

# Metabolismo y flujo energético del espacio de La Granja

Evelina Macho, Silvia Méndez, Raquel Rubio

Asesoría y Servicios SER

Trabajo de fin de Grado

Ciencias Ambientales

Tutores:

Jordi Oliver

Joan Rieradevall

Martí Boada

Jordi Duch

Almudena Hierro

Bellaterra, Julio de 2015



En primer lugar, nuestro agradecimiento a la entidad del Parque Zoológico de Barcelona, así como a sus trabajadores, por facilitarnos los datos y características necesarios del sistema de estudio. Agradecer a Eulalia Bohigas, a Héctor López y en especial a Xavier Peypoch, por el trato, disposición, ayuda y colaboración durante los meses de realización del proyecto.

También queremos dar nuestro agradecimiento al profesorado responsable de la coordinación del Trabajo Final de Grado, Dr. Joan Rieradevall, Dra. Almudena Hierro y Dr. Jordi Oliver, por los conocimientos aportados y las correcciones y críticas constructivas.

***“Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: la voluntad”***

**Albert Einstein**

## Índice

1.	Introducción.....	12
2.	Antecedentes .....	14
2.1	El Zoo de Barcelona .....	15
2.1.1	El sistema La Granja .....	16
2.2	Tendencias globales de los zoológicos hacia la sostenibilidad.....	21
2.3	Climatología de Barcelona.....	25
2.3.1	Pluviometría y temperatura .....	25
2.3.2	Radiación solar .....	26
2.4	Marco legal.....	27
2.4.1	Normativa relativa a la eficiencia energética y las energías renovables	27
2.4.2	Normativa relativa a residuos.....	27
2.4.3	Normativa relativa a aguas residuales.....	28
2.4.4	Normativa relativa a parques zoológicos .....	28
3.	Justificación .....	29
4.	Objetivos.....	31
4.1	Objetivos generales .....	32
4.2	Objetivos específicos.....	32
5.	Metodología.....	33
5.1	Búsqueda de información .....	34
5.2	Estimación de los datos de demanