



**TecnoCampus**  
Escola Superior  
Politécnica

Centre adscrit a la



Universitat  
Pompeu Fabra  
Barcelona

**Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica**

**EL TECNOCAMPUS COM A EDIFICI D'ENERGIA QUASI NUL·LA**

**Memòria Final**

**RUT BERTRAN PIÑERO**  
**PONENT: VIRGINIA ESPINOSA DURÓ**

PRIMAVERA 2022



**TecnoCampus**  
**Mataró-Maresme**



*A les perfeccionistes amb síndrome d'impostora.*



## **Agraïments**

A la Dra. Virginia Espinosa, tutora del present treball, per guiar-me, ajudar-me a trobar solucions fins a última hora.

Un cop més, a la meva família, que em vol veure triomfar i seguir endavant malgrat els entrebancs.

A les meves companyes d'Applus+, sobretot a en Xavier.

A la Júlia, a la Mireia, a la Marina, a la Lyuba.

I, a risc de semblar egocèntrica i prepotent, a mi, per seguir malgrat tenir-ho tot en contra, treballar 8,5 hores diàries, dirigir un esplai amb 17 monitores voluntàries i encara trobar temps de cuidar de la meva salut mental, gràcies per no defallir.



## **Resum**

En una societat on el canvi climàtic i els seus efectes són cada vegada més presents, cal intentar reduir al màxim tots aquells factors que contribueixen en el seu augment. En el present projecte es pretén donar una mirada global de com de sostenible és l'edifici universitari del TecnoCampus, trobant com de proper és a un edifici d'energia quasi nul·la i calculant-ne la petjada de diòxid de carboni.

## **Resumen**

En una sociedad donde el cambio climático y sus efectos son cada vez más presentes, hay que intentar reducir al máximo todos aquellos factores que contribuyen en su aumento. En el presente proyecto se pretende dar una mirada global de cómo de sostenible es el edificio universitario del TecnoCampus, encontrando cómo de próximo está en un edificio de energía casi nula y calculando la huella de dióxido de carbono.

## **Abstract**

In a society where climate change and its effects are increasingly present, we must try to minimize all those factors that contribute to its increase. This project aims to give a global view of how sustainable the TecnoCampus university building is, finding out how close it is in a building with almost zero energy and calculating the carbon dioxide footprint.





# Índex

Índex de figures .....	III
Índex de taules .....	V
Glossari.....	7
1 Objectius.....	1
1.1 Propòsit .....	1
1.2 Finalitat .....	1
1.3 Objecte del projecte .....	1
1.4 Abast del projecte .....	1
1.5 Context en les línies de recerca i transferència de coneixement del TecnoCampus .....	1
2 Introducció.....	3
2.1 Abast de detall.....	3
3 Perspectiva de gènere .....	5
4 Marc teòric.....	7
4.1 Estat de l'art.....	7
4.1.1 Petjada de carboni.....	7
4.1.2 Xarxes urbanes de fred i calor .....	8
4.1.3 Edificis d'energia quasi nul·la.....	9
5 Especificacions tècniques .....	13
5.1 Objectius del projecte .....	13
6 Metodologia.....	15
6.1 Petjada de CO <sub>2</sub> .....	15
6.1.1 Necessitats d'informació .....	15
6.1.2 Càlcul.....	16
6.1.3 Factors ecològics .....	17
7 Petjada de Diòxid de Carboni.....	23

## II

7.1	Límits de l'inventari de Gasos d'Efecte Hivernacle .....	23
7.2	Consums del TCM1 .....	23
7.3	Factors d'emissió .....	24
7.4	Càlcul $E_{CO_2}$ .....	25
7.5	Càlcul de l'empremta relativa.....	26
8	Comparació.....	27
8.1	Petjada de Carboni desmillorada .....	27
8.1.1	Càlcul $E_{CO_2}$ .....	28
8.1.2	Càlcul de l'empremta relativa.....	28
8.2	Petjades d'altres institucions.....	28
8.3	Comparació.....	29
9	Propostes de millora (nZEB).....	31
9.1	Instal·lació fotovoltaica d'autoconsum.....	32
10	Planificació del projecte .....	35
10.1	Desviacions respecte la planificació .....	38
11	Impacte mediambiental.....	41
12	Conclusions .....	43
12.1	Avaluació dels objectius.....	43
12.1.1	Millores i properes passes.....	44
13	Referències .....	47

## **Índex de figures**

Figura 9.1 Distribució fotovoltaica en coberta de l'edifici TCM1. ....	32
Figura 10.1 Diagrama de Gantt de la planificació del projecte .....	37



## Índex de taules

Taula 4.1 Requisits per a edificis nZEB .....	10
Taula 6.1 Factors d'emissió de combustibles fòssils per a instal·lacions fixes l'any 2021. .....	18
Taula 6.2 Factors d'emissió de combustibles fòssils per a vehicles l'any 2021.....	19
Taula 6.3 Factors d'emissió per a gasos fluorats l'any 2021 .....	19
Taula 6.4 Factors d'emissió per a les diferents comercialitzadores l'any 2021.....	21
Taula 7.1 kWh acumulats i consumits mensualment en l'edifici TCM1 .....	24
Taula 7.2 Consums en MWh de fred i calor de les instal·lacions de l'edifici TCM1.....	24
Taula 8.1 Petjada de carboni de diferents institucions d'educació l'any 2021.....	28
Taula 8.2 empremtes relatives del TecnoCampus i altres centres educatius espanyols.	30
Taula 9.1 Pressupost de la instal·lació fotovoltaica. ....	33
Taula 10.1 Distribució real de les hores planificades inicials. ....	38



## Glossari

CA	Corrent Altern
CC	Corrent Continu
CE	Consum Energètic
CO <sub>2</sub>	Diòxid de Carboni
DC	<i>District Cooling</i> o xarxa local de distribució de fred
DH	<i>District Heating</i> o xarxa local de distribució de calor
DHC	<i>District Heating and Cooling</i> o xarxa local de distribució de calor i fred
ER	Empremta Relativa
ESUPT	Escola Superior Universitària Politècnica del TecnoCampus
GdO	Garantia d'Origen
GEH	Gasos d'Efecte Hivernacle
kg CO <sub>2</sub> eq	kilograms de CO <sub>2</sub> equivalents
kWh	kilowatts per hora
kWp	kilowatts pic
l	litres
m <sup>2</sup>	metres quadrats
mm	milimetres
MMA	Ministeri de Media Ambient
MWh	Megawatts per hora
nZEB	<i>nearly Zero Energy Building</i> o edificis d'energia quasi nul·la
t CO <sub>2</sub> eq	tones de CO <sub>2</sub> equivalents
TCM1	edifici principal, i universitari, del TecnoCampus





# 1 Objectius

## 1.1 Propòsit

Estudiar les tendències energètiques del TecnoCampus per trobar-ne possibles solucions efectives per aconseguir la teorització un edifici nZEB (*nearly Zero Energy Buildings*).

## 1.2 Finalitat

Aquest projecte neix de la necessitat de posar sobre la taula quin és el punt en el qual es troba el centre universitari TecnoCampus dins el marc de la sostenibilitat, quins és el seu indicador de petjada de carboni, com de prop o de lluny es troba d'un edifici nZEB i quines millores s'hi poden fer per a millorar-ne aquests punts.

## 1.3 Objecte del projecte

Elaboració d'un estudi dels consums energètics de l'edifici universitari del parc TecnoCampus, a partir del càlcul de l'empremta de CO<sub>2</sub>, per a minimitzar l'impacte mediambiental del TCM1 i apropar-lo més a un edifici d'energia quasi nul·la seguint la legislació vigent espanyola i europea.

## 1.4 Abast del projecte

Es contempla l'estudi de la mètrica de la petjada de carboni, com es calcula i com s'aplica i, si existís més d'un mètode per a l'obtenció d'aquest resultat, l'estudi de quin és el més efectiu o pertinent per al cas. Un cop establerta la petjada de carboni s'estudiarà com de proper és l'edifici TCM1 a un edifici d'energia quasi nul·la i quines millores es poden proposar per a assolir un major estalvi energètic.

Tot i que es coneix que les instal·lacions del parc TecnoCampus les utilitzen, també, empreses de diferents sectors, així com organitzacions o particulars que en vulguin llogar els espais, es considera per aquest projecte tan sols l'estudi del comportament dins de l'àmbit universitari.

## 1.5 Context en les línies de recerca i transferència de coneixement del TecnoCampus

Aquest projecte s'ha realitzat dins del context de la línia de recerca de sostenibilitat del Grup de Recerca Fabricació Intel·ligent i Innovació Industrial (FI4.0) de l'Escola ESUPT del TecnoCampus.



## 2 Introducció

L'objectiu d'aquest projecte és l'estudi dels consums d'energia de l'edifici del TCM1 del TecnoCampus per ubicar-lo en el marc d'un edifici d'energia quasi nul·la, calculant-ne la petjada de carboni al llarg de l'any 2021. Com a tal, aquest projecte pretén posar èmfasi en la necessitat de revisar la sostenibilitat del propi edifici universitari i la seva comunitat per reduir-ne les emissions, fer-ne un edifici menys contaminant i més atractiu des d'un punt de vista mediambiental.

Mitjançant aquest projecte es vol despertar l'interès de la universitat en reduir les emissions de CO<sub>2</sub> anuals per aconseguir un entorn sostenible, donant un valor afegit als estudis cursats en el centre i empenyent a estudiants, docents i membres de la comunitat universitària a participar de nous projectes per a la millora constant en aquest àmbit.

### 2.1 Abast de detall

En la present documentació es vol guiar al lector per la metodologia seguida en el projecte. Anant capítol a capítol, s'exposen els coneixements necessaris i els diferents punts seguits en el desenvolupament del treball per a arribar a la solució proposada.

Per començar s'especifica si es té en compte o no la perspectiva de gènere en el desenvolupament del projecte i, si ha estat així, com afecta al desenvolupament del treball.

Seguidament es descriu un marc teòric per situar el lector en la matèria, els fonaments i la normativa vigent sobre la qual es mou el contingut i els càlculs del projecte.

En tercer lloc s'especificuen els objectius que es volen assolir al llarg del projecte, incorporant accions i indicadors per dur a terme els objectius marcats i, posteriorment, avaluar-los.

En quart lloc es detalla la metodologia de càlcul que s'ha seguit per a aconseguir la petjada de carboni de l'edifici d'estudi, així com els altres indicadors necessaris per a la classificació del propi edifici com a nZEB.

En cinquè lloc s'exposa el procediment i els resultats obtinguts del desenvolupament explicat en el capítol anterior.

En sisè lloc es comparen les diferents petjades de carboni, tant del TecnoCampus com d'edificis de característiques semblants.

