

Estudi del metabolisme energètic i de recursos de l'aviari del Zoo de Barcelona.

Mesures cap a la sostenibilitat.

Mireia Abad Marí, Griselda Anglada Ortiz, Francisca Balle Llabrés, Catalina de Mata Borràs

SOMSOA

Treball de fi de Grau

Ciències Ambientals

Bellaterra, Febrer de 2015

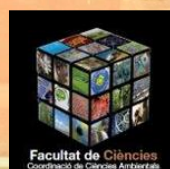
Tutors i cotutors :

Joan Rieradevall

Almudena Hierro

Martí Boada

Jordi Duch



**Estudi del metabolisme energètic i de recursos
de l'aviari del Zoo de Barcelona.**

Mesures cap a la sostenibilitat.

Ciències Ambientals

UAB

**Mireia Abad Marí, Griselda Anglada Ortiz, Francisca Balle
Llabrés, Catalina de Mata Borràs**

SOMSOA

The man with a new idea is a crank until the idea succeeds

Mark Twain

Agrair al Zoo de Barcelona i als seus treballadors, en especial a l'Héctor López, la disposició, ajuda i col·laboració durant aquests mesos.

Agrair també als membres de la unitat de projectes de Ciències Ambientals de la Universitat Autònoma de Barcelona: Dr. Martí Boada, Dr. Jordi Duch, Dra. Almudena Gutiérrez i Dr. Joan Rieradevall pels seus consells.

I agrair molt especialment als nostres familiars i amics, pel suport i paciència.

ÍNDEX.

1. ANTECEDENTS	8
1.1. El Zoo de Barcelona	9
1.1.1. Breu història	9
1.2. L'Aviari	12
1.3. Tendències globals dels zoològics cap a la sostenibilitat	15
1.3.1. Zoològics del món. Mesures ambientals que promouen la sostenibilitat.	16
1.4. Climatologia de Barcelona	22
1.4.1. Temperatura	22
1.4.2. Pluviometria	23
1.4.3. Radiació incident	24
1.5. Marc legal	25
1.5.1. Normativa referida a energies i noves energies	25
1.5.2. Normativa referida a eficiència i estalvi	25
1.5.3. Normativa relativa a residus	26
1.5.4. Normativa relativa a zoològics	27
2. JUSTIFICACIÓ	28
3. OBJECTIUS	30
3.1. Objectius generals	31
3.2. Objectius específics	31
4. METODOLOGIA	32
4.1. Recerca d'informació	33
4.2. Estimació de dades de consum	34
4.3. Tractament i anàlisi de dades	34
4.4. Propostes de millora	35
5. RESULTATS I DISCUSSIÓ	36
5.1. Metabolisme energètic del Zoo i del sistema aviari	38
5.1.1. Estudi del vector elèctric	39
5.1.1.1. Dades històriques de consum	39
5.1.1.2. Estimació del consum elèctric de l'aviari	42
5.1.2. Estudi del vector gas natural	47
5.1.2.1. Dades històriques de consum	48
5.1.3. Estudi del consum energètic total	52
5.1.3.1. Dades històriques de consum	52

5.1.3.2. Estimació del consum energètic total de l'aviari	53
5.1.4. Emissions de CO ₂ derivades del consum energètic.....	53
5.1.4.1. Estimació de les emissions de CO ₂ derivades de l'aviari.....	55
5.2. Consum i ús de l'aigua del Zoo i del sistema aviari	55
5.2.1. Dades històriques de consum	56
5.2.2. Estimació del consum hídric de l'aviari	57
5.3. Flux d'aliments del sistema aviari	61
5.4. Flux de residus del sistema aviari.....	64
5.5 Integració dels vectors analitzats del Zoològic i del sistema aviari.....	66
6.CONCLUSIONS	68
7.PROPOSTES DE MILLORA	71
7.1. Fitxes de propostes de millora	77
7.1.1.Instal·lació plaques solars fotovoltaïques	77
7.1.2. Substitució de bombetes halògenes per LEDs	78
7.1.3. Substitució dels electrodomèstics per altres de baix consum	80
7.1.4. Difusors a les aixetes	81
7.2. Integració de les propostes de millora.....	82
8. BIBLIOGRAFIA	84
9. PROGRAMACIÓ	88
10. PRESSUPOST	90
11. PETJADA DE CARBONI	92
12. ANNEXOS.....	94
12.1. Inventari espècies aviari.....	95
12.2. Inventari elèctric	96
12.3. Fitxa per a la quantificació del consum hídric.....	97
12.4. Inventari aliments	98
12.5. Fitxa per a la quantificació dels residus	98
12.6. Fitxa tècnica placa solar fotovoltaica	99
12.7. Fitxa tècnica placa solar tèrmica	100

ÍNDEX DE FIGURES

1. ANTECEDENTS

1.1. Mapa localització del Zoo dins la ciutat de Barcelona	11
1.2. Mapa localització del Zoo dins el Parc de la Ciutadella	11
1.3. Localització de l'aviari dins el Zoo.....	12
1.4. Comparació abans i després de la reforma del 2002.....	13
1.5. Representació gràfica de l'edifici aviari	13
1.6. Imatge de les claraboies del terrat de l'aviari.....	14
1.7. Mapa Associacions de Zoològics.....	16
1.8. Plaques fotovoltaïques del Zoo de Perth.....	17
1.9. Logos de Heritage Enviromental Management Company.....	18
1.10. Tractament de compostatge del Zoo de Sao Paulo.....	19
1.11. Planta de tractament d'aigua del Zoo de Sao Paulo.....	19
1.12. Terrat verd del Zoo de Toronto.....	20
1.13. Ice Bear del Zoo de Toronto	20
1.14. Panell solar del Zoo de Cincinnati.....	21
1.15. Temperatura mitjana anys 2010-2013.....	23
1.16. Pluviometria mitjana anys 2000-2013.....	23

2. JUSTIFICACIÓ

3. OBJECTIUS

4. METODOLOGIA

4.1. Metodologia general del projecte.....	33
--	----

5. RESULTATS I DISCUSSIÓ

5.1. Representació gràfica de la superfície coberta pels punts de subministrament de gas natural, electricitat i aigua associats al sistema aviari.....	37
5.2. Metabolisme energètic i de recursos del zoo i de l'aviari.....	38
5.3. Metabolisme energètic del Zoo i de l'aviari.....	38
5.4. Evolució del consum elèctric mensual del Zoo.....	40

5.5. Consum elèctric anual del Zoo.....	40
5.6. Evolució del consum elèctric mensual del punt de subministrament.....	41
5.7. Consum elèctric anual del punt de subministrament.....	41
5.8. Evolució del consum mensual de gas natural del Zoo.....	48
5.9. Consum del gas natural anual del Zoo.....	48
5.10. Consum de gas natural anual i evolució al llarg de l'any al punt de subministrament.....	49
5.11. Percentatge del consum de gas natural de l'aviari respecte el total del Zoo.....	49
5.12. Variació del rendiment del captador solar en funció de la temperatura reduïda	51
5.13. Consum energètic anual del Zoo.....	52
5.14. Consum energètic anual del punt de subministrament.....	53
5.15. Emissions associades al consum energètic del Zoo i del punt de subministrament.....	54
5.16. Metabolisme del vector hídric del Zoo i de l'aviari.....	55
5.17. Evolució del consum hídric mensual del conjunt del Zoo.....	56
5.18. Consum hídric anual del total del Zoo.....	57
5.19. Numeració de les instal·lacions de l'aviari.....	58
5.20. Metabolisme de recursos. Consum d'aliments a l'aviari.....	61
5.21. Metabolisme de recursos. Generació de residus a l'aviari.....	64
5.22. Diagrama del metabolisme energètic i de recursos del Zoo i del sistema aviari.....	66
6. CONCLUSIONS	
7. PROPOSTES DE MILLORA	
7.1. Esquema del metabolisme energètic i de recursos de l'aviari amb l'aplicació de les propostes de millora.....	82
8. BIBLIOGRAFIA	
9. PROGRAMACIÓ	
10. PRESSUPOST	
11. PETJADA DE CARBONI	
12. ANNEXOS	

ÍNDIX DE TAULES

1. ANTECEDENTS

1.1. Comparació mesures ambiental cap a la sostenibilitat dels diferents zoos seleccionats....	17
1.2. Normativa europea, estatal i autonòmica en matèria d'energies i noves energies, eficiència i estalvi, residus i zoològics.....	27

2. JUSTIFICACIÓ

3. OBJECTIUS

4. METODOLOGIA

5. RESULTATS I DISCUSSIÓ

5.1. Punts de subministrament elèctric existents al Zoo i potència contractada.....	39
5.2. Inventari i estimació del consum elèctric de l'aviari.....	43
5.3. Factor de correcció K en funció de la inclinació a una latitud de 41º.....	46
5.4. Punts de subministrament de gas natural existents al Zoo i tarifa contractada.....	47
5.5. Factors d'emissió del Mix elèctric Peninsular 2010-2013.....	54
5.6. Punts de subministrament existents al Zoo i cabal nominal contractat.....	56
5.7. Cabal de cada una de les mànegues i l'aixeta.....	58
5.8. Estimació del consum diari d'aigua.....	59
5.9. Relació consum aigua-superfície instal·lacions de les aus.....	60
5.10. Productes frescos que es consumeixen a l'aviari mensualment.....	62
5.11. Presa viva que es consumeix a l'aviari mensualment.....	63
5.12. Pinsos que es consumeixen a l'aviari mensualment.....	63
5.13. Quantitat de residus generats a l'aviari diàriament.....	64
5.14. Quantitat anual de residus generats a l'aviari estimats i residus totals generats al Zoo..	65
5.15. Resultats obtinguts per a cada un dels vectors estudiats al Zoo, al punt de subministrament (PS) associat i a l'aviari.....	67

6. CONCLUSIONS

7. PROPOSTES DE MILLORA

7.1. Propostes de millora classificades per vectors destinades a la reducció del consum de l'aviari.....	72
--	----

7.2. Criteris emprats per a la selecció de propostes de millora.....	72
7.3. Mètode de valoració quantitativa dels criteris establerts.....	73
7.4. Definició del mètode de valoració per a cada criteri per a la selecció de propostes de millora.....	74
7.5. Valoració final de les propostes de millora plantejades per a la reducció del consum dels vectors estudiats del sistema aviari segons els criteris establerts.....	75
7.6. Propostes de millora amb un resultat igual o superior a deu a la valoració quantitativa...	76
7.7. Equivalències entre halògens i LEDs per a il·luminació interior.....	78
7.8. Preu per unitat dels LEDs segons la seva potència.....	78
7.9. Consum elèctric pels halògens i consum amb la substitució per LEDs.....	79
7.10. Consum anual pels electrodomèstics i consum amb la substitució per electrodomèstics de baix consum.....	80
8. BIBLIOGRAFIA	
9. PROGRAMACIÓ	
10. PRESSUPOST	
11. PETJADA DE CARBONI	
11.1. Càlcul de les emissions de CO ₂ equivalent associades a la realització del projecte.....	92
12. ANNEXOS	

1. ANTECEDENTS

1.1. El Zoo de Barcelona

1.1.1. Breu història

Finals del segle XIX.

La institució del Zoo de Barcelona va obrir les portes al públic per primera vegada l'any 1892, quan Lluís Martí i Codolar, fundador del Banc Hispano Colonial i conseller de diverses empreses de ferrocarrils, cedí la seva col·lecció d'animals tant exòtics com autòctons a l'ajuntament de Barcelona. Aquest en va aprovar la seva instal·lació al Parc de la Ciutadella, un recinte de propietat pública situat al barri de Ciutat Vella, recinte de l'Exposició Universal de 1888. Francesc Darder, naturalista, taxidermista i amant dels animals, va ser nomenat Director de la institució.

L'any 1893, sense perdre l'objectiu d'entreteniment i esbarjo de la institució, la Junta Tècnica del Museu de Ciències Naturals i Jardins Zoològics i Botànics de Barcelona el declarà espai urbà públic amb l'objectiu de garantir-ne el seu caràcter científic. El 1899 el Zoo es distribuïa en 3 seccions: primats, animals aquàtics i grans quadrúpedes, a més d'aus com ànecs i gallines, que eren la principal font de finançament amb la venda dels seus ous i plomes.

Principis del segle XX.

El 1909 es va inaugurar l'antic aquari de la Ciutadella, laboratori ictiogènic dedicat a la cria de peixos. Entre els anys 1917 i 1919 la direcció del Zoo va passar a les mans del fill de Darder, Jeroni Darder, juntament amb **Pere Màrtir Rossell** com a conservador del Zoo.

Per primera vegada, l'any 1927, l'entrada al Zoo va ser de pagament, una nova font de finançament que va permetre introduir millores a les instal·lacions. A més, amb **l'Exposició Internacional** que es va celebrar l'any 1929 es va iniciar una **gran època pel finançament del Zoo**: s'incrementà la col·lecció d'animals, s'amplià el recinte i es milloraren les instal·lacions. Dècada dels 30.

El 1931 Rossell n'assumí la direcció amb la idea de concebre el Zoo no com una col·lecció d'animals sinó com un **jardí zoològic**. Aquesta idea pretenia canviar d'ubicació el Zoo però amb el començament de la guerra civil el projecte quedà paralitzat.

L'any 1934 la Junta aprovà uns nous estatuts on es va establir l'objectiu "exhibir, investigar i divulgar els principals tipus biològics que caracteritzen les faunes exòtiques sense menysprear l'exhibició de les espècies i races pròpies del territori, vetllant per la conservació i per mitjà d'aquestes activitats, estimular al poble coneixent la zoologia".

Sumit en les penúries de la postguerra, el Zoo no va començar a recuperar la seva esplendor fins el 1956, amb l'impuls de modernització que va rebre gràcies a l'aprovació d'un projecte per a la seva reforma i ampliació, sota la direcció d'**Antoni Jonch i Cuspinera**. Les gàbies

tradicionals van ser substituïdes per espais amplis i més adequats a les necessitats dels animals, intentant reproduir una mica més els seus hàbitats naturals.

Anys 60 i 70.

El 1959 s'aprovaren els estatus del **Servei municipal del Zoo** amb la constitució d'un **Consell Administratiu** i la creació d'una institució científica que regulava els intercanvis d'animals entre zoos, l'oferta educativa i cultural a la ciutat i l'especialització dels estudis en la biologia dels primats.

El 1960 el Zoo de Barcelona es va posicionar com a institució pionera a Europa amb la construcció del primer delfinari.

L'any 1970 va ser creat el Departament d'Educació i el Zoo encapçalà els projectes per crear un **gran centre biològic animal a Barcelona** amb la col·laboració del món universitari i del CSIC. Ja el 1975 es va inaugurar un **centre educatiu** per transmetre els valors de respecte als animals i a la natura.

Dècada dels 80.

A partir de 1980 el **Zoo es va anar incorporant progressivament als organismes internacionals** dedicats a la protecció de la natura, com la Unió Internacional per a la conservació de la natura o Unió Internacional de directors de Zoos.

L'any 1984 el Zoo es va convertir en societat privada i es va implantar una fórmula de patrocini per part d'empreses privades. El 1988 es va produir un canvi important de paradigma i es va inaugurar una nova etapa per als zoos de tot el món amb el naixement de l'Associació Mundial de Zoos i Aquaris (WAZA), encarregada de reivindicar els principis morals i ètics sobre el tracte als animals.

Dècada dels 90.

Als anys 90, i aplicant la filosofia de WAZA, el Zoo va millorar el seu espai, amb la creació de la granja per als nens, una ocelleria, la galeria dels primats, la casa dels titís, el pavelló dels felins, l'hospital veterinari i un dipòsit més gran per l'Aquarama.

Segle XXI.

L'any 2002 es va remodelar l'**aviari augmentant la seva superfície fins els 1200m²**. A més, continuava el debat sobre **el trasllat de part del Zoo al Fòrum** i, tot i els diversos plans d'ampliació i remodelació del Zoo, es van seguir prestant serveis i renovant instal·lacions al recinte del Parc de la Ciutadella.

Ja el 2003, el Zoo va adquirir un nou compromís cap als ciutadans de Barcelona intervenint activament en la conservació, la recerca científica i la divulgació, tres pilars que entronquen amb la filosofia de la WAZA i fan evolucionar el concepte de gàbia cap al d'instal·lacions més

modernes que reproduïxen l'hàbitat natural on es troben les espècies, seguint els criteris de sostenibilitat i enriquiment dels animals, més enllà de l'exhibició.

El Zoo a l'actualitat.

El recinte del zoo de Barcelona, amb una superfície de 14 hectàrees, es troba localitzat dins el Parc de la Ciutadella, al centre de Barcelona (Figura 1.1 i Figura 1.2).

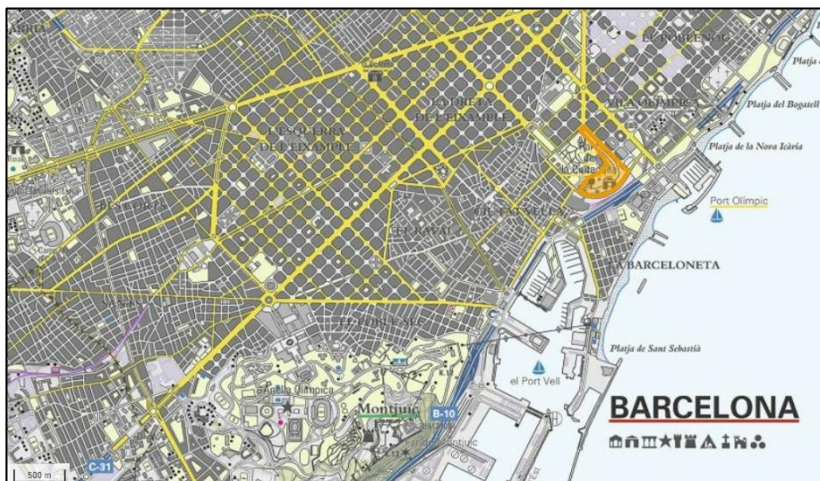


Figura 1.1. Mapa localització del Zoo dins la ciutat de Barcelona.



Figura 1.2. Mapa localització del Zoo de la dins del parc de la Ciutadella.

El zoològic allotja uns 2200 exemplars de més de 315 espècies, incloent mamífers, aus, rèptils i amfibis amb diferent estat de conservació segons el catàleg de la IUCN (International Union for Conservation Nature). Els animals es troben distribuïts en diferents espais segons les seves característiques i necessitats. Algunes de les instal·lacions presents al zoo són el terrari, el qual allotja una important col·lecció d'ambífis i rèptils, la terra de dragons, on es troben els dragons

de Komodo, la galeria de titís, la galeria de primats, el palmerar, que allotja una gran quantitat d'espècies psitaciformes, i l'aviari.

El zoo ha esdevingut una de les atraccions més destacades de Barcelona, aollint cada any més d'un milió de visitants. A més, el Zoo com a institució, participa en programes de sensibilització i conservació d'espècies amenaçades a nivell mundial, promou programes de beques tant per a la conservació com per a la recerca, donant suport a universitats i investigadors d'arreu del món. També realitza projectes de conservació amb fauna autòctona i al·lòctona, tot col·laborant amb altres administracions i organitzacions zoològiques.

L'escenari de futur del Zoo es basa en els conceptes bàsics marcats per l'Estratègia Mundial dels Zoos i Aquaris per a la Conservació, que insta als Zoos a incrementar les actuacions de conservació d'espècies in situ, i a desenvolupar programes de recerca tant in situ com ex situ.

1.2. L'Aviari

Aquest espai va ser creat durant la dècada dels anys 70 per tal d'encabir la col·lecció d'aus que representen els ambients dels diferents ecosistemes on habiten, com les selves americanes, asiàtiques o africanes. Es troba situat al costat de l'entrada del Parc de la Ciutadella, entre el palmerar i l'espai goril·les (Figura 1.3).

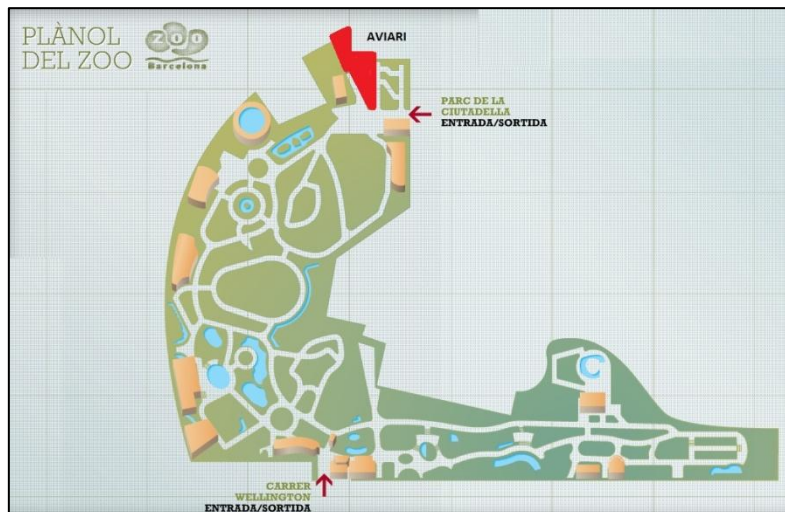


Figura 1.3. Localització de l'aviari dins del Zoo.

Es tracta d'un edifici construït sobre una superfície total de 1210 m² que va ser sotmès a una reforma integral l'any 2002. Aquesta va permetre millorar les condicions funcionals i estètiques de l'aviari i oferir una millora qualitativa en l'àmbit educatiu i comunicatiu. En primer lloc es va procedir a l'eliminació de barreres arquitectòniques, permetent així l'accés a persones discapacitades a les instal·lacions. En segon lloc, es va millorar la circulació interior del recinte gràcies a l'obertura d'una nova sortida, que va permetre que el recorregut es pogués realitzar en un sol sentit. Finalment es va portar a terme una reorganització interior de l'espai, que va permetre separar la circulació de treballadors i visitants, crear una sala de

projecció i reordenar la fauna seguint criteris biotòpics. A la figura 1.4 es poden observar alguns detalls de la reforma realitzada.



Figura 1.4. Comparació abans (fotografies de l'esquerra) i després (dreta) de la reforma del 2002.

Actualment aquest espai consta de 12 instal·lacions amb una trentena d'espècies (veure Annex 1), una sala de projeccions, una cuina, el passadís central de recorregut dels visitants i dos passadissos interiors destinats a la mobilitat dels treballadors (Figura 1.5).



Figura 1.5. Representació gràfica de l'edifici de l'aviari.

Cal tenir en compte que aquest edifici alberga aus tropicals amb unes necessitats tèrmiques i lumíniques específiques. Això implica l'existència de claraboies a la part superior de cada una de les instal·lacions, que permeten l'entrada de llum solar, necessària per les espècies. Les necessitats tèrmiques són cobertes per un sistema de calefacció, que permet mantenir la temperatura entre 24°C i 26°C durant tot l'any. A més, cada instal·lació disposa de diferents basses, les quals proveeixen les aus d'aigua dolça tant pel seu abeurament com perquè s'hi puguin remullar. L'aigua de les basses es canvia diàriament en el mateix moment en què es reguen les diferents espècies de flora presents dins de cada instal·lació el que permet regular la humitat.

Un altre aspecte important és la naturalització dels espais on habiten les aus. Les instal·lacions estan adaptades a les condicions ambientals dels ecosistemes naturals originaris de les aus, ja siguin selves asiàtiques, africanes o americanes. Aquesta naturalització s'aconsegueix tant amb l'ús de flora específica com amb la inserció d'elements característics com poden ser troncs, formiguers i roques.

El recinte de l'aviari consta també d'una cuina, on s'hi preparen les diferents dietes de cada una de les aus presents. Aquesta es troba connectada amb el recorregut públic mitjançant una finestra de vidre, això permet que els visitants puguin conèixer de primera mà en què consisteixen les dietes esmentades i que puguin veure com es preparen.

La zona de personal consta de dos passadissos localitzats a la part posterior de les instal·lacions, que permeten l'entrada a les mateixes sense interferir en el recorregut públic. A més, en aquesta zona s'hi troben totes les eines necessàries pels treballadors, així com alguns tipus de presa viva, com poden ser cucs o peixos. Un dels passadissos existents condueix, per una escala de cargol, al terrat de l'edifici on es troben, a més de la caldera de gas natural, les claraboies, les quals estan proveïdes d'un sistema d'obertura manual permetent així la regulació d'entrada d'aire en cas necessari. En la següent figura es poden observar les claraboies presents al terrat de l'edifici.



Figura 1.6. Imatge de les claraboies del terrat de l'aviari.

1.3. Tendències globals dels zoològics cap a la sostenibilitat

Durant el segle XIX, es van començar a construir els primers parcs zoològics amb l'objectiu d'esdevenir espais d'oci, amb exhibicions d'animals extravagants i exòtics per a les famílies de classe mitjana dels països colonials. Actualment, han anat evolucionant per tal d'arribar a ser un espai de recerca científica amb un fort compromís educatiu i ambiental.

El zoo de Barcelona és membre de diferents associacions mundials i europees, com són la World Association of Zoos and Aquaria (WAZA), la European Association of Zoos and Aquaria (EAZA), la International Union of Conservation of Nature (IUCN) i la European Association for Aquatic Mammals (EAAM).

