es de format 5XX indica que hi hagut un error en la petició a la part del servidor.

Si un servei web només permet operacions GET es diu que es servei "stateless" ja que mai emmagatzema informació enviada per el client.

Aquesta tecnologia es la utilitzada per el sistema Sentilo per poder fer una gestió de les dades. No obstant, s'espera que en un futur també hi hagi suport per la tecnologia SOAP. [\[43\]](#) [\[44\]](#)

A la següent secció veurem en quin format de text s'haurà d'emprar per enviar la a través d' aquest servei web.

## 4.3 JSON

Per poder enviar les dades a través del servei web és necessari tenir una estructura de les dades a enviar definida. La informació dels sensors a enviar s'adjunta al cos del protocol HTTP a l'operació POST. Sentilo utilitza el llenguatge de marcatge JSON per



poder enviar les dades i la seva estructura de dades és molt simple per poder ocupar el menys espai possible amb la finalitat que l'enviament de dades sigui el més ràpid possible.

És un llenguatge de marcatge lleuger d'intercanvi de dades. Té com a qualitat que és fàcil de llegir pels humans i, a més, és senzill d'interpretar i generar per les màquines. Per enviar missatges entre el client i el servidor, JSON és més ràpid i eficient en comparació de XML (l'altre llenguatge de marcat per l'intercanvi de dades que és conegut) i distinció de dades entre valors numèrics, cadenes de text i booleans. Sentilo utilitza JSON per enviar i rebre dades del WebServices. Encara que, està previst que en futur doni suport també al format XML. XML té l'avantatge de poder fer estàndards de com estructurar el document, el que permet validar-ho. A més permet el filtrat de dades en llenguatges de consulta com XQuery que és molt emprat a la programació web. [\[45\]](#) [\[46\]](#)

A continuació, una vegada hem analitzat les eines tecnològiques que necessitem, passarem a analitzar com podem arribar al nostre objectiu.

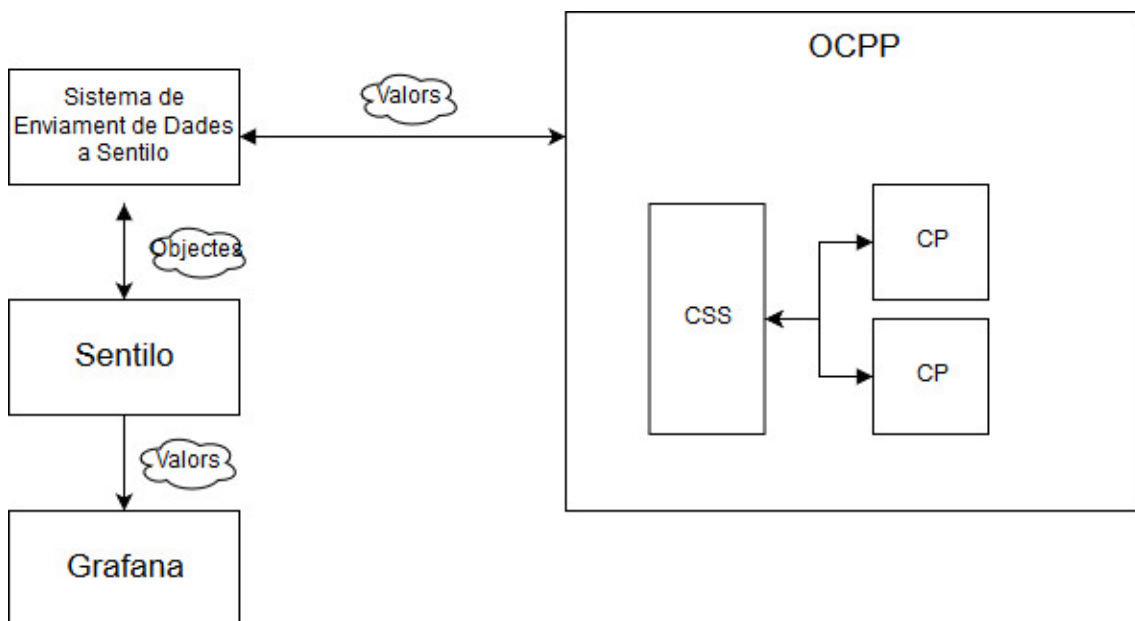
## 5 ANÀLISI DEL SISTEMA

En aquest capítol es donaran els ciments per aconseguir arribar al objectiu marcat del projecte. Es farà la descripció i l'abast del sistema, així com s'extrauran els requisits necessaris emprant l'enginyeria de requisits i, finalment, s'especificarà l'arquitectura del sistema que es seguirà.

### 5.1 DEFINICIÓ DEL SISTEMA

El sistema elegit per ser dissenyat estarà compost per un sistema OCPP que es comunicarà directament un sistema central de càrrega (CSS) als punts de càrrega (CP) adaptant les necessitats de la integració de dades a la plataforma Sentilo. És a dir, es modificarà el projecte OCPP de tal manera que cridarà a un altre sistema que s'encarregarà de fer un tractament de les dades rebudes del punt de càrrega i enviar-les a Sentilo. Aquestes dades que es mostraran són les dades que estan definides en els requisits funcionals.

Una vegada es mostrin les dades a Sentilo, es dissenyaran un conjunt de gràfiques que pintarà les dades d'aquesta plataforma de centralització de dades.



Il·lustració 9 Definició del sistema.

A partir d'aquesta definició del sistema podem passar a realitzar el procés d'enginyeria de requisits en la següent secció.

### 5.2 ENGINYERIA DE REQUISITS

A l'hora de realitzar el procés de enginyeria de requisits dividirem els requisits extrets entre els requisits funcionals i els requisits no funcionals.

#### 5.2.1 REQUISITS FUNCIONALS

RF01: El sistema ha de permetre l'enviament de informació a la plataforma de centralització de dades Sentilo.

RF02: El sistema ha de recollir les dades de OCPP independentment del fabricant del pal elèctric.

RF03: El sistema ha de treballar amb el fus horari del campus de la UIB.

RF04: El sistema ha de poder enviar els valors amb les mateixes unitats independentment del fabricant.

RF05: El sistema no ha d'enviar dades duplicades.