En setè lloc es proposen millores per a l'assoliment de la categoria nZEB de l'edifici TCM1 del parc TecnoCampus.

En vuitè lloc es revisa la planificació feta a l'inici del projecte, detallant-ne les fases i tasques del projecte, la durada i les desviacions d'aquestes tasques. Aquestes desviacions s'aporten en hores.

En novè lloc es fa un estudi de l'impacte mediambiental que té el projecte.

En desè lloc s'avaluen els objectius proposats en un inici al projecte, s'expliquen les conclusions extretes i futures passes a seguir per aprofundir més en l'estudi iniciat.

Per últim s'inclou l'estudi econòmic del projecte, desglossant-ne el pressupost i argumentant-ne la viabilitat econòmica.

### **3 Perspectiva de gènere**

En aquest capítol es vol fer palès que, tot i que es considera que la perspectiva de gènere aplica en tots els àmbits de la vida universitària, ja sigui per tendències pròpies, col·lectives o institucionals, no en tots els projectes cal considerar-la per la pròpia naturalesa d'aquests.

En el treball que ens ocupa, ja que es tracta de consums generals de la institució, no es considera que apliqui la perspectiva de gènere, tot i que si que, si es volgués, es podria fer un estudi més conscient sobre el consum particular de cada membre de la comunitat educativa, tenint en compte el seu gènere i discutint si aquest té o no una implicació real en la manera de consumir i, en definitiva, d'emetre CO<sub>2</sub>.



## 4 Marc teòric

### 4.1 Estat de l'art

#### 4.1.1 Petjada de carboni

##### Que és?

La **petjada de carboni** és una mesura per quantificar l'impacte que té una activitat o procés sobre el canvi climàtic, no només dels grans emissors, també dels particulars. El ministeri de medi ambient de Xile (1) defineix la petjada de carboni com a aquell conjunt d'emissions de gasos d'efecte hivernacle produïdes, directament o indirectament, per persones, organitzacions, productes, esdeveniments o regions geogràfiques.

Així doncs, aquesta petjada és un clar indicador de l'efecte que te la vida de l'esser humà sobre el planeta Terra analitzant les emissions que es produeixen en usar els recursos naturals i no naturals.

##### Quina és la seva importància?

Com s'ha dit la petjada de carboni és un indicador de sostenibilitat que utilitzen tant governs com organitzacions i empreses per analitzar el seu impacte en el medi ambient i la seva col·laboració a reduir els efectes del canvi climàtic. D'aquesta manera es pot estimar de manera sistemàtica l'emissió en tones de CO<sub>2</sub> d'un mateix col·lectiu.

##### Com es calcula la petjada de carboni?

Per calcular aquesta petjada el MMA de Xile (1) proposa sis maneres diferents d'enfocar les emissions de carboni, aquestes són les següents:

- a) **Enfoc corporatiu:** avalua les emissions directes, indirectes per consum i distribució d'energia i altres indirectes sobre les quals la corporació no te control. Aquest enfoc està contemplat dins la norma ISO 14064; (1)
- b) **Enfoc de cicle de vida d'un producte o servei:** avalua al llarg de la cadena de valor la petjada de carboni que deixa el producte, des de la fabricació fins a, generalment, el seu ús i consum i fi de la seva vida útil. La metodologia més emprada és la PAS 2050:2011; (1)

- c) **Enfoc personal:** avalua les emissions directes i indirectes de gasos d'efecte hivernacle d'un individual, analitzant el seu comportament diari habitual. Existeixen diferents calculadores de petjada de carboni personal; (1)
- d) **Enfoc a esdeveniments:** avalua les emissions derivades de l'ús de l'electricitat, el transport dels assistents a l'esdeveniment, la preparació dels àpats i totes aquelles pràctiques que consumeixin recursos en la preparació i realització de l'acte; (1)
- e) **Enfoc territorial:** s'avalua un territori en concret i es calcula la seva petjada de carboni determinant l'impacte global d'aquest; (1)
- f) **Enfocs específics per a la indústria:** té en compte les característiques de la indústria i en quin àmbit es mou per tal de quantificar, també en les diferents etapes de producció, la quantitat de tones de CO<sub>2</sub> emeses. (1)

#### **4.1.2 Xarxes urbanes de fred i calor**

També conegudes com DHC, de l'anglès *district heating and cooling*, les xarxes urbanes de fred i calor són aquelles que pretenen distribuir localment tant fred com calor a través de canonades, centralitzant-ne la seva producció. Aquestes xarxes no són una invenció del segle XXI, ja durant les dècades dels 1870 i 1880 es van introduir comercialment xarxes de calor (*district heating*) a Lockpot i Nova York. No és fins al següent segle que s'introdueix aquesta tecnologia a Europa, concretament a Alemanya durant la dècada del 1920.

Com tot invent, aquestes xarxes s'han anat desenvolupant i millorant al llarg dels anys. Segons (2), hi ha tres generacions definides de xarxa de calor (DH d'ara endavant): la primera generació, en la qual s'utilitzava vapor d'aigua com a mitjà de transport de calor; la segona generació, que intercanvià el vapor d'aigua per aigua en veure que era més eficaç; i la tercera generació, que incorporava tubs prefabricats i subestacions, també fent circular l'aigua a una menor temperatura, millorant-ne l'eficiència. Tot i aquests avenços en les diferents generacions, totes les fonts d'alimentació per a la generació de calor estan basades a partir de combustibles fòssils, per això hi ha una quarta generació, amb la qual es vol perseguir l'ús d'energies verdes i renovables per a la generació de calor. És dins d'aquesta quarta generació de DH la que contempla l'ús de biogàs com a carbonatant, la incineració de residus o, fins i tot, el reaprofitament de l'escalfor de les turbines de vapor de generació d'energia elèctrica per al escalfament d'aigua. Pel que fa les xarxes de fred (DC a partir d'ara) s'utilitzen fonts naturals fredes per a l'intercanvi de temperatures,



batillers d'absorció dels recursos tèrmics excessius, batillers mecànics (amb o sense recuperació de calor) o emmagatzematges freds. El funcionament, però, és el mateix per totes dues tipologies de xarxes: s'escalfa o es refreda l'aigua de transport a un punt definit, com podria ser una incineradora de residus o una central tèrmica elèctrica, mitjançant canonades es distribueix pels diferents punts de consum l'aigua calenta o freda a les temperatures designades, en aquests punts, mitjançant subestacions, es configura la pressió i la quantitat d'aigua freda i calenta que es necessita, si cal, s'utilitzen intercanviadors de calor per a fer una transferència de l'aigua de transport a la de consum, i, finalment, es retorna l'aigua un cop ja ha estat usada en els punts de consum cap a la planta corresponent, tancant el cicle.

### **TubVerd**

A la ciutat de Mataró existeix una xarxa DHC, anomenada TubVerd. La intenció d'aquest projecte és la de generar un sistema municipal de calefacció i refrigeració generat per fonts d'energia locals reutilitzables. Les principals fonts d'energia que utilitza aquesta xarxa d'Aigües de Mataró són l'Estació Depuradora d'Aigües Residuals de Mataró i del vapor de la incineració de la fracció de resta de la brossa del Centre Integral de Valorització de Residus del Maresme (3).

### **4.1.3 Edificis d'energia quasi nul·la**

Segons la directiva 2012/31/UE (4) un *nearly zero-energy building* o edifici d'energia quasi nul·la, (nZEB d'ara endavant) és *“un edifici que té un rendiment energètic molt elevat. La quantitat d'energia gairebé nul·la o molt baixa necessària s'ha de cobrir en una mesura molt significativa amb energia procedent de fonts renovables, inclosa l'energia procedent de fonts renovables produïda in situ o a prop”*. D'aquesta definició s'extreu clarament que l'objectiu de l'edifici nZEB no és només reduir el consum d'energia o que l'origen d'aquesta sigui renovable, sinó que també és necessari que aquesta energia sigui de proximitat, reduint així l'impacte que té el transport de l'electricitat en el medi ambient.

En l'annex III de l'expedient 2021/0426(COD) (5) trobem uns requisits mínims per al compliment de la normativa nZEB. Depenent de la zona climàtica de la Unió Europea, cada país ha d'assegurar uns mínim de consum anuals totals d'energia primària d'un edifici per a que sigui considerat nZEB (veure taula 4.1)

Zona climàtica de la UE	Edifici residencial	Edifici d'oficines	Altres edificis no residencials
Mediterrània	<60 kWh/(m <sup>2</sup> ·any)	<70 kWh/(m <sup>2</sup> ·any)	< Consum total de l'energia primària dels EECN definit a nivell nacional
Oceànica	<60 kWh/(m <sup>2</sup> ·any)	<85 kWh/(m <sup>2</sup> ·any)	
Continental	<65 kWh/(m <sup>2</sup> ·any)	<85 kWh/(m <sup>2</sup> ·any)	
Nòrdica	<75 kWh/(m <sup>2</sup> ·any)	<90 kWh/(m <sup>2</sup> ·any)	

Taula 4.1 Requisits per a edificis nZEB

A més a més, en aquest annex s'exigeix que l'energia de l'edifici nZEB sigui:

- Procedent d'energies de fonts renovables generada *in situ*;
- Renewable procedent d'una comunitat d'energies renovables; o
- Renewable i calor residual d'un sistema urbà de calefacció o refrigeració eficient.

En adhesió al punt anterior, les emissions de carboni generades *in situ* generades per combustibles fòssils han de ser nul·les al llarg de l'any.

Tot i així, aquesta directiva de la Comissió Europea és només una guia, i és responsabilitat de cada un dels estats membres de la Unió Europea marcar la definició exacta d'un edifici nZEB en el mateix país. Per això, Espanya, proposa un document bàsic (6) d'estalvi d'energia on defineix els edificis d'energia quasi nul·la com “*edifici que compleix amb les exigències reglamentàries establertes per a edificis de nova construcció en les diferents seccions d'aquest Document Bàsic*”. Les diferents seccions a les quals es refereix aquesta definició són sis:

- Limitació del consum energètic;
- Limitació de la demanda energètica;
- Rendiment de les instal·lacions tèrmiques;
- Eficiència energètica de les instal·lacions d'il·luminació;
- Contribució solar mínima d'aigua calenta sanitària; i
- Contribució fotovoltaica mínima d'energia elèctrica.

En cada un d'aquestes seccions es delimita a quin tipus d'edifici i/o construcció va dirigida la secció i quins són els requisits mínims a complir l'edifici per ser considerat nZEB. Segons la zona climàtica en la qual es trobi l'edifici, la seva situació geogràfica

dividida en les províncies espanyoles, els barems de compliment dels requisits seran uns o uns altres (6). En tot cas, com s'ha expressat, aquest Document Bàsic estableix uns mínims, que són, bàsicament, els marcats per la Comissió Europea, que sempre poden ser superats, sempre i quan aquestes millores energètiques siguin rentables durant el període d'activitat de l'edifici (4).