WAZA

L'associació mundial de zoos i aquaris, creada l'any 2000, unifica els principis i pràctiques de més de mil zoològics i aquaris de tot el món i estableix les pautes per incrementar les pràctiques en matèria de conservació.

Els seus principals objectius són:

- Promoure la cooperació en matèria de conservació, manteniment i reproducció dels animals.
- Promoure l'educació i investigació ambiental i la conservació de la natura.
- Promoure la cooperació entre associacions nacionals i regionals i amb altres organitzacions.
- Promoure i utilitzar òptims patrons de maneig i benestar animal.

Una de les aportacions importants de la WAZA és l'Estratègia mundial de zoos i aquaris per a la conservació (WZCS) on s'estableixen normes i patrons a assolir pels zoos i aquaris, sempre enfocat a assolir avenços en matèria de conservació demostrables a llarg termini.

Pel que fa a sostenibilitat ambiental, l'associació ha realitzat l'informe "Sustainability to implement" per guiar en aquest aspecte als zoològics i aquaris que en formen part. En aquest, es llisten un seguit de possibles actuacions tenint en compte aspectes importants com la viabilitat econòmica, impacte ambiental i complexitat tècnica. En són un exemple la implantació de plaques fotovoltaïques, bombetes de baix consum, sistemes de captació d'aigües pluvials, consum de productes locals o amb distintiu de qualitat, com per exemple el certificat Marine Stewardship Council (MSC), que garanteix que el peix i el marisc provenen de pesqueres sostenibles, entre d'altres.

Tot i això, no deixen de ser simples suggeriments, els quals cada institució implantarà i gestionarà com cregui convenient i segons les seves possibilitats. Part dels zoològics que són membres d'aquesta associació, han aplicat millores ambientals mitjançant polítiques de reducció de consum d'aigua i d'estalvi energètic, així com la implantació d'energies renovables. De totes maneres, un dels motius pel qual encara no s'ha generalitzat l'aplicació de polítiques de sostenibilitat, és l'elevat cost d'inversió inicial que requereixen algunes d'aquestes mesures, així com la falta d'incentius per aplicar-les.

EAZA

L'Associació Europea De Zoos i Aquaris va ser creada el 1992, i té l'objectiu de facilitar la cooperació entre els zoològics i aquaris europeus (i també d'alguns països fronterers) promovent l'educació, investigació i conservació. Les seves funcions són similars a les de la WAZA però destaca pels seus programes de cria d'animals amenaçats (European Endangered Species Program i European Studbooks) que permeten garantir la viabilitat i variabilitat genètica dels animals.

Aquestes són les associacions més importants on es troba el Zoo de Barcelona però n'existeixen més en altres regions del món. En la següent figura es mostra la seva distribució.

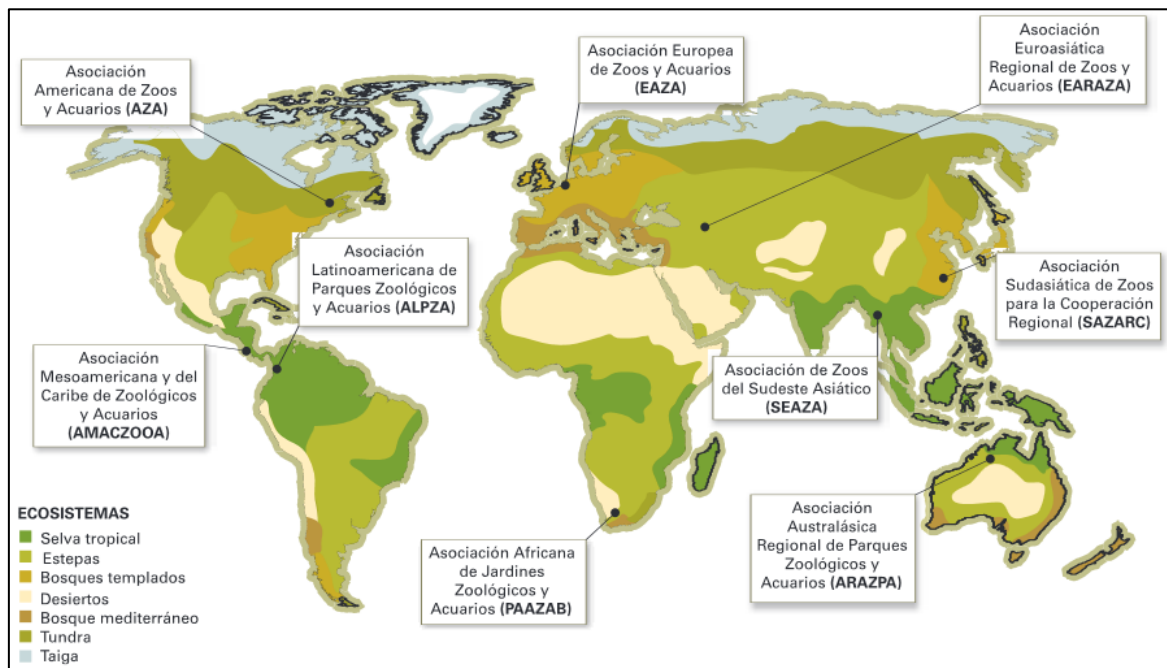


Figura 1.7. Mapa Asociaciones de zoológicos. Font: Guía para la aplicación de la Ley 31/2003 de conservación de la fauna silvestre en los parques zoológicos.

1.3.1. Zoològics del món. Mesures ambientals que promouen la sostenibilitat.

S'han seleccionat un seguit de zoològics representatius de diferents regions del món, amb condicions climàtiques variades, per tal d'analitzar les mesures ambientals que es porten a terme a cada un d'ells. Les polítiques ambientals d'aquests han estat comparades juntament amb les del Zoo de Barcelona, permetent l'anàlisi de les possibles mesures ambientals aplicables al zoològic (taula 1.1). Aquesta comparació ha estat possible gràcies a l'estudi previ de cada zoo en concret, el qual es detalla a continuació.

Taula 1.1. Comparació mesures ambientals cap a la sostenibilitat dels diferents zoos seleccionats.

ZOO	ESTALVI ENERGÈTIC	ESTALVI AIGUA	COMPOST	RECICLATGE	EDUCACIÓ AMBIENTAL	ENERGIES RENOVABLES			
						BIOMASSA	EÒLICA	GEOTÈRMIA	SOLAR
Perth (Austràlia)	✓	✓	✓	✓			✓		✓
Johannesburg (Sud Àfrica)	✓	✓	✓	✓					
Taipei (Tailàndia)	✓	✓		✓	✓				
São Paulo (Brasil)		✓	✓	✓					
Toronto (Canadà)	✓	✓	✓	✓				✓	
Cincinnati (Ohio)	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Nova York	✓	✓	✓	✓					
Londres	✓	✓	✓	✓					
Loro Parque, Tenerife	✓	✓	✓	✓		✓			✓
Barcelona	✓	✓	✓	✓	✓				

Zoològic de Perth (Austràlia)

La ciutat de Perth està situada al sud-oest d'Austràlia. El seu zoològic va obrir portes al públic per primera vegada l'any 1898 i té actualment una extensió de 17 hectàrees.

Aquest zoo dóna gran importància a l'impacte ambiental que generen les seves instal·lacions, així com a la conservació dels hàbitats naturals i la biodiversitat. Una de les mesures dutes a terme per fer front a aquest impacte va ser el desenvolupament d'un Pla d'Acció en Sostenibilitat l'any 2011, que identificà les àrees clau on es podien aplicar un seguit de mesures de gestió de residus, d'estalvi energètic i d'aigües i d'implantació d'energies renovables.

Pel que fa a energia solar, la instal·lació de plaques solars fotovoltaïques realitzada entre 2010 i 2011 i remodelada l'any 2012, consta d'un total de 755 panells solars, els quals subministren una potència total de 237,4 kW. Proporcionen de mitjana un 18% de l'energia elèctrica total que consumeix el Zoo, encara que els dies assolellats arriben a proporcionar-ne un 30%. A més, tenen realitzat un esquema dels punts de consum elèctric del Zoo per facilitar la identificació de malbaratament d'energia.



Figura 1.8. Plaques fotovoltaïques zoo de Perth. Font: web del zoològic.

En matèria d'aigua, el 2010 es construí un sanitari ecològic amb un dipòsit de captació d'uns 76.000 litres d'aigua de pluja, de la qual el valor anual mitjà de la regió és de 780 litres. El sanitari obté l'energia a partir de plaques solars i d'un aerogenerador. També es va instal·lar un sistema de monitorització per identificar fuites d'aigua.

La gestió de residus propis del zoo permet reciclar cartró, plàstic, paper, llaunes d'alumini, bateries i ferralla; a més, s'ha desenvolupat un sistema de compostatge, amb el qual estalvien aproximadament 40000 \$/any i l'abocament de 500 m³ de residus.

Johannesburg City Parks and Zoo (sud Àfrica)

El zoològic de Johannesburg està situat a Sud Àfrica i va ser inaugurat l'any 1904. Actualment ocupa un espai de 55 hectàrees.

El zoo no va començar a preocupar-se per la sostenibilitat de les seves instal·lacions fins fa ben poc, mitjançant activitats d'educació ambiental per a conscienciar els més petits i aplicant mesures per a la reducció de consum de recursos.

Pel que fa a l'àmbit de residus, s'apliquen mesures d'estalvi de recursos basades en el reciclatge i la reducció de la quantitat d'aquests que va a parar directament a abocadors. A més, el zoo és membre de Petco, una associació dedicada al reciclatge de PET. També es duen a terme processos de compostatge, el producte del qual s'utilitza als seus jardins.

L'estalvi d'aigua es duu a terme mitjançant l'ús de biofiltres naturals per a la creació dels hàbitats de les espècies més petites, com els insectes i els amfibis. Aquest sistema de biofiltrat també està implantat a l'estanc de la gàbia dels tigres. A més, es capta l'aigua de la pluja que no s'utilitza per a regar durant els mesos d'hivern, ja que durant els mesos d'estiu la pluviometria a Johannesburg és molt baixa.



El zoo de Johannesburg ha estat certificat com a "Zoo responsable amb el medi ambient" pel Patrimoni de Gestió Ambiental (Heritage Environmental Management Company).

Figura 1.9. Logos de Heritage Environmental Management Company.

Taipei Zoo (Tailàndia)

Aquest zoològic, situat a Tailàndia i inaugurat l'any 1914, ocupa actualment una àrea de 165 hectàrees. El parc realitza una important tasca educativa, supervisada pel departament d'ensenyament del govern, basada en el reciclatge i la reutilització de residus, estratègies d'estalvi d'aigua i construccions eficients energèticament.

A part de l'educació ambiental, aquest zoo ha invertit en millores aplicades al consum d'aigua i al consum d'energia.

En termes de millores aplicades al consum d'aigua, els equips han estat renovats per d'altres més eficients, a banda de recircular l'aigua provinent de la pluja, disminuït així el consum d'aigua de la xarxa. Amb aquestes remodelacions, el consum de l'aigua s'ha reduït un 11%

(dada de l'any 2012). Aquest aprofitament d'aigua de pluja és favorable ja que el clima subtropical humit característic, presenta una gran estacionalitat pluviomètrica al llarg de l'any. En termes de millores energètiques, el zoològic ha substituït els fluorescents T8 utilitzats al recinte per fluorescents T5, que generen un consum menor, a banda d'utilitzar bombetes LED per indicar les sortides d'emergència. Per mantenir una eficiència energètica adequada, el zoo duu a terme de forma regular el manteniment del sistema d'aire condicionat. Amb aquestes mesures, el zoo ha aconseguit una reducció del 2% en l'ús d'energia (dada de l'any 2012).

Fundação Parque Zoológico de São Paulo (Brasil)

És un zoològic situat a São Paulo, la ciutat més poblada de Brasil, que va ser inaugurat l'any 1958. Actualment ocupa una zona de 824529 m², esdevenint el zoo més gran d'Amèrica Llatina.

L'àrea on es situa el parc és d'excel·lent importància natural i històrica pel que fa a la conservació. Per aquest motiu, l'any 2006 es va implementar el Sistema de Gestió Ambiental (SGA) que va obtenir la certificació ISO 14001:2004. Aquest reconeixement s'ha aconseguit mitjançant l'aplicació de mecanismes d'estalvi d'aigua i d'aprofitament de residus orgànics, principalment. Pel que fa a aquests últims, des de l'any 2003 es va implantar la *Unitat de Producció de Compost Orgànic (UPCO)*, un centre de tractament de residus orgànics procedents del parc zoològic i del Safari Zoo. El destí d'aquest compost orgànic és la Divisió de Producció Rural, que produeix hortalisses, farratges i altres aliments per als animals del zoo. Per dins el parc també hi ha situats estratègicament contenidors per al reciclatge d'envasos de plàstic, metall, paper, residus orgànics i rebuig.



Figura 1.10. Tractament compostatge del zoo de Sao Paulo. Font: web del zoològic.



Com a mesures per a l'estalvi d'aigua potable, des de l'any 2007 la Fundació ha estat treballant en l'Estació de Tractament d'Efluents i la Planta de Tractament d'Aigua, que permet la reutilització de les aigües que s'usen a les activitats de neteja, a les instal·lacions dels animals i les conques d'abastiment d'aigües, reduint així al mínim el consum d'aigua potable de la xarxa pública.

Figura 1.11. Planta tractament d'aigua zoo de Sao Paulo. Font: web del zoològic.

Zoològic de Toronto (Canadà)

El Zoo de Toronto (Canadà) va ser inaugurat al públic per primera vegada l'any 1974 com a Zoològic Metropolità de Toronto i ocupa actualment 287 hectàrees.

Està molt compromès en la conservació i sostenibilitat de les seves instal·lacions, per aquest motiu les seves accions inclouen plans de finançament verds, promoció de programes verds i l'ús d'energies renovables.

Pel que fa als residus, es produeix compost i biogàs a partir de la fracció orgànica dels residus generats. Actualment es preveu la construcció d'una instal·lació de tractament de residus que ocuparà 3 hectàrees de terreny i que s'alimentarà amb 500kW de biogàs. Està previst que aquesta alimenti un terç de la demanda elèctrica del zoo i que redueixi les emissions de diòxid de carboni en 10.000 tones. Serà la primera planta de biogàs de propietat cooperativa a Canadà.

Pel que fa a l'ús d'energies renovables, l'any 2008 es va implantar un sistema per a l'obtenció d'energia geotèrmica a l'hàbitat dels macacos de cua de lleó, que té la funció d'escalfar o refredar les instal·lacions segons l'època de l'any.

Com molts altres zooks, s'utilitza una de les mesures més populars en termes d'estalvi d'aigua: els terrats verds. Consisteix en un sostre amb una o més membranes addicionals, amb la capa superior coberta per diferents tipus de vegetació. L'any 2008 el Zoo va construir un sistema de terrat verd de 111,5 m² a la part superior del pavelló d'Australàsia: refresca i neteja l'atmosfera, proporciona un hàbitat per a les aus i als insectes, ajuda a combatre el canvi climàtic, reté l'aigua de la pluja (uns 830 litres a l'any) i contribueix a l'estalvi energètic, ja que actua com a aïllant natural.



Figura 1.12. Terrat verd del zoo de Toronto. Font: web del zoològic.



Una altra iniciativa interessant d'estalvi energètic és la màquina d'emmagatzemar gel (Ice Bear): durant la nit s'utilitza energia elèctrica per formar un gran bloc de gel que serveix, de dia, quan les temperatures són més elevades, per fer-hi circular un corrent d'aire, el qual després de passar pel bloc de gel es refreda, estalviant així el consum d'energia derivat de l'ús de l'aire condicionat.

Figura 1.13. Ice Bear del zoo de Toronto. Font: web del zoològic.

Zoològic de Cincinnati (Ohio, EEUU)

El Zoo de Cincinnati i el Jardí Botànic estan dedicats a la conservació d'espècies, tant de flora com de fauna, des de l'any 1875. L'any 2010 va ser declarat "El Zoo més verd d'Amèrica". Actualment ocupa una zona de 26,5 hectàrees.

En els darrers anys el zoo ha reduït el consum d'energia en un 11% mitjançant, entre altres, la implantació d'energies renovables (plaques solars, pous per a l'obtenció d'energia geotèrmica, molins de vent per obtenir energia eòlica i biomassa) i canvis en l'enllumenat substituint els llums convencionals per LEDs.



Pel que fa a energia solar, alguns exemples són el panell solar situat a l'edifici del Centre d'Educació, aportant fins un 25% de l'energia que necessita l'edifici, i els panells de 10kW situats a la *Go Green Garden Exhibit* que, juntament amb la turbina de vent de 1,2 kW, proporcionen més d'un terç de la demanda energètica.

Figura 1.14. Panell solar al zoo de Cincinnati. Font: web del zoològic.

A l'històric Vine Street Village hi ha implantats 36 pous per a l'aprofitament d'energia geotèrmica, que contribueixen significativament al sistema de calefacció i refrigeració dels edificis situats en aquesta zona.

Pel que fa a l'aprofitament de biomassa, encara s'estan explorant diverses opcions, com substituir els vehicles que circulen per dins el parc per d'altres que consumeixin biodièsel generat amb l'oli sobrant de les cuines del zoo.

També s'han implantat tant sistemes d'estalvi d'aigua, com sistemes de drenatge i terrats verds, els quals contribueixen a captar emissions de CO₂.

Zoològic de Central Park (Nova York, EEUU)

Està situat a Central Park, a la ciutat de Nova York. El zoològic es va obrir al públic per primera vegada l'any 1860 com una casa de feres.

Aquest parc ha aplicat diversos sistemes d'eficiència energètica, tant en les instal·lacions, com en les oficines. En matèria d'aigua, el zoològic compta amb un sistema de filtració i recirculació d'aigua, estalviant així uns 600 m³ a la setmana. Per altra banda també s'han construït terrats verds. Per a reduir la seva petjada de carboni, es produeix compost a partir de les restes orgàniques i compten amb vehicles elèctrics per a la mobilitat de visitants i treballadors.

Zoològic de Londres (Regne Unit)

El Zoo de Londres és el zoològic científic més antic del món, inaugurat l'any 1828 i obert al públic l'any 1847, ocupant actualment una àrea de 15 hectàrees.

Aquest zoo compta amb un premi de turisme verd (*Gold-standard green tourism award*) i amb una ISO (*ISO14001 standard Environmental Management System*), gràcies a les mesures

d'estalvi energètic. Un exemple il·lustratiu d'aquesta mesura és l'hàbitat dels pingüins: està construït amb fusta FSC i el formigó necessari es va reduir en un 50% mitjançant l'ús de materials de rebuig.

Referent a l'àmbit d'aigües, s'està desenvolupant un nou sistema d'aprofitament d'aigües pluvials que consisteix en la recirculació de l'aigua de pluja emmagatzemada en un tanc d'uns 30000 litres per suplir les necessitats hídriques de les piscines dels rinoceronts.

Alguns dels aliments que subministren les instal·lacions de serveis es produeixen al mateix zoo mentre que la resta s'obté de proveïdors locals.

Loro Parque Tenerife (Espanya)

El parc va ser obert al públic per primera vegada l'any 1972. Aquest treballa la sostenibilitat en tres vessants: energia solar, reutilització de l'aigua i reutilització de residus.

La institució col·labora amb la "Agencia Insular de la Energía de Tenerife" i amb el "Instituto Tecnológico y de Energías Renovables de Tenerife". En matèria d'energia, el zoològic ha creat un parc fotovoltaic pel consum propi d'1 MW de potència al sud de la illa. Mitjançant aquestes plaques, es poden generar uns 2,8 MWh anuals i es deixen d'emetre aproximadament unes 1480 tones de CO₂ a l'any.

Per altra banda, en matèria d'aigua, el parc disposa d'un sistema propi de dessalinització de amb una planta d'osmosi que produeix 600000 litres d'aigua potable al dia, que s'usa per cobrir totes les necessitats del zoològic. A més, el parc disposa d'una planta depuradora amb una capacitat de 250000 litres cada hora.

En matèria de residus, el zoològic produeix compostatge a partir dels residus vegetals produïts a les seves instal·lacions i també compta amb cinc ecopunts amb contenidors específics per paper, restes orgàniques, vidres i envasos lleugers.

1.4. Climatologia de Barcelona

1.4.1. Temperatura

La comarca del Barcelonès té un clima mediterrani litoral central, caracteritzat per tenir hiverns suaus i estius calorosos. La temperatura mitjana de les mínimes absolutes és de 6.1 °C i la temperatura mitjana de les màximes absolutes és de 23.8 °C.

Les dades de temperatura anual mitjana han estat extretes de diferents estacions meteorològiques de la comarca, com la Ciutadella o el Raval (dins la ciutat de Barcelona), i principalment de l'observatori Fabra.

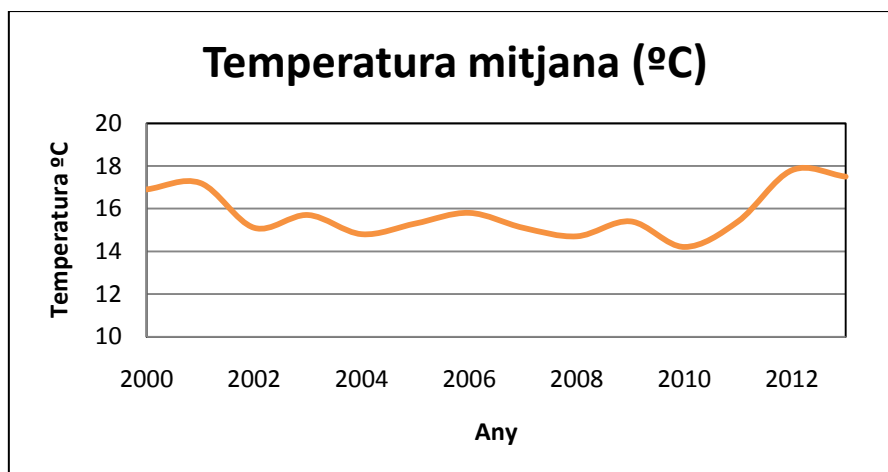


Figura 1.15 Temperatura mitjana anys 2000-2013. Font de dades: IDESCAT.

1.4.2. Pluviometria

La pluviometria està repartida de manera irregular durant l'any, essent la tardor i la primavera les èpoques més plujoses i l'estiu l'època més seca. Com es pot observar a la Figura 1.16, el clima mediterrani és molt inestable, provocant així una gran variació en les precipitacions. Segons dades extretes de l'ICC, la precipitació mitjana anual de Barcelona és d'entre 500-600 mm.

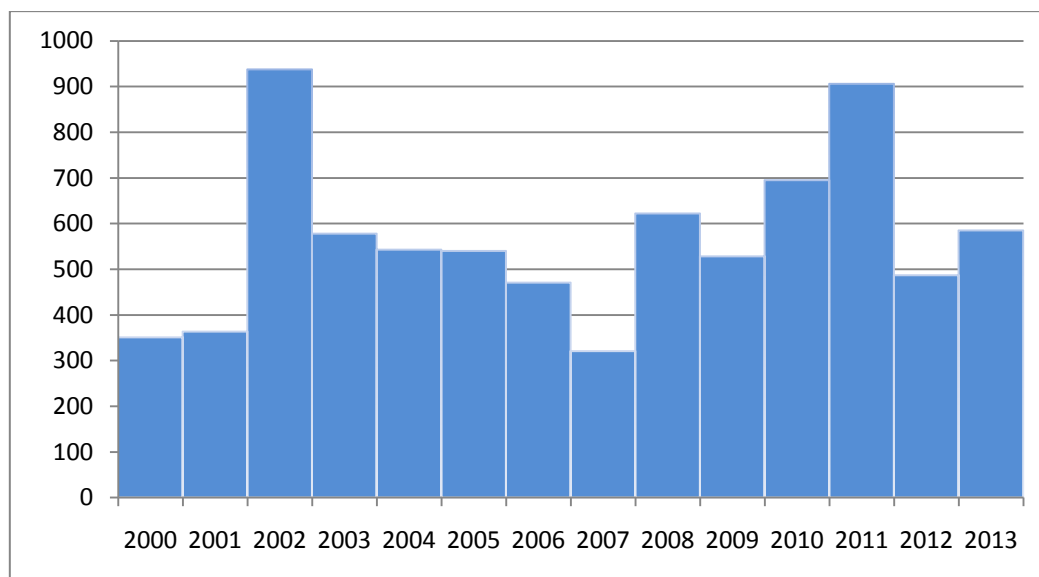


Figura 1.16. Pluviometria mitjana anys 2000-2013. Font de dades: IDESCAT.

1.4.3. Radiació incident

La radiació incident és l'energia que arriba del Sol en forma d'ones electromagnètiques (fenomen físic vibratori que es presenta en forma d'ones). Aquesta radiació està composta de diferents bandes de freqüència, principalment el rang del visible, però també els rangs d'ultraviolat i infraroig, entre d'altres.