RF06: El sistema haurà d'informar si hi ha qualche error en l'enviament o recepció de dades.

RF07: El sistema haurà de ser fàcilment adaptable a altres sistemes de centralització de dades.

RF08: El sistema haurà d'enviar informació de l'estat del punt de càrrega a Sentilo.

RF09: El sistema haurà d'enviar la informació del valor instantani de la potència transmesa pel punt de càrrega a la transacció actual a Sentilo.

RF10: El sistema haurà d'enviar la informació del valor total de la potència transmesa pel punt de càrrega quan una transacció ha finalitzat a Sentilo.

---

### 5.2.2 REQUISITS NO FUNCIONALS

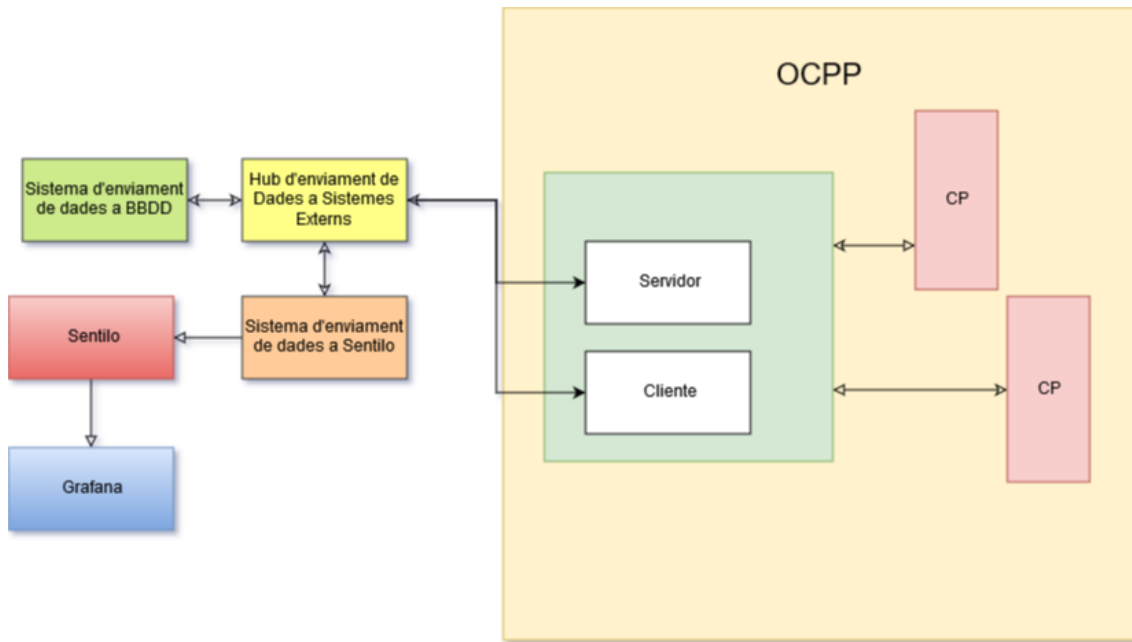
RFN01: El sistema ha d'actualitzar la informació al instant.

RFN02: El sistema ha de funcionar ininterrompudament i sense sobrecarregar els recursos disponibles.

L'arquitectura decidida per desenvolupar el sistema serà explicada a continuació, una vegada s'han definit els requisits de sistema.

## 5.3 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

L'arquitectura del sistema que es desenvoluparà a partir de la definició del sistema i de l'enginyeria de requisits és el que hi apareix a la il·lustració. El disseny elegit per realitzar l'enviament de dades a Sentilo es mostrarà al capítol 6.



Il·lustració 10 Definició de l'arquitectura del sistema

## 6 DEFINICIÓ DEL PROJECTE

A partir de la informació que s'ha extret en el capítol anterior (definició del sistema, requisits i arquitectura del sistema), es pot procedir a escollir la metodologia de treball del projecte i la planificació del mateix, que es el que es descriurà en aquest capítol.

### 6.1 METODOLOGIA DE TREBALL

Per desenvolupar aquest sistema s'ha optat per emprar una metodologia àgil, ja que, són més idonis per desenvolupaments mitjans o petits, és més senzill introduir canvis, és més simple i es vol concentrar-se en el desenvolupament i no en un excés de documentació. A més, la dificultat de disposar d'un entorn de proves fa que la metodologia àgil sigui més adequada per la simplicitat d'introduir modificacions.

El desenvolupament es dividirà en increments anomenats 'sprints'. Per cada 'sprint' és planificarà les tasques que es realitzaran i l'àmbit que envoltarà.

### 6.2 PLANIFICACIÓ

Per poder aconseguir els objectius del treball s'ha dividit la feina amb tres parts. Cada part correspondrà a nombre determinat de sprints.

Cada sprint tindrà una durada de 10 dies de feina el que equival a 25 hores de treball.

La primera part cobrirà l'adaptació del pal de Ingeteam al sistema central de gestió de punts de càrrega actual. És a dir, es farà un anàlisi de la documentació del protocol d'OCP, així com de l'aplicació ja feta a la UIB [42]. Una vegada assimilats els conceptes, es procedirà a fer un testeig en un entorn real de proves amb el punt de càrrega del fabricant Ingeteam i, en cas de que fos necessari, modificar el projecte per adaptar-lo a aquest fabricant per deixar la aplicació llesta per funcionar. La durada d'aquesta part serà de 3 sprints. Hi haurà un sprint que serà de marge de contingència per si es necessari fer moltes modificacions perquè l'aplicació funcioni amb el nou fabricant.