Per poder determinar, però, el rendiment energètic d'un edifici i qualificar-lo, o no, d'elevat cal remetre'ns a l'annex 1 de (4) on s'especifica un marc general amb els diferents indicadors que són necessaris per al càlcul del rendiment energètic. Aquests requisits es detallen i s'amplien en l'annex II de l'expedient 2021/0426(COD) (5), que defineix un model pels plans nacionals per a la renovació d'edificis, separant-los, els requisits, en quatre punts:

- a) Visió general del parc immobiliari nacional;
- b) Full de ruta per al 2030, 2040 i 2050;
- c) Visió general de les polítiques i mesures posades en execució i previstes; i
- d) Esquema de les necessitats d'inversió, les fonts pressupostaries i recursos administratius.



## 5 Especificacions tècniques

### 5.1 Objectius del projecte

A continuació es descriuen els objectius del projecte (numerats amb nombres), les accions (numerades amb lletres) que es duran a terme per assolir-los i els indicadors (numerats amb nombres romans) per a avaluar-los un cop finalitzat el projecte.

- 1) Calcular la petjada de carboni del TecnoCampus;
  - a) Desenvolupar un estudi de l'emissió de CO<sub>2</sub>, en tones l'any, del TecnoCampus.
    - i) S'ha comptabilitzat les diferents fonts directes d'emissió de gasos d'efecte hivernacle;
    - ii) S'han comptabilitzat les diferents fonts indirectes d'emissió de gasos d'efecte hivernacle;
    - iii) S'han comptabilitzat les fonts d'emissió de gasos d'efecte hivernacle que escapen del control del TecnoCampus, com ara el mètode de transport fins a la universitat.
- 2) Estudiar la distància entre un edifici d'energia quasi nul·la i l'edifici TCM1 del TecnoCampus;
  - a) Definir que és un edifici d'energia quasi nul·la;
    - i) S'ha donat una definició clara d'aquest tipus d'edifici;
    - ii) Es donen els barems que qualifiquen un edifici nZEB.
  - b) Qualificar els consums d'energia de l'edifici TCM1 segons la normativa nZEB.
    - i) S'exposa com afecten els consums del TecnoCampus a la qualificació nZEB.
- 3) Proposar accions de millora per a la reducció de la petjada de carboni del TecnoCampus;
  - a) Presentar, de manera raonada, una proposta de millora per a la reducció de les emissions de diòxid de carboni del TecnoCampus.
    - i) S'exposen quins consums d'energia generen més diòxid de carboni;
    - ii) S'avalua quin dels consums que contaminen més és el més adequat per a fer-hi una millora, tenint en compte les inversions en serveis/infraestructures necessàries.
- 4) Proposar accions de millora per a l'assoliment de la qualificació nZEB del TecnoCampus.

- a) Presentar, de manera raonada, una proposta de millora per a la qualificació del TecnoCampus com a edifici nZEB.
  - i) S'identifica quin consum d'energia es pot millorar;
  - ii) Es raona sobre quin barem no es compleix;
  - iii) Es raona com la proposta de millora sí compleix els barems.

## 6 Metodologia

### 6.1 Petjada de CO<sub>2</sub>

Al llarg d'aquest primer apartat es parlarà indistintament d'inventari de GEH i càlcul de petjada de diòxid de carboni, referint-se ambos al mateix concepte.

#### 6.1.1 Necessitats d'informació

##### Límits de l'inventari de GEH

Segons l'article 5 de la norma UNE-EN ISO 14064, l'inventari de gasos d'efecte hivernacle (GEH) es fa per a totes les instal·lacions que l'organització cregui oportunes. Triades les instal·lacions, l'organització ha de limitar l'abast de la mateixa amb dos enfocaments diferents: bé per control o bé participació del capital (7).

**Control:** L'organització ha de fer l'inventari de GEH del 100% d'emissions sobre les quals té control, sigui aquest control en termes financers o operatius.

**Participació de capital:** Fa referència al percentatge d'interès econòmic o benefici que sigui derivat d'una mateixa instal·lació.

Cal tenir en compte que, tot i que es pot reduir, l'ideal és que el límit de la organització a l'hora de fer l'inventari de GEH, coincideixi amb el límit establert per a la seva comptabilitat financera.

##### Límits de l'informe

Cal que la pròpia organització que desenvolupa l'informe li posi límits a aquest. Aquests límits inclouen el càlcul de les emissions i remissions directes i les emissions indirectes de totes les instal·lacions que s'hagin vist incloses en l'informe. Tot i que la norma indica que s'ha de dividir les emissions indirectes de GEH en cinc subgrups, en aquest projecte es contempla que les úniques emissions indirectes del TecnoCampus són aquelles generades en el consum elèctric contractat a la comercialitzadora (7).

La Guia per a el Càlcul de la Petjada de Carboni del Ministeri per a la Transició Ecològica del estat Espanyol classifica les emissions directes i indirectes en tres categories, anomenades abast 1, 2 i 3, per a afavorir a la detecció i classificació de cada una (8):

**Abast 1:** Contempla totes les emissions directes de GEH dins de les següents categories:

- **Combustibles fòssils:** Es divideixen en dos subgrups (8):
  - Consum combustibles fòssils, del qual cal aportar el tipus i la quantitat consumida de combustible;
  - Desplaçaments amb vehicles propis de o llogats per l'organització, del qual cal quantificar el tipus i la quantitat de combustible consumit o, en el seu defecte, el model de vehicle, el tipus de combustible i els km recorreguts amb aquest.
- **Fluorats:** Aquests consums tan sols cal reportar-los quan es disposi de refrigeració i/o climatització per mitjà de gasos fluorats i se n'hagi detectat alguna fuga, aleshores caldrà indicar el nom del gas fluorat, el tipus d'equip, la càrrega inicial de l'equip i la recàrrega anual d'aquest.

**Abast 2:** Contempla les emissions indirectes associades a la generació d'electricitat comprada a la comercialitzadora i cal aportar:

- **Electricitat:** Nom de la comercialitzadora, si es disposa de garantia d'origen, si se'n disposa, i la dada de consum en kWh.

**Abast 3:** Contempla la resta d'emissions indirectes, per exemple el transport amb vehicles de fora l'empresa o el contracte de serveis que no siguin propis de l'organització i sobre els quals no es té control. Aquest tercer abast no es contempla en el càlcul de la petjada de CO<sub>2</sub> en (8).

A més a més, per a calcular la petjada de CO<sub>2</sub>, es pot aportar informació addicional sobre si la mateixa organització disposa d'instal·lacions pròpies d'energies renovables, aportant la quantitat d'energia consumida generada per aquestes fonts. Es remarca que només és té en compte aquella energia *consumida* i no pas la generada per a la seva comercialització.

La **Garantia d'Origen** és una acreditació de format electrònic que atorga la Comissió Nacional dels Mercats i la Competència a aquelles productores d'electricitat que, durant un temps establert, han generat MWh utilitzant fonts d'energia renovables o que utilitzin cogeneració d'alta eficiència (9).

## 6.1.2 Càlcul

El càlcul de la petjada ecològica és relativament senzill, consisteix en un sumatori del producte entre totes les activitats generadores d'emissions i un factor d'emissió per a cada



activitat. Per exemple per calcular l'empremta de CO<sub>2</sub> d'una caldera, l'activitat generadora seria el consum de gas en kWh i el factor d'emissió vindria donat en kgCO<sub>2</sub>eq/kWh (8).

$$E_{CO_2} = \sum AG * FE \quad (6.1)$$

on

$E_{CO_2}$  és l'empremta de CO<sub>2</sub>;

$AG$  és l'activitat generadora;

$FE$  és el factor ecològic.

Els factors ecològics són diferents per a cada activitat generadora, tant en valor numèric com en unitats.

El Ministeri de Transició Ecològica (1) ofereix una calculadora per a calcular la petjada de carboni de les organitzacions que així ho desitgin i s'agafarà de base per a aquest projecte.

Cal afegir que, per tal de poder comparar la petjada de carboni entre diferents institucions del mateix sector és necessari indicar un índex d'activitat, aquest pot ser molt dispar entre les diferents entitats, projectes, número de treballadors, km recorreguts, € facturats, etc. Pel cas que ocupa, el de l'educació, l'índex d'activitat acostuma a ser el de nombre de persones estudiants matriculades durant aquell any. Aleshores, definint aquest índex es pot calcular l'empremta relativa per unitat de l'índex de la següent manera:

$$ER = E_{CO_2} / I \quad (6.2)$$

on

$E_{CO_2}$  és l'empremta de CO<sub>2</sub>;

$ER$  és l'empremta relativa;

$I$  és l'índex d'activitat.

### 6.1.3 Factors ecològics

A continuació s'exposen els diferents factors ecològics a utilitzar per a cada categoria a comptabilitzar de l'abast 1 i 2. La font de totes aquestes dades és (8).

**Combustibles fòssils**

<b>Combustible</b>	<b>Unitats</b>	<b>FE</b>
Gasoli C	l	2,898
Gasoli B	l	2,726
Gas natural	kWh	0,182
Fueloil	l	3,031
LPG	l	1,545
Gas propà	kg	2,966
Gas butà	kg	2,996
Gas manufacturat	kg	0,881
Biogàs	kg	1,370
Biomassa fusta	kg	1,754
Biomassa pellets	kg	2,196
Coc de petroli	kg	3,183
Coc de carbó	kg	3,036
Antracita i hulla	kg	3,138
Hulles bituminoses	kg	1,340

Taula 6.1 Factors d'emissió de combustibles fòssils per a instal·lacions fixes l'any 2021.

<b>Combustible</b>		<b>FE</b>	<b>Combustible</b>		<b>FE</b>		
Gasolina	1	Turismes	-	Gasoli	1	Turismes	-
		Furgonetes i furgons	-			Furgonetes i furgons	-
		Camions i autobusos	-			Camions i autobusos	-
		Ciclomotors i motocicletes	-			Turismes	2,520
E5	1	Turismes	2,249	B7	1	Furgonetes i furgons	2,506
		Furgonetes i furgons	2,265			Camions i autobusos	2,517
		Camions i autobusos	2,253			Turismes	2,444
		Ciclomotors i motocicletes	2,341			B10	1
E10	1	Turismes	2,132	Camions i autobusos	2,442		
		Furgonetes i furgons	2,148	Turismes	2,192		
		Camions i autobusos	2,136	B20	1		
		Ciclomotors i motocicletes	2,222			Camions i autobusos	2,190

Combustible		FE	Combustible		FE		
E85	1	Turismes	0,366	B30	1	Turismes	1,940
		Furgonetes i furgons	0,384			Furgonetes i furgons	1,926
		Camions i autobusos	0,372			Camions i autobusos	1,938
		Ciclomotors i motocicletes	0,431	Turismes	0,176		
E100	1	Turismes	0,013	B100	1	Furgonetes i furgons	0,162
		Furgonetes i furgons	0,031			Camions i autobusos	0,174
		Camions i autobusos	0,019	LPG	1	Turismes	1,747
		Ciclomotors i motocicletes	0,073	CNG	kg	Camions i autobusos	2,798

Taula 6.2 Factors d'emissió de combustibles fòssils per a vehicles l'any 2021.