La potència mitjana que arriba a l'atmosfera terrestre per segon i metre quadrat s'anomena constant solar, amb un valor de $1,353 \text{ W/m}^2$. Aquest valor no és fix, ja que la distància entre el Sol i la Terra va variant al llarg de l'any. Però aquesta no és la radiació real que arriba a la superfície de la Terra, ja que la radiació experimenta un seguit d'interaccions amb la matèria que forma l'atmosfera, causant un seguit de fenòmens físics:

- Reflexió: part de la radiació és desvia cap a l'exterior.
- Transmissió: part de la radiació passa a través de la matèria i això produeix canvis en la seva velocitat i/o direcció.
- Absorció: una part de la radiació és absorbida per la matèria.

D'altra banda, també influeix el moviment de la Terra, que produeix diferents variacions d'aquests tres factors:

- Localització geogràfica: segons l'angle d'incidència de la radiació solar sobre la Terra. Tant com si està més a prop de l'equador o a més altitud, el nivell de radiació incident per unitat de superfície serà més alt.
- Factor estacional: temps d'exposició diària a la radiació solar.
- Factor climatològic: la presència de núvols produeix la difusió de la radiació, ja que les gotes d'aigua en suspensió fan que augmentin els fenòmens de reflexió, transmissió i absorció, esmentats anteriorment.

Per mesurar de manera aproximada la radiació incident que rep el nostre sistema d'estudi (l'aviari, situat al Zoo de Barcelona) prendrem les dades corresponents a la comarca del Barcelonès.

La radiació solar total que rep una superfície determinada es calcula mitjançant uns aparells anomenats piranòmetres, que detecten la radiació solar a cada moment i envien les dades a un ordinador que les va acumulant al llarg del temps. Aquestes, un cop recopilades i després de passar per un procés matemàtic i estadístic, s'usen per a la composició de les taules de radiació solar.

En el cas de Catalunya, aquestes taules són incloses a l'*Atlas de Radiació Solar a Catalunya*, elaborat per l'Institut Català d'Energia (ICE).

Segons les dades obtingudes per elaborar aquest Atlas, la comarca del Barcelonès rep una radiació mitjana diària d'entre $4,2 \text{ kWh/m}^2 \leq H < 4,6 \text{ kWh/m}^2$.

1.5. Marc legal

S'ha realitzat un petit recull de la legislació existent en matèria d'energia, residus i zoològics per tal de conèixer la normativa aplicable al sistema d'estudi (Taula 1.2).

1.5.1. Normativa referida a energies i noves energies

Normativa Europea.

Directiva 2009/28/CE del Parlament Europeu i del Consell de 23 d'abril de 2009 relativa al foment de l'ús d'energia procedent de fonts renovables i per la que es modifiquen i es deroguen les Directives 2001/77/CE i 2003/30/CE. Estableix un marc comú pel foment de les energies renovables

Normativa Estatal.

REIAL DECRET 2818/1998 de 23 de desembre, sobre producció d'energia elèctrica per instal·lacions abastides per recursos o fonts d'energia renovables, residus i cogeneració.

Decret Llei 7/2012 de 15 de juny, de mesures urgents per l'activació econòmica en matèria d'indústria i energia i altres activitats.

Real Decret-Llei 1/2012, de 27 de gener, pel qual es procedeix a la suspensió dels procediments de preassignació de retribució i a la supressió dels incentius econòmics per a noves instal·lacions de producció d'energia elèctrica a partir de cogeneració, fonts d'energia renovables i residus.

Llei 24/2013, de 26 de desembre, del Sector Elèctric. Amb la finalitat d'establir la regulació del sector elèctric garantint el subministrament elèctric amb els nivells necessaris de qualitat i al mínim cost possible, assegurar la sostenibilitat econòmica i financera del sistema i permetre un nivell de competència efectiva en el sector elèctric, tot això dins dels principis de protecció mediambiental d'una societat moderna.

1.5.2. Normativa referida a eficiència i estalvi

Normativa europea

Decisió del Consell 91/565/CEE de 29 d'octubre de 1991, relativa al foment de l'eficàcia energètica en la Comunitat. El Programa comunitari està focalitzat en la promoció de l'eficiència energètica i en propiciar un comportament d'estalvi energètic en la indústria, el comerç i el sector domèstic.

Comunicació de la Comissió, COM (97) 599 de novembre de 1997.

Llibre blanc per a una Estratègia i un Pla d'Acció Comunitaris. Pretén augmentar la quota actual de les energies renovables.

Directiva 2002/91 CE relativa a l'eficiència energètica dels edificis. Amb l'objectiu de fomentar l'eficiència energètica dels edificis de la Comunitat Europea, tenint en compte les condicions climàtiques exteriors i les particularitats locals (inclosa l'exposició solar) i els requisits ambientals interior i la relació del cost. S'estableix una metodologia de càlcul de l'eficiència energètica dels edificis aplicable a escala nacional o regional.

Directiva 2012/27/UE del Parlament Europeu i del Consell del 25 d'octubre del 2012, relativa a l'eficiència energètica, per la qual es modifiquen les Directives 2009/125/CE y 2010/30/UE, i es deroguen les Directives 2004/8/CE y 2006/32/CE. La Directiva estableix un marc comú de mesures pel foment de l'eficiència energètica dins la Unió Europea. S'estableixen normes per eliminar les barreres en el marc energètic i per superar deficiències del mercat que impedeixen l'eficiència en l'abastiment i consum de l'energia.

Normativa estatal

Reial Decret 314/2006, de 17 de març, pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació.

Normativa autonòmica

Llei 9/1991 de 3 de maig, de l'Institut Català d'Energia (ICAEN). L'Institut Català d'Energia té per finalitat impulsar i realitzar iniciatives i programes d'actuació per a la recerca, l'estudi i el suport de les actuacions de coneixement, desenvolupament i aplicació de les tecnologies energètiques (incloses les renovables), la millora de l'estalvi i l'eficiència energètica, el foment de l'ús racional de l'energia i, en general, l'òptima gestió dels recursos energètics en els diferents sectors econòmics de Catalunya.

1.5.3. Normativa relativa a residus

Normativa europea

Directiva 2008/98/CE, del Parlament Europeu i del Consell, de 19 de novembre de 2008, sobre residus.

Normativa estatal.

Llei 21/2013 del 9 de desembre, relativa a l'avaluació ambiental.

Llei 5/2013 del 11 de juny, la qual modifica la Llei 16/2002 del 1 de juliol, relativa a la prevenció i control integrats de la contaminació, i la Llei 22/2011 del 28 de juliol, relativa a residus i sòls contaminats.

Normativa autonòmica

Llei 20/2009 de 4 de desembre, de prevenció i control ambiental de les activitats.

1.5.4. Normativa relativa a zoològics

Normativa europea.

Directiva 1999/22/CE del 29 de març, relativa al manteniment dels animals en els parcs zoològics. Aquesta directiva està basada en altres directives d'àmbit internacional i comunitari com són la Dir.79/409/CEE, relativa a la conservació de les aus silvestres; la Dir. 92/43/CEE, relativa a la conservació dels hàbits naturals i de la fauna i flora silvestres; i el Reglament 338/97, relatiu a la protecció d'espècies de la fauna i flora silvestres mitjançant el control del seu comerç.

Normativa estatal.

Llei 31/2003 del 27 d'octubre de conservació de la fauna silvestre en els parcs zoològics.

Normativa autonòmica.

Decret Legislatiu 2/2008, de 15 de abril, pel que s'aprova el Text refós de la Llei de protecció dels animals.

Taula 1.2. Normativa europea, estatal i autonòmica en matèria d'energies i noves energies, eficiència i estalvi, residus i zoològics.

	Energies i noves energies	Eficiència i estalvi	Residus	Zoològics
Normativa europea	Directiva 2009/28/CE	Decisió del Consell 91/565/CE Comunicació de la Comissió, COM (97) 599 Directiva 2002/91 CE Directiva 2012/27/UE	Directiva 2008/98/CE	Directiva 1999/22/CE
Normativa estatal	Llei 24/2013 Real Decret Llei 1/2012 Decret Llei 7/2012 Reial decret 2818/1998	Reial Decret 314/2006	Llei 21/2013 Llei 5/2013	Llei 31/2003
Normativa autonòmica		Llei 9/1991	Llei 20/2009	Decret Legislatiu 2/2008

2. JUSTIFICACIÓ

Al llarg de tota la història, la terra ha patit grans canvis. En els últims segles, la forta pressió antròpica ha alterat l'equilibri dinàmic del nostre planeta. Tot això genera un conjunt de problemàtiques ambientals que amenacen l'entorn i generen impactes negatius sobre el medi natural i social.

En les últimes dècades, la presa de consciència per part de la societat sobre la sobreexplotació que s'ha fet dels recursos i el seu esgotament en un període de temps relativament curt, han fet palesa la necessitat de canviar el model actual per tal d'avançar cap a un de més sostenible. Dins aquesta tendència global, els zoològics han deixat de ser únicament un espai d'oci per a convertir-se en una potent eina d'educació, gestió i noves actuacions en matèries ambientals. El Zoo de Barcelona es troba situat al centre de la ciutat, dins el Parc de la Ciutadella, cosa que impedeix el seu creixement i limita el seu ús de recursos. Això fa palesa la necessitat de disposar d'una bona gestió ambiental, per tal d'aprofitar els recursos de la manera més sostenible possible i convertir-se en un referent ambiental.

El Zoo compta amb diversos estudis i propostes de caire ambiental, tots enfocats al conjunt del recinte. L'elevada diversitat d'ecosistemes dins el Zoo i el fet que aquest només disposi de dades del conjunt del seu metabolisme i, en cap cas, dels sistemes que el formen, fa palesa la necessitat d'estudiar cada sistema de forma independent, cosa que permetrà una millor aplicació de mesures ambientals que permetin avançar cap a la sostenibilitat.

És per això que l'estudi es durà a terme per a un únic sistema, centrant-se concretament en l'anàlisi de l'aviari. El motiu principal pel qual s'ha seleccionat aquest sistema és l'elevat requeriment energètic que presenta ja que la fauna que allotja són espècies exòtiques, les quals requereixen unes condicions ambientals concretes, generant un important flux energètic i de recursos.

Per aconseguir una visió holística del sistema i proposar un seguit d'actuacions de millora enfocades tant a una reducció del consum de recursos com a la reducció d'impactes generats i la maximització de l'eficiència que aportin beneficis socials, econòmics i ambientals, s'analitzarà i quantificarà el metabolisme energètic i de recursos del sistema.

3. OBJECTIUS

3.1. Objectius generals

- Estudiar el metabolisme energètic i de recursos del sistema associat a l'aviari del Zoo de Barcelona.
- Plantejar actuacions de millora per avançar cap a la sostenibilitat del sistema.

3.2. Objectius específics

- Recopilar informació bibliogràfica sobre ecoeficiència i tendències cap a la sostenibilitat en zoològics.
- Caracteritzar el sistema aviari i contextualitzar-lo dins el Zoo de Barcelona.
- Analitzar el metabolisme energètic de l'aviari:
 - Vector elèctric
 - Vector gas
- Caracteritzar el consum i ús d'aigua de l'aviari.
- Estudiar els fluxos d'aliments i residus del sistema.
- Integrar els fluxos estudiats i donar una visió global del metabolisme del sistema.
- Fer el balanç d'emissions de CO₂ de l'aviari.
- Estudiar la viabilitat de maximitzar l'eficiència i reduir impactes generats pel sistema aviari, mitjançant:
 - Instal·lació de tecnologies més eficients.
 - Implantació d'energies renovables.
 - Reaprofitament de fluxos.

4. METODOLOGIA

En aquest apartat es presenta la metodologia general que s'utilitzarà en l'elaboració del projecte (Figura 4.1), que es realitzarà en un període de sis mesos, de Setembre a Febrer de 2015. Per estructurar-lo de manera coherent i poder assolir els objectius plantejats, aquest s'ha dividit en quatre blocs:

- Recerca d'informació
- Estimació de dades de consum
- Tractament i anàlisi de dades
- Propostes de millora

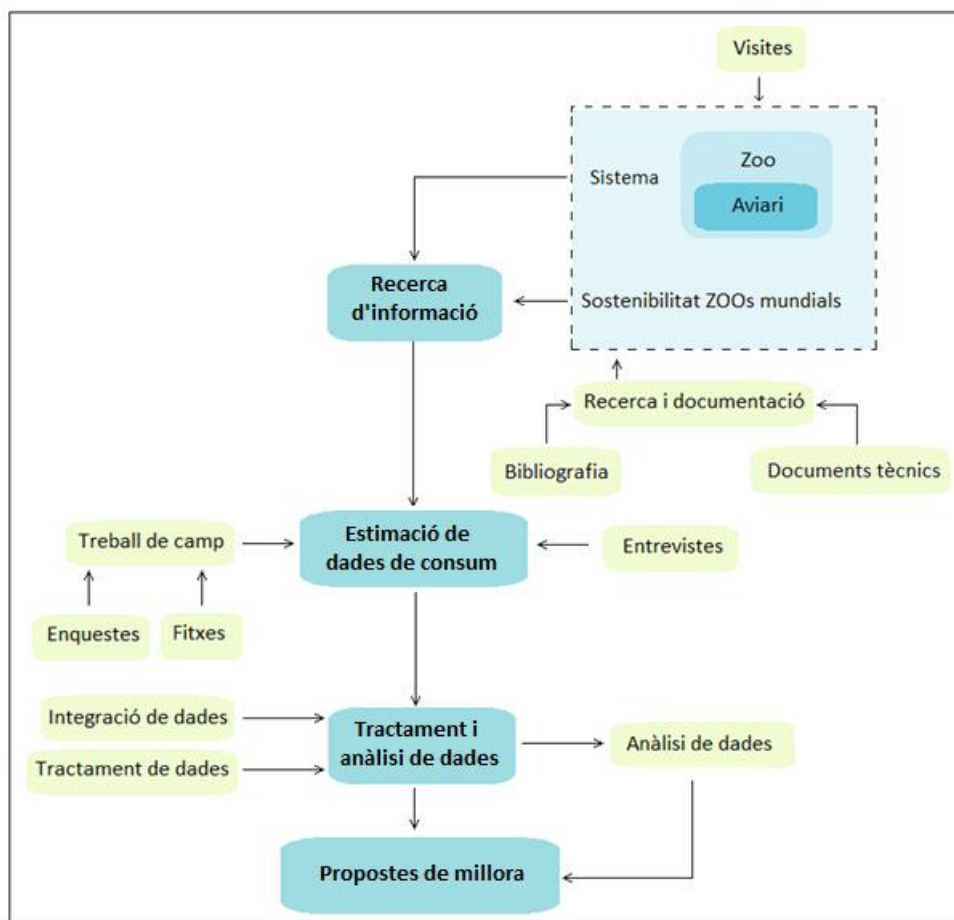


Figura 4.1. Metodologia general del projecte.

4.1. Recerca d'informació

Els principals objectius d'aquest apartat són la contextualització i caracterització del sistema. En primer lloc es recopilarà informació sobre el panorama actual de les noves tendències en sostenibilitat de diferents zoològics d'arreu del món per tal de comparar-lo amb el Zoo de Barcelona.

A continuació es reuniran les dades generals de consum dels diferents vectors a estudiar (electricitat, gas natural i aigua). Aquestes, cedides pel personal responsable, van del 2010 al 2013. Cada un d'aquests vectors està associat a un punt de subministrament que cobreix zones diferents.

4.2. Estimació de dades de consum

Es realitzarà l'estimació del consum dels vectors electricitat i aigua, i el flux d'aliments i residus del sistema aviari.

Electricitat

Per estimar el consum elèctric de l'aviari es realitzarà un inventari de tot l'equipament present al sistema que requereix d'aquesta energia per al seu funcionament, determinant tant la seva potència com el temps d'ús mitjà anual (Annex 2). També es duran a terme entrevistes amb l'enginyer en cap i el responsable de manteniment de l'aviari per tal d'obtenir dades acurades per poder realitzar-lo.

Aigua

Per estimar el consum hídric es mesuraran el cabal de totes les sortides d'aigua de l'aviari, així com el temps d'utilització de cada una al llarg de la jornada i es realitzarà una fitxa per inventariar el consum de cada instal·lació (Annex 3). D'aquesta manera s'obtindrà el consum mitjà diari, que permetrà conèixer el consum mitjà anual del sistema.

Aliments

Per a quantificar de manera aproximada el flux d'aliments s'estudiaran els albarans diaris de sol·licitud d'aliments al magatzem central, sol·licitats pel personal de la cuina de l'aviari i es realitzarà una fitxa per inventariar aquestes entrades d'aliments (Annex 4).

Residus

Per tal d'estimar el flux de residus del sistema es pesaran les diferents fraccions (matèria orgànica, envasos, paper i cartró i rebuig) que es generen i separen diàriament i es realitzarà una fitxa per inventariar aquestes sortides (Annex 5).

4.3. Tractament i anàlisi de dades

Una vegada recopilades i inventariades les dades es tractaran per tal de comparar el consum estimat per a cada un dels vectors (electricitat, aigua, aliments, residus) tant amb el consum del punt de subministrament com amb el total del Zoo i poder-lo quantificar per unitat de superfície i de visitant. Aquest tractament de dades permetrà comparar el consum del sistema estudiat amb el consum mitjà d'altres instal·lacions de serveis municipals de la ciutat de Barcelona.

Amb el resultats obtinguts es realitzarà una anàlisi integradora del sistema per tal d'oferir una visió global del seu metabolisme.

4.4. Propostes de millora

Per últim, s'estudiarà la possibilitat d'implantar una sèrie de propostes de millora enfocades a la reducció del consum energètic i de recursos, així com a incrementar l'autosuficiència del sistema aviari. Per fer-ho, s'estudiaran per una banda els beneficis que es generarien, la viabilitat econòmica de la seva implantació i la viabilitat tècnica de les mateixes.

Es realitzarà un mètode de valoració propi que permetrà donar un valor numèric per tal de classificar-les quantitativament, establint un llindar numèric que determinarà les propostes de millora susceptibles a ser implantades.

5. RESULTATS I DISCUSSIÓ

El sistema d'estudi que s'analitzarà a continuació correspon exclusivament a l'edifici de l'aviari (polígon 2 dins la Figura 5.1). Per tal d'assolir el principal objectiu del projecte, estudiar el metabolisme energètic i de recursos del sistema aviari del Zoo, s'analitzarà el metabolisme energètic (que inclou el vector elèctric i el vector gas natural), es realitzarà el balanç d'emissions de CO₂ derivades i es caracteritzarà el consum i ús d'aigua.

Tots aquests vectors s'estudiaran tant pel conjunt del Zoològic com pel punt de subministrament que cobreix l'aviari, cosa que permetrà quantificar el percentatge que representa el consum del sistema dins el total.

D'una banda es procedirà a l'anàlisi de les dades històriques de consum del 2010 al 2013 cedides pels responsables del Zoo i d'altra banda caldrà fer una estimació mitjançant treball de camp per tal de conèixer el consum real associat a l'aviari, ja que els punts de subministrament cobreixen diferents zones per a cada vector.

Com s'observa a la Figura 5.1, el punt de subministrament associat al vector elèctric cobreix l'aviari, l'escola, les instal·lacions veterinàries, el palmerar i l'ocellera de vol. El punt de subministrament associat al vector gas natural cobreix l'aviari i l'escola, el consum de la qual es considera menyspreable en comparació amb el primer. Per últim, el punt de subministrament associat al vector hídric cobreix gairebé la meitat del consum d'aigua del Zoo.

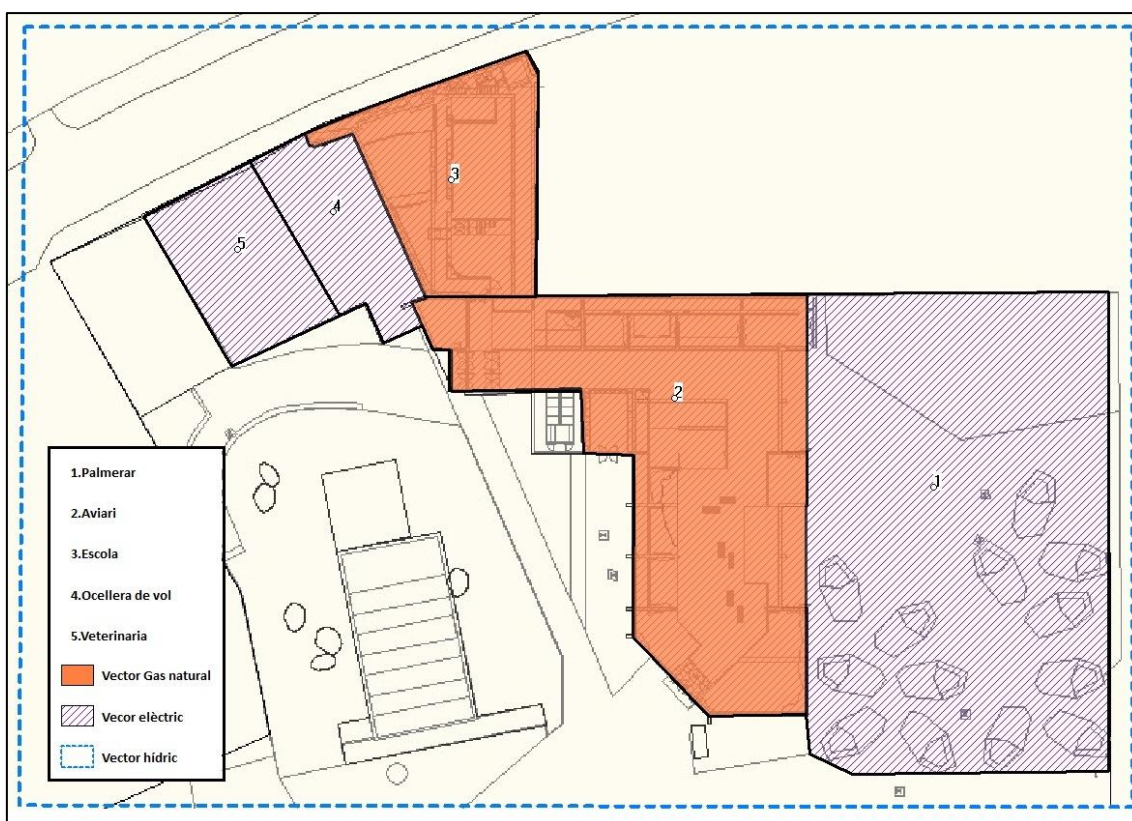


Figura 5.1. Representació gràfica de la superfície coberta pels punts de subministrament de gas natural, electricitat i aigua associats al sistema aviari.

Finalment també s'analitzaran els fluxos d'aliments i de residus associats a l'aviari per tal d'oferir una visió global del seu metabolisme energètic i de recursos.

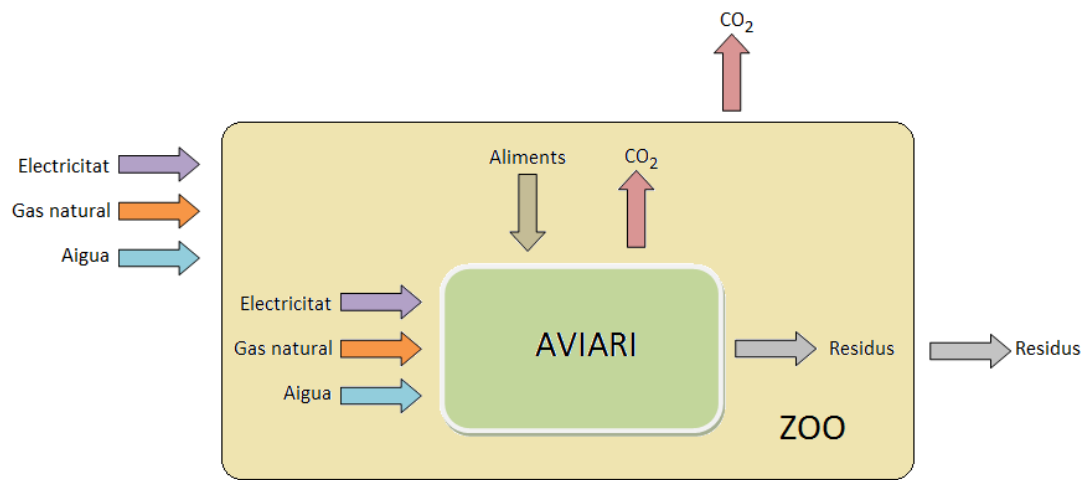


Figura 5.2. Metabolisme energètic i de recursos del Zoo i de l'aviari.

5.1. Metabolisme energètic del Zoo i del sistema aviari

En aquest apartat s'ha realitzat l'estudi dels vectors elèctric i gas natural associats al Zoo i al sistema aviari.

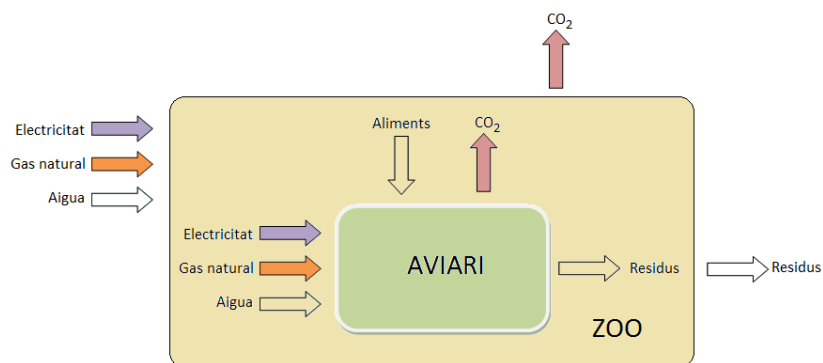


Figura 5.3. Metabolisme energètic del Zoo i de l'aviari.

5.1.1. Estudi del vector elèctric

El consum elèctric del Zoo de Barcelona està associat a tres grans factors. En primer lloc l'enllumenat, tant d'instal·lacions interiors (terrari, aviari, terra de dragons, etc.) com dels edificis de serveis (restaurants, taquilles, despatxos, aules, etc.). Cal esmentar que ni el recorregut públic exterior ni les instal·lacions exteriors tenen enllumenat, ja que s'intenta que la vida dels animals del Zoo es vegi poc influenciada per aquest factor. En segon lloc els equips elèctrics: informàtics, bombes d'aigua, electrodomèstics, etc. Finalment els mitjans de transport elèctrics que existeixen dins el recinte: un tren i 20 cotxes.

El Zoo disposa de 7 punt de subministrament elèctrics, anomenats en funció de la zona que cobreixen. Les dades de consum són registrades de manera regular, el que afavoreix el control del consum i la detecció de possibles avaries.

Taula 5.1. Punts de subministrament elèctric existents al Zoo i potència elèctrica contractada.

Font: Informe de diagnosi energètica, Applus+ (2012)

PUNT DE SUBMINISTRAMENT	CUPS	PÒLISSA	POT. CONTRACTADA P1 (kW)	POT. CONTRACTADA P2 (kW)	POT. CONTRACTADA P3 (kW)
Aviari	ES003140545645100 1EDOF	999390796811	50	50	50
Taquilles Copito	ES003140545645100 2EXOF	999390796858	60	60	79,7
Primats	ES003140547614800 1PQOF	999390797870	135	135	135
Aquarama	ES003140586609300 1BAOF	999395584191	250	250	300
Fauna Africana	ES003140586610300 1PKOF	999390799601	31,5	31,5	31,5
Titís	ES003140586610600 1RPOF	999390799903	120	120	120
Otaris	ES003140818854200 1MZOF	999390881065	40	40	63

5.1.1.1. Dades històriques de consum

- **Consum elèctric general del Zoo**

El consum d'electricitat global del Zoo es manté pràcticament estable al llarg de l'any, arribant a valors més elevats durant els mesos d'hivern (Figura 5.4). El principal motiu d'això és que alguns edificis compten amb un sistema de calefacció elèctric i d'altres, tot i funcionar amb gas natural, la calefacció és reforçada en moments puntuals per energia elèctrica.

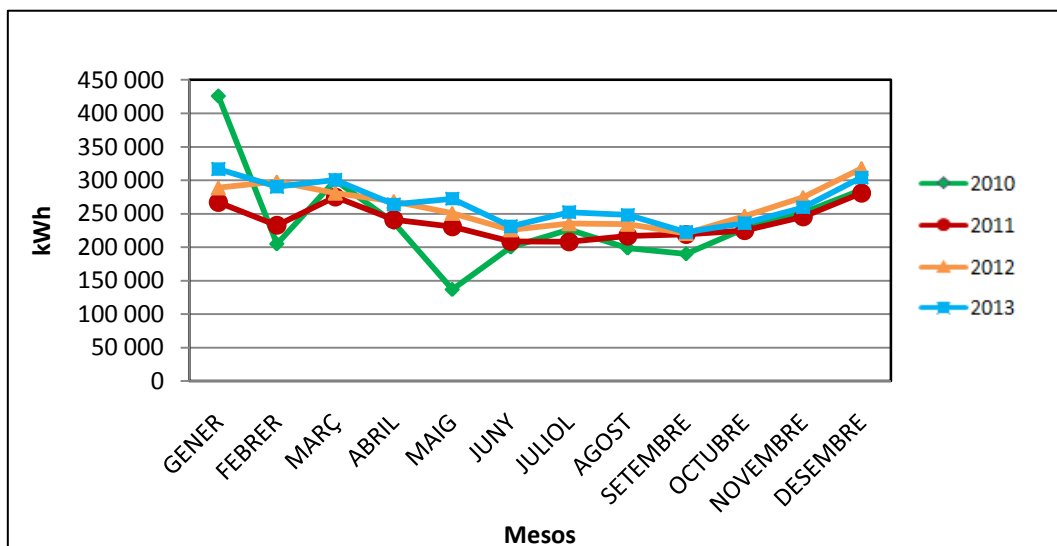


Figura 5.4. Evolució del consum elèctric mensual del Zoo.

Elaboració pròpia a partir de dades de consum real facilitades pel Zoo

En la Figura 5.5, s'observa una tendència ascendent del 10,8% del 2010 al 2013 en el consum elèctric al conjunt del Zoo. Aquest augment està relacionat principalment amb la implantació de noves instal·lacions realitzades en els darrers anys, algunes de les quals presenten elevats requeriments energètics. N'és un exemple la millora de la instal·lació dels elefants, realitzada entre els anys 2011 i 2012 i posada en funcionament aquest últim, o la millora de la instal·lació dels hipopòtams que es va dotar d'un sistema de recirculació d'aigua mitjançant sistemes de bombeig.

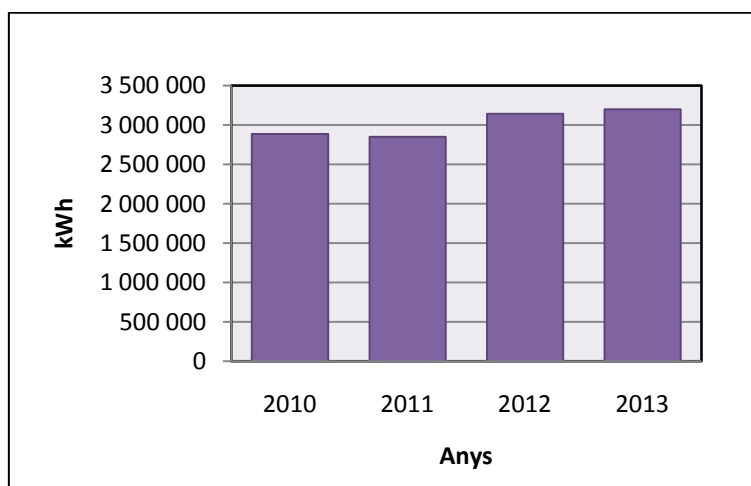


Figura 5.5. Consum elèctric anual del Zoo.

- **Consum elèctric del punt de subministrament associat a l'aviari**

En aquest cas, trobem un punt de subministrament elèctric associat a l'aviari, amb una potència permanent contractada de 50kW. Aquest no només abasteix la demanda elèctrica de l'aviari, sinó també la dels edificis de l'escola, veterinària, ocellera de vol i palmerar. Aquest últim, tot i ser exterior, compta amb làmpades d'infrarojos que presenten un elevat consum

elèctric. No existeixen dades de consum independent de cada zona, però se sap que el consum de l'escola és molt petit en relació al consum de les altres zones.

En la Figura 5.6. s'observa certa estacionalitat en el consum. A l'hivern el consum elèctric de l'aviari augmenta ja que s'utilitzen làmpades d'infrarojos a l'interior de les instal·lacions com a suport calorífic per a les espècies que ho requereixen.

Al març de 2011 s'observa un pic del consum elèctric, el motiu del qual no ha pogut ser determinat.

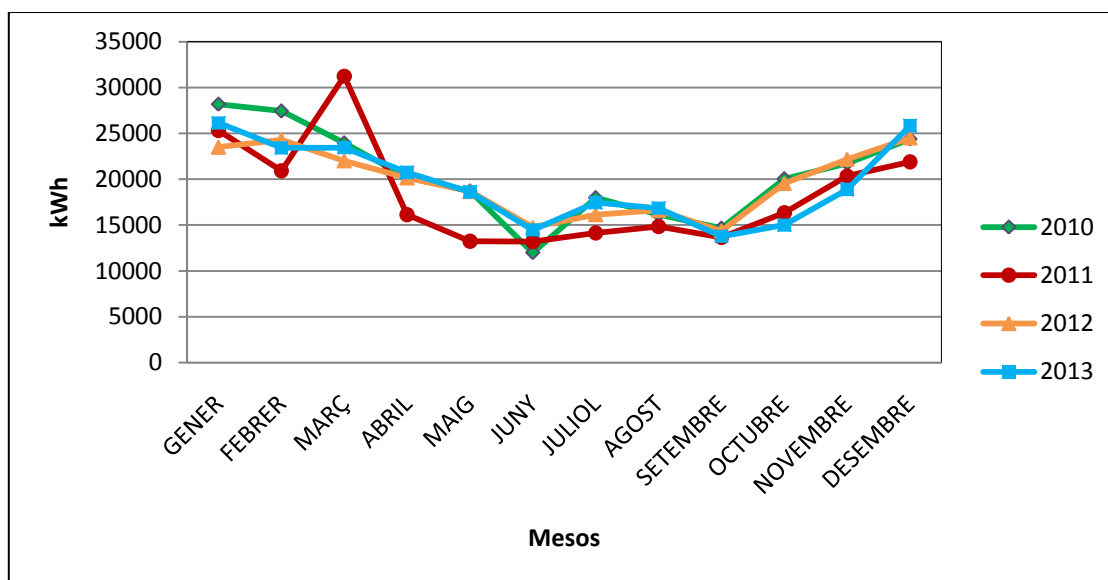


Figura 5.6. Evolució del consum elèctric mensual del punt de subministrament.
Elaboració pròpia a partir de dades de consum real facilitades pel Zoo.

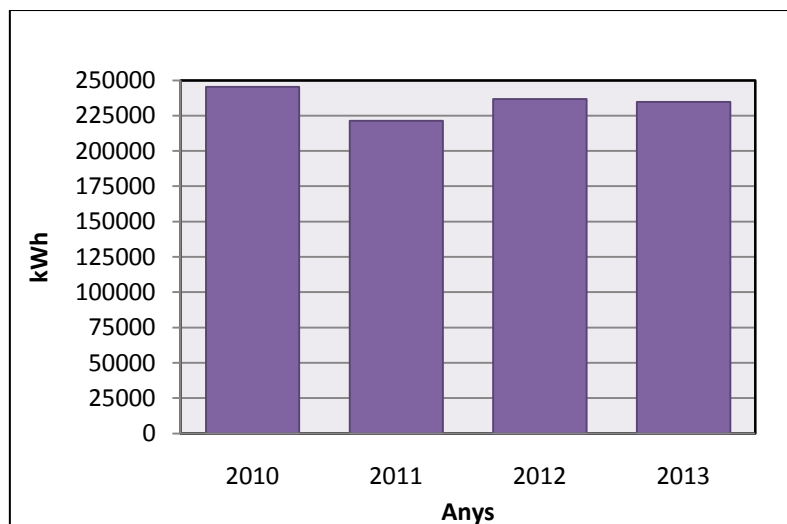


Figura 5.7. Consum elèctric anual del punt de subministrament.

El consum elèctric de l'aviari és manté relativament constant al llarg dels anys, encara que el 2011 s'observa una lleugera davallada del consum (Figura 5.7). La petita variabilitat que

presenta és deguda principalment a l'ús de làmpades d'infrarojos durant els mesos d'hivern com a font de calor addicional.

5.1.1.2. Estimació del consum elèctric de l'aviari

Per tal d'estudiar el metabolisme energètic actual de l'aviari i veure quin percentatge representa en el total del Zoo s'ha realitzat un treball de camp en col·laboració amb els treballadors de l'aviari. Com s'ha explicat anteriorment, el punt de subministrament elèctric de l'aviari també cobreix la demanda de veterinària, escola, palmerar i ocellera de vol. Per aquest motiu no s'ha pogut extrapolar el consum de l'aviari de les dades de consum reals del punt de subministrament associat.

Per tal d'estimar de la manera més acurada possible el consum diari i anual de l'aviari, s'ha realitzat un inventari de tots els equips que presentin consum elèctric dins el sistema. Un cop inventariats tots aquests aparells i coneguda la seva potència, s'ha procedit a realitzar una sèrie d'entrevistes amb els responsables tècnics de l'aviari per tal de conèixer el temps de funcionament de cada aparell, tenint en compte les variacions degudes a l'estacionalitat i climatologia.

Un cop obtingudes totes les dades necessàries s'ha estimat el consum diari de cada equip de la següent manera:

$$\text{Consum} = \text{Potència} * \text{Temps de funcionament} * \text{Unitats}$$

S'ha pogut estimar el consum elèctric mitjà anual del sistema aviari, obtenint **48437,6 kWh** (Taula 5.2.). Si es compara aquest valor amb el consum mitjà anual del punt de subministrament associat al sistema (234508,3 kWh), l'aviari representa un **20%**.

Finalment, si es té compte el consum del Zoo dels últims quatre anys, s'obté un consum mitjà anual de 3019392,5 kWh, on l'aviari representa només un **1,6%** del consum elèctric.

El consum elèctric anual estimat per unitat de superfície, sabent que l'àrea de l'aviari és de 1210 m², és de **40 kWh/m²**.

Després de realitzar una estimació dels visitants diaris que rep l'aviari i sabent els visitants anuals del Zoo, s'ha calculat quin percentatge d'aquests visita el sistema, obtenint una mitjana del 25%. Sabent que l'any 2014 han passat pel zoo 1102280 persones, es pot extrapolar que els visitants de l'aviari d'aquest any són 275570. Per tant, el consum anual estimat per visitant és de **0,18kWh/visitant**.

Taula 5.2. Inventari i estimació del consum elèctric de l'aviari.

Zona	Element	Unitats	Potència (W)	hores hivern	hores temps intermig	hores estiu	hores totals anuals	consum anual (Wh)
				148 dies	94 dies	123 dies		
				horari de 9.5 h	horari d'11 h	horari de 12 h		
Recorregut públic	Halògens	15	70	296	188	246	730	766500
	Fluorescent petit	12	36	1406	1034	1476	3916	1691712
	Fluorescent gran (inclòs panells)	53	58	1406	1034	1476	3916	12037784
Instal·lacions	Halògens (rosca)	7	250	1406	1034	1476	3916	6853000
	Halògens (barra)	8	150	1406	1034	1476	3916	4699200
	Infraroigs	4	120	3552	0	0	3552	1704960
	Foco LED	5	40	1406	1034	1476	3916	783200
Cuina	Nevera (CSB)	1	200	1406	1034	1476	3916	783200
	Rentaplats	2	1750	55,5	55,5	55,5	166,5	582750
	Congelador (CSB)	1	150	1406	1034	1476	3916	587400
	Aire condicionat	1	5300	0	0	738	738	3911400
	Fluorescent	8	58	1406	1034	1476	3916	1817024
	Radio (SOGO)	1	80	1406	1034	1476	3916	313280

Zona	Element	Unitats	Potència (W)	hores hivern	hores temps intermig	hores estiu	hores totals anuals	consum anual (Wh)
				148 dies	94 dies	123 dies		
				horari de 9.5 h	horari d'11 h	horari de 12 h		
Cuina	Mata mosques	1	98	1406	1034	1476	3916	383768
Zona de personal	Bomba 1	1	20	3552	2256	2952	8760	175200
	Bomba 2	1	40	3552	2256	2952	8760	350400
	Fluorescent	1	30	1406	1034	1476	3916	117480
	Fluorescent	16	36	1406	1034	1476	3916	2255616
	Bomba pressió 1	1	600	3552	2256	2952	8760	5256000
	Sala projecció	Halògens	11	70	0	0	0	0
	Projector VIVITEC	1	500	1406	1034	1476	3916	1958000
	Ordinador	1	360	1406	1034	1476	3916	1409760
							consum Wh anuals	48437634
							consum kWh anuals	48437,63

- **Potencial de generació d'energia elèctrica de l'aviari**

Per tal d'estudiar el potencial de generació d'electricitat de l'aviari a partir de la instal·lació de plaques solars fotovoltaïques al terrat del sistema, cal conèixer el consum anual del sistema, la radiació incident a la ciutat de Barcelona i la correcció del factor latitud, quin model de plaques utilitzarem i la inclinació més òptima d'aquestes. A partir de tota aquesta informació es podrà determinar el número de plaques necessàries per tal de substituir el consum elèctric del sistema per augmentar la seva autosuficiència i quina és la superfície que ocuparan.

El consum anual estimat de l'aviari és de 48437,6 kWh. Per tal d'assegurar que es cobreixi totalment, s'incrementarà aquest xifra fins els 50000 kWh anuals, com a factor de seguretat. La radiació mitjana diària incident sobre el sol a Barcelona¹ és de 4,4 kWh/m². Per a realitzar els càlculs, convertirem aquesta dada diària a mitjana anual.

$$\frac{4,4 \text{ kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{dia}} \cdot \frac{365 \text{ dies}}{\text{any}} = 1606 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{any}}$$

Així, la radiació mitjana anual de la ciutat és 1606 kWh/m².

Coneixent la latitud a la que està situat el Zoo de Barcelona, 41,2º N, cal establir la inclinació més òptima per a les plaques solars fotovoltaïques per tal de corregir aquest factor, seleccionant el factor de correcció K més elevat (Taula 5.3).

¹ Atlas de radiació solar de Catalunya

Taula 5.3. Factor de correcció K en funció de la inclinació a una latitud de 41º. Font: CENSOLAR.

Inclinació	GEN	FEB	MAR	ABR	MA	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES	coeficient K
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000
5	1,07	1,06	1,05	1,03	1,02	1,02	1,02	1,03	1,05	1,08	1,09	1,09	1,051
10	1,14	1,12	1,09	1,06	1,03	1,02	1,03	1,06	1,1	1,15	1,18	1,17	1,096
15	1,21	1,17	1,12	1,07	1,04	1,03	1,04	1,08	1,14	1,21	1,26	1,24	1,134
20	1,26	1,21	1,15	1,08	1,04	1,02	1,04	1,09	1,17	1,27	1,33	1,31	1,164
25	1,31	1,24	1,17	1,09	1,03	1,01	1,03	1,1	1,2	1,32	1,39	1,37	1,188
30	1,35	1,27	1,18	1,08	1,01	0,99	1,02	1,09	1,21	1,35	1,44	1,42	1,201
35	1,38	1,29	1,18	1,07	0,99	0,96	0,99	1,08	1,22	1,38	1,49	1,47	1,208
40	1,4	1,3	1,18	1,05	0,96	0,93	0,96	1,06	1,22	1,4	1,52	1,5	1,207
45	1,42	1,3	1,16	1,03	0,93	0,89	0,93	1,04	1,21	1,41	1,55	1,52	1,199
50	1,42	1,3	1,14	0,99	0,88	0,84	0,88	1,01	1,19	1,41	1,56	1,54	1,180
55	1,42	1,28	1,12	0,95	0,83	0,79	0,84	0,97	1,17	1,41	1,57	1,54	1,158
60	1,41	1,26	1,08	0,91	0,78	0,73	0,78	0,92	1,14	1,39	1,56	1,54	1,125
65	1,39	1,23	1,04	0,85	0,72	0,67	0,72	0,87	1,09	1,36	1,54	1,53	1,084
70	1,36	1,19	0,99	0,8	0,66	0,61	0,66	0,81	1,04	1,32	1,52	1,5	1,038
75	1,32	1,15	0,94	0,73	0,59	0,54	0,59	0,74	0,99	1,28	1,48	1,47	0,985
80	1,28	1,1	0,88	0,67	0,52	0,46	0,52	0,67	0,93	1,23	1,44	1,43	0,928
85	1,23	1,04	0,82	0,6	0,44	0,39	0,44	0,6	0,86	1,16	1,38	1,38	0,862
90	1,17	0,98	0,74	0,52	0,36	0,31	0,36	0,52	0,78	1,09	1,32	1,32	0,789

En aquest cas la millor K mitjana anual és de 1,208, la qual s'aconsegueix amb una inclinació de 35º de les plaques. Mitjançant aquest factor, ja es pot calcular quina serà la radiació que incidirà sobre els captadors solars del terrat:

$$\frac{1606 \text{ kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{any}} \cdot 1,208 = 1940,048 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{any}}$$

Després de comparar diferents models de plaques, s'ha seleccionat la que presenta una millor relació eficiència-preu. Aquesta és una placa solar fotovoltaica de la marca SHARP®, model ND-R250A5, amb una potència de 250W, una eficiència del 15,2% i unes dimensions de 1652·994 mm², per tant amb una superfície de 1,64 m² (Annex 6).

Així es pot estimar l'energia generada per cada una d'aquestes plaques:

$$1940,048 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{any}} \cdot 0,152 \cdot \frac{1,64 \text{ m}^2}{\text{placa}} = 483,615 \frac{\text{kWh}}{\text{placa} \cdot \text{any}}$$

Finalment, tornant a la dada del consum estimat anual de l'aviari, es pot conèixer quantes plaques es necessiten per cobrir la demanda elèctrica del sistema:

$$\frac{50000 \text{ kWh/any}}{483,615 \text{ kWh/placa} \cdot \text{any}} = 103,4 = 104 \text{ plaques SHARP ND-R250A5}$$

Tenint en compte que la superfície útil del terrat de l'aviari és de 840,46 m², la instal·lació d'aquestes 104 plaques solars és viable en termes d'espai. A més, tenint en compte la inclinació que se'ls donarà, l'àrea real que ocuparan serà menor.

Així, l'àrea real que ocuparan es pot calcular de la següent manera:

$$\text{Àrea real ocupada} = 0,994\text{m} \cdot \cos 35^\circ \cdot 1,652\text{m} \cdot 104\text{plaques} = \mathbf{139,89 \text{ m}^2}$$

Sabent que la instal·lació de 104 plaques solar fotovoltaïques model SHARP ND-R250A5 és viable en termes de superfície disponible al terrat, si fos viable econòmicament es cobriria tota la demanda elèctrica del sistema aviari, que suposaria que el sistema fos totalment autosuficient respecte el vector elèctric.

5.1.2. Estudi del vector gas natural

El consum de gas natural del Zoo de Barcelona s'associa principalment a l'ús per a calefacció, tant d'edificis de serveis com d'instal·lacions interiors. Cal tenir en compte que algunes de les espècies presents al Zoo provenen de zones de climes tropicals o desèrtics, la qual cosa comporta que el requeriment tèrmic d'aquestes sigui molt elevat. Un exemple són els dragons de Komodo, la instal·lació dels quals consumeix gas natural per a calefacció durant tot l'any.

Com s'observa a la Taula 5.4, existeixen 5 punts de subministrament de gas natural, contractats amb la comercialitzadora Gas Natural Servicios SDG.

Taula 5.4. Punts de subministrament de gas natural existents al Zoo i tarifa contractada.

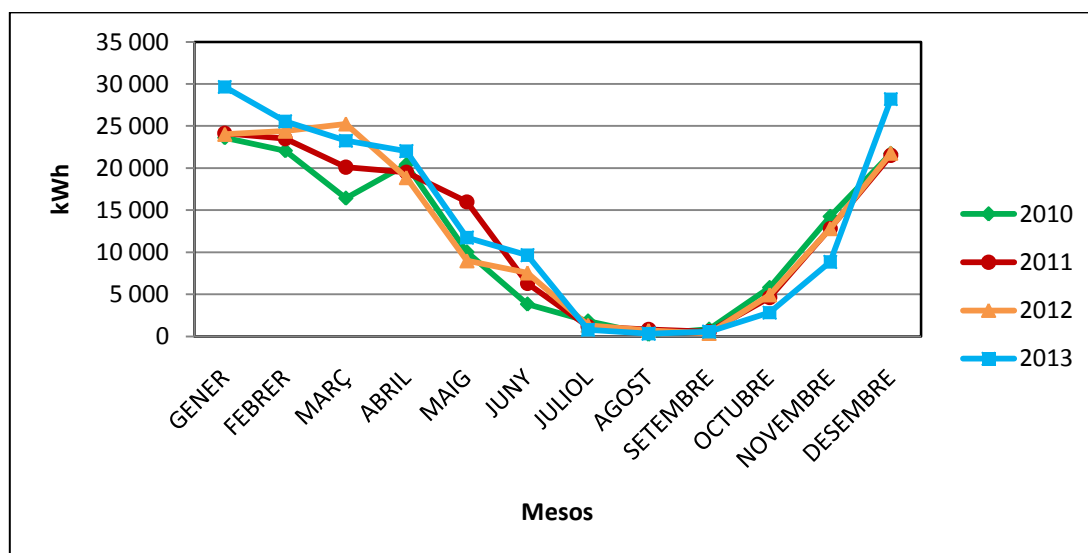
Font: Informe de diagnosi energètica, Applus+ (2012).

PUNT DE SUBMINISTRAMENT	CUPS	CONTRACTE		TARIFA ACCÉS	TARIFA COMERCIAL
		COMERCIAL	NÚM		
Zoo-Aquarama	ES0217010020454001JV	G.N. Servicios SDG	4380461	3.2	Òptima Luxe gas
Zoo-Escola	ES0217010020454501NB	G.N. Servicios SDG	4380739	3.4	Supra Gas
Zoo-Terrari	ES0230010278098394GM	G.N. Servicios SDG	6921658	3.4	Supra Gas
Zoo-Oficines	ES0217010051938481JG	G.N. Servicios SDG	15557296	3.3	Plus Gas
Zoo-Komodo	ES0230010291578407MV	G.N. Servicios SDG	15633039	3.4	Supra Gas

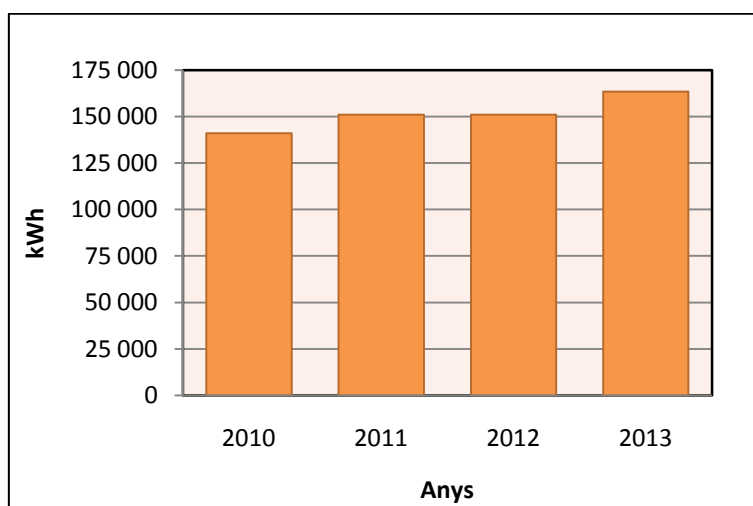
5.1.2.1. Dades històriques de consum

- **Consum general de gas natural del Zoo**

Com ja s'ha esmentat anteriorment, el gas natural consumit és destinat a calefacció. Això explica la gran estacionalitat del consum (Figura 5.8), sent quasi nul en els mesos d'estiu i augmentant considerablement a l'hivern.



*Figura 5.8. Evolució del consum de gas natural mensual del Zoo.
Elaboració pròpia a partir de dades de consum real facilitades pel Zoo.*



*Figura 5.9. Consum de gas natural anual del Zoo.
Elaboració pròpia a partir de dades de consum real facilitades pel Zoo.*

Les variacions anuals estan relacionades tant amb les oscil·lacions anuals de temperatura com amb les millores realitzades i noves instal·lacions construïdes durant aquests últims anys. Un exemple d'això és la instal·lació climatitzada de les tortugues gegants de les Galàpagos. A la Figura 5.9. s'observa com aquest consum té una tendència a l'augment de 15,9% del 2010 al 2013.

- **Consum de gas natural del punt de subministrament associat a l'aviari**

El punt de subministrament de gas que inclou l'aviari el trobem codificat com a *educació*. Com s'ha explicat anteriorment, aquest proporciona gas tant a l'aviari com a l'escola. Tanmateix, el consum principal és degut a la calefacció de les instal·lacions de l'aviari per tal de mantenir la temperatura requerida pel benestar de les espècies ja que al ser d'origen tropical tenen una temperatura de confort d'entre 24-26 °C. En canvi, el consum de l'escola en comparació amb l'aviari es considera negligible ja que es dona de manera puntual per escalfar l'aigua dels radiadors.

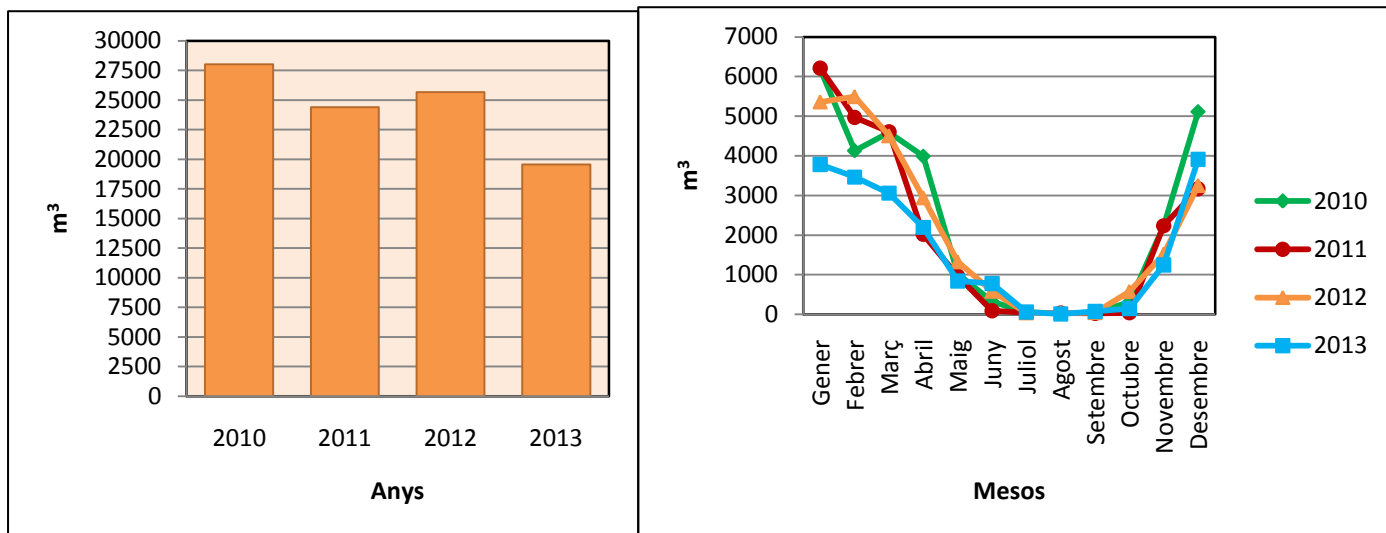


Figura 5.10. Consum de gas natural anual i evolució al llarg de l'any al punt de subministrament. Elaboració pròpia a partir de dades facilitades pel Zoo.

A la figura 5.10 s'observa una notable davallada del consum l'any 2013. Aquesta va ser causada per l'avaría de la caldera existent, la qual cosa va provocar que la calefacció deixés de funcionar durant uns quants mesos, fins que finalment va ser substituïda per una de més eficient.

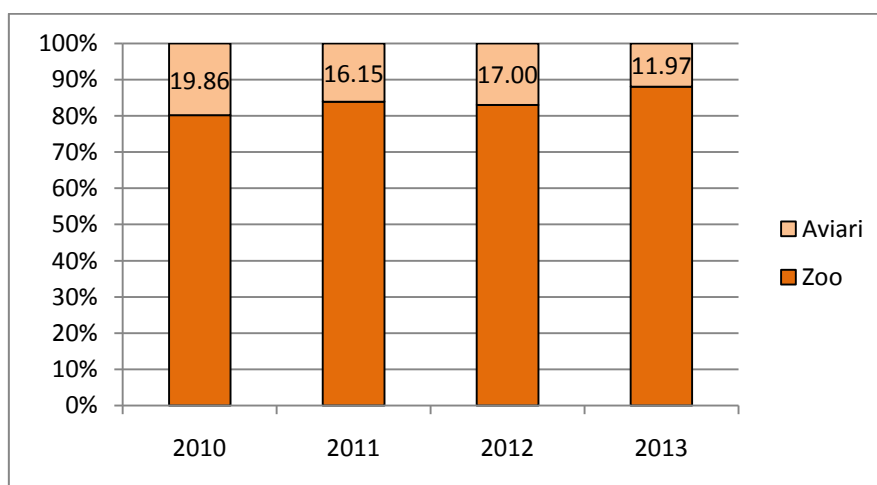


Figura 5.11. Percentatge del consum de gas natural de l'aviari respecte el total del Zoo. Elaboració pròpia a partir de dades facilitades pel Zoo.

Tal com s'observa a la Figura 5.11, el consum que representa el sistema aviari dins el total del Zoo es va reduint anualment d'un 20% a un 12%. Això és degut tant a una davallada en el consum de gas de l'aviari –també causada per l'avaría de l'any 2013-, com a un augment del consum del total del Zoològic a causa de les millores realitzades.

El consum de gas natural anual mitjà dels últims quatre anys per unitat de superfície de l'aviari és de **20,17m³/m²**.

Com s'ha explicat anteriorment, l'aviari rep una mitjana del **25%** dels visitants del Zoo. Així, l'any 2014 ha estat visitat per **275570** persones. Per tant, el consum anual de gas natural per visitant és de **0,09 m³/visitant**. Mitjançant el factor de conversió 1 m³ = 11,7 kWh, s'obté un consum de **1,05 kWh/visitant**.

- **Potencial de generació d'energia calorífica de l'aviari**

Per tal de generar l'energia calorífica necessària per abastir el consum de gas natural de l'aviari, s'estudia la instal·lació de plaques solars tèrmiques al terrat.

Com s'ha esmentat abans, la radiació útil que arribarà al terrat de l'aviari correspon a:

$$\frac{1533 \text{ kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{any}} \cdot 1,208 = 1851,86 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{any}}$$

S'ha estimat el consum actual de gas natural del sistema mitjançant una mitjana dels quatre últims anys, amb un valor corresponent de 24404,5 m³. Gràcies al poder calorífic del gas natural i mitjançant el factor de conversió 1 m³ = 11,7 kWh es poden convertir les unitats de m³ a kWh equivalents, amb el resultat corresponent de 285532,65 kWh.

Els captadors que s'han considerat més adequats per a proporcionar energia per tal de mantenir la calefacció del sistema són els captadors solars plans. El model de captador seleccionat és el **captador solar SKR500** de la marca SONNENKRAFT® (Annex 7), que ocupa una superfície bruta de 2,57 m² amb un rendiment òptic del 82%.

Hi ha dues maneres de calcular el rendiment. En aquest cas es calcula en funció de la superfície d'obertura, que és el més comú, $\eta = \eta_0 - \text{coef. pèrdues} \cdot T_r$, on:

$$\eta_0 = \text{rendiment òptic} = 0,82$$

$$\text{coeficient pèrdues} = a_{1\text{obertura}} + 30 \cdot a_{2\text{obertura}} = 3,821 + 30 \cdot 0,0108 = 4,145$$

$$T_r = \text{temperatura reduïda}$$

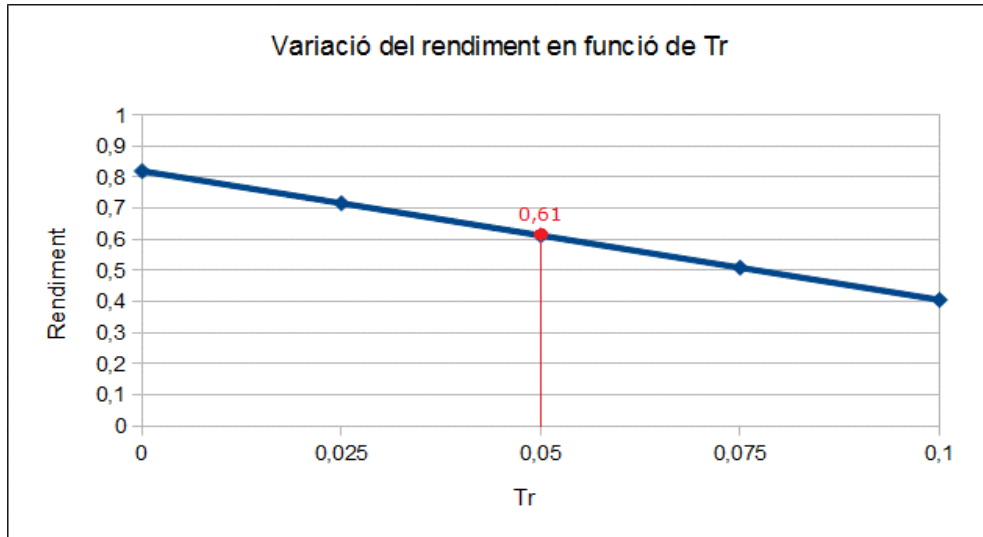


Figura 5.12. Variació del rendiment del captador solar en funció de la temperatura reduïda.

Observant la Figura 5.12, es determina el valor mitjà de la temperatura reduïda com a 0,05 i substituint aquest valor a la fórmula s'obté:

$$\eta = \eta_0 - \text{coef. pèrdues} \cdot T_r = 0,82 - 4,145 \cdot 0,05 = 0,61$$

Per tal de conèixer l'energia que genera una placa d'aquest model amb la radiació incident de la ciutat de Barcelona i amb el rendiment obtingut:

$$1851,86 \frac{kWh}{m^2 \cdot any} \cdot 0,61 \cdot \frac{2,57m^2}{placa} = 2.903,16 \frac{kWh}{placa \cdot any}$$

Amb la dada de consum anual de gas natural a l'aviari, es pot obtenir el nombre de plaques necessàries per a cobrir la demanda:

$$\frac{285.532,65 kWh/any}{2.903,16 kWh/placa \cdot any} = 98,35 = 99 \text{ plaques SKR500}$$

Tal com s'ha explicat anteriorment les plaques ocupen una superfície menor degut a la seva inclinació. Considerant aquest factor, l'àrea real que ocuparia aquest nombre de plaques correspon a:

$$2,079m \cdot \cos 35^\circ \cdot 1,24m \cdot 99 \text{ plaques} = 209,06m^2$$

Tenint en compte que l'àrea útil del terrat de l'aviari correspon a 840,46 m² es considera que hi ha espai suficient per a aquesta instal·lació.

Per tal de conèixer el potencial d'autosuficiència que suposaria la instal·lació d'aquestes plaques, es divideix el potencial de captació calculat pel consum.

$$\text{autosuficiència energètica} = \frac{\text{captació energia solar tèrmica}}{\text{consum de gas natural}}$$

En aquest cas, s'obté un 100% de potencial d'autosuficiència.

5.1.3. Estudi del consum energètic total

Per tal de poder quantificar la totalitat del vector energètic, s'han convertit les unitats de gas natural, que es trobaven en m³, a unitats energètiques².

$$1 \text{ m}^3 \text{ Gas Natural} = 0,0117 \text{ MWh} = 11,7 \text{ kWh}$$

5.1.3.1. Dades històriques de consum

- **Consum energètic total del Zoo**

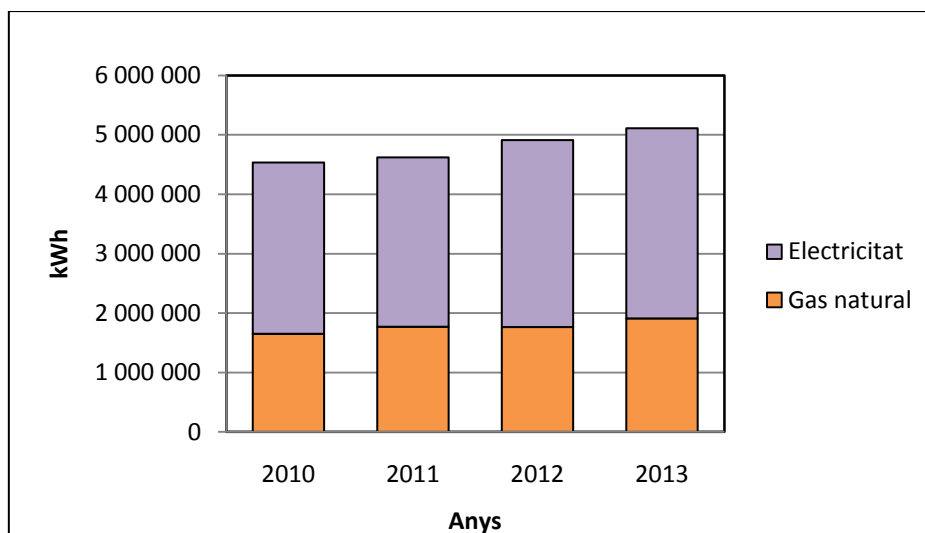


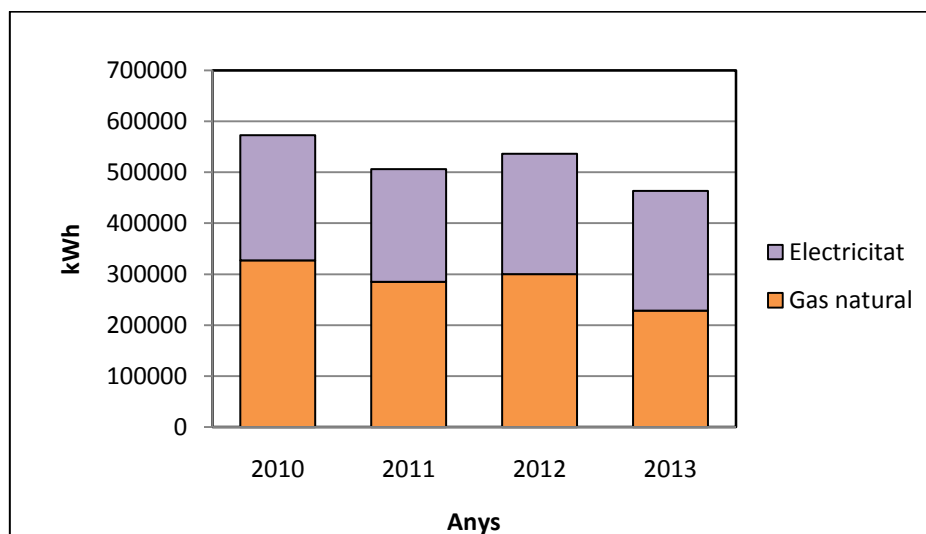
Figura 5.13. Consum energètic anual del Zoo.

Elaboració pròpia a partir de dades facilitades pel Zoo.

Com s'observa a la Figura 5.13, tant el consum elèctric com el de gas natural augmenten, provocant així un increment del consum energètic total en un 12,7% del 2010 al 2013.

² Factor de conversió proporcionat per Unió Fenosa.

- **Consum energètic total del sistema associat al punt de subministrament de l'aviari**



*Figura 5.14. Consum energètic anual del punt de subministrament.
Elaboració pròpia a partir de dades facilitades pel Zoo.*

En el cas del punt de subministrament associat al sistema aviari, del 2010 al 2013 es produeix una baixada en el consum de gas natural d'un 30% alhora que el consum elèctric es manté relativament constant. Això implica una reducció en el consum energètic total d'un 19% del 2010 al 2013.

5.1.3.2. Estimació del consum energètic total de l'aviari

Un cop estimat el consum elèctric del sistema, 48437,6 kWh/any, i conegut el consum mitjà de gas natural de l'aviari, 24404,5 m³ que equival a 285533 kWh anuals, s'obté el consum energètic total: **333970,6 kWh/any**. Mitjançant les dades de superfície i visitant esmentades anteriorment, s'obté un consum energètic total de **276 kWh/m²** i **1,21 kWh/visitant**.

A la ciutat de Barcelona, la mitjana anual de consum energètic dels serveis municipals³ és d'aproximadament 118,8 kWh/m². Comparant aquesta informació amb el consum energètic anual del sistema, s'observa que el consum de l'aviari és més del doble que el consum mitjà dels serveis municipals, en concret 2,3 vegades.

5.1.4. Emissions de CO₂ derivades del consum energètic

L'energia necessària per abastir el Zoo està associada a emissions de gasos contaminants i d'efecte hivernacle. A continuació s'han calculat les emissions de diòxid de carboni a l'atmosfera derivades del consum energètic tant del Zoo com del sistema aviari.

Anualment es publiquen uns factors de conversió per tal de relacionar directament l'energia consumida amb les emissions de CO₂ derivades. Per la xarxa elèctrica hi circula electricitat

³ Energy and environmental evaluation of municipal facilities: Case study in the province of Barcelona.

generada en diferents fonts, tant renovables com no renovables, -Mix Peninsular- provocant que el factor d'emissió⁴ del Mix Peninsular variï cada any (Taula 5.5). En el cas del gas natural el factor d'emissió⁵ és constant, amb un valor de 2,15 kg CO₂/m³.

Taula 5.5. Factors d'emissió del Mix elèctric peninsular 2010-2013.

Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'Oficina Catalana del Canvi Climàtic.

Mix elèctric peninsular (any)	Factor d'emissió (kg CO ₂ /kWh)
2010	0,206
2011	0,267
2012	0,3
2013	0,248

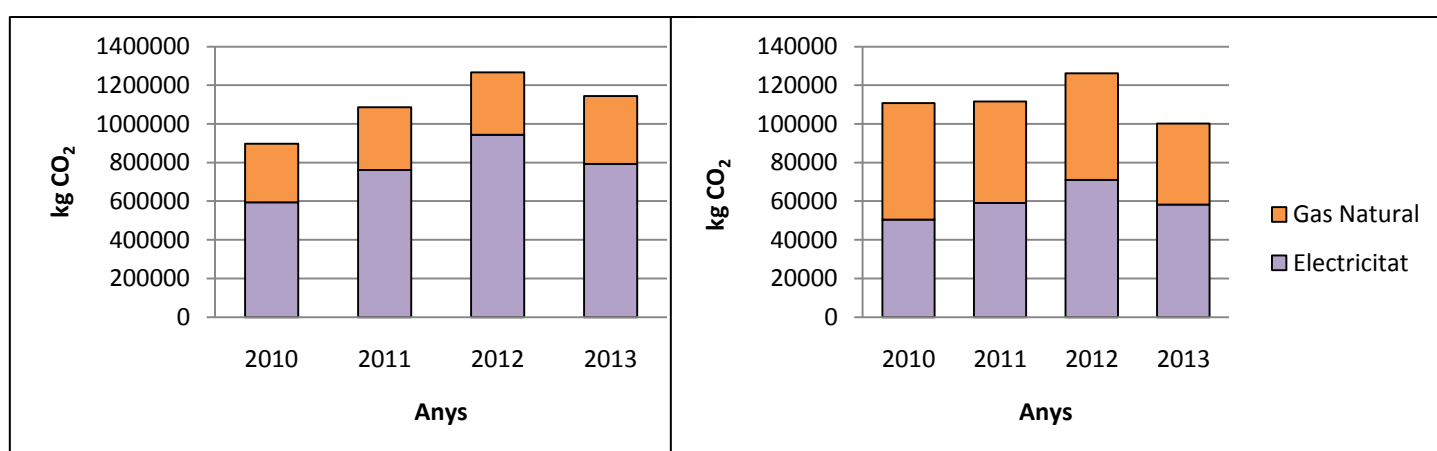


Figura 5.15. Emissions de CO₂ associades al consum energètic general del Zoo (esquerra) i al consum del punt de subministrament (dreta). Elaboració pròpia a partir de dades facilitades pel Zoo.

Com s'ha explicat anteriorment, les emissions generades pel consum elèctric no depenen exclusivament del consum sinó que és poden veure afectades de manera important per la variació del Mix Peninsular, depenent de la quantitat d'energia procedent de fonts renovables. Per tant, no es pot associar directament l'augment o la reducció de les emissions anuals amb el consum.

En canvi, el factor d'emissió associat al gas natural és un paràmetre molt poc variable, que només depèn de les millores tècniques en la seva producció. D'aquesta manera sí que es pot associar directament les emissions generades amb el consum de gas natural. Tal com mostra la Figura 5.15, les emissions associades al vector gas de l'aviari són percentualment superiors a les del conjunt del Zoològic. Això és degut a l'elevat ús de la calefacció -que funciona exclusivament amb gas natural- de l'aviari per tal de cobrir els requeriments tèrmics de la fauna.

⁴ Factor d'emissió del mix elèctric peninsular. Extret de l'Oficina Catalana del Canvi Climàtic.

⁵ Factor de conversió extret del web Union Fenosa Gas.

Durant els darrers quatre anys, el percentatge de les emissions de CO₂ associades al consum de gas natural de l'aviari i del conjunt del Zoo és de **46,8%** i **29,7%** respectivament. Això demostra que la proporció de gas natural que es consumeix respecte l'electricitat és molt més significativa a l'aviari que al conjunt del Zoo.

5.1.4.1. Estimació de les emissions de CO₂ derivades de l'aviari

Per tal d'estimar les emissions associades al consum energètic total de l'aviari s'ha de tenir en compte tant el vector elèctric, com el de gas natural. El consum elèctric estimat del 2014 és de 48437,6 kWh/any, i el Mix Peninsular del 2014 és de 0,185 kg CO₂/kWh, obtenint unes emissions de 8961 kg de CO₂.

El consum estimat de gas natural del 2014 és de 24404,5 m³/any, i tenint en compte el factor de transformació citat anteriorment, s'obtenen unes emissions derivades de 52470 kg de CO₂.

Així, les emissions total derivades són de **61431 kg de CO₂**. Com s'ha explicat anteriorment, mitjançant les dades de visitants i superfície de l'aviari s'obtenen unes emissions de **0,223 kg de CO₂/visitant** i de **50,8 kg de CO₂/m²**.

A la ciutat de Barcelona, la mitjana anual d'emissions derivades del consum energètic dels serveis municipals⁶ és d'aproximadament **40 kg CO₂/m²**. Mitjançant aquesta informació, s'observa que les emissions associades al sistema aviari són **1,3 vegades** més elevades que la mitjana dels serveis municipals.

5.2. Consum i ús de l'aigua del Zoo i del sistema aviari

En aquest apartat s'ha realitzat l'estudi del vector hídric, mesurant l'ús i consum d'aigua associat al Zoo i al sistema aviari.