En quant a la segona part consistirà en investigar com funciona un servei web REST i més concretament com funciona el servei web de Sentilo, el següent pas serà pensar i consensuar amb membres de SmartUIB quina informació és necessària que s'exhibeixi a la plataforma de centralització de dades. Després, dins l'entorn de proves de Sentilo crear el component i els sensors que necessitem per a que el servei pugui rebre les dades des de l'exterior. A continuació, es farà un testeig de enviament de dades a l'API REST de Sentilo amb aplicacions específiques com Postman [47] per poder comprovar el seu funcionament, és a dir, per poder analitzar quines són les capçaleres que s'han de emprar i quin és el model i el seu format per a l'enviament de dades a Sentilo. Llavors, es farà un estudi de com s'estructurarà el sistema, en altres paraules, es farà l'arquitectura del sistema. A continuació es farà la tasca de programació i de testeig. Finalment, dins l'aplicació de OCP de la UIB [42] s'afegirà un nous canvis i s'inclourà una nova referència al sistema que hem desenvolupat anteriorment amb l'objectiu de que una vegada la aplicació de OCP posseeixi la dada que ens interessa, s'envii al

servei de Sentilo mitjançant el nostre sistema. S'ha planificat efectuar aquesta part en 6 sprints. Tal i com passa amb el sprint anterior, es deixà un sprint com marge de contingència per si hagués qualche dificultat que no hem pogut veure dins la planificació.

Referent a la tercera part, serà fer proves de les dues parts anteriors amb el punt de càrrega d'Ingeteam i la plataforma de Sentilo de desenvolupament de la UIB. Per poder fer la prova completa, es necessitarà emprar un cotxe elèctric amb la finalitat de que el punt de càrrega pugui generar informació i així observar si el seu funcionament és el correcte. Aquesta tasca tindrà la duració de 1 sprint.

## 7 DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE

El projecte està organitzat en tres fases.

La primera fase va consistir en poder integrar el pal elèctric de marca INGETEAM pel seu funcionament dins la gestió de xarxes amb el protocol OCPP de la UIB. [42] Aquesta fase ens ha costat més temps de l'estimat. Més concretament un sprint més del que es va estimar el capítol anterior.

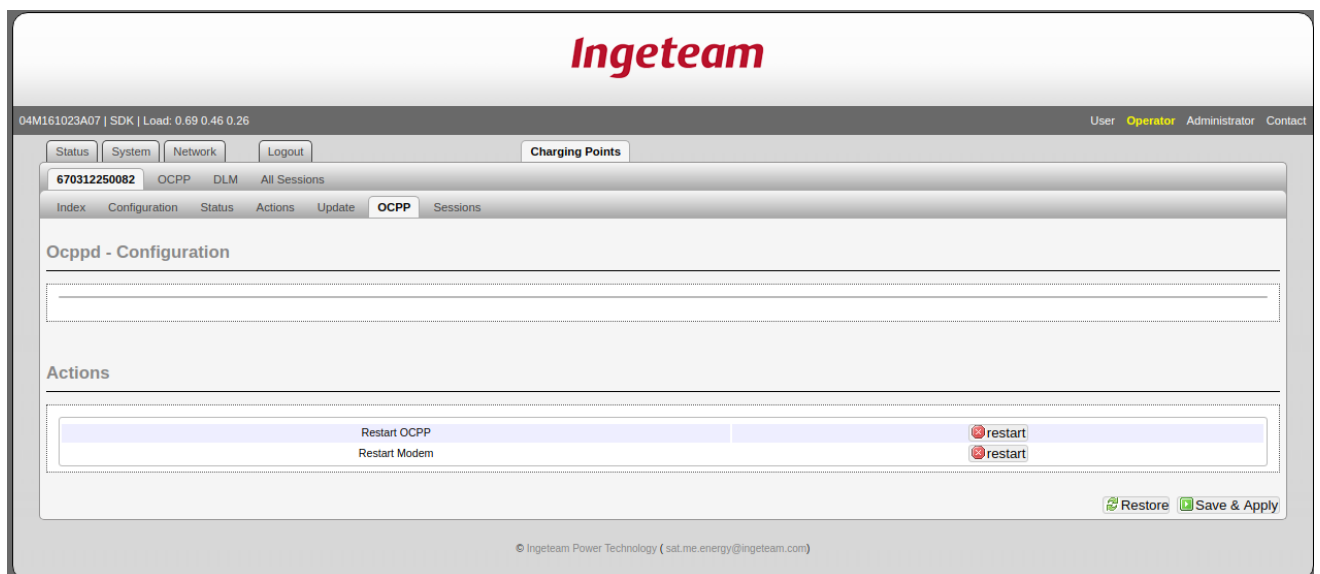
Posteriorment, es va realitzar la part de l'enviament de les dades a la plataforma de centralització de dades de Sentilo.

### 7.1 MODIFICACIONS INICIALS

El començament del projecte va consistir en seguir les fites del projecte anterior [42] , i posar en funcionament una estació de càrrega de la marca Ingeteam(model INGEREV CITY CW332).Quan es va provar no va a funcionar correctament degut a una sèrie de problemes.

Per una banda, va haver diversos errors propis d'Ingeteam:

- En el moment de configurar la ruta del projecte web on havia de dirigir-se el punt de recàrrega per trobar el servei web de l'aplicació d'OCPP i poder intercanviar les dades sistema, el panell de configuració es va quedar en blanc, per tant, era inservible i no podien fer funcionar OCPP en el nostre punt de recàrrega. Encara que vàrem provar diverses opcions com reiniciar el panell de configuració o reiniciar el pal elèctric completament no es va poder solucionar. És per això que es va optar per contactar amb Ingeteam. El tècnic d' Ingeteam va ser capaç de fer funcionar una altra vegada el panell de configuració connectant-se remotament al punt de càrrega.



Il·lustració 11 Panell de configuració del punt de càrrega de Ingeteam on es veu que no funciona de manera correcta