### Fluorats

Fluorat	FE	Fluorat	FE
HFC-23	12.400	R-407C	1.624
HFC-32	677	R-407F	1.674
HFC-41	116	R-410A	1.924
HFC-125	3.170	R-410B	2.048
HFC-134	1.120	R-413A	1.945
HFC-134a	1.300	R-417A	2.127
HFC-143	328	R-417B	2.742
HFC-143a	4.800	R-422A	2.847
HFC-152	16	R-422D	2.473
HFC-152a	138	R-424A	2.212
HFC-161	4	R-426A	1.371
HFC-227ea	3.350	R-427A	2.024
HFC-236cb	1.210	R-428A	3.417
HFC-236ea	1.330	R-434A	3.075
HFC-236fa	8.060	R-437A	1.639
HFC-245ca	716	R-438A	2.059
HFC-245fa	858	R-442A	1.754
HFC-365mfc	804	R-449A	1.282
HFC-43-10mee	1.650	R-452A	1.945
R-404A	3.943	R-453A	1.636
R-407A	1.923	R-507A	3.985
R-407B	2.547	Altres	-

Taula 6.3 Factors d'emissió per a gasos fluorats l'any 2021

**Electricitat**

<b>Comercialitzadora</b>	<b>FE</b>	<b>Comercialitzadora</b>	<b>FE</b>
Comercialitzadores Sense Gdo	0,259	Foener Energía, S.L	0,241
Comercialitzadores Gdo Renovables	0,000	Fortia Energia S.L.	0,259
Comercialitzadores Gdo De Cogeneració D'alta Eficiència	0,302	Galp Energía España, S.A.U.	0,256
Acciona Green Energy Developments SI	0,000	Gas Natural Comercializadora Sa	0,254
Adeinnova Energia S.L	0,259	Gaselec Diversificación S.L.	0,259
Adelfas Energia SI	0,000	Gerenta Energía, S.L.U.	0,000
Ab Energía 1903 S.L.	0,259	Gesternova, S.A	0,000
Aldro Energía Y Soluciones, S.L.U.	0,000	Globelight Energy S.L	0,259
Alpiq Energia España Sau	0,259	Hydroeléctrica Del Valira, S.L.	0,000
Aracan Energia S.L.	0,258	Holaluz-Clidom, S.A	0,000
Arsus Energia, S.L	0,259	Iberdrola Clientes, S.A.U.	0,232
Atlas Energia Comercial, S.L.	0,258	Iberdrola Servicios Energeticos, S.A.U.	0,000
Audax Renovables, S.A	0,000	Iner Energia Castilla La Mancha SI	0,251
Avanzalia Energia Comercializadora Sa	0,207	Integración Europea De Energia, S.A.U.	0,259
Axpo Iberia S.L.	0,168	Lonjas Tecnología, S.A.	0,211
Birou Gas S.L.	0,258	Luzía Energía, S.L	0,000
Bp Gas Europe Sa	0,000	My Energia Oner S.L	0,259
Cepsa Gas Y Electricidad, S.A.U.	0,131	Naturgy Iberia, S.A.	0,259
Cide Hcenergía S.A.U	0,259	Neoelectra Energía, S.L.U.	0,254
Comercializadora Electrica Peninsular S.L.	0,256	Nexus Energia Sa	0,000
Disa Energia Electrica S.L.	0,000	Octopus Energy España, S.L.U.	0,256
Dreue Electric, S.L.U	0,254	On Demand Facilities, Slu	0,180
Ecoluz Energia, SI	0,259	Petronieves Energia 1 S.L.	0,259
Edp Clientes Sau	0,253	Potenzia Comercializadora SI	0,259

<b>Comercialitzadora</b>	<b>FE</b>	<b>Comercialitzadora</b>	<b>FE</b>
Edp España, S.A	0,259	Reciclajes Ecologicos Nagini, S.L.	0,259
Electiaplus Comercializadora De Energia S.L.U	0,258	Renewable Ventures Slu	0,259
Electra Norte Energía, S.A.	0,247	Repsol Comercializadora De Electricidad Y Gas, S.L.U	0,000
Electrica De Guixes Energia, Sl	0,255	Rofeica Energia, S.A	0,259
Electrica Serosense, S.L.	0,249	Ronda Oeste Energía, S.L	0,259
Electricidad Eleia S.L.	0,259	Sampol Ingenieria Y Obras Sa	0,252
Empresa De Alumbrado Electrico De Ceuta, S.A.	0,234	Servigas S Xxi Sa	0,254
Endesa Energía Renovable, S.L.	0,000	Shell España, S.A	0,259
Endesa Energía S.A.U.	0,258	Simples Energia De España, S.L.	0,259
Enercoluz Energia Sl	0,255	Sistemas Urbanos De Energías Renovables S.L.	0,258
Energia Dlr Comercializadora, Sl	0,259	Syder Comercializadora Verde Sl	0,201
Energia Nufri Sl	0,237	Telecor S.A. Unipersonal	0,000
Energia Viva Spain, S.L.	0,119	Telefónica Soluciones De Informática Y Comunicaciones De España, S.A.U	0,000
Energy By Cogen S.L.U.	0,259	The Yellow Energy, S.L	0,259
Energy Strom Xxi Sl	0,000	Totalenergies Clientes S.A.U.	0,259
Energya Vm Gestion De Energía, S.L	0,258	Totalenergies Electricidad Y Gas España, S.A.U.	0,259
Enerxia Galega Mais Slu	0,258	Totalenergies Mercado España, S.A.U	0,233
Engie España, S.L	0,255	Tu Comercializadora De Energía Luz, Dos, Tres, S.L.	0,000
Enstroga, S.L.	0,225	Villar Mir Energía,S.L	0,259
Estrategias Eléctricas Integrales, S.A.	0,259	Visalia Energia S.L.	0,258
Factor Energía España, S.A.	0,251	Watio Wholesale, S.L	0,259
Factor Energía, S.A.	0,215	Watium, S.L.	0,259
Fenie Energia Sa	0,000	Wind To Market S.A	0,259

Taula 6.4 Factors d'emissió per a les diferents comercialitzadores l'any 2021.



## 7 Petjada de Diòxid de Carboni

### 7.1 Límits de l'inventari de Gasos d'Efecte Hivernacle

Com s'ha vist amb anterioritat, és de necessitat limitar el càlcul de l'inventari de GEH.

**Límit en el temps:** el càlcul de la petjada de CO<sub>2</sub> del TecnoCampus estarà centrada en l'any 2021.

**Límit de l'organització:** Com que la fundació TecnoCampus gestiona tant el centre universitari com el parc empresarial, cal limitar l'abast del càlcul a fer, tant per aquesta petjada com per l'ecològica, com es comentarà en el seu apartat, es centra tan sols en aquelles activitats universitàries i, per tant, s'utilitza un enfocament de control operatiu sobre les operacions universitàries.

**Límit operatiu:** Com s'ha dit, l'abast d'estudi és l'1 i el 2. S'han d'identificar les fons d'emissió de cada un d'ells:

**Índex d'activitat:** Tenint en compte que es tracta d'un servei educatiu, l'índex d'activitat del TCM1 es considera 3600 persones matriculades (10).

### 7.2 Consums del TCM1

#### Abast 1:

- **Combustibles fòssils:** L'edifici universitari del TecnoCampus (TCM1) només disposa d'equips electrògens que només actuen en cas de tall de subministrament, el consum és mínim atès que només es posen en marxa en moments molt puntuals per manteniment i, per tant el seu consum estimat és de 100 l/any de tipus Diesel.

La universitat tampoc compta amb cotxes d'empresa.

- **Fluorats:** L'organització no disposa de climatització amb fluorats, en canvi la seva climatització funciona a través del TubVerd de Mataró, amb subministrament i producció externa.

#### Abast 2:

- **Electricitat:** El nom de la comercialitzadora de la qual es consumeix l'energia elèctrica és Acciona amb Garantia d'Orgien 100% renovable. En la Taula 7.1 es

pot veure el consum d'electricitat acumulat i mensual de l'últim any, en total 665.207 kWh.

Consum (kWh)	Lectura 04/01/2021	Lectura 05/02/2021	Lectura 04/03/2021	Lectura 01/04/2021	Lectura 03/05/2021	Lectura 01/06/2021
Acumulat	7.871.562	7.923.674	7.971.462	8.024.022	8.076.542	8.126.452
Mensual	52.114	52.112	47.787	52.560	52.521	49.910
Consum (kWh)	Lectura 01/07/2021	Lectura 03/08/2021	Lectura 01/09/2021	Lectura 01/10/2021	Lectura 03/11/2021	Lectura 01/12/2021
Acumulat	8.183.945	8.242.038	8.275.626	8.339.609	8.410.561	8.484.655
Mensual	57.493	58.093	33.589	63.982	70.952	74.094

Taula 7.1 kWh acumulats i consumits mensualment en l'edifici TCM1.

### Altres

- **TubVerd:** En la taula 7.2 s'expressen els consums mensuals en MWh tant per fred com per calor de l'edifici TCM1 durant l'any 2021, en total 1.122.600 kWh.

Consum (MWh)	Lectura 04/01/2021	Lectura 05/02/2021	Lectura 04/03/2021	Lectura 01/04/2021	Lectura 03/05/2021	Lectura 01/06/2021
Calor	56,9	123,2	0,0	37,9	31,5	19,4
Fred	19,9	43,1	0,0	33,0	29,0	46,7
Consum (MWh)	Lectura 01/07/2021	Lectura 03/08/2021	Lectura 01/09/2021	Lectura 01/10/2021	Lectura 03/11/2021	Lectura 01/12/2021
Calor	17,0	0,7	0,0	1,7	33,1	38,3
Fred	124,8	137,2	62,2	124,9	97,9	44,2

Taula 7.2 Consums en MWh de fred i calor de les instal·lacions de l'edifici TCM1.

En total es consumeixen **1.787.807,00 kWh/any**.

## 7.3 Factors d'emissió

De les taules 6.1, 6.2, 6.3 i 6.4 s'extreuen els factors d'emissió per a cada una de les fonts d'emissió. A continuació es detalla cada un d'ells:

**Combustibles fòssils:** Com que es tracta de combustible Diesel, pot caure entre múltiples categories, les més comuns Gasoli B i C. Tot i que el tipus de carburant més utilitzat en generadors acostuma a ser el B, ja que dona un major rendiment i és menys contaminant,



com que no tenim constància quin dels dos gasoils s'usa, es contempla fer servir el factor d'emissió més gran d'entre aquests dos, el del Gasoli C 2,898 kg CO<sub>2</sub>/l;

**Electricitat:** Totes aquelles comercialitzadores amb GdO 100% renovable tenen un factor d'emissió 0,000 kg CO<sub>2</sub>/kWh, tot i així, es comprova que el factor d'emissió considerat pel Ministeri és aquest;

**TubVerd:** Tot i que la petjada de carboni que pugui deixar l'ús d'aquest servei està contemplada en l'abast 3 i, per tant, fora de l'abast del càlcul que demana el Ministeri, s'ha cregut que, tenint les dades de consum de fred i calor de l'edifici TCM1, era prou interessant afegir aquesta dada al càlcul de la petjada de carboni del TecnoCampus per tal de poder-la comparar amb altres institucions sense aquest mètode de subministrament de calefacció i refrigeració. S'ha contactat amb Aigües de Mataró que han facilitat la dada de kg de CO<sub>2</sub> per kWh gestionat/consumit i, per tant, el factor d'emissió d'aquest que és de 0,3495 kg CO<sub>2</sub>/kWh.

## 7.4 Càlcul E<sub>CO<sub>2</sub></sub>

Considerant els factors d'emissió que s'han donat en el sub-capítol anterior, les dades de consum del TCM1 i l'equació 6.1, es procedeix a fer el càlcul complet de la petjada de CO<sub>2</sub> d'aquest edifici.

### **Combustibles fòssils**

$$E_{CF} = 100 \text{ l/any} \cdot 2,898 \text{ kg CO}_2/\text{l} = 289,8 \text{ kg CO}_2/\text{any}$$

### **Electricitat**

$$E_E = 665.207 \text{ kWh/any} \cdot 0,000 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} = 0,0 \text{ kg CO}_2/\text{any}$$

### **TubVerd**

$$E_{TV} = 1.122.600 \text{ kWh/any} \cdot 0,3495 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} = 392,3 \text{ t CO}_2/\text{any}$$

### **Abast 1+2**

$$E_{CO_2} = E_{CF} + E_E$$

$$E_{CO_2} = 289,8 \text{ kg CO}_2/\text{any} + 0,0 \text{ kg CO}_2/\text{any} = \mathbf{289,8 \text{ kg CO}_2/\text{any}}$$

### **Total**

$$E_{CO_2} = E_{CF} + E_E + E_{TV}$$

$$\begin{aligned} E_{CO_2} &= 289,8 \text{ kg } CO_2/\text{any} + 0,0 \text{ kg } CO_2/\text{any} + 392,3 \text{ t } CO_2/\text{any} \\ &= \mathbf{392,6 \text{ t } CO_2/\text{any}} \end{aligned}$$

## **7.5 Càlcul de l'empremta relativa**

Com s'ha comentat amb anterioritat, per després poder analitzar i comparar la petjada de carboni de la universitat amb d'altres, cal calcular l'empremta relativa a partir de l'equació 6.2 i de les dades obtingudes, tant del càlcul com de l'índex d'activitat. Aquesta empremta relativa es pot calcular tan sols de l'abast 1+2 com de la petjada total.

### ***Abast 1+2***

$$ER_{1+2} = 289,8 \text{ kg } CO_2/3600 \text{ persones} = \mathbf{0,0805 \text{ kg } CO_2/\text{persona}}$$

### ***Total***

$$ER_{total} = 392,6 \text{ t } CO_2/3600 \text{ persones} = \mathbf{0,1091 \text{ t } CO_2/\text{persona}}$$

## 8 Comparació

### 8.1 Petjada de Carboni desmillorada

Adicionalment a la comparació de les propostes, actual i de millora, del TCM1, s'ha volgut exposar el càlcul de la petjada de carboni que tindria l'edifici si no comptés amb cap tipus de sensibilització sostenible, és a dir, sense usar una comercialitzadora amb Garantia d'Origen ni amb l'ús del TubVerd de Mataró.

Per a fer aquest càlcul s'ha utilitzat, de base, les dades de consum que es tenen del TecnoCampus exposades en el capítol 7:

- Consum de combustibles fòssils: 100,00 l/any;
- Consum d'electricitat: 665.207,00 kWh/any;
- Consum TubVerd fred: 762,88 MWh/any; i
- Consum TubVerd calor: 359,70 MWh/any.

Es parteix de la idea de construir un model no sostenible i, per tant, eliminar totes aquelles fonts d'energia que són sostenibles, començant per la comercialitzadora i les seves garanties d'origen. Per decidir quin factor d'emissió d'una altra comercialitzadora fer servir s'ha buscat l'empresa puntera oferint aquest servei. Segons (11), la comercialitzadora d'electricitat al capdavant del sector, amb una facturació de 10.664.948.000 € és Endesa. Per tant es decideix fer ús del factor d'emissió d'aquesta comercialitzadora que és, segons la taula 6.4, 0,258 kg CO<sub>2</sub>/kWh.

Triada la comercialitzadora, cal tenir en compte que tant la calefacció com la refrigeració de l'edifici d'estudi es fa amb energies renovables i que, per tant, volem empitjorar-ne el consum. Per tal de fer-ho s'ha dividit el consum de fred i el de calor en dos valors diferents extrets de la taula 7.2. S'ha estimat que el sistema de calefacció, per ús més habitual i aprofitant que s'usen combustibles fòssils en la universitat, fer el càlcul per a l'ús d'una caldera de gasoil. De (12) s'ha obtingut una conversió entre kWh/l de gasoil, aquesta conversió es fa tenint en compte el poder calorífic del gasoil i és de 10,96 kWh/l. Pel que fa al sistema de refrigeració s'ha pres com a referència la dada donada per (13), tenint en compte un sistema d'alt rendiment, s'aconsegueixen règims estacionaris de 3 o 3,5, és a dir, que per cada kWh elèctric consumit se'n produeixen 3 de fred. Tot i ser un rendiment bastant alt l'objectiu d'aquest apartat és transformar tots aquells consums de l'abast 3 a l'abast 1+2, per tant es considera correcte utilitzar aquesta conversió.

### 8.1.1 Càlcul $E_{CO_2}$

#### Combustibles fòssils

$$E_{CF} = (100 \text{ l/any} + \frac{359.700 \text{ kWh/any}}{10,96 \text{ kWh/l}}) \cdot 2,898 \text{ kg CO}_2/\text{l} = 95,4 \text{ t CO}_2/\text{any}$$

#### Electricitat

$$E_E = (665.207 \text{ kWh/any} + \frac{762.880 \text{ kWh/any}}{3 \text{ kWh fred/kWh}}) \cdot 0,258 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$$

$$= 237,2 \text{ t CO}_2/\text{any}$$

#### Abast 1+2

$$E_{CO_2} = E_{CF} + E_E$$

$$E_{CO_2} = 95,4 \text{ t CO}_2/\text{any} + 237,2 \text{ t CO}_2/\text{any} = \mathbf{332,6 \text{ t CO}_2/\text{any}}$$

### 8.1.2 Càlcul de l'empremta relativa

Tenint en nou en compte l'índex d'activitat escollit anteriorment de 3600 persones, el càlcul de l'empremta relativa en aquesta opció no sostenible és el següent:

$$ER_{total} = 332,6 \text{ t CO}_2/3600 \text{ persones} = \mathbf{0,092 \text{ t CO}_2/\text{persona}}$$

## 8.2 Petjades d'altres institucions

Degut a que el Reial Decret 163/2014 va crear un registre de petjades de carboni el març d'aquell any, hi ha una base de dades en la qual es possible visualitzar les empremtes de carboni de totes les institucions que han aportat el càlcul de la seva petjada de carboni. Aquest llistat es pot obtenir del mateix Ministeri (14) i permet filtrar per aquelles institucions que pertanyen a un cert sector. En el cas d'aquest estudi interessa comparar els edificis que tinguin característiques semblants a les del TecnoCampus.

Nom de l'organització	Petjada de Carboni (t CO <sub>2</sub> )	Empremta relativa (t CO <sub>2</sub> /p)
Colegio Nuestra Señora del Carmen	58	0,063
Universitat Politècnica de València	2.070	0,050
Universidad de Córdoba	1.921	0,102
Fundación San Valero	138	0,087
Universidad Politécnica de Madrid	2.858	0,073
Universidad San Jorge	213	0,146

Taula 8.1 Petjada de carboni de diferents institucions d'educació l'any 2021.

De la llista del Ministeri s'ha filtrat l'any de càlcul per a que sigui el mateix que el del càlcul de la petjada de carboni calculada en aquest projecte així com per índex d'activitat, aquesta selecció s'observa en la taula 8.1. Cal esmenar que tan sols s'han considerat aquelles instal·lacions que han compartit només l'abast 1+2 i no han aportat dades del tercer, que de totes maneres no és obligat de presentar al registre.

### 8.3 Comparació

En la taula 8.2 s'exposen les diferents empremtes relatives que s'han vist al llarg del document, tant les dues calculades sobre l'edifici del TecnoCampus, en condició real i fictícia desmillorada, com les petjades relatives dels edificis de la mateixa àrea de servei, mateix índex d'activitat i mateixa abast calculat (abast 1+2).

El primer que crida l'atenció tan sols mirar la taula és com de baixa és l'empremta relativa del TecnoCampus, les tones de CO<sub>2</sub> per persona que emet l'edifici al llarg de l'any, tenint en compte el càlcul de l'abast 1+2. Existeixen dos motius pels quals aquesta empremta té un valor tant petit: el consum d'electricitat procedent de fonts renovables i el càlcul del consum del TubVerd. Degut a que l'electricitat consumida pel TecnoCampus té Garantia d'Origen, el factor d'emissió que se li aplica és igual a zero i, per tant, les emissions relatives a aquest no es veuen contemplades en el càlcul. També cal tenir en compte com s'ha comptabilitzat la climatització de tot l'edifici. No és desconegut que el major consum d'un edifici és la calefacció i el sistema de refrigeració d'un edifici i, a major consum, major petjada de carboni, per tant, és esperable que les emissions derivades d'aquest consum d'energia siguin elevades. Ara bé, com que es tracta d'una emissió externa a l'entitat i no es contempla ni en l'abast 1 ni en l'abast 2, no es reflexa en l'empremta relativa que tan sols es calcula amb el resultat d'aquests dos. És per aquest motiu que també s'ha afegit, com a suport, el resultat de l'empremta relativa total del TecnoCampus, que si contempla el cost en tones de CO<sub>2</sub> per persona del consum d'energia del TubVerd. Si calculem la mitjana entre totes aquestes empremtes sense tenir en compte la primera, es pot observar com el TCM1 sí es situaria per sobre de la mitjana, però tan sols en 0,01 punts. Val a dir, però, que de totes les mesures, el TecnoCampus (tenint en compte també el càlcul parcial de l'abast 3), es troba en segon lloc, com a més emissores de diòxid de carboni.

Per últim es vol emfatitzar en la diferència entre les empremtes relatives de carboni del TecnoCampus, comptant la climatització adquirida al TubVerd i la del TecnoCampus

suposant una comercialitzadora que no tingui Garantia d'Origen. Per començar s'ha d'aclarir que el factor d'emissió que s'ha utilitzat prèviament per al TubVerd és el factor d'emissió que té calculat la mateixa entitat del que genera per cada kWh gestionat. Si bé és cert que, aleshores, per cada kWh gestionat equival a 0,3495 kg de CO<sub>2</sub> emesos, cal tenir en compte que aquesta emissió no té perquè ser la mateixa per a kWh consumit. És a dir, el factor de conversió utilitzat per al càlcul del TubVerd és el major que pot ser però podria ser menor, per tant, la petjada real de TecnoCampus està sobredimensionada. Per altra banda, l'empremta relativa desmillorada està subdimensionada, ja que en lloc de comptabilitzar fugues de gasos fluorats en un sistema de refrigeració poc ecològic, s'ha comptabilitzat un sistema d'alta eficiència amb un regim estacionari de 3. Aquesta conversió s'ha fet d'aquesta manera i no cap a gasos fluorats degut a que la informació actual d'equips d'aquest tipus és poc freqüent, ja que les empreses actuals tendeixen a deixar d'utilitzar aquesta manera de refredar aire.

<b>Nom de l'organització</b>	<b>Empremta relativa (t CO<sub>2</sub>/p)</b>
TecnoCampus (abast 1+2)	0,000081
TecnoCampus (total)	0,109
TecnoCampus (desmillorada)	0,092
Colegio Nuestra Señora del Carmen	0,063
Universitat Politècnica de València	0,050
Universidad de Córdoba	0,102
Fundación San Valero	0,087
Universidad Politécnica de Madrid	0,073
Universidad San Jorge	0,146
<b>Mitjana</b>	<b>0,090</b>

Taula 8.2 Empremtes relatives del TecnoCampus i altres centres educatius espanyols.

## 9 Propostes de millora (nZEB)

En aquest apartat es pretén donar pautes a la institució del TecnoCampus per tal de poder millorar la qualificació de l'edifici TCM1 en relació als edificis considerats d'energia quasi nul·la, volent dir, això, reduir la seva demanda d'energia anual per metre quadrat.

A partir dels requisits de consum d'energia que ha de tenir un edifici nZEB, exposats en el capítol 4, es calcula el consum d'energia per metre quadrat anual de l'edifici del TCM1. En primer lloc cal decidir quin és el consum d'energia de l'edifici. Si bé és cert que en la petjada de carboni no es contempla la calefacció ja que cau en l'abast 3, de la directiva 2012/31/UE (4) s'interpreta que tota l'energia consumida ha d'estar contemplada en el moment de definir si un edifici és o no d'energia nul·la. Per tant, per al càlcul d'aquesta es contemplarà la suma tant de l'energia elèctrica consumida com de l'energia demandada al TubVerd de Mataró, en total 1.787.807,00 kWh anuals. Si comptem que en total l'edifici compta amb 28.851 m<sup>2</sup>, obtenim que el consum energètic per metre quadrat és el següent:

$$CE = \frac{\text{Energia consumida}}{\text{Àrea}} = \frac{1.787.807,00 \text{ kWh}}{28.851 \text{ m}^2} = 27,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{any})$$

Si es recuperen els barems que exposa l'expedient 2021/0426(COD) (5) en l'annex III per a la zona climàtica mediterrània a la qual pertany Catalunya, suposant l'edifici TCM1 anàleg a un edifici d'oficines, s'observa que el requisit és que el consum d'energia de l'edifici sigui < 70 kWh/(m<sup>2</sup>·any) es compleix. Tot i així, no es pot considerar que el TCM1 sigui un edifici nZEB degut a que no compleix la següent expressió del mateix expedient 2021/0426(COD): *“El consum anual total d'energia primària d'un edifici nou o renovat de zero emissions estarà totalment cobert, sobre una base anual neta, per energia procedent de fonts renovables generada in situ, energia renovable procedent d'una comunitat d'energies renovables, o energia renovable i calor residual d'un sistema urbà de calefacció o refrigeració eficient.”*. Si bé és cert que, en quant al consum energètic de climatització, l'energia consumida es produïda en una comunitat d'energies renovables, que és el TubVerd, l'energia elèctrica consumida ve donada d'una comercialitzadora i no pas d'autoconsum o d'una comunitat energètica, tal i com es defineix en l'article 7 de la Directiva 2018/2001 [DFER modificada] (15), per tant, per a que l'edifici universitari del TecnoCampus pugui assolir la categoria d'edifici d'energia quasi nul·la cal repensar l'estratègia d'obtenció d'energia del TCM1.

## 9.1 Instal·lació fotovoltaica d'autoconsum

Com a proposta per a resoldre el conflicte amb l'expedient 2021/0426(COD) es proposa modificar el consum elèctric contractat a la comercialitzadora Acciona per una instal·lació fotovoltaica d'autoconsum instal·lada a la coberta del mateix edifici. L'objectiu d'aquesta instal·lació és, per tant, dependre el mínim possible de les comercialitzadores. Així doncs es calcula la capacitat màxima que es pot assolir en el terrat de l'edifici.

Tenint una aproximació per satèl·lit, veure imatge 9.1, de la superfície es fa una aproximació de quantes plaques fotovoltaïques s'hi podrien instal·lar, 400 plaques de 1,1m x 2,3m amb una potència de 0,535 kWp per placa, 214 kWp en total. Segons l'estudi fet per (16), la conversió de kWp a kWh a la província de Barcelona és de 1.346 kWh/kWp·any (incloent-hi les pèrdues), per tant, la producció de la instal·lació seria de:

$$P = 214 \text{ kWp} \cdot 1.346 \text{ kWh/kWp} \cdot \text{any} = \mathbf{288.044 \text{ kWh/any}}$$

Tenint aquesta potència generada en les mateixes instal·lacions es podria fer un autoconsum real d'energies renovables del 43,3% del total del consum energètic (el de durant l'any 2021 és de 665.207,00 kWh, veure subcapítol 7.2).



Figura 9.1 Distribució fotovoltaica en coberta de l'edifici TCM1.



S'ha cregut oportú fer un petit estudi econòmic de la inversió d'aquesta millora. Per això es proposa un pressupost inicial per a la instal·lació suggerida amb anterioritat, dimensionada en 400 plaques fotovoltaïques. En aquest pressupost s'ha tingut en compte tots aquells components necessaris per a una instal·lació fotovoltaïca, com els panells solars, els cables per a les connexions, proteccions de corrent alterna i contínua i el desenvolupament del projecte que hi va lligat. També dels inversors a utilitzar, en total quatre de 50kW. Es recomana utilitzar quatre inversors ja que, tot i que en un principi amb tres inversors de 50kW es cobreix perfectament l'energia generada per a la instal·lació dimensionada, s'ha de tenir en compte que aquests inversors són susceptibles a patir averies i deixar de funcionar i, per tant, se n'afegeix un de seguretat.

Concepte	Unt.	Preu/unitat	Base imp.	IVA (21%)
10 panells solars de 535 Wp	40	2.546,62 €	101.864,80 €	21.391,61 €
Panell solar 535Wp				
Connectors				
Cable solar				
Solarblock regulable de 10° a 45°	440	55,00 €	24.200,00 €	5.082,00 €
Cable i canalització panells	1500	29,08 €	43.620,00 €	9.160,20 €
2x Cables solars 6 mm negre				
2x cables solars 6 mm vermell				
Cable 6 mm presa de terra				
Tub H 32mm				
Colzes 32 mm				
Tub de Vaina 32 mm				
Grapes 32 mm				
Cable i canalització inversor	30	30,12 €	903,60 €	189,76 €
Cable 6 mm negre				
Cable 6 mm blau				
Cable 6 mm presa de terra				
Tub H 32mm				
Colzes 32 mm				
Tub de Vaina 32 mm				
Grapes 32 mm				
Inversor Trifàsic	4	5.420,00 €	21.680,00 €	4.552,80 €
Inversor 50.0 T de 50000 W				
Monitorització del consum				
Antena WIFI				
Proteccions CA i CC	1	4.679,40 €	4.679,40 €	982,67 €
Medis d'elevació	1	4.445,98 €	4.445,98 €	933,66 €
Projecte	1	10.245,34 €	10.245,34 €	2.151,52 €
		<b>Total Base imp.</b>		<b>211.639,12 €</b>
		<b>IVA 21%</b>		<b>44.444,22 €</b>
		<b>TOTAL</b>		<b>256.083,34 €</b>

Taula 9.1 Pressupost de la instal·lació fotovoltaïca.



## 10 Planificació del projecte

Per tal de fer la planificació del projecte s'ha utilitzat el programari Microsoft Project Professional, cedit per l'Escola Superior Politècnica del TecnoCampus. S'ha comprés la programació de les tasques designades entre l'11 de febrer de 2022, dia següent a l'entrega d'aquest mateix avantprojecte, i el 16 de juny de 2022, dia anterior a l'entrega de la memòria final del projecte.

En la planificació del projecte cal tenir en compte dues observacions:

- 1) La planificació del projecte és susceptible a patir modificacions al llarg del projecte per adaptar-se a situacions sobrevingudes que no s'han pogut preveure en fer la planificació prèvia. Tot i així, si existeixen canvis en aquesta, s'exposaran en la memòria final del projecte, tot indicant-ne els motius de modificació.
- 2) La planificació està dividida en dues seccions: en la primera es contemplen dos períodes de temps de duració semblant que determinen la redacció de la memòria, tant intermèdia com final. Tot i que la redacció de la memòria intermèdia es pugui aprofitar per a la final, s'ha volgut expressar com a dues tasques diferents per anotar així també l'entrega d'aquesta memòria preliminar; en la segona es tenen en compte totes les accions necessàries a fer per a complir els objectius del projecte, més enllà de la redacció de documentació i resultats de caire acadèmic i enfocada al desenvolupament pròpiament del projecte.