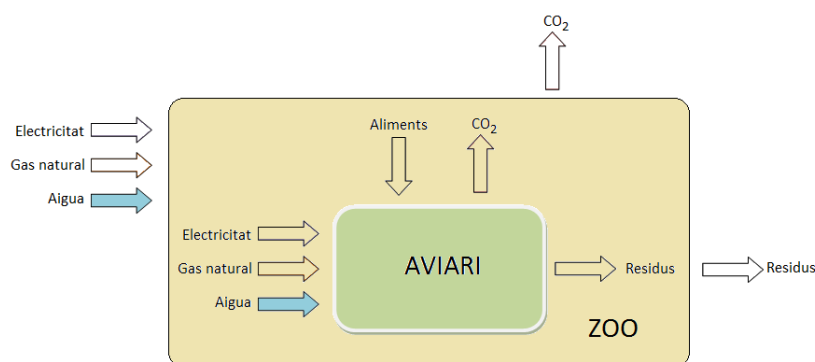


Figura 5.16. Metabolisme del vector hídric del Zoo i de l'aviari.

⁶ Energy and environmental evaluation of municipal facilities: Case study in the province of Barcelona.

5.2.1. Dades històriques de consum

- **Consum d'aigua total del Zoo**

El Zoo disposa de quatre punts de subministrament d'aigua, anomenats també en funció de la zona que cobreixen (Taula 6.6). La major part del consum de l'aigua del Zoo és destinat a les instal·lacions d'animals aquàtics, com són dofins, lleons marins, foques i hipopòtams, així com a la neteja i el reg de les instal·lacions.

Taula 5.6. Punts de subministrament existents al Zoo i cabal nominal contractat.

Font: Informe de diagnosi energètica, Applus+ (2012)

PUNT DE SUBMINISTRAMENT	PÒLISSA	CONTADOR	CABAL NOMINAL (m ³ /h)
Zoo - Ossos	169531	ZAR21006758	10
Zoo - Terrari	62105	ZAR21006757	10
Zoo - Pujades	696140	ZAR3C100607	60
Zoo - Prim	696141	ZAR3C100560	60

A la Figura 5.17 es pot observar una lleugera estacionalitat relacionada amb el consum: els mesos amb més precipitació aquest disminueix lleugerament. Un exemple d'aquesta relació, és la diferència de consum del mes de juny de l'any 2011 i 2012: la precipitació a la ciutat de Barcelona⁷ l'any 2011 va ser de 127,3 mm, mentre que a l'any 2012 va ser de 1,8 mm. De totes maneres, la relació amb la precipitació només afecta al consum d'aigua destinat al reg, el qual és una part molt petita del consum total. El valor de febrer de 2010 no està representat ja que no existeixen dades.

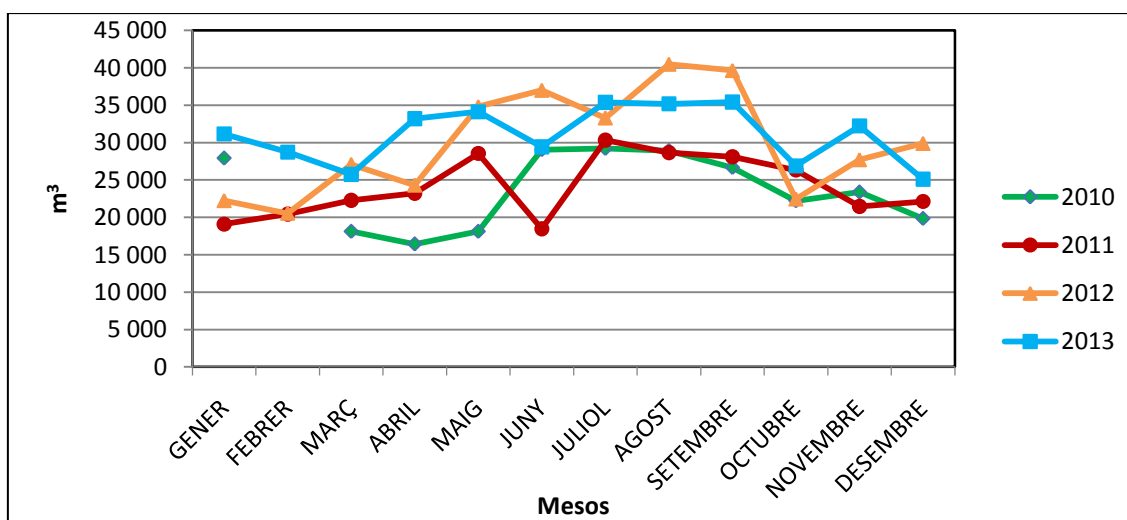


Figura 5.17. Evolució del consum hídric mensual al conjunt del Zoo. Elaboració pròpia a partir de dades de consum real facilitades pel Zoo.

⁷ Totes les dades de pluviometria han estat obtingudes del web de l'Idescat.

A la Figura 5.18 es percep una tendència a l'augment en un 43,4% del 2010 al 2013 del consum d'aigua. Aquest fet pot estar condicionat per dos factors:

1. La pluviometria: els anys 2010 i 2011 van ser més plujosos (694,5 mm i 905,7 mm respectivament) que els anys 2012 i 2013 (486,9 mm i 584,5 mm respectivament).
2. La remodelació d'instal·lacions: suposen una millora de les condicions de vida dels animals -augmentant la superfície dels hàbitats amb el conseqüent augment de consum- així com la implantació de millores tècniques, per exemple bombes de recirculació d'aigua i sistemes de filtració, que a la vegada comporten una reducció del consum.

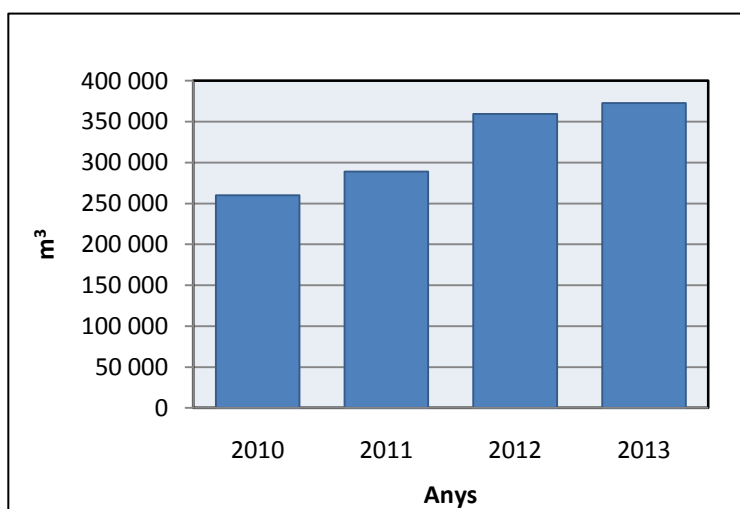


Figura 5.18. Consum hídric anual del total de Zoo.
Elaboració pròpia a partir de dades facilitades pel Zoo.

5.2.2. Estimació del consum hídric de l'aviari

L'aviari s'abasteix del punt de subministrament Prim, el qual dóna aigua a més de la meitat del recinte. Les dades de facturació disten molt del consum real de l'aviari. Per tal de poder treballar amb unes dades més acurades, s'ha realitzat una aproximació del consum total de l'aviari.

En primer lloc s'ha estudiat quins són els principals usos de l'aigua en el sistema. Se n'han diferenciat dos de principals: la cuina que disposa de 4 aixetes, on bàsicament s'utilitza aigua per netejar les safates dels aliments de les aus, i la neteja de les 12 instal·lacions existents, on l'aigua és utilitzada pel rec de les plantes de l'interior, per la neteja mateixa de vidres i decorats i per omplir les basses existents, que serveixen a la vegada d'abeurador pels animals. Per tal de realitzar l'estimació, s'ha calculat el cabal de cada aixeta i mànega que s'utilitza per a la realització de les tasques diàries de neteja i manteniment. Aquest càlcul s'ha fet, cronometrant el temps necessari per omplir un recipient del volum tal com s'indica a la taula 5.7. En la figura 5.19 es mostra localització de cada una de les instal·lacions.

Taula 5.7. Cabal de cada una de les mànegues i l'aixeta.

Mànegues i aixeta	Instal·lacions que abasteix	Temps (s)	Volum (L)	Q (L/s)
A	2,3,4,5,6	8,31	1,5	0,18051
B	1,7,8,9,10,11,12	8,53	1,5	0,17585
C	cuina	3,95	0,5	0,12658

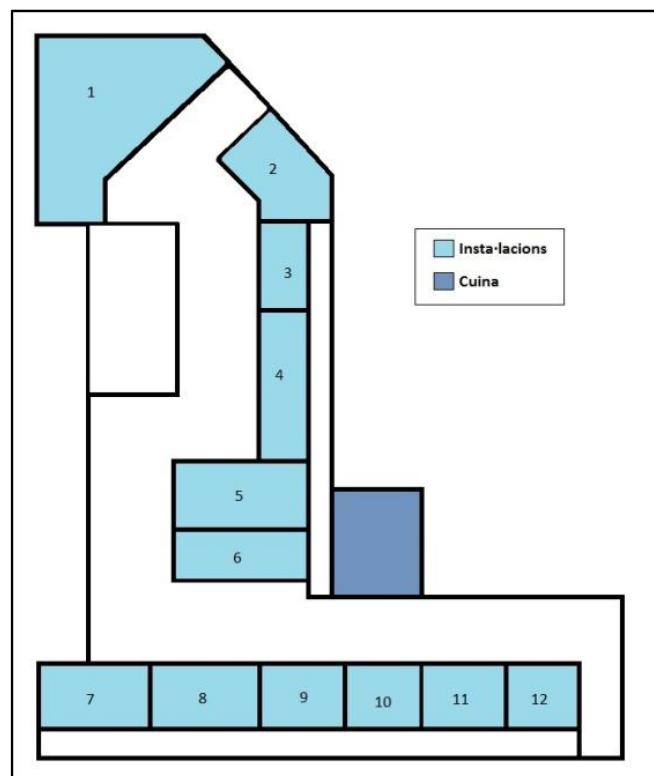


Figura 5.19. Numeració de les instal·lacions de l'aviari.

Una vegada obtingut el cabal i sectoritzat el sistema, s'ha realitzat un seguiment dels encarregats de l'aviari durant la realització de les tasques esmentades al llarg de la jornada, cronometrant el temps que s'utilitzava cada aixeta o mànega. Els resultats obtinguts al llarg d'un dia s'han representat a la Taula 5.8.

Taula 5.8. Estimació del consum diari d'aigua.

Instal·lacions aus	Q (L/s)	Temps neteja (s)	Volum neteja (L)	Temps omplir (s)	Volum llac (L)	Temps total (s)	Volum total (L)
1	0,17585	706,00	124,15	340,00	119,68	1046,00	243,83
2	0,18051	332,17	59,96	135,00	24,37	467,17	84,33
3	0,18051	205,37	37,07	163,00	29,42	368,37	66,49
4	0,18051	388,05	70,05			388,05	70,05
5	0,18051	162,64	29,36	420,51	75,91	583,15	105,26
6	0,18051	160,00	28,88	134,00	24,19	294,00	53,07
7	0,17585	234,20	41,18	172,80	30,39	407,00	71,57
8	0,17585	221,00	38,86	220,00	38,69	441,00	77,55
9	0,17585	151,11	26,57	90,00	15,83	241,11	42,40
10	0,17585	258,36	45,43	172,09	30,26	430,45	75,69
11	0,17585	154,21	27,12	171,00	30,07	325,21	57,19
12	0,17585	521,20	91,65	40,00	7,03	561,20	98,69
Cuina	0,12658					3161,05	400,12
TOTAL						8713,76	1446,24

Segons els resultats obtinguts s'observa que on es consumeix més aigua és a la cuina, a més, considerem que és on pot existir l'error més gran de mesura ja que contínuament els responsables s'hi renten les mans obrint i tancant l'aixeta durant pocs segons, cosa que dificulta la quantificació.

La instal·lació 4 disposa d'un gran llac amb peixos, el qual no s'omple diàriament ja que posseeix un sistema de filtració d'aigua. Això implica un estalvi en el consum, ja que només es reomple la quantitat d'aigua que es perd, per evaporació o per abeurament de les aus.

En molts casos, s'ha observat que a més dels usos ja esmentats, els responsables remullen els ocells de les instal·lacions, ja sigui per necessitat de l'espècie o de manera lúdica. Aquest fet pot suposar un augment del volum consumit a cada instal·lació.

Per determinar el consum anual, s'ha considerat que cada dia de l'any es realitza el mateix consum, ja que les variacions seran molt petites i dependran en bona mesura del responsable de neteja i el temps que trigui en netejar. En cap cas considerem variacions estacionals. El valor total anual obtingut és de **527,88 m³**.

Tenint en compte els possibles errors de mesura i les variacions de volum en la neteja de les instal·lacions a causa dels diferents operaris, s'ha considerat necessari establir un marge d'error de $\pm 20\%$ sobre el valor total anual estimat. Considerant aquest factor de seguretat el rang de consum anual obtingut és **422,30-633,46 m³**.

A la Taula 5.9 s'hi troba representat el consum d'aigua en funció de la superfície de cada una de les instal·lacions existents.

Taula 5.9. Relació consum d'aigua-superfície instal·lacions de les aus.

Instal·lacions aus	Superfície (m ²)	Volum neteja (L)	Volum llac (L)	Volum d'aigua total (L)	L/m ²
1	95,54	124,15	119,68	243,83	2,55
2	32,86	59,96	24,37	84,33	2,57
3	18,38	37,07	29,42	66,49	3,62
4	31,55	70,05		70,05	2,22
5	61,24	29,36	75,91	105,26	1,72
6	25,96	28,88	24,19	53,07	2,04
7	30,48	41,18	30,39	71,57	2,35
8	31,3	38,86	38,69	77,55	2,48
9	23,68	26,57	15,83	42,4	1,79
10	20,99	45,43	30,26	75,69	3,61
11	23,54	27,12	30,07	57,19	2,43
12	22,15	91,65	7,03	98,69	4,46
TOTAL	417,67			1046,12	2,50

S'observa que tots els valors obtinguts són del mateix ordre de magnitud. Les variacions estaran més determinades pel temps de neteja, i conseqüentment pel volum d'aigua que necessita cada treballador per realitzar les tasques de manteniment, que no pas per la superfície de la instal·lació.

Per saber quin percentatge de consum representa l'aviari dins del Zoo i del punt de subministrament. Sabent que el consum hídric mitjà del Zoo dels últims quatre anys és de 320230,8 –segons les dades facilitades pel responsable tècnic-, l'aviari representa només un **0,2%** del total. En el cas del punt de subministrament de Prim, ja que la mitjana del 2010 al 2013 és de 126950 m³, l'aviari representa només un **0,42%** d'aquest.

- **Potencial de captació d'aigua de l'aviari**

En aquest apartat s'ha calculat el potencial de captació d'aigua pluvial de l'aviari. Mitjançant els plànols en AUTOCAD cedits pels responsables tècnics de l'aviari, s'ha calculat la superfície disponible del terrat de l'aviari per tal de instal·lar un sistema de captació d'aigües.

La pluviometria mitjana de la ciutat de Barcelona⁸ és 500-600 mm l'any encara que el clima mediterrani presenta una pluviometria anual molt irregular, amb variacions importants.

$$Precipitació \left[\frac{L}{m^2} \right] * Àrea [m^2] * \frac{m^3}{10^3 L} = Volum [m^3]$$

Suposant que es pogués aprofitar tota la superfície del terrat útil, 857 m², es podrien captar entre **429 i 514 m³** anuals.

Ja que aquest valor no té en compte el valor del coeficient d'escorrentia, per a determinar el potencial real de captació d'aigua de l'aviari, sabent que el terrat està impermeabilitzat, el

⁸ Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

coeficient⁹ que cal afegir a l'equació anterior té un valor de 0,95. Tenint-lo en compte, l'equació quedaria de la següent manera:

$$Precipitació \left[\frac{L}{m^2} \right] * Àrea [m^2] * \frac{m^3}{10^3 L} * 0,95 = Volum [m^3]$$

El valor corregit de captació d'aigua és d'entre 408,6 i 488,3 m³ anuals.

Per a estudiar l'autosuficiència de l'aviari, s'ha dividit el consum hídric estimat de l'aviari entre el valor corregit de captació d'aigua. Fent aquest càlcul s'ha determinat que es podrà reduir el consum anual entre un 77% i un 96,7%.

A part d'això, cal tenir en compte que en el terrat hi ha 11 desaigües cada un situat en els 11 quadrants que formen el terrat de l'aviari. Aquests quadrants estan inclinats 2-3 ° el que suposa una facilitat a l'hora de la recol·lecció de l'aigua pluvial.

5.3. Flux d'aliments del sistema aviari

Per tal d'estudiar el flux d'aliments de l'aviari s'ha procedit a realitzar una estimació del que es consumeix diàriament.

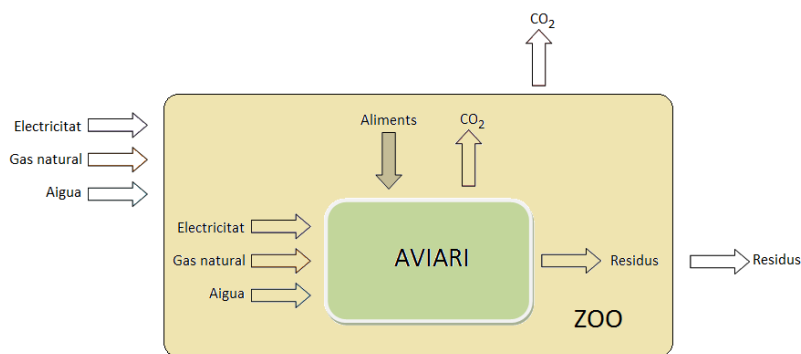


Figura 5.20. Metabolisme de recursos. Consum d'aliments a l'aviari.

Al Zoològic existeix un magatzem central on s'emmagatzemen la majoria d'aliments: fruites i verdures fresques, pinsos, fruits secs, cereals, etc. que es distribueixen diàriament. Cada espai realitza una comanda diària del que necessitarà pel dia següent. Aquests fulls de comanda són arxivats pels responsables corresponents. Aquest arxiu ens ha permès realitzar un càlcul del que es consumeix a l'aviari.

La dieta de les aus presents a l'aviari es basa en el consum de fruites com pomes, peres, plàtans o papaies, les quals mengen tot l'any, a més de fruita de temporada que variarà segons l'època de l'any, com nabius, cireres, figues, etc. També consumeixen hortalisses, verdures i

⁹ Farreny, R., et al., *Roof selection for rainwater harvesting: Quantity and quality assessments in Spain, Water Ressearch* (2011).

fruits secs, com pastanagues, enciams, api, bledes, pipes, nous, etc. (Taula 5.10). Tots aquests productes són adquirits a Mercabarna. A més, la dieta també requereix el consum de presa viva com llagostes, cucs, grills i peix (Taula 5.11). Alguns d'aquests aliments es produeixen al mateix aviari i d'altres són comprats, a l'engròs per al conjunt del Zoo.

Per a la nutrició de les aus, els aliments no necessiten ser cuinats, només pelats i trossejats. Aquestes operacions es realitzen a la cuina de l'aviari durant les primeres hores del matí, la qual disposa d'una nevera per desar allò que no es consumeix durant el mateix dia. A més del que els aporta el producte fresc, les aus necessiten altres components que són garantits per diferents tipus de pinsos (Taula 5.12). La majoria d'aquests provenen d'Holanda, productor per excel·lència de pinsos europeu. Els sacs es desen al magatzem i els responsables de la cuina els demanen aproximadament un cop al més i emmagatzemen el contingut del sac en contenidors a la cuina mateixa per tal de poder dosificar-lo a l'hora de preparar les dietes.

Segons les dades obtingudes, a l'aviari es consumeixen un total mensual aproximat de 1128 Kg d'aliments, el que representa un total anual de **13500 kg**.

Taula 5.10. Productes frescos que es consumeixen a l'aviari mensualment.

	PRODUCTE FRESC	PES (kg)
Fruites	Pomes	128
	Meló/Síndria	99
	Magranes	70
	Plàtans	67
	Papaia	62
	Taronges	51
	Peres	45
	Figues	28
	Raïm	24
	Préssec	15
	Nectarines	3
Hortalisses	Blat de moro	31
	Pastanagues	17
Verdures	Enciams	33
	Endívies	6
	Api	3
	Bledes	3
Fuits secs	Nous	25
	Pipes	18
	Cacauets	3
Altres productes	Formatge fresc	2
	Llevat de cervesa	2
	Llet en pols	2
		TOTAL=737

Taula 5.11. Presa viva que es consumeix a l'aviari mensualment.

PRESA VIVA	PES (kg)
Escarbat de la farina (<i>Tenebrio molitor</i>)	10
Zophobas morio	20
Llagostes	80
Grills	7
Peix "cometa" (<i>Carassius auratus</i>)	4
Cuc de terra	2
Cries de ratoli	48
Cries de rata	7
TOTAL= 178	

Taula 5.12. Pinsos que es consumeixen a l'aviari mensualment.

PINSOS	PES (kg)
Nutribird T-16	20
Cría de alta proteïna	40
Cría de alta energia	20
Mezcla suprema	15
Mezcla pájaros tropicales	15
Gritt	5
Gropar	20
Pasta de cría	3
Nutribird C-19	10
Dog Chaw	5
Pinso per coloms	5
Pinso pollets	25
Segó	5
Mill	25
TOTAL=213	

5.4. Flux de residus del sistema aviari

Per a l'estudi complet del metabolisme del sistema s'ha d'analitzar la quantitat de residus que es generen, ja que aquests representaran l'única sortida considerada de recursos materials.

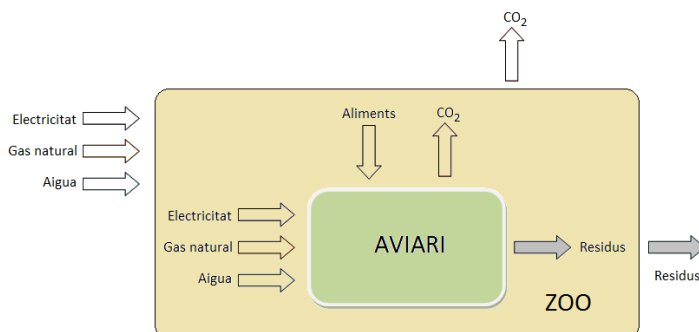


Figura 5.21. Metabolisme de recursos. Generació de residus a l'aviari.

Al no existir dades de producció de residus del sistema estudiat s'ha procedit a realitzar una estimació de la quantitat que se'n genera diària i anualment. Els principals residus que es generen i separen a l'aviari, i per tant, els que s'han considerat, són procedents de la cuina. Dins el recorregut públic existeixen dos contenidors, un per a paper i cartró i l'altre per envasos que no han estat comptabilitzats donat a que representen una fracció ínfima en comparació amb el total de residus generats.

Es produeixen quatre fraccions: matèria orgànica, provinent de les restes de l'alimentació dels animals; plàstics, principalment envasos; paper i cartró i rebuig. Per a poder-ho estimar, s'han pesat les bosses extretes de la cuina de l'aviari al final de la jornada. El valor total anual obtingut és de **3011,25 kg** de residus.

Taula 5.13. Quantitat de residus generats a l'aviari diàriament.

Fracció	Pes (kg)
Rebuig	0,3
Envasos	0,35
Paper i Cartró	0,15
Matèria orgànica	7,45
TOTAL=8,25	

A la taula 5.13 es pot observar que la principal fracció de residus produïda és matèria orgànica. El pes d'aquesta ve determinat en gran mesura pel tipus d'aliments que es consumeixen, augmentant de manera significativa per exemple quan és temporada de fruites com la síndria i el meló, i també per la quantitat de fruita en mal estat que pot arribar a la cuina de l'aviari. Per aquest motiu s'ha considerat un factor de seguretat de ± 2 kg diaris.

Considerant el factor aplicat, el rang anual obtingut és d'entre **2281,25 i 3741,25 kg** de residus.

Tenint en compte l'estimació feta a l'aviari, es pot realitzar un comparació amb les dades de les mateixes fraccions generades a tot el Zoo (Taula 5.14). Igual que succeeix a l'aviari, al conjunt del Zoo també en destaca la generació de matèria orgànica així com la generació d'envasos, aquests últims, atribuïts majoritàriament als bars i cafeteries del recinte.

Taula 5.14. Quantitat anual de residus generats a l'aviari estimats i residus totals generats al Zoo. Fraccions rebuig, envasos, paper i cartró i matèria orgànica. Elaboració pròpia a partir de les dades del punt verd del Zoo.

Fracció	AVIARI (estimació) kg	ZOO (2013) kg
Rebuig	110	161800
Envasos	128	28688
Paper i Cartró	55	40016
Matèria orgànica	2719	174960
TOTAL	3011	405464

Segons les dades obtingudes, la generació de residus de l'aviari suposa un **0.74%** respecte les mateixes fraccions que es generen al Zoo. De totes maneres, si tenim en compte que al conjunt del Zoo no només es generen les fraccions esmentades, sinó moltes d'altres com vidre, fems, olis i material sanitari que suposen un total aproximat de 1538 tones (any 2013), la generació de residus de l'aviari suposa un **0,2%** del total.

Si es compara només la fracció de matèria orgànica, sense tenir en compte fracció vegetal, fulles ni restes de poda, s'observa que l'aviari suposa només un **1,55%** dins el total del Zoo.