- Donava error cada vegada que es feia l'operació de BootNotification. BootNotification és un missatge que el punt de càrrega envia al sistema central de gestió de punts de càrrega cada vegada que s'inicia el sistema d'un punt de recàrrega i aquest missatge dona informació sobre qui és el fabricant, el seu model o la unitat de potència que gestiona el punt de recàrrega. El problema es localitzava que el missatge en format XML tenia un caràcter invàlid i feia que el sistema central llancés una excepció quan llegia el missatge. Aquest caràcter invàlid estava dins el camp ICCD(identificador del circuit integrat). Per arribar a la solució d'aquest problema va ser molt costós ,ja que, no esperàvem que fos un error propi d'Ingeteam. Finalment es va emprar l'eina Wireshark per poder observar el missatge que enviava el punt de càrrega i es va detectar el problema. Per solucionar-ho es va tornar a posar en contacte amb Ingeteam i resulta que hi havia un bug a la versió de firmware que estava emprant el nostre dispositiu. És per això que amb una actualització del firmware és va poder solucionar el problema.

```

SOAP-ENV:mustUnderstand="true" ✓
http://192.168.1.22:8080/Projecte/CentralSystemService
</wsa5:To>
<wsa5:Action
  SOAP-ENV:mustUnderstand="true">
  /BootNotification
</wsa5:Action>
<cs:chargeBoxIdentity>
  INGE-04M161023A07-670312250082
</cs:chargeBoxIdentity>
</SOAP-ENV:Header>
<SOAP-ENV:Body>
  <cs:bootNotificationRequest>
    <cs:chargePointVendor>
      INGETEAM ENERGY
    </cs:chargePointVendor>
    <cs:chargePointModel>
      M1T32AM3T32A
    </cs:chargePointModel>
    <cs:chargePointSerialNumber>
      04M161023A07
    </cs:chargePointSerialNumber>
    <cs:chargeBoxSerialNumber>
      670312250082
    </cs:chargeBoxSerialNumber>
    <cs:firmwareVersion>
      g7e9c61b-ABA1005_M b28
    </cs:firmwareVersion>
    <cs:iccid>
      \303\270\302\234\030A\302\260\302\252\030A\004- &#xA;@\302\260\303\216F@\303\220B\016
    </cs:iccid>
    <cs:imsi>
      \303\220B\016
    </cs:imsi>
    <cs:meterType>
      meterType
    </cs:meterType>
    <cs:meterSerialNumber>
      meterSerialNumber
    </cs:meterSerialNumber>
  </cs:bootNotificationRequest>
</SOAP-ENV:Body>
</SOAP-ENV:Envelope>

```

II-lustració 12 Arxiu XML on es veu el caràcter estrany que s'envia per part de l'estació de càrrega de Ingeteam

Així com, també va a haver altres modificacions dins el projecte OCPP:



- Es va canviar una sèrie de propietats de la base de dades del projecte d'OCPD amb la finalitat que no hi hagués conflictes per duplicitats de claus primàries. Les taules modificades son "log" i "metervalues".

## 7.2 ENVIAMENT DE DADES A SENTILO

El sistema està distribuït en una sèrie de capes que s'expliquen a continuació:

La capa de Gateway segueix el patró de Gateway de Martin Fowler[48], de tal manera que tota la funcionalitat que es té per connectar-se a un punt extern(en aquest cas un servei web) està concentrada en una carpeta que conté un conjunt de classes d'aquest tipus.

En el sistema hi ha una única classe a la carpeta Gateway que rep com a paràmetres el valor de la dada i els paràmetres de configuració per poder crear l'URI corresponent al sensor i punt de càrrega que pertoca. En el nostre cas hi ha un gateway amb les operacions del Web Service Rest de Sentilo GET y PUT, que són les operacions que manegem.

Una capa de Models que hi ha totes les definicions de les estructures de dades que s'utilitzaran en el sistema. Hi ha models pròpies per enviar i rebre dades de Sentilo. S'utilitza la biblioteca Gson de Google[49] que transformarà el nostre model a format Json i viceversa amb la finalitat de poder manejar objectes en el sistema i enviar el text en format json al Web-Service Rest de Sentilo.

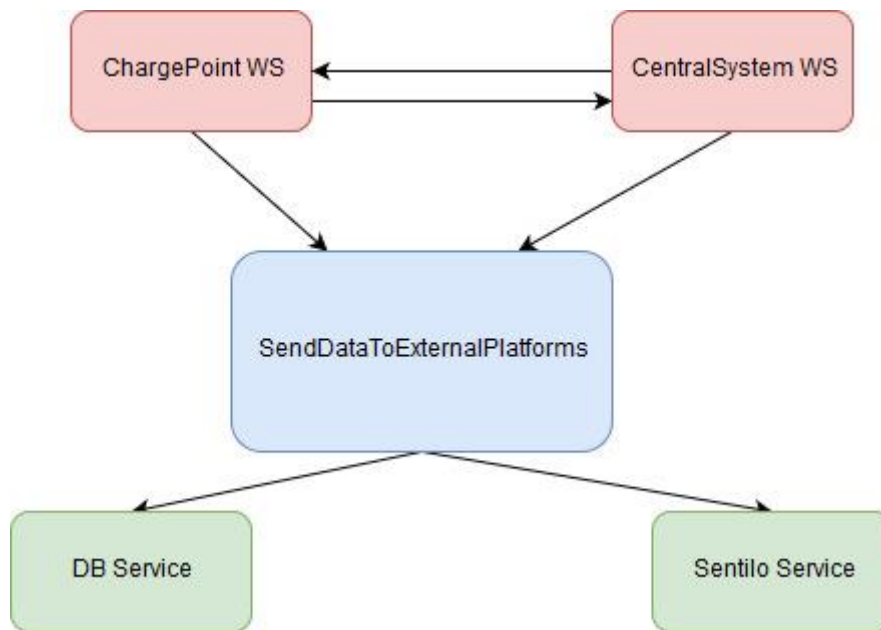
Una altra capa de Serveis que compleix el patró de la capa de serveis[57] que ens permetrà agrupar lògica similar en una mateixa classe i donar més abstracció al projecte amb la finalitat de que sigui mantenible o dit d'una altra manera, que si en un futur un projecte creix estigui ben estructurat i sigui més fàcil de modificar. En el nostre sistema té un servei i serà una capa superior a la de Gateway i gestiona les dades que arriben al Gateway. Transforma les dades que arriba de l'intercanvi de missatges entre els punts de càrrega i el sistema central de gestió de punts de càrrega en un objecte preparat per ser enviat al servei web.

Hi ha un altre nivell anomenat Utilities que per una banda té una classe Config que té tots els atributs necessaris per connectar-se al Web Service de Sentilo. S'utilitzarà la herència per emplenar els atributs, és a dir, per a cada punt de càrrega es crea una classe de Configuració que hereti de la classe de Config. També hi ha una classe anomenada Helper on es troben funcions que no són pròpies del desenvolupament, però les situem a un lloc del projecte per poder tenir una abstracció. Aquestes funcions localitzem les transformacions de dates del sistema a Sentilo. Per poder evitar que el fus horari canviï degut la configuració de Sentilo, s'envia la data juntament amb el fus horari per evitar que hi hagi dades incoherents i complir el requisit RF03.. El format de data emprat és dd/MM/yyyyTHH:mm:ssZ.

Per una altra banda, s'ha modificat el projecte OCPD amb les següents millores. S'ha creat una capa anomenada HUB que serà cridada tant com el sistema central com pels punts de carrega i serà l'encarregada de cridar al serveis externs per enviar les dades.

Ara mateix els serveis externs són la base de dades i la plataforma centralitzadora de dades Sentilo, però amb aquesta abstracció la idea es que se pugui afegir més serveis externs sense modificar l'arquitectura.

L'altra millora té com objectiu fer que la aplicació respongui més aviat, és a dir, incrementar el seu rendiment, ja que, se evitaran els bloquejos en les operacions més costoses com són les operacions de entrada i sortida dels serveis externs. La millora consisteix en utilitzar l'asincronia utilitzant els Threads de Java.



Il·lustració 13 Forma de enviar la informació als serveis externs

### 7.3 PROVES DEL SISTEMA

Durant el transcurs del projecte es varen fer tres tipus de proves per poder corroborar que el sistema compleix els requisits.

La primera prova que s'ha fet és la de comprovar que el projecte OCPP funcionava correctament. Tal i com s'explica en el punt 7.1 hi va haver que fer una sèrie de correccions. En aquell moment no es va poder disposar de un cotxe per fer proves així que vàrem provar només l'operació BootNotification en un entorn real. Així que és va emprar els testers de serveis webs de Netbeans i es va detectar que hi havia problemes a base de dades tal i com s'explica al capítol 7.1.

## CommunicationsIN Web Service Tester

This form will allow you to test your web service implementation ([WSDL File](#))

To invoke an operation, fill the method parameter(s) input boxes and click on the button labeled with the method name.

### Methods :

```
public abstract java.lang.String communications.CommunicationsIN.reset(java.lang.String,java.lang.String)
```

reset (  ,  )

```
public abstract java.lang.String communications.CommunicationsIN.clearCache(java.lang.String)
```

clearCache (  )

```
public abstract java.lang.String communications.CommunicationsIN.changeAvailability(int,java.lang.String,java.lang.String)
```

changeAvailability (  ,  ,  )

```
public abstract java.lang.String communications.CommunicationsIN.remoteStartTransaction(int,int,java.lang.String)
```

remoteStartTransaction (  ,  ,  )

```
public abstract java.lang.String communications.CommunicationsIN.cancelReservation(int,java.lang.String)
```

cancelReservation (  ,  )

```
public abstract java.lang.String communications.CommunicationsIN.remoteStopTransaction(int,java.lang.String)
```

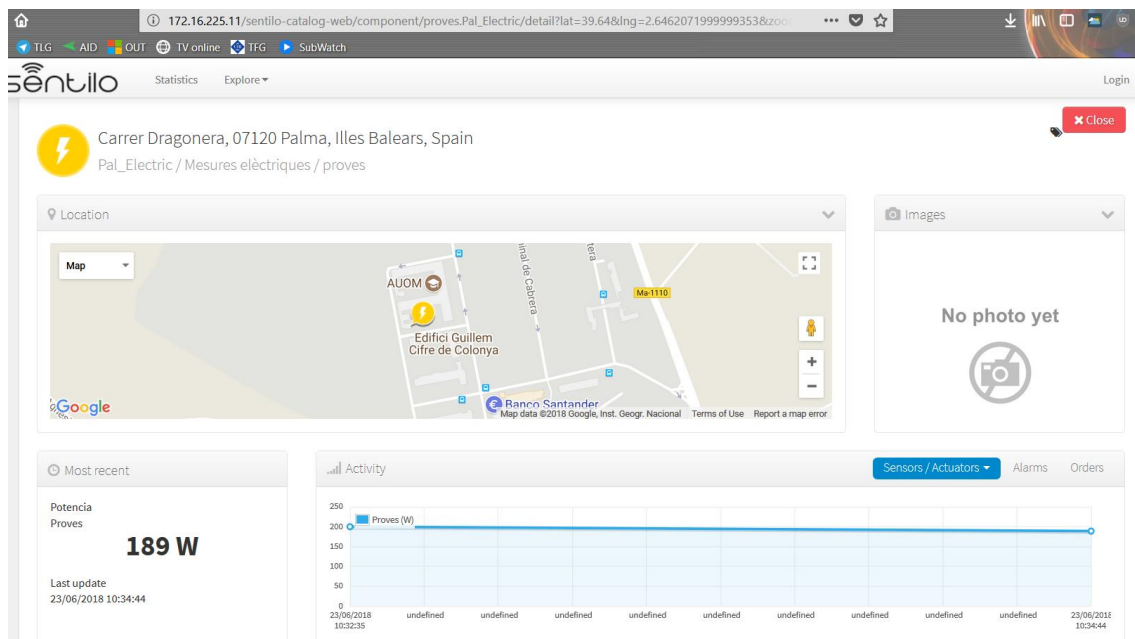
remoteStopTransaction (  ,  )

```
public abstract java.util.List communications.CommunicationsIN.getConfiguration(java.lang.String)
```

getConfiguration (  )

### Il·lustració 14 Finestra de testeig del servei web del sistema central

La segona prova que es va realitzar va ser durant el transcurs de la realització de la part de l'enviament de dades a Sentilo. Primerament es varen donar accés a la plataforma donant-nos accés per xarxa privada virtual i es va crear a la plataforma Sentilo el component juntament als seus tres sensors on es mostren els diferents valors. Una vegada comprovat que funcionava l'enviament de dades a aquests sensors amb el software Postman, es va testejar a enviar valors als tres tipus de sensors i es va detectar un problema amb les dates. Les dades arribaven dues hores més tard a la plataforma. Per poder solucionar això es va optar per transferir la data amb un format que inclogués el fus horari.



**Il·lustració 15** Plana web de la plataforma Sentilo de desenvolupament de la UIB on es mostra els valors de l'enviament de dades del punt de càrrega

Una vegada vàrem acabar el desenvolupament del sistema de OCPP a Sentilo es va passar fer proves d'integració amb un entorn real de proves.