El projecte s'ha dividit en diferents fases:

### **F1: Normativa**

**Recerca de la norma ISO 14064:** tracta de buscar la normativa que s'aplica com calcular la petjada de carboni. **Llegir la norma:** llegir la norma ISO 14064 per a la posterior aplicació. **Recerca dels estàndards GFN:** trobar els estàndards que marca la Global Footprint Network per al càlcul de la petjada ecològica. **Llegir els estàndards:** llegir els estàndards que marca la GFN per a la posterior aplicació.

### **F2: Preparació de l'anàlisi**

**Sol·licitud d'informació:** petició d'informació al TecnoCampus dels recursos usats i del consum d'energia de les instal·lacions. **Estructuració del càlcul:** preparació d'un codi per a homogeneïtzar la informació rebuda i analitzar les dades que es donen sense esperar

a tenir-les totes. **Anàlisi dades TCM:** anàlisi de les dades rebudes i preparació per al càlcul de les petjades.

### **F3: Enquestes**

En aquesta fase s'estableixen dues subfases:

#### ***F31: Disseny***

**Disseny de la mostra:** càlcul del nombre mínim d'enquestes necessàries per a ser representatives de l'univers a estudiar. **Disseny enquesta:** disseny de les preguntes i l'ordre d'aquestes dins el qüestionari. **Pre-test:** presentació de l'enquesta a una part de la mostra per al seu correcte funcionament.

#### ***F32: Enquesta i resultats***

**Enquesta:** Realització de l'enquesta a la mostra completa. **Anàlisi dels resultats:** anàlisi dels resultats de l'enquesta de manera estadística per al posterior càlcul de les petjades.

### **F4: Càlcul**

**Càlcul petjada de carboni:** el càlcul pròpiament dit de la petjada de carboni tenint en compte els resultats obtinguts amb anterioritat. **Càlcul petjada ecològica:** el càlcul pròpiament dit de la petjada ecològica tenint en compte els resultats obtinguts amb anterioritat.

### **F5: Resultats i millores**

**Generació i documentació dels resultats:** presentació dels resultats per al públic. **Descripció de les possibles millores:** estudi dels defectes de les instal·lacions i com millorar-los.

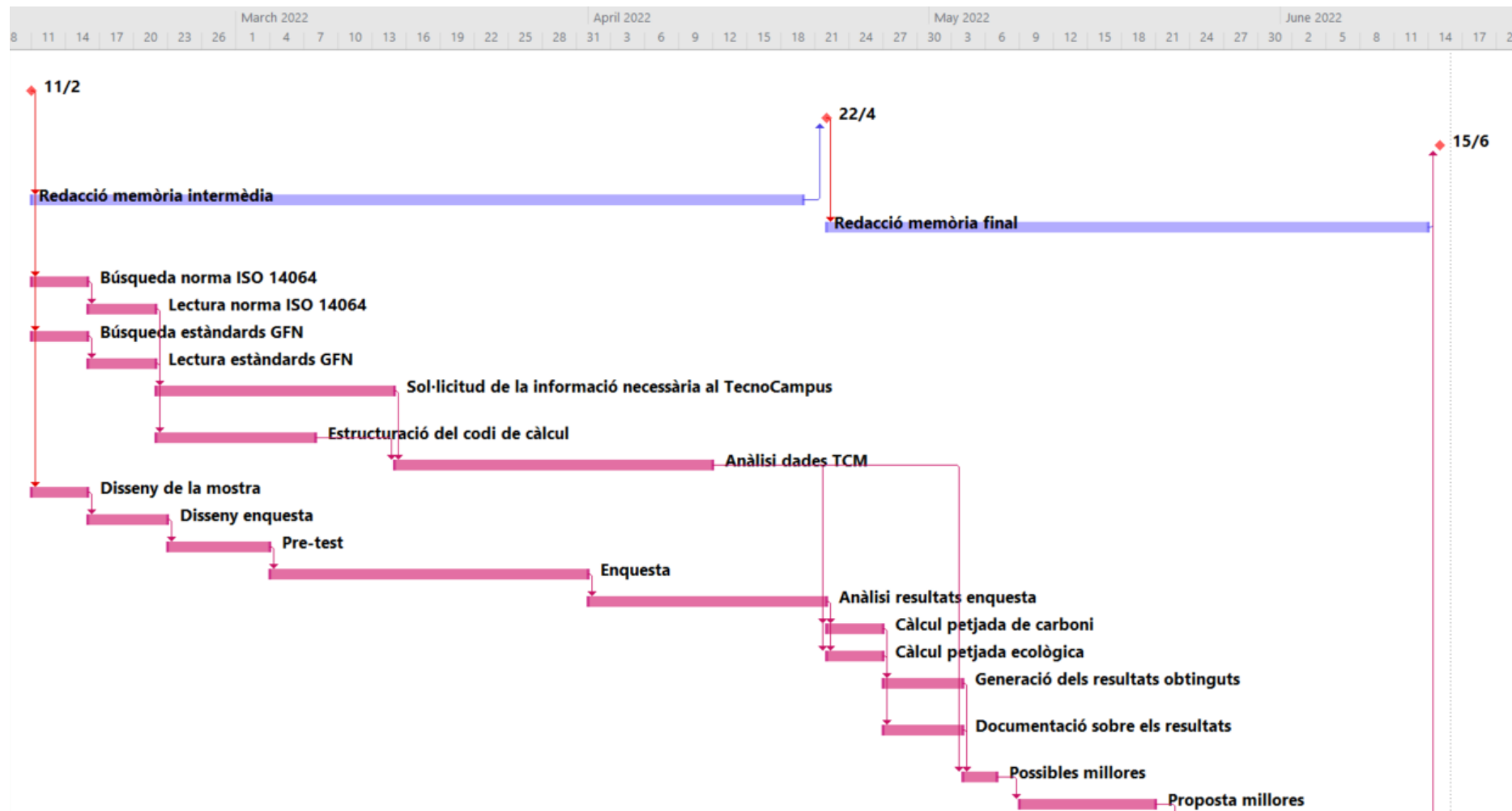


Figura 10.1 Diagrama de Gantt de la planificació del projecte

## 10.1 Desviacions respecte la planificació

En aquesta secció es mencionen les desviacions respecte de la planificació inicial, els d'aquestes desviacions i la replanificació del projecte. Per tal de fer-ho més il·lustratiu es presenten les hores afegides i les hores totals dedicades a la planificació inicial en la taula 10.1

<i>Fase</i>	<i>Tasca</i>	<i>Hores Planificació</i>	<i>Hores Afegides</i>	<i>Hores Totals</i>
<i>Fase 1</i>	Recerca de la norma ISO 14064	7,5	-0,5	7
	Llegir la norma	10	0	10
	Recerca dels estàndards GFN	7,5	2,5	10
	Llegir els estàndards	10	5	15
<i>Fase 2</i>	Sol·licitud d'informació	37,5	-7,5	30
	Estructuració del càlcul	25	-25	0
	Anàlisi dades TCM	50	-30	20
<i>Fase 31</i>	Disseny de la mostra	7,5	-7,5	0
	Disseny enquesta	12,5	-12,5	0
	Pre-test	17,5	-17,5	0
<i>Fase 32</i>	Enquesta	50	-50	0
	Anàlisi dels resultats	37,5	-37,5	0
<i>Fase 4</i>	Càlcul petjada de carboni	7,5	12,5	20
	Càlcul petjada ecològica	7,5	-7,5	0
<i>Fase 5</i>	Generació i documentació dels resultats	12,5	-12,5	0
	Descripció de les possibles millores	12,5	-12,5	0
				<b>192</b>

Taula 10.1 Distribució real de les hores planificades inicials.

Tal i com es dedueix de la taula anterior hi ha tota un seguit de tasques que no s'han realitzat. Totes aquestes tasques no realitzades són les que van lligades al càlcul de la petjada ecològica del TecnoCampus. En un inici es plantejava fer aquest estudi, fent una enquesta a totes les persones usuàries de les instal·lacions del TecnoCampus i sumant les petjades individuals per a calcular-ne la de tota la instal·lació. En aquest punt és on es comencen a trobar les dificultats que han impossibilitat seguir realitzant la tasca. La primera és que no s'ha trobat documentació teòrica contrastada per a poder identificar quin és la implicació que té cada empremta individual en la col·lectiva d'una entitat, és a dir, quins aspectes de l'empremta ecològica individual apliquen a l'empremta de la universitat. Sense saber aquest factor, no es troba sentit lògic a realitzar una enquesta a cap de les persones relacionades amb la universitat. Però, tot i saber quins camps de les

empremtes individuals apliquen també a la col·lectiva, hi ha un altra qüestió important que no s'ha pogut solucionar, els factors "d'emissió" corresponents. Si bé és cert que s'ha aconseguit una base de dades de conversions entre les àrees utilitzades, segons una classificació de cinc tipus de terra, i l'empremta ecològica d'utilitzar aquestes, no s'ha pogut trobar documentació, en les institucions referents en la petjada ecològica, de com aplicar aquestes conversions ni una metodologia clara i unificada per a les diferents petjades ecològiques. Arribats a aquest punt, es decideix seguir per un altra banda i reformular el projecte, considerant que no es té prou temps disponible per a fer una enquesta per a poder tenir una mostra prou gran de l'univers d'estudi.

Per aquests motius es planteja una nova planificació del projecte amb les fases i tasques explicades a continuació.

### **F1: Normativa**

**Recerca de la norma ISO 14064:** tracta de buscar la normativa que s'aplica com calcular la petjada de carboni. **Llegir la norma:** llegir la norma ISO 14064 per a la posterior aplicació. **Recerca i lectura de la normativa nZEB:** buscar la normativa que regula els edificis d'energia quasi nul·la, tant europees com espanyoles, si apliquen.

### **F2: Preparació de l'anàlisi**

**Sol·licitud d'informació:** petició d'informació al TecnoCampus dels recursos usats i del consum d'energia de les instal·lacions. **Anàlisi dades TCM:** anàlisi de les dades rebudes i preparació per al càlcul de la petjada. **Recerca de petjades:** recerca de les petjades de CO<sub>2</sub> d'altres centres educatius a Espanya.

### **F4: Càlcul**

**Càlcul petjada de carboni:** el càlcul pròpiament dit de la petjada de carboni tenint en compte els resultats obtinguts amb anterioritat. **Càlcul dins els barems nZEB:** el càlcul de l'energia consumida del TecnoCampus en mesures de la normativa nZEB.

### **F5: Resultats i millores**

**Comparació de les petjades:** comparar la petjada de carboni del TecnoCampus amb petjades de carboni de centres educatius (a poder ser universitaris). **Proposta de millores:** proposta de millores de les instal·lacions per a reduir la petjada de carboni i aconseguir una classificació nZEB de l'edifici TCM1.





## **11 Impacte mediambiental**

L'impacte mediambiental d'aquest projecte és positiu. Cal tenir en compte que, per a realitzar-lo, tan sols s'ha fet ús d'un ordinador i l'electricitat que aquest necessita per a funcionar. Tot i ser cert que l'ús de l'electricitat té un impacte mediambiental, cal tenir en compte la provinença d'aquesta electricitat i si el seu ús és o no responsable, optimitzant al màxim les hores de treball. Per altra banda cal dir que, tenint en compte l'objectiu del projecte, es vol aportar un canvi a la societat, per aconseguir unes disciplines més sostenibles segons la legislació vigent i, per tant, tenir un impacte positiu en el medi ambient i en contra el canvi climàtic.



## 12 Conclusions

A mode de conclusions s'ha volgut fer una avaluació exhaustiva dels objectius marcats en el capítol 5 del projecte, marcant el grau d'assoliment del propi objectiu i valorant la tasca realitzada per a cada un d'aquests. També es vol aportar un punt de vista intern sobre les millores que es poden afegir al projecte i properes passes a seguir per a fer de l'edifici TCM1, i del TecnoCampus en general, un entorn més sostenible.

### 12.1 Avaluació dels objectius

Del primer objectiu, *Calcular la petjada de carboni del TecnoCampus*, s'ha desenvolupat un estudi de l'emissió de CO<sub>2</sub>, en tones l'any, del TecnoCampus tenint en compte les diferents fonts d'emissió de gasos d'efecte hivernacle, tant directes com indirectes, situant-les en el seu abast corresponent (abast 1 i abast 2). Tot i que no és estrictament necessari per al càlcul de la petjada de carboni tal i com la defineix l'estat espanyol, també s'han comptabilitzat aquelles fonts d'emissió que s'escapen del control del TecnoCampus i que, per tant, cauen en l'abast 3, sent aquestes les del TubVerd, tot diferenciant-les de les anteriors. Com a addició a aquest objectiu s'ha fet una comparativa del TecnoCampus amb altres centres educatius amb la petjada de carboni calculada per a retratar, de manera qualitativa, la realitat de la universitat. Per tot, es conclou que l'objectiu s'ha assolit satisfactòriament.

Del segon objectiu, *Estudiar la distància entre un edifici d'energia quasi nul·la i l'edifici TCM1 del TecnoCampus*, s'han aportat els barems que qualifiquen un edifici com a nZEB i se n'ha donat una definició. A més a més s'ha definit com aquest edifici encaixa dins la legislació d'edificis d'energia quasi nul·la i, per tant, si es defineix o no com a tal. Per tant, es considera que l'objectiu ha estat assolit.

Del tercer objectiu, *Proposar accions de millora per a la reducció de la petjada de carboni del TecnoCampus*, no s'ha pogut presentar una proposta de millora per a la reducció de les emissions de diòxid de carboni del TecnoCampus degut a que la pròpia petjada de carboni s'ha considerat suficientment baixa en l'actualitat i, com s'ha explicat, ha quedat sobredimensionada. Es considera, tot i així, que s'hauria de fer un estudi més exhaustiu de com aplica el consum d'energia del TubVerd a les emissions de CO<sub>2</sub>, per poder avaluar l'impacte real de la universitat en el medi ambient per l'ús d'aquest servei.

Per aquests motius es considera que, més que l'objectiu no hagi estat assolit, no s'ha pogut treballar amb prou profunditat com per poder-lo avaluar.

Del quart objectiu, *Proposar accions de millora per a l'assoliment de la qualificació nZEB del TecnoCampus*, s'ha presentat de manera raonada una proposta de millora per a la qualificació del TecnoCampus com a edifici nZEB, identificant els consums d'energia que fan quedar el TecnoCampus fora de la classificació nZEB i proposant canvis per a complir amb la normativa vigent. Per tant, es conclou que l'objectiu s'ha satisfet de manera satisfactòria.

### **12.1.1 Millores i properes passes**

En el punt en el qual es troba el projecte es considera que hi ha diferents passos a seguir per a millorar la informació obtinguda.

Per començar, cal aprofundir en aquell objectiu que s'ha exposat i avaluat com a no treballat. Es fa referència al tercer objectiu, el qual parla de proposar millores per a la reducció de la petjada de carboni. Si bé és cert que aquesta és considerablement petita, cal tenir en compte quin dels consums d'energia és el que té més impacte mediambiental (és evident que en el present aquest consum és el del TubVerd, tan de distribució de fred com de calor) i intentar-ne reduir o el consum, o el factor d'emissió associat. Com ja s'ha explicat amb anterioritat, es considera que el valor utilitzat per a fer el càlcul d'emissions de carboni del TubVerd associades al TecnoCampus és més elevat del que cabria esperar. Per això es proposa una tasca conjunta entre TubVerd i el TecnoCampus per intentar minimitzar la petjada d'ambdues institucions. A més a més, tot i que ja es té constància que hi ha mesures de prevenció per al consum energètic, tant de calefacció com de refrigeració, es proposa que s'estudiï les costums humanes, d'estudiants, docents i treballadors, en l'ús d'aquests recursos, fent també conscienciació sobre les seves conseqüències.

La següent proposta que es planteja, per a continuar amb la tasca ja començada, és la de fer un projecte amb cara i ulls sobre el dimensionat d'una instal·lació fotovoltaica en les instal·lacions del TecnoCampus. Tot i que s'hagi fet un primer pressupost, es creu fermament que aquest projecte dona un valor afegit a la institució important. I es considera que no només cal contemplar l'edifici del TCM1, també es creu oportú dimensionar aquesta instal·lació a tots els edificis els quals pertanyen al TecnoCampus, per reduir la dependència en les comercialitzadores, aconseguir un o més edificis d'energia zero i, fins

i tot, ser l'inici d'una comunitat energètica sostenible per a l'entorn de la universitat i la ciutat.

Per últim, es vol constatar que l'indicador de la petjada ecològica del TecnoCampus, tot i que no té una implicació directa a la petjada de carboni, sí que pot ser útil per a il·lustrar a totes les persones usuàries de les instal·lacions com el seu costum en el consum de les energies afecta al planeta i com canviant aquests costums es pot reduir l'empremta de l'esser humà en el planeta. Així doncs, es creu que l'estudi de la petjada ecològica de totes les persones usuàries de les instal·lacions i, per tant, de la pròpia universitat, és un estudi recomanable i profitós per aquesta.



## 13 Referencias

1. **Ambiente, Ministerio del Medio.** Huella de carbono. *Ministerio del Medio Ambiente*. [En línea] [Data: 30 / Gener / 2022.] <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-7-huella-de-carbono/>.
2. *International review of district heating and cooling.* **Werner, Sven.** 617 - 631, Halmstad : Energy, 2017, Vol. 137.
3. **Ajuntament de Mataró.** tubverd. *Aigües de Mataró*. [En línea] 2021. [Data: 14 / 5 / 2022.] <https://www.aiguesmataro.com/tubverd/ca>.
4. **EPBD.** DIRECTIVE 2010/31/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL. *Official Journal of the European Union*. [En línea] 19 / Maig / 2010. [Data: 5 / Maig / 2022.] <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EN:PDF>.
5. **Secretaria general de la Comisión Europea, D.<sup>a</sup> Martine DEPREZ,** *ANEXOS de la Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del.* Brussel·les : s.n., 2021.
6. **Documento Básico HE.** *Ahorro de energía.* [En línea] Juny / 2017. [Data: 2 / Juny / 2022.] <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DcmHE.pdf>.
7. **Organización Internacional de Normalización.** *Gases de efecto invernadero Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero (UNE-EN ISO 14064).* 2018.
8. **Ministerio para la Transición Ecológica.** *GUÍA PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO Y PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA DE UNA ORGANIZACIÓN.* Madrid : s.n., 2017.
9. **Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia.** Circular 1/2018, de 18 de abril, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se regula la gestión del sistema de garantía de origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia. *Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado*. [En línea] 27 / Abril / 2018. [Data: 19 / Maig / 2022.] [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2018-5717](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2018-5717).

10. Cedó, Fede. TecnoCampus, deu anys d'èxits. *La Vanguardia*. 2020.
11. El Economista. Ranking de Empresas del sector Comercio de energía eléctrica. *elEconomista.es Ranking de Empresas*. [En línia] [Data: 1 / Juny / 2022.]
12. Unibersities and COLleges Climate Commitment for Scotland. eauc The Alliance for Sustainability Leadership in Education. [En línia] Novembre de 2020. [Citado el: 22 de Maig de 2022.] [http://www.eauc.org.uk/file\\_uploads/uccdfs\\_unit\\_converter\\_v1\\_3\\_1.xlsx](http://www.eauc.org.uk/file_uploads/uccdfs_unit_converter_v1_3_1.xlsx).
13. creara. Sistemas de climatización: de los rendimientos a las tasas de refrigerantes. *Creara Energy Experts*. [En línia] 12 / Abril / 2018. [Data: 30 / Maig / 2022.] <https://www.creara.es/post/nuevas-tecnologias-climatizacion-rendimientos-tasas-refrigerantes/>.
14. Ministeri per a la Trancisió ecològica i el repte demogràfic. Organizaciones y proyectos. [En línia] 2022. [Data: 14 / Maig / 2022.] <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/organizaciones-proyectos.aspx>.
15. Diari Oficial de la Unió Europea. *Directiva relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables*. Estrasburg : s.n., 2018.
16. David Pérez, Víctor Cervantes, Lucas Mozetic, Alejandro Morell, Marta Martín. *Evaluación del potencial de energía solar térmica y fotovoltaica derivado del cumplimiento del Código Técnico de Edificación*. Madrid : s.n., 2011.
17. Ecological Footprint. *Global Footprint Network*. [En línia] 2022. [Data: 20 / Gener / 2022.] <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/>.
18. López-Roldám, Pedro i Fachelli, Sandra. *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Bellaterra : Universitat Autònoma de Barcelona, 2015.
19. NTP 283: *Encuestas: metodología para su utilización*. Sociales, Ministerio de Trabajo y Asuntos. Madrid : s.n., 2019.
20. Pursell, Shelley. Guía completa para el análisis de datos. *Marketing*. [En línia] 2021. [Data: 27 / Gener / 2022.] <https://blog.hubspot.es/marketing/analisis-de-datos>.



**21. Brad Ewing, David Moore, Steven Goldfinger, Anna Oursler, Anders Reed, Mathis Wackernagel. *ECOLOGICAL FOOTPRINT ATLAS 2010*. s.l. : Global Footprint Network, 2010.**

**22. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. *Factores de emisión. Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción*. Madrid : s.n., 2022.**