Tots els residus generats a l'aviari són enviats diàriament al Punt Verd del Zoo. En els últims anys el Zoo ha fet grans esforços en la posada en marxa de bones pràctiques sostenibles i ambientals gràcies a la formació dels treballadors i la construcció de noves infraestructures com el Punt Verd ja anomenat.

Com que el que més es genera al conjunt és matèria orgànica, aquesta es classifica en fems, matèria orgànica barrejada, fulles i matèria vegetal de la poda per poder-la portar posteriorment a plantes de compostatge. A més, actualment s'està portant a terme el projecte "El Zoo millora la terra" que es basa en fer compost a les mateixes instal·lacions, proposta que va obtenir un dels premis de la Setmana Europea de residus del 2013. Totes aquestes polítiques fan possible que només el 9% de tots els residus generats vagi a abocador.

5.5 Integració dels vectors analitzats del Zoològic i del sistema aviari.

Una vegada estudiats els vectors que integren el metabolisme del Zoo i del sistema aviari, s'ha realitzat el balanç energètic i de recursos representat a la següent figura.

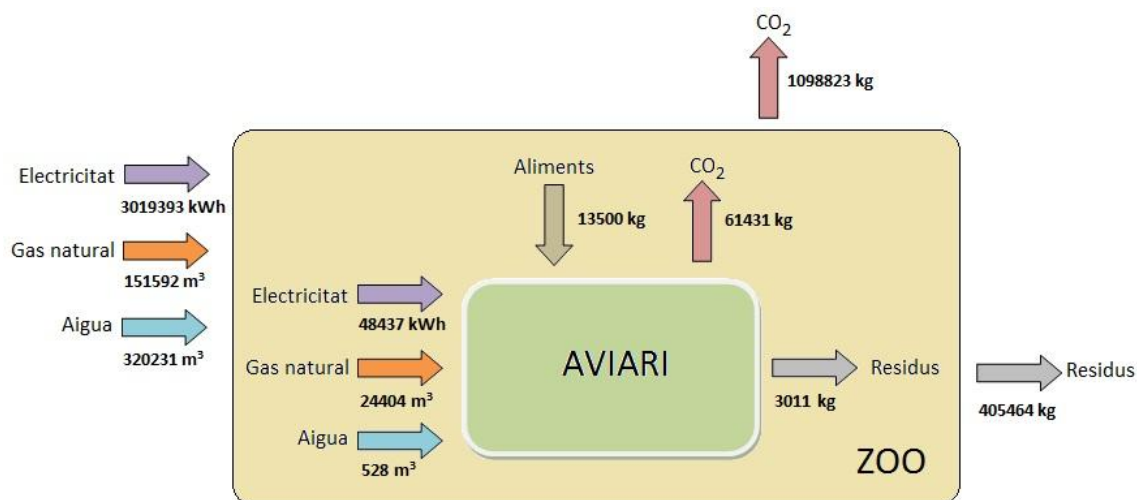


Figura 5.22. Diagrama del metabolisme energètic i de recursos del Zoo i del sistema aviari.

Els valors dels vectors pertanyents al Zoològic representats (electricitat, gas natural i aigua), corresponen a la mitjana dels últims quatre anys (2010-2013). Mentre que els valors dels vectors del sistema aviari (electricitat, aigua, aliments i residus), juntament amb les emissions de CO₂ tant del Zoo com del sistema aviari, corresponen a l'estimació realitzada.

Una vegada analitzades aquestes dades s'han obtingut els percentatges que representen les estimacions realitzades de cada vector sobre el consum total del Zoo.

- Vector elèctric: 1,6%.
- Vector gas natural: 16%.
- Vector hídric: 0,2%.
- Emissions de CO₂: 5,6%.
- Flux de residus: 0,2%.

Com s'observa, el vector gas natural és el que representa un consum més elevat entre els vectors estudiats. Tot seguit s'ha realitzat un resum de totes les dades obtingudes per cada vector (Taula 5.15).

Taula 5.15. Resultats obtinguts per a cada un dels vectors estudiats al Zoo, al punt de subministrament (PS) associat i a l'aviari.

Vector elèctric	Consum mitjà (2010-2013) kWh/any	Consum anual estimat kWh/any	Consum/sup. kWh/m ² ·any	Consum/visit kWh/visit·any	Estimat aviari %
ZOO	3019392.5				1.6
PS ASSOCIAT A L'AVIARI	234508				20
AVIARI		48437.6	40	0.2	
Vector gas natural	Consum mitjà (2010-2013) m ³ /any	Consum anual estimat m ³ /any	Consum/sup. m ³ /m ² ·any	Consum/visit m ³ /visit·any	Estimat aviari %
ZOO	151592.3				16
PS ASSOCIAT A L'AVIARI	24405				100
AVIARI	24405		20.2	0.1	
Consum energètic total	Consum mitjà (2010-2013) kWh/any	Consum anual estimat kWh/any	Consum/sup. kWh/m ² ·any	Consum/visit kWh/visit·any	Estimat aviari %
ZOO	4793021.8				7
PS ASSOCIAT A L'AVIARI	520040.9				64.2
AVIARI		333970.6	276	1.2	
Emissions de CO₂ derivades	Emissions anuals mitjanes (2010-2013) Kg CO ₂ /any	Emissions anuals estimades Kg CO ₂ /any	Emissions/sup. Kg CO ₂ /m ² ·any	Emissions/visit. Kg CO ₂ /visit·any	Estimat aviari %
ZOO	1098823.6				5.6
PS ASSOCIAT A L'AVIARI	112180.2				54.8
AVIARI		61431	50.8	0.2	
Vector hídic	Consum mitjà (2010-2013) m ³ /any	Consum anual estimat m ³ /any	Consum/sup. m ³ /m ² ·any	Consum/visit. m ³ /visit·any	Estimat aviari %
ZOO	320230.8				0.2
PS ASSOCIAT A L'AVIARI	126950				0.4
AVIARI		527.9	0.003		

6.CONCLUSIONS

VECTOR ELÈCTRIC

- El punt de subministrament elèctric cobreix l'aviari, l'escola, veterinària, el palmerar i l'ocellera de vol.
- El consum elèctric anual obtingut després de realitzar l'estimació corresponent per l'aviari és de **48437,6 kWh**, el que representa un **1.6%** del consum total del zoològic.
- El consum anual del Zoo augmenta un 10,8% del 2010 al 2013, mentre que el del punt de subministrament de l'aviari és relativament estable.
- El consum mitjà anual estimat per unitat de superfície del sistema és de **40 kWh/m²** i per visitant és de **0,18 kWh/visitant**.
- Es possible assolir l'autosuficiència elèctrica de l'aviari amb la instal·lació d'unes **104** plaques solars.¹⁰

VECTOR GAS NATURAL

- El consum de gas natural principalment està destinat a **calefacció**, ja que les aus de l'aviari tenen una temperatura de confort molt específica (entre 24-26°C), per tant presenta molta estacionalitat.
- El consum de gas natural de l'aviari, el qual suposa entre un **12%** i un **20%** del total del Zoo, és de **285533 kWh**.
- El consum de gas natural anual del Zoo augmenta un 15,9% del 2010 al 2013, mentre que l'aviari presenta una tendència a la davallada molt accentuada d'un 30% en el mateix període.
- La mitjana anual de consum de gas natural és de **20,17m³/m²** i de **0,09 m³/visitant**.
- Es possible assolir l'autosuficiència de l'aviari amb la instal·lació d'uns **99** captadors solars.¹¹

CONSUM ENERGÈTIC TOTAL

- El conjunt del Zoo incrementa el consum energètic total en un 12,7% mentre que el punt de subministrament de l'aviari mostra una tendència a la reducció del 19%, ambdós en el període 2010-2013.

¹⁰ Plaques marca SHARP, model ND-R250A5 amb una potència de 250W, una eficiència del 15,2% i una superfície de 1,64 m².

¹¹ Captadors solars plans, model SKR500 de la marca SONNENKRAFT®. Superfície bruta de 2,57 m² i un rendiment del captador del 61%.

- El consum energètic total estimat de l'aviari és de **333970,6 kWh/any**.
- Per unitat de superfície, s'obté un consum de **276 kWh/m²**, que correspon a **2,3 vegades** al consum mitjà dels serveis municipals. També representa un consum de **1,2 kWh/visitant**.
- La tendència de les emissions derivades és molt variable i no és representativa ja que depèn en bona part del Mix elèctric Peninsular.
- Les emissions totals associades al consum energètic de l'aviari són de **61431 kg de CO₂**.
- Per unitat de superfície, s'emeten unes emissions derivades de **50,8 kg de CO₂/m²**, que correspon a **1,3 vegades** a les emissions mitjanes derivades dels serveis municipals. També representa un consum de **0,223 kg de CO₂/visitant**.

VECTOR HÍDRIC

- S'observa un increment en el consum hídric total entre els anys 2010 i 2013.
- El consum anual d'aigua estimat de l'aviari suposa un **0,42%** del total del punt de subministrament, el valor obtingut és d'uns **528 m³**.
- Amb un sistema de captació hídrica al terrat es podrien obtenir anualment entre **409 i 488 m³**. Aquest sistema podria reduir el consum anual d'aigua entre un **77%** i un **97%**.

FLUX D'ALIMENTS

- La dieta de les aus és molt variada, inclou producte fresc, que prové de Mercabarna, pinsos provinents d'Holanda, presa viva i altres productes en menor mesura.
- Segons les estimacions realitzades es consumeixen aproximadament **13500 kg** d'aliments anualment.

FLUX DE RESIDUS

- A l'aviari es generen i separen principalment **4 fraccions**: matèria orgànica, paper i cartró, envasos i rebuig.
- Segons l'estimació realitzada, a l'aviari es genera anualment el **0,2% (3011 kg)** del total de residus generats al Zoo.
- La matèria orgànica és la fracció que es genera en major quantitat, tant a l'aviari com al Zoo. La generació de matèria orgànica a l'aviari suposa un **1,55%** del total del Zoo.
- Els residus generats són portats al **Punt Verd** del Zoo. De la matèria orgànica se'n fa compostatge i només un **9%** de residus tenen com a destí l'abocador.

7.PROPOSTES DE MILLORA

Un dels objectius generals del projecte és “Plantejar actuacions de millora per avançar cap a la sostenibilitat del sistema”. Per tal d’assolir-lo, s’ha estudiat la possibilitat d’implantar una sèrie de propostes de millora enfocades a la reducció del consum energètic i de recursos, així com a incrementar l’autosuficiència del sistema aviari.

Taula 7.1. Propostes de millora classificades per vectors destinades a la reducció del consum de l’aviari.

Reducció consum elèctric	Instal·lació plaques solars
	Substitució de bombetes per leds
	Substitució d’infrarojos per altres de menor consum
	Substitució electrodomèstics per altres baix consum
	Instal·lació de detectors de presència per encendre llums
Reducció consum Gas Natural	Instal·lació plaques solars tèrmiques
	Aïllament tèrmic de l’edifici
	Instal·lació de caldera de biomassa
Reducció consum d’aigua	Captació aigües pluvials
	Terrat verd
	Reutilització aigua dels llacs pel reg
	Difusors a les aixetes
Aliments	Compra de productes ecològics i de proximitat
	Hivernacle per a l’autoabastiment de producte fresc

Per poder determinar la possible aplicació d’aquestes propostes s’ha estudiat per una banda els beneficis que es generarien, la viabilitat econòmica de la implantació i la viabilitat tècnica de les mateixes, analitzant diferents criteris per a cada un d’aquests.

Taula 7.2. Criteris emprats per a la selecció de propostes de millora.

Benefici			Viabilitat econòmica			Viabilitat tècnica		
Ambiental	Social	Econòmic	Cost implantació	Cost manteniment	Amortització	Estalvi de consum	Prioritat	Dificultat d’implantació

Per avaluar aquests criteris s’ha establert un mètode de valoració propi, que permet donar un valor numèric per a cada criteri segons si aquest és molt favorable, favorable, desfavorable o molt desfavorable, a més d’un símbol que l’identifica (veure taula 7.3).

Una vegada establerts els criteris de la taula 7.2, han estat definits per poder determinar el seu valor (veure taula 7.4).

Els beneficis han estat precisats des d'un punt de vista holístic, intentant englobar les tres vessants de la sostenibilitat:

- Ambiental: s'han tingut en compte els impactes que es podrien generar en el medi i la possible reducció de la pressió antròpica sobre aquest, així com reduir la dependència de combustibles fòssils del sistema.
- Socials: s'ha valorat la millora de la imatge que suposaria per al zoo l'aplicació d'aquestes mesures, tant de cara als visitants, ja que el zoològic realitza una gran tasca en el camp de l'educació ambiental, com de cara a l'administració i a altres institucions del sector. A més, s'ha considerat si aquestes promouen un avanç cap a la sostenibilitat.
- Econòmica: s'han mesurat a partir dels resultats obtinguts a l'apartat de viabilitat econòmica.

Per avaluar la viabilitat econòmica de les propostes de millora s'han tingut en compte els costos d'implantació, de manteniment, així com l'amortització d'aquestes. Les quantitats fixades són un reflex de l'actual situació econòmica que es pateix.

Finalment, la viabilitat tècnica ha estat avaluada segons l'estalvi potencial de consum, la dificultat d'implantació tenint en compte les característiques tècniques de l'edifici, i la prioritat d'implantació segons el percentatge que representa el consum estudiat dins el valor total del Zoo.

Taula 7.3. Mètode de valoració quantitativa dels criteris establerts.

	Símbol	Valor numèric
Molt favorable	++	+2
Favorable	+	+1
Desfavorable	-	-1
Molt desfavorable	--	-2

Taula 7.4. Definició del mètode de valoració per a cada criteri per a la selecció de les propostes de millora.

Beneficis		
Ambientals	Socials	Econòmics
Molt favorable Redueix l'impacte ambiental al mínim.	Molt favorable Millora la imatge externa i promou mesures cap a la sostenibilitat.	Molt favorable Viabilitat econòmica molt positiva.
Favorable Contribueix a la reducció de l'impacte.	Favorable Millora la imatge externa.	Favorable Viabilitat econòmica positiva.
Desfavorable No causa cap mena d'impacte.	Desfavorable No causa cap mena d'impacte.	Desfavorable Viabilitat econòmica negativa.
Molt desfavorable Impacte ambiental negatiu.	Molt desfavorable Empitjora la imatge externa.	Molt desfavorable Viabilitat econòmica molt negativa.
Viabilitat econòmica		
Costos implantació	Costos manteniment	Amortització
Molt favorable <5000 €	Molt favorable La mesura no necessita manteniment	Molt favorable < 1 any
Favorable < 15000 €	Favorable La mesura necessita manteniment puntual	Favorable 1-3 anys
Desfavorable > 15000 €	Desfavorable La mesura necessita manteniment	Desfavorable > 3 anys
Molt desfavorable >30000 €	Molt desfavorable La mesura necessita manteniment regular	Molt desfavorable > 5 anys
Viabilitat tècnica		
Estalvi de consum	Prioritat	Dificultat d'implantació
Molt favorable > 40%	Molt favorable Consum aviari > 15% consum Zoo	Molt favorable No calen reformes
Favorable > 20%	Favorable Consum aviari > 1% consum Zoo	Favorable Calen petites reformes
Desfavorable <20 %	Desfavorable Consum aviari < 1% consum Zoo	Desfavorable Calen obres
Molt desfavorable <10 %	Molt desfavorable Consum aviari < 0,5% consum Zoo	Molt desfavorable Calen reformes estructurals

Taula 7.5. Valoració final de les propostes de millora plantejades per a la reducció del consum dels vectors estudiats del sistema aviari segons els criteris establerts.

		Benefici			Viabilitat econòmica			Viabilitat tècnica			Valoració final
		Ambiental	Social	Econòmic	Cost implantació	Cost manteniment	Amortització	Estalvi de consum	Prioritat	Dificultat d'implantació	
Reducció consum elèctric	Instal·lació plaques solars	++	++	+	-	+	+	++	+	+	10
	Substitució de bombetes per leds	+	++	++	++	++	++	+	+	++	15
	Substitució d'infrarojos per altres de menor consum	+	+	++	++	++	++	--	+	++	11
	Substitució electrodomèstics per altres baix consum	+	++	+	+	++	+	-	+	++	10
	Instal·lació de detectors de presència per encendre llums	+	++	++	++	++	++	--	+	+	11
Reducció consum Gas Natural	Instal·lació plaques solars tèrmiques	++	++	-	--	+	--	++	++	+	5
	Aïllament tèrmic de l'edifici	++	++	--	--	++	--	++	++	--	2
	Instal·lació de caldera de biomassa	++	++	--	--	+	--	+	++	--	0
Reducció consum d'aigua	Captació aigües pluvials	++	++	+	++	+	+	++	--	--	7
	Terrat verd	++	++	--	--	--	--	-	--	--	-9
	Reutilització aigua dels llacs pel reg	+	++	+	++	-	++	++	--	++	9
	Difusors a les aixetes	+	++	++	++	++	++	++	--	++	13
Aliments	Compra de productes ecològics i de proximitat	++	++	-	-	++	--	--	--	++	0
	Hivernacle per a l'autoabastiment de producte fresc	++	++	--	+	--	--	--	--	--	-7

Després de realitzar la valoració de totes les propostes de millora segons els criteris establerts i quantificar-los segons la taula XX3, s'han obtingut els resultats que s'observen a la taula XX5. S'ha considerat que les propostes amb una valoració final igual o superior a deu són susceptibles a ser implantades.

Taula 7.6. Propostes de millora amb un resultat igual o superior a deu a la valoració quantitativa.

		Valoració final
Reducció consum elèctric	Instal·lació plaques solars	10
	Substitució de bombetes per leds	15
	Substitució d'infrarojos per altres de menor consum	11
	Substitució electrodomèstics per altres baix consum	10
	Instal·lació de detectors de presència per encendre llums	11
Reducció consum d'aigua	Difusors a les aixetes	13

Tot i els resultats obtinguts s'han descartat dues de les sis propostes amb valoració final igual o superior a deu:

- Substitució d'infrarojos per altres de menor consum: aquesta proposta s'ha desestimat ja que el seu consum està directament relacionat amb la calor que transmeten i aquesta és necessària per al confort de les aus en moments puntuals. D'altra banda, només s'utilitzen quatre unitats de làmpades, el que suposaria una reducció ínfima del consum.
- Instal·lació de detectors de presència per encendre llums: aquesta proposta s'ha desestimat ja que la il·luminació del recorregut públic, que és l'únic lloc on la instal·lació dels detectors seria viable, roman apagada la major part del dia, abastint-se de llum natural.

7.1. Fitxes de propostes de millora

A continuació es detallen les fitxes elaborades de les propostes de millora que s'han considerat finalment viables.

7.1.1. Instal·lació plaques solars fotovoltaïques

INSTAL·LACIÓ DE PLAQUES SOLARS FOTOVOLTAIQUES	
Objectiu	Assolir l'autosuficiència elèctrica de l'aviari
Acció	Instal·lació de plaques solars fotovoltaïques al terrat de l'aviari per tal de cobrir la demanda elèctrica
Prioritat	Favorable. El consum elèctric de l'aviari és superior a l'1% del total del Zoo.
Descripció	S'instal·laran plaques solars fotovoltaïques de la marca SHARP, model ND-R250A5 de 250W al terrat de l'aviari per tal de cobrir la demanda elèctrica del sistema per tal d'avançar cap a l'autosuficiència i reduir el cost econòmic i els problemes ambientals derivats del consum i producció d'electricitat generada mitjançant fonts no renovables o de residus fòssils.
Unitats	104
Pressupost	24805€
Estalvi potencial	100% del consum d'electricitat del sistema
Amortització	2 anys
Termini d'implantació	Curt termini
Beneficis	Econòmics (reducció del cost de facturació elèctrica) Ambientals (reducció de les emissions de CO2 derivades)
Indicadors	Facturació de kWh anuals consumits a l'aviari
Responsable	Tècnic responsable de l'aviari

Com s'ha calculat anteriorment (Potencial generació energia elèctrica), es requereixen 104 plaques SHARP ND-R250A5 de 250W per tal de cobrir tota la demanda anual d'electricitat de l'aviari.

Sabent que el pack de 30 d'aquestes plaques té un preu de 6927,25€ i el pack de 2 costa 574,75, el cost total de la compra serà:

$$Cost = 3 \cdot 6927,25 + 7 \cdot 574,75 = 24805€$$

7.1.2. Substitució de bombetes halògenes per LEDs

SUBSTITUCIÓ DE BOMBETES HALÒGENES PER LEDs	
Objectiu	Reduir al màxim el consum elèctric de l'aviari
Acció	Substitució de tots els halògens de l'aviari per focus LEDs amb la potència corresponent
Prioritat	Favorable. El consum elèctric de l'aviari és superior a l'1% del total del Zoo.
Descripció	Es substituiran tots els halògens que encara es troben a l'aviari per focus LEDs amb la potència corresponent per tal de reduir el consum derivat de la il·luminació del sistema, ja que aquest tipus de làmpades tenen una gran eficiència energètica i una llarga vida útil.
Unitats	41 (7 de 40W, 8 de 20W i 26 de 10W)
Pressupost	651,28€
Estalvi potencial	22% del consum elèctric anual de l'aviari
Amortització	Menys d'1 any
Termini d'implantació	Curt termini
Beneficis	Econòmics (reducció cost de facturació elèctrica) Ambientals (menor consum energètic i menor consum de bombetes)
Indicadors	Facturació de kWh anuals consumits a l'aviari
Responsable	Responsable de manteniment de l'aviari

Taula 7.7. Equivalències entre halògens i LEDs per a il·luminació interior a partir de dades extretes de Ledbox.

Potència halogen (W)	Potència necessària LED (W)
70	10
150	20
250	40

Actualment a les instal·lacions per a la fauna hi ha 7 halògens de rosca de 250W, que seran substituïts per LEDs de 40W, i 8 halògens de barra de 150W, substituïts per LEDs de 20W. A la sala de projecció i al recorregut públic hi ha 26 halògens de 70W que es substituiran per LEDs de 10W.

Sabent el preu d'aquests LEDs:

Taula 7.8 Preu per unitat dels LEDs segons la seva potència

Potència LED (W)	Preu (€/unitat)
40	57,80
20	14,26
10	5,10

El cost total de la compra dels LEDs necessaris serà:

$$Cost = 7 \cdot 57,80 + 8 \cdot 14,26 + 26 \cdot 5,10 = 651,28€$$

Taula 7.9 Consum elèctric pels halògens i consum amb la substitució per LEDs

Zona	Unitats	Consum anual (Wh)	Potència LEDs (W)	Consum anual amb LEDs (Wh)
Instal·lacions	7	6853000	40	1096480
	8	4699200	20	626560
Recorregut públic	15	766500	10	109500
Sala de projecció	11	0	10	0
		12318700		1832540
	Total consum anual (kWh)	12318.7		1832.54

En termes d'il·luminació, tant de les instal·lacions com del recorregut públic i la sala de projecció, es consumeixen 12318,7 kWh anualment amb la utilització d'halògens. Substituint-los per LEDs amb la potència corresponent (veure taula 7.7), aquest consum es redueix fins els 1832,54 kWh. Per tant, s'estalvien 10486,16 kWh cada any. Això suposa un estalvi d'un 22,19% sobre el consum elèctric anual de l'aviari.

7.1.3. Substitució dels electrodomèstics per altres de baix consum

SUBSTITUCIÓ DELS ELECTRODOMÈSTICS PER ALTRES DE BAIX CONSUM	
Objectiu	Reducció del consum elèctric de l'aviari
Acció	Substitució dels electrodomèstics existents a la cuina de l'aviari per altres de baix consum.
Prioritat	Favorable, ja que segons els criteris esmentats el consum elèctric de l'aviari suposa més d'un 1% del total del Zoo
Descripció	Es substituiran els electrodomèstics de major consum de la cuina (rentaplats, frigorífic i congelador) per altres de baix consum. Això reduirà el consum energètic de l'aviari i el cost econòmic, així com els problemes ambientals derivats del consum i generació d'energia elèctrica.
Unitats	1 Frigorífic 1 Congelador 2 Rentaplats
Pressupost	3955 €
Estalvi potencial	2,15% del consum elèctric anual de l'aviari
Amortització	Entre 1 i 3 anys
Termini d'implantació	Curt termini
Beneficis	Econòmics (reducció cost de facturació elèctrica) Ambientals (menor consum energètic)
Indicadors	Facturació de kWh anuals consumits a l'aviari
Responsable	Responsable de manteniment de l'aviari

- Rentaplats: Miele G6310SCED amb un consum de 237kWh anualment $\rightarrow 1469 \cdot 2 = 2938\text{€}$
- Frigorífic: Beko SS145020 amb un consum de 150kWh anualment $\rightarrow 452\text{€}$
- Congelador: Candy CCOUN61762WH amb un consum de 292 kWh anualment $\rightarrow 565\text{€}$

Taula 7.10 Consum anual pels electrodomèstics i consum amb la substitució per electrodomèstics de baix consum.