Aquest entorn real de proves consisteix en posar en marxa el projecte i posar en carga un vehicle elèctric. El pal elèctric, que es trobava al soterrani de l'edifici Guillem Cifré de Colonya es va connectar un ordinador portàtil mitjançant un cable RJ-45 i vàrem posar en funcionament el projecte, seguidament es va endollar un vehicle elèctric (Renault Zoe) al punt de càrrega amb el objectiu que l'estació de càrrega generes informació referent a la càrrega.

Es varen necessitar 2 dies treballant en el soterrani per aconseguir fer funcionar completament l'estació de càrrega, degut a que es desconeixia que cada vegada que connectaven el projecte al pal elèctric havíem de reiniciar el procés OCPP des de el panell de configuració.



**Il·lustració 16 Realització de proves al soterrani de l'edifici Guillem Cifre de Colonya**

## 8 LÍNIES DE FUTUR

A la conclusió d'aquest projecte obri un conjunt de possibilitats per poder fer altres projectes utilitzant aquest sistema o ampliar les funcionalitats d'aquest.

- Mostrar les dades de forma gràfica utilitzant eines com Kibana o Grafana.
- Actualitzar OCPP de la versió 1.5 a 2.0 que ens permetrà adquirir les següent característiques: introducció d'enviament de dades mitjançant el llenguatge de marcatge JSON, possibilitat de posar missatges personalitzats a les estacions de càrrega, possibilitat de crear una tarifa i veure el cost final al acabament de la càrrega i un gestor global de la xarxa de punts de càrrega.[\[35\]](#)
- Crear aplicacions que utilitzin les dades que hi ha a Sentilo. Les possibles aplicacions poder ser una aplicació que ens indiqui la disponibilitat dels punts de càrrega o una aplicació destinada a les persona que es dediquen al manteniment del campus que mostri la quantitat d'energia subministrada pels punts de càrrega amb la finalitat de poder saber si en algun moment s'ha de fer alguna reforma de la xarxa elèctrica per donar abast a la demanda de càrrega.
- Gràcies a la modificació que hem fet afegir nous serveis externs per enviar les dades és més senzill. Aquests nous serveis tant poden ser com bases de dades o plataformes de centralització de dades semblant a Sentilo com pot ser Thingtia.
- A més, es pot afegir nous punts de càrrega a la xarxa, així com, enviar les dades a altres plataformes de Sentilo com la de EMAYA.

## 9 CONCLUSIONS

El sistema desenvolupament ha aconseguit complir el propòsit marcat en el punt 1.1 de realitzar un prototipus de sistema que realitza la gestió de les electrolineres de forma centralitzada i a més pugues les dades a una plataforma de centralització de dades per posar a disposició a la comunitat les dades que generen aquests dispositius.

Més detalladament, aquest projecte ha assolit els requeriments que es varen exposar en el punt 5.2. El RF04 és considera complit ,ja que, el problema que ens va donar l'estació de càrrega d'Ingeteam varen ser problemes pròpies del fabricant que nosaltres no podem controlar i no són gens habituals.

## 10 BIBLIOGRAFIA

- [1] United States Environmental Protection Agency. (2018). *Atmosphere Changes*. Disponible a: <https://web.archive.org/web/20090510053004/http://www.epa.gov/climatechange/science/recentac.html>
- [2] Naciones Unidas. (2015) *Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic*. Disponible a <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf>
- [3] The Conversation. (2017) *What is a pre-industrial climate and why does it matter?*. Disponible a <https://theconversation.com/what-is-a-pre-industrial-climate-and-why-does-it-matter-78601>
- [4] Economía de Mallorca. (2018) *El uso del transporte público retrocede entre los estudiantes de la UIB*. Disponible a <http://economieademallorca.com/not/15499/el-uso-del-transporte-publico-retrocede-entre-los-estudiantes-de-la-uib/>
- [5] DGT. (2017) *Parque de vehículos. Año 2016*. Disponible a [http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/parque-vehiculos/parque\\_2016\\_anuario.xlsx](http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/parque-vehiculos/parque_2016_anuario.xlsx)
- [6] Govern de les Illes Balears. (2018) *La futura Llei de Canvi Climàtic aposta per usar només energies renovables*. Disponible a <http://www.caib.es/pidip2front/jsp/ca/fitxa-noticia/strongarmenqol-presenta-la-futura-llei-de-canvi-climagravic-per-un-model-fonamentat-nomeacutes-en-energies-renovablesstrong>
- [7] Govern de les Illes Balears. (2018) *Secció d'atmosfera. Factors d'emissió*. Disponible a <http://www.caib.es/sacmicrofront/contenido.do?mkey=M145&lang=CA&cont=58153>
- [8] Spritmonitor (2018) *Electricity consumption: All manufactures - All models*. Disponible a [https://www.spritmonitor.de/en/overview/0-All\\_manufactures/0-All\\_models.html?fueltype=5&vehicletype=1&powerunit=2](https://www.spritmonitor.de/en/overview/0-All_manufactures/0-All_models.html?fueltype=5&vehicletype=1&powerunit=2)
- [9] Spritmonitor (2018) *Gasoline consumption: All manufactures - All models*. Disponible a [https://www.spritmonitor.de/en/overview/0-All\\_manufactures/0-All\\_models.html?fueltype=2&vehicletype=1&powerunit=2](https://www.spritmonitor.de/en/overview/0-All_manufactures/0-All_models.html?fueltype=2&vehicletype=1&powerunit=2)
- [10] Spritmonitor (2018) *Diesel consumption: All manufactures - All models*. Disponible a [https://www.spritmonitor.de/en/overview/0-All\\_manufactures/0-All\\_models.html?fueltype=1&vehicletype=1&powerunit=2](https://www.spritmonitor.de/en/overview/0-All_manufactures/0-All_models.html?fueltype=1&vehicletype=1&powerunit=2)
- [11] Govern de les Illes Balears (2017) *Les Illes Balears són capdavanteres a l'Estat en recàrrega de vehicles elèctrics, amb 300 punts repartits per totes les illes*. Disponible a <http://www.caib.es/govern/sac/fitxa.do?codi=3060009&lang=ca>
- [12] Govern de les Illes Balears (2018) *Punt de recàrrega de vehicle elèctric a les Illes Balears* - Disponible a



[http://www.caib.es/sites/energiaicanviclimatic/es/mobilitat\\_elactrica\\_a\\_les\\_illes\\_balears\\_melib/archivopub.do?ctrl=MCRST7585ZI247039&id=247039](http://www.caib.es/sites/energiaicanviclimatic/es/mobilitat_elactrica_a_les_illes_balears_melib/archivopub.do?ctrl=MCRST7585ZI247039&id=247039)

[13] UIB. (2018). *Visión y Misión - SmartUIB* - Disponible a: <http://smart.uib.es/Visio-i-missio/>

[14] Secretaría de comunicaciones y transportes del gobierno de México. (2007). *Análisis de los sistemas de transporte* - Disponible a: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt307.pdf>

[15] Proceedings of the IEEE Vol.101, No1. (2013) *The rise & fall of electric vehicles in 1828 – 1930: Lesson learned* - Disponible a: [https://www.eee.hku.hk/doc/ccchan/CC\\_Chan\\_IEEE\\_Proceedings\\_The\\_rise\\_&\\_fall\\_of\\_EVs.pdf](https://www.eee.hku.hk/doc/ccchan/CC_Chan_IEEE_Proceedings_The_rise_&_fall_of_EVs.pdf)

[16] Björn Sanden i Pontus Wallgren. (2014) *Systems perspectives on electromobility* - Disponible a: [http://www.chalmers.se/en/areas-of-advance/energy/Documents/Systems\\_Perspectives\\_on/Systems\\_Perspectives\\_on\\_Electromobility\\_2014\\_v2.1.pdf](http://www.chalmers.se/en/areas-of-advance/energy/Documents/Systems_Perspectives_on/Systems_Perspectives_on_Electromobility_2014_v2.1.pdf)

[17] Massimo Guarneri. (2012) *Looking back to electric cars*- Disponible a: [https://www.researchgate.net/publication/261118933\\_Looking\\_back\\_to\\_electric\\_cars](https://www.researchgate.net/publication/261118933_Looking_back_to_electric_cars)

[18] Statbureau. (2018) *Calculadora de Inflación de Estados Unidos* Disponible a: <https://www.statbureau.org/es/united-states/inflation-calculators?dateBack=1916-4-1&dateTo=2018-4-1&amount=360>

[19] U.S Department of Energy. (2014) *The History of the Electric Car* - Disponible a: <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>

[20] Cadie Thompson. (2017) *The fascinating evolution of the electric car* -Disponible a: <http://www.businessinsider.com/electric-car-history-2017-2?IR=T>

[21] Tesla. *Model S* - Disponible a: [https://www.tesla.com/es\\_ES/models](https://www.tesla.com/es_ES/models)

[22] Björn Sanden i Pontus Wallgren. (2014) *Systems perspectives on electromobility* – Pàg 15 - Disponible a: [http://www.chalmers.se/en/areas-of-advance/energy/Documents/Systems\\_Perspectives\\_on/Systems\\_Perspectives\\_on\\_Electromobility\\_2014\\_v2.1.pdf](http://www.chalmers.se/en/areas-of-advance/energy/Documents/Systems_Perspectives_on/Systems_Perspectives_on_Electromobility_2014_v2.1.pdf)

[23] Björn Sanden i Pontus Wallgren. (2014) *Systems perspectives on electromobility* – Pàg 16 - Disponible a: [http://www.chalmers.se/en/areas-of-advance/energy/Documents/Systems\\_Perspectives\\_on/Systems\\_Perspectives\\_on\\_Electromobility\\_2014\\_v2.1.pdf](http://www.chalmers.se/en/areas-of-advance/energy/Documents/Systems_Perspectives_on/Systems_Perspectives_on_Electromobility_2014_v2.1.pdf)

[24] Canadian Fuels (2016) *ICE, HEV, PHEV and BEV – What they mean and what's under the hood* – Disponible a: <http://www.canadianfuels.ca/Blog/September-2016/ICE,-HEV,-PHEV-and-BEV-%E2%80%93-What-they-mean-and-what-s-under-the-hood/>

- [25] C. C. Chan, Alain Bouscayrol i Keyu Chen (2010) *Electric, Hybrid, and Fuel-Cell Vehicles: Architectures and Modeling*– Disponible a: <https://0-ieeeexplore.ieee.org.llull.uib.es/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5276874&tag=1>
- [26] Borràs, Carla(2013) *Contaminación del aceite usado de los coches* - Disponible a: <https://www.ecologiaverde.com/contaminacion-del-aceite-usado-de-los-coches-101.html>
- [27] Govern de les Illes Balears(2016) *Estrategia de turismo sostenible para las islas Baleares 2017-2020* - Disponible a: <http://www.caib.es/govern/rest/arxiu/3007576>
- [28] Autobild(2015) *Especial escándalo Volkswagen* - Disponible a: <https://www.autobild.es/especiales/escandalo-volkswagen>
- [29] Cantón, Eva (2015) *París contempla el fin de los coches de gasolina en el 2030*- Disponible a: <https://www.elperiodico.com/es/sociedad/20171012/paris-prohibira-los-coches-con-gasolina-y-diesel-hacia-el-2030-6348524>
- [30] Pérez-Lanzac, Carmen (2018) *Los coches viejos no podrán circular por Madrid con alta contaminación* - Disponible a: [https://elpais.com/ccaa/2018/01/30/madrid/1517310502\\_355100.html](https://elpais.com/ccaa/2018/01/30/madrid/1517310502_355100.html)
- [31] Ajuntament de Palma - *IVTM.03 - Bonificació per a vehicles elèctrics de l'Impost de Vehicles de Tracció Mecànica* - Disponible a: [https://seuelectronica.palma.es/portal/PALMA/sede/se\\_contenedor2.jsp?seccion=s\\_ftr\\_a\\_d4\\_v1.jsp&contenido=98627&tipo=4&nivel=1400&layout=se\\_contenedor2.jsp&codResi=1&codMenu=1963&codMenuPN=1781&codMenuSN=1803&language=ca](https://seuelectronica.palma.es/portal/PALMA/sede/se_contenedor2.jsp?seccion=s_ftr_a_d4_v1.jsp&contenido=98627&tipo=4&nivel=1400&layout=se_contenedor2.jsp&codResi=1&codMenu=1963&codMenuPN=1781&codMenuSN=1803&language=ca)
- [32] Govern de les Illes Balears - *Movilidad eléctrica en las Islas Baleares (MELIB)*- Disponible a: [http://www.caib.es/sites/energiaicanviclimatic/es/mobilitat\\_elactrica\\_a\\_les\\_illes\\_balears\\_melib/](http://www.caib.es/sites/energiaicanviclimatic/es/mobilitat_elactrica_a_les_illes_balears_melib/)
- [33] Wortmann, Felix i Flüchter, Kristina (2015)- *Internet of Things - Technology and Value Added*- Disponible a: <https://aisel.aisnet.org/bise/vol57/iss3/8/>
- [34] Seong-Hoon Lee, Dong-Woo Lee (2015)- *Review on Current Situations for Internet of Things* - Disponible a: <https://0-ieeeexplore.ieee.org.llull.uib.es/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7434192&tag=1>
- [35] OpenChargeAlliance (2018) – *Ocpp 2.0*- Disponible a: <http://www.openchargealliance.org/downloads/0cdf577fb61142feadbdd8fedaa00c009>
- [36] Innova Estudi Soft (2013) – *iGSEGeS - Software para el Gestor de Carga del vehículo eléctrico*.- Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=a4XKjRim9eg>
- [37] Pinsach, Xavier(2015) – *Necesidades de un gestor de recarga de un vehículo eléctrico*.- Disponible a:

<http://www.ecomotion.es/require/archivos/articulos/descarga/ILNAyPANSABV8dh6cg6qwgjp.pdf>

[38] RACC Blog(2017) – *El Plan Movalt premia la compra de vehículos limpios.*- Disponible a: <http://blog.racc.es/coche/el-plan-movalt-premia-la-compra-de-vehiculos-limpios/>

[39] Doméstica tu economía (2018) – *¿Qué es el Plan Movalt? ¿En qué consiste y cómo puede solicitarse?.*- Disponible a: <http://www.domesticatueconomia.es/plan-movalt-consiste-puede-solicitarse/>

[40] Motorpasion(2018) – *Estos son los coches y sus descuentos a los que podrás optar con el plan MOVALT.*- Disponible a: <https://www.motorpasion.com/industria/todo-lo-que-necesitas-saber-de-los-coches-y-descuentos-del-plan-movalt>

[41] IDAE(2017) – *Plan MOVALT.*- Disponible a: <http://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/para-movilidad-y-vehiculos/plan-movalt-vehiculos>

[42] Moyá, Javier (2017) – Treball de fi de grau - *Sistema Central De Gestión De Puntos De Carga.*

[43] Richardson, Leonard i Ruby, Sam (2007) *Restful Web Services* – Disponible a : <https://books.google.es/books?id=XUaErakHsoAC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

[44] IETF(1999)- *RFC 2616 Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.1*– Disponible a : <https://tools.ietf.org/html/rfc2616#section-10>

[45] Stackoverflow(2011)- *XML and JSON — Advantages and Disadvantages?* – Disponible a : <https://stackoverflow.com/questions/5615352/xml-and-json-advantages-and-disadvantages>

[46] Nurseitov, Nurzhan; Paulson, Michael; Reynolds, Randall i Izurieta, Clemente (2009)- *Comparison of JSON and XML Data Interchange Formats: A Case Study* – Disponible a: <https://pdfs.semanticscholar.org/8432/1e662b24363e032d680901627aa1bfd6088f.pdf>

[47] Postman- Disponible a: <https://www.getpostman.com/>

[48] Fowler, Martin - *Gateway* – Disponible a: <https://martinfowler.com/eaCatalog/gateway.html>

[49] Google - *A Java serialization/deserialization library to convert Java Objects into JSON and back* – Disponible a: <https://github.com/google/gson>

[50] Red eléctrica de España - *Evolución de la estructura de la generación Islas Baleares (GWh)*– Disponible a: <http://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico/3007/3003>

- [51] Ewind(2015)- *The Evolution of the Electric Car* -Disponible a:  
<https://www.ewind.es/2015/04/29/the-evolution-of-the-electric-car-2/51796>
- [52] Björn Sanden i Pontus Wallgren. (2014) *Systems perspectives on electromobility* –  
Pàg 54 Disponible a: [http://www.chalmers.se/en/areas-of-advance/energy/Documents/Systems\\_Perspectives\\_on/Systems\\_Perspectives\\_on\\_Electromobility\\_2014\\_v2.1.pdf](http://www.chalmers.se/en/areas-of-advance/energy/Documents/Systems_Perspectives_on/Systems_Perspectives_on_Electromobility_2014_v2.1.pdf)
- [53] Björn Sanden i Pontus Wallgren. (2014) *Systems perspectives on electromobility* –  
Pàg 64 Disponible a: [http://www.chalmers.se/en/areas-of-advance/energy/Documents/Systems\\_Perspectives\\_on/Systems\\_Perspectives\\_on\\_Electromobility\\_2014\\_v2.1.pdf](http://www.chalmers.se/en/areas-of-advance/energy/Documents/Systems_Perspectives_on/Systems_Perspectives_on_Electromobility_2014_v2.1.pdf)
- [54] EstadísticaCoches.com - *Venda de cotxes elèctrics a les Illes Balears* - Disponible a: <https://www.estadisticacoches.com/>
- [55] Open Charge Alliance(2014) - *The Open Charge Alliance adopts Open Smart Charging Protocol - Organizations asked for input*- Disponible a:  
<https://www.openchargealliance.org/nieuws/the-open-charge-alliance-adopts-open-smart-charging-protocol-organizations-asked-for-input/>
- [56] Sentilo - *Sentilo* Disponible a: <http://www.sentilo.io/wordpress/category/news/>
- [57] SOAPatterns - *Service Layers* Disponible a:  
[http://soapatterns.org/design\\_patterns/service\\_layers](http://soapatterns.org/design_patterns/service_layers)