Element	Unitats	Consum anual (Wh)	Consum anual electrodomèstics baix consum (Wh)
Nevera	1	783200	150000
Rentaplats	2	582750	474000
Congelador	1	587400	292000
		1953350	916000
	Total consum anual (kWh)	1953.35	916

Els electrodomèstics de la cuina consumeixen 1953,35 kWh anualment. Substituint-los per electrodomèstics de baix consum, aquest consum es redueix fins els 916 kWh. Per tant, s'estalvien 1037,55 kWh cada any. Això suposa un estalvi d'un 2,14% sobre el consum elèctric anual de l'aviari.

7.1.4. Difusors a les aixetes

DIFUSORS A LES AIXETES	
Objectiu	Reducció del cabal de les aixetes de l'aviari.
Acció	Aplicació de difusors a les aixetes de la cuina per tal de reduir el consum hídic.
Prioritat	Molt desfavorable. El consum de l'aviari és menor al 0,5% del consum del Zoo.
Descripció	S'instal·laran quatre airejadors a les aixetes de la cuina del sistema amb rosca M22x1 de l'empresa aquaflux per obtenir una reducció del cabal a 4,5 litres per minut.
Unitats	4
Pressupost	16,16 €.
Estalvi potencial	Reducció del 59,3% del consum hídic de la cuina.
Amortització	32 dies.
Termini d'implantació	Curt termini.
Beneficis	Ambientals, socials i econòmics.
Indicadors	Cabal hídic i facturació.
Responsable	Treballadors de la cuina de l'aviari.

Els difusors escollits¹² redueixen el cabal a 4,5 litres/minut, o el que és el mateix a 0,075 litres/segon. Considerant aquest cabal i que el temps de neteja és el mateix, el volum d'aigua serà el següent:

$$\text{Volum aigua} = \text{cabal} \cdot \text{temps} \rightarrow V = 0,075 \text{ L/s} \cdot 3161,05 \text{ s} = 237,08 \text{ L}$$

L'estalvi serà el resultat de dividir aquest volum entre el volum d'aigua sense els difusors (valor representat a la *Taula 6.7*).

$$\text{ESTALVI} = \frac{\text{VOLUM REDUÏT}}{\text{VOLUM INICIAL}} \cdot 100 = \frac{237,08}{400,12} \cdot 100 = 59,3 \%$$

Els costos d'implantació seran:

$$4 \text{ difusors} \cdot 4,29\text{€/difusors} = 17,16 \text{ €}.$$

Considerant que el consum d'aigua es redueix a 237,08 L diaris, l'amortització es donarà al cap de:

$$\text{PRI} = \frac{17,16 \text{ euros}}{199,63 \text{ euros/any}} = 0,086 \text{ anys} = 32 \text{ dies}.$$

¹² Airejador amb rosca interior M22x1 de l'empresa aquaflux.

7.2. Integració de les propostes de millora

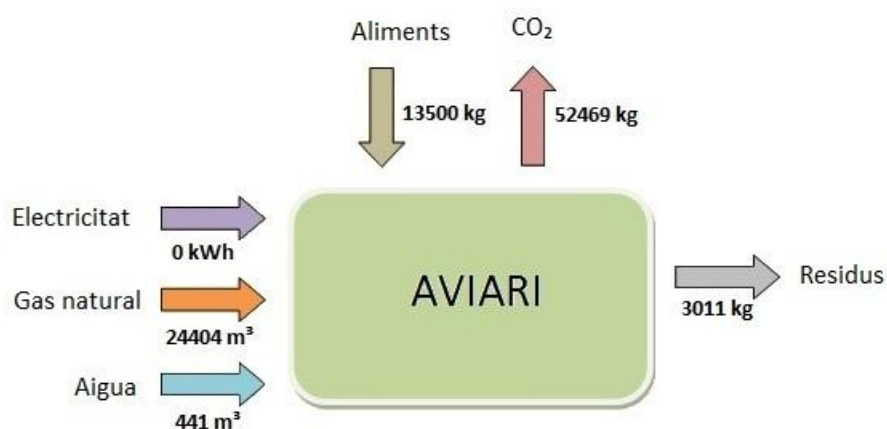


Figura 7.1 . Esquema del metabolisme energètic i de recursos de l'aviari amb l'aplicació de les propostes de millora.

Un cop aplicades totes les actuacions de millora proposades, es veu reduït el consum del sistema aviari en concret dels vectors hídic i elèctric, amb la conseqüent reducció de les emissions de CO₂.

Amb el canvi d'electrodomèstics a altres de baix consum i la substitució dels halògens per focus LEDs es contribueix a reduir el consum elèctric del sistema. Tanmateix, mitjançant la instal·lació de plaques solars fotovoltaïques al terrat de l'aviari s'aconsegueix que no s'hagi d'abastir d'energia elèctrica de la xarxa ja que ja que s'assoliria l'autosuficiència elèctrica gràcies a l'energia solar.

Aquest fet comporta una important reducció de les emissions de CO₂ derivades del consum energètic del sistema aviari. Per tant, les emissions restants estan relacionades amb el consum de gas natural.

La disminució del consum d'aigua de xarxa de l'aviari s'assoleix gràcies a la instal·lació de difusors per a les aixetes de la cuina. Així s'aconsegueix una reducció del 59,3% del consum anual de la cuina, que representa una reducció del 16,5% del consum d'aigua total anual del sistema.

8. BIBLIOGRAFIA

WORLD ASSOCIATION OF ZOOS AND AQUARIUMS (<http://www.waza.org/en/site/home>)

EUROPEAN ASSOCIATION OF ZOOS AND AQUARIUMS (<http://www.eaza.net>)

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (<http://www.iucn.org/>)

EUROPEAN ASSOCIATION FOR AQUATIC MAMMALS (<http://www.eaam.org/>)

MARINE STEWARDSHIP COUNCIL (<http://www.msc.org/>)

FOREST STEWARDSHIP COUNCIL (<https://ic.fsc.org/>)

ZOOLOGIC DE BARCELONA (<http://www.Zoobarcelona.cat/>)

ZOOLOGICAL SOCIETY OF LONDON (<http://www.zsl.org/zsl-london-Zoo>)

THE CINCINNATI ZOO AND BOTANICAL GARDEN (<http://cincinnatiZoo.org/>)

TORONTO ZOO (<http://www.torontoZoo.com/>)

PERTH ZOO (<http://perthZoo.wa.gov.au/>)

LORO PARQUE TENERIFE (<http://www.loroparque.com/>)

JOBURG ZOO (http://www.jhbZoo.org.za/gang_green.asp)

TAIPEI ZOO (<http://english.Zoo.taipei.gov.tw/>)

ZOOLOGICO DE SAO PAULO (<http://www.Zoologico.com.br/>)

UNION FENOSA GAS

(<https://www.unionfenosagas.com/CarpetaCompartida/Clientes/TablaMedidasConversion/Tabla%20Factores%20de%20Conversion%20-%20Energia2.pdf>)

EMISSIONS DE CO₂

(http://www20.gencat.cat/docs/canviclimatic/Home/Redueix%20emissions/Guia%20de%20calcul%20demissions%20de%20CO2/120527_Guia%20practica%20calcul%20emissions_rev_ES.pdf)

ENERGIA SOLAR TÈRMICA

(http://icaen.gencat.cat/web/.content/06_relacions_institucionals_i_comunicacio/04_publicacions/quadern_practic/arxiu/03_energia_solar_termica.pdf)

(<http://autoconsumoyrenovables.com/solar-termica>)

ATLAS DE RADIACIÓ SOLAR

(http://www20.gencat.cat/docs/icaen/02_Energies%20Renovables/Documents/Arxius/Atlas%20de%20radiacio%20solar.pdf)

EFICIÈNCIA DE PLAQUES

(<http://www20.gencat.cat/docs/dmah/Home/Ambits%20dactuacio/Educacio%20i%20sostenibilitat/Educacio%20per%20a%20la%20sostenibilitat/Suport%20educatiu/Recursos%20educatius/Energia/Caseta/Dimensionat%20plaques%20solars.pdf>)

PLAQUES I RADIACIÓ INCIDENT

(http://icaen.gencat.cat/web/.content/06_relacions_institucionals_i_comunicacio/04_publicacions/quadern_practic/arxius/04_energia_solar_fotovoltaica.pdf)

CLIMATOLOGIA I PRECIPITACIÓ A LA CIUTAT DE BARCELONA

(<http://www.atlesnacional.cat/icc/atles-nacional/clima/precipitacio-mitjana-anual/>)

OFICINA CATALANA DEL CANVI CLIMÀTIC, GENCAT

(<http://canviclimatic.gencat.cat/ca/index.html>)

INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA

(<http://www.icc.cat/>)

INSTITUT D'ESTADÍSTICA DE CATALUNYA

(<http://www.idescat.cat/>)

Escursell, O ; Rodríguez, P ; Viguera, C. *Tendir cap a l'Autosuficiència energètica a les Masies de la Vall del Mig* . Universitat Autònoma de Barcelona: 2014

Nebot Martínez, S; Ruíz Arteu, A; Saladrigas García, A. Propuesta de Ecoetiqueta para Espacios de Interés Natural. *Prueba Piloto en la Vall d'Alinyà*. Universitat Autònoma de Barcelona: 2014

Álvarez Aranda, A; Cuadra Fraga, B; González Cordero, J; González García, R; Guixé Segura, L. *Evolució i anàlisi del metabolisme ambiental del polígon industrial. El cas de Maó (Menorca)*. Universitat Autònoma de Barcelona: 2014

FARRENY, R. *Et al. Roof selection for rainwater harvesting: quantity and quality assessments in Spain, Water Research (2011).*

Oliver Solà, Jordi; Armero, Marina; Martínez de Foix, Blanca; Rieradevall, Joan. (2013). "Energy and environmental evaluations of municipal facilities: Case study in the province of Barcelona" dins Energy Policy, núm 61; pàg. 620-630.

Escoda Llorens, Xavier; Estrada Tudó, Sílvia; Gonzalo Morata, Marina; Molina Nadal, Carla; Vázquez Rodríguez, Inés. (2013). *El Zoo de Barcelona. Realidad del bienestar animal*. Universitat Autònoma de Barcelona. 79 pàgines.

Generalitat de Catalunya. Procediment d'aplicació de l'ordenança solar de Barcelona. *Estimació de les pèrdues per orientació i inclinació i per ombres*. 9 pàgines.

Tudel, Marta; Masip, Guillem. Institut Català d'Energia. (2011). "Energia solar fotovoltaica" dins *Col·lecció Quadern Pràctic*, núm. 4; pàg. 1-132.

Agència d'energia de Barcelona (2011): *Guia bàsica d'eficiència energètica en edificis municipals*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona. Àrea de Medi Ambient i Serveis Urbans. 275 pàgines.

9. PROGRAMACIÓ

Mes	Set.			Oct.			Novembre					Desembre					Gener				Febrer	
Setmana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Enfocament previ																						
Plantejament inicial del projecte																						
Recerca bibliogràfica i documentació																						
Primer contacte amb la gent del Zoo																						
Fase inicial																						
Introducció																						
Objectius generals i específics																						
Antecedents																						
Metodologia																						
Programació i elaboració de taules																						
Treball de camp																						
Visites al Zoo (aviari)																						
Obtenció de dades																						
Entrevistes personal especialitzat del Zoo																						
Caracteritzar el consum i ús d'aigua																						
Caracteritzar el sistema Aviari i contextualitzar-lo																						
Redacció inventari																						
Electricitat																						
Gas																						
Aigua																						
Fauna																						
Residus																						
Aliments																						
Visitants																						
Estudi i tractament de dades																						
Analitzar metabolisme energètic																						
Integrar fluxos estudiats i visió global metabolisme sist.																						
Anàlisi de resultats																						
Diagnosi																						
Propostes de millora																						
Maximització d'eficiència																						
Energies renovables																						
Redacció final																						
Anàlisi de la viabilitat de les propostes de millora																						
Conclusions																						
Anexos																						
Article																						
Presupost																						
Càlcul petjada de carboni																						
Entrega final i presentació final																						

10. PRESSUPOST

COSTOS VARIABLES	RECURSOS HUMANOS					
		concepte	quantitat	personal	preu	total
	Remuneració	Treball de camp	63 hores	4	10€/hora	2520
		Tractament i anàlisi de dades	195 hores	4	14€/hora	10920
		Redacció del projecte	132 hores	4	12€/hora	6336
	Subtotal					19776
	Transport	T-Jove (2 zones)	4 unitats	4	155 €	620
	Subtotal					620
	TOTAL recursos humans				20396	
	RECURSOS MATERIAIS					
		concepte		unitats	preu	total
	Material d'oficina	material fungible	llibretes	3	1.5€/unitat	4.5
			carpetes	4	1.75€/unitat	7
	Subtotal					11.5
	Impressió i encuadernació	impressió projecte	document	300	0.32€/unitat	96
			article	18	0.05€/unitat	0.9
			CD	5	0.75€/unitat	3.75
			impressió CD	2	2.4€/unitat	4.8
		encuadernació		2	12€/unitat	24
	Subtotal					127.2
	TOTAL recursos materials				140.95	
	Total costos variables					20537
				Costos fixes (20% costos variables)		4107.4
				Base		24644.4
				IVA (21%)		5175.3
				TOTAL		29819.7

11. PETJADA DE CARBONI

Per a quantificar l'impacte ambiental del projecte, s'ha realitzat el estudi la petjada de carboni mitjançant la calculadora pel càlcul d'emissions de GEI, versió 2014, de l'Oficina Catalana del Canvi Climàtic¹³.

Taula 11.1. Càlcul de les emissions de CO₂ equivalent associades a la realització del projecte.

	Tipus	Unitats	Passatgers	Consum	Temps	Factor d'emissió	Emissions CO ₂ eq (kg CO ₂ eq)
Desplaçament	Metro (zoo)	5.1 km	2			0.04 kg CO ₂ eq/pers·km	0.41
		4.8 km	1			0.04 kg CO ₂ eq/pers·km	0.19
		7.6 km	1			0.04 kg CO ₂ eq/pers·km	0.31
	FGC (UAB)	23 km	4			0.03 kg CO ₂ eq/pers·km	25.1
Realització treball	Equipament	2 ordinadors		0.270 kW	327 h	0.185 kg CO ₂ eq/kWh	32.67
	Il·luminació	48 fluorescents		0.018 kW	327 h	0.185 kg CO ₂ eq/kWh	52.27
	Impressions	318 còpies				0,009 kg CO ₂ eq/còpia	2.86
TOTAL							113.81 kg CO₂ eq

¹³ Web Oficina Catalana del Canvi Climàtic, Generalitat de Catalunya.

12. ANNEXOS

12.1. Inventari espècies aviari

1. *Jacana jacana*
2. *Chalcophaps india*
3. *Otidiphaps nobilis aurensis*
4. *Tauraco persa buffani*
5. *Caloenas nicobarica*
6. *Goura victoria*
7. *Cochlearius cochlearius*
8. *Butosides striatus*
9. *Eurypyga helias*
10. *Cotinga cayana*
11. *Rollulus rouloul*
12. *Ducula bicolor*
13. *Zoothera dohertyi*
14. *Gallicolumba luzonica*
15. *Goura cristata*
16. *Polyplectron emphanum*
17. *Todiramphus chloris*
18. *Ramphastos toco*
19. *Ptilinopus superbus*
20. *Cymbirhynchus macrorhynchos*
21. *Gallicolumba criniger*
22. *Trachyphonus erythrocephalus*
23. *Cossypha niveicapilla*
24. *Ptilinopus melanospila*
25. *Ramphocelus bresilius*
26. *Copsychus malabanim*
27. *Colius striatus*
28. *Anitibyx armatus*
29. *Spreo superbus*
30. *Agaponis nigrigenis*
31. *Tockus erythrorhynchus*
32. *Musophaga violacea*

12.2. Inventari elèctric

[illegible]

12.3. Fitxa per a la quantificació del consum hídric

CONSUM AIGUA				
Zona	Element	Unitats	Volum (m ³)	Temps (h)
Recorregut públic				
Gàbies				
Cuina				
Sala projecció				
Zona de personal				

12.5. Fitxa per a la quantificació dels residus

[illegible]

12.6. Fitxa tècnica placa solar fotovoltaica

Datos eléctricos (STC)								
		ND-R250A5	ND-R245A5	ND-R240A5	ND-R235A5	ND-R230A5	ND-R225A5	ND-R220A5
Potencia nominal	P_{max}	250	245	240	235	230	225	220
Tensión en circuito abierto	V_{oc}	37,6	37,3	37,2	36,8	36,4	36,0	35,6
Corriente de cortocircuito	I_{sc}	8,68	8,62	8,57	8,49	8,41	8,33	8,25
Tensión en el punto de máxima potencia	V_{mpp}	30,9	30,7	30,4	30,3	30,3	30,2	30,0
Corriente en el punto de máxima potencia	I_{mp}	8,10	7,99	7,90	7,76	7,61	7,46	7,35
Coefficiente de rendimiento del módulo	η_m	15,2	14,9	14,6	14,3	14,0	13,7	13,4
STC = Standard Test Condition: irradiación de 1.000 W/m ² , AM 1.5, temperatura de la célula de 25 °C. Las características eléctricas están clasificadas dentro de ±10% de los valores indicados de I_{sc} , V_{oc} y de 0 a +5% de P_{max} (tolerancia de medición de potencia ±3%).								

Datos eléctricos (NOCT)								
		ND-R250A5	ND-R245A5	ND-R240A5	ND-R235A5	ND-R230A5	ND-R225A5	ND-R220A5
Potencia nominal	P_{max}	180,2	176,6	173,0	169,3	165,7	162,1	158,5
Tensión en circuito abierto	V_{oc}	36,7	36,4	36,4	36,0	35,6	35,2	34,8
Corriente de cortocircuito	I_{sc}	7,0	6,96	6,92	6,85	6,79	6,72	6,66
Tensión en el punto de máxima potencia	V_{mpp}	27,7	27,5	27,2	27,1	27,1	27,0	26,8
Temperatura Operativa Nominal de la Célula	NOCT	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5
NOCT: Temperatura de funcionamiento del módulo con una irradiación de 800 W/m ² , temperatura del aire de 20 °C, velocidad del viento 1 m/s.								

Valores límite		Datos mecánicos		Coeficiente de temperatura	
Tensión de sistema máxima admisible	1.000 V CC	Longitud	1.652 mm (+/-3,0 mm)	P_{max}	-0,440 % / °C
Corriente inversa máxima	15 A	Ancho	994 mm (+/-2,0 mm)	V_{oc}	-0,329 % / °C
Rango de Temperatura	-40 to +90 °C	Profundidad	46 mm (+/-0,8 mm)	I_{sc}	+0,038 % / °C
Capacidad de carga máxima	2.400 Nm ²	Peso	19 kg		

Curvas características ND-R240A5

Curvas características: Corriente/potencia en función de la tensión (temperatura de célula: 25 °C)

— Corriente en función de la tensión — Potencia en función de la tensión

Vista trasera

Datos generales		Registro	
Células:	poli-cristallinas, 156,5 mm x 156,5 mm, 60 células en serie	Sharp Solar garantiza durante muchos años seguridad, calidad del producto y la conservación del valor; para ello, lo único que le pedimos es que registre sus módulos con el número de serie, para que lo podamos enviar el certificado de garantía. Registre sus módulos de forma fácil y sencilla en www.brandadddedvalue.net .	
Vidrio frontal	vidrio blanco templado, de 3 mm		
Material del marco	Aluminio anodizado, color plata		
Caja de conexiones	PPE/resina PPQ, clasificación IP65, 58 x 125 x 15 mm, 3 diodos de bypass		
Cable	4 mm ² , longitud 900 mm		
Conector	SMK (compatible con MC4), Tipo CCT9901-2361F/2451F (Catálogo No. PS1-7H/RS1-7), IP67		
Para prolongar los cables de conexión del módulo, utilice únicamente el conector SMK en la misma serie o el conector MultiContact MC4 (PV-K3104/PV-K3104E)			

La garantía muestra una instalación de 13 Wp en el norte de Alemania.

Nota: Los datos técnicos pueden ser modificados sin previo aviso. Registro sobre a Sharp la hoja de datos actuales antes de utilizar un producto de Sharp. Sharp no se responsabiliza de daños en equipos que han sido dañados con productos de Sharp sin la garantía de información segura y especificaciones que den lugar a un producto. No se garantiza. No

La portada muestra una instalación de 13 kWp en el norte de Alemania.
Nota: Los datos técnicos pueden ser modificados sin previo aviso. Rogamos solicite a Sharp las hojas de datos actuales a Sharp las hojas de datos actuales a Sharp. Sharp no se responsabiliza de datos en equipos que han sido dotados con productos de Sharp sin la consulta previa a una fuente de información segura. Las especificaciones pueden variar ligeramente y no son garantizadas. Encontrará las transacciones de instalación y garantía en los manuales correspondientes o podrá descargarlas de www.sharp.es/solar. Este módulo no debería conectarse directamente a una carga.

Sharp Energy Solution Europe
a division of Sharp Electronics (Europe) GmbH
Sonninstrasse 3, 20097 Hamburg, Germany
Tel: + 49 (0) 40 / 23 76 - 0 • Fax: + 49 (0) 40 / 23 76 - 21 93
www.sharp.es/solar

Responsabilidad local:

Austria
Solarinfo.at@sharp.eu
Bonlux
Solarinfo.sob@sharp.eu
Central & Eastern Europe
Solarinfo.sce@sharp.eu

Denmark
Solarinfo.dk@sharp.eu
France
Solarinfo.fr@sharp.eu
Germany
Solarinfo.de@sharp.eu

Scandinavia
Solarinfo.sse@sharp.eu
Spain & Portugal
Solarinfo.es@sharp.eu
Switzerland
Solarinfo.ch@sharp.eu
United Kingdom
Solarinfo.uk@sharp.eu

SHARP

WENC_BNE_30112

12.7. Fitxa tècnica placa solar tèrmica



The advertisement features a large, dark blue rectangular solar collector panel angled diagonally across the frame. The background is a light grey gradient. Text and graphics are overlaid on the panel and background.

SONNENKRAFT®
CAPTADOR SOLAR PLANO
SKR500

Nuevo!

FÁCIL
Conexiones sin herramientas y sonda sumergible
Integrada en el propio captador.

EFICIENTE
Una generación mejorada de sistemas de montaje hace
la instalación más fácil y flexible.

EXTRA
Captador plano y sin marco presenta un acabado
irreproducible en todas las variantes de instalación.

E³

www.sonnenkraft.es

 **SONNENKRAFT®**
SOLAR • ENERGY MADE BRIGHTER

DATOS TÉCNICOS

Nombre	SKR500	SKR500L
Tipo de captador	Solar plano	
Tipo de montaje	Sobre tejado	
Superficie bruta	m²	2.57
Superficie de apertura	m²	2.26
Superficie de absorbedor	m²	2.30
Altura	mm	2079
Ancho	mm	1240
Profundidad	mm	95
Peso en vacío	kg	38
Capacidad del captador	l	1.45
Presión máx. de trabajo	bar	10
Temperatura de estanqueidad	°C	174
Caudal recomendado	l/m·h	10 - 35
Conexión en serie		Máx. 12 uds. en paralelo Máx. 10 uds. en paralelo
Inclinación mín. del captador	°	15
Inclinación máx. del captador	°	75
Conexiones	18 m cobre	
Absorbedor	Absorbedor de aluminio de superficie completa; recubrimiento al vacío altamente selectivo	
Configuración	Meandro	
Absorción (α) / Emisión (ε)	0.95 / 0.05	
Carcasa	Bandeja de aluminio embutida, resistente al ambiente marino	
Aislamiento	50 mm lana mineral	
Acristalado del captador	Vidrio solar de seguridad y bajo contenido de hierro de 3,2 mm	
Rendimiento óptico (apertura/absorción) η_{ap}/η_{ab}	0.820 / 0.806	
Factor de pérdidas a_{sa}/a_{sa}	W/(m²·K)	3.821 / 3.758
Factor de pérdidas a_{sa}/a_{sa}	W/(m²·K)	0.0108 / 0.0106
Modificador del ángulo de incidencia $K_t(50^\circ)$	0.96	
NP reg. Solar Keymark	011751277F	011751284F



Fraunhofer IFF



ISO 9001
14001

Contacte hoy con su comercial de SONNENKRAFT.
El sol volverá a brillar mañana.

www.sonnenkraft.es

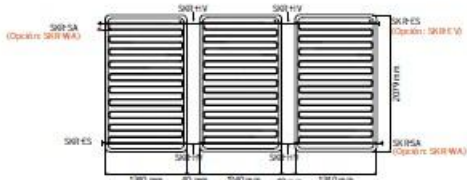
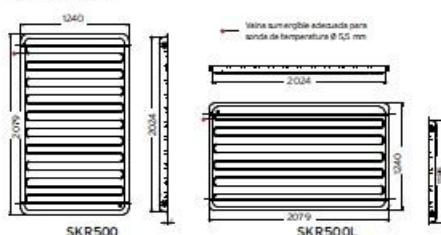
Sistema de fijación SKR500



Corte transversal SKR500



Dimensiones



SONNENKRAFT
SOLAR • ENERGY MADE BRIGHTER

Se permite la reproducción de esta información de impresión, siempre que se cite a SONNENKRAFT como el fabricante original. No se permite la reproducción de esta información sin el consentimiento escrito de SONNENKRAFT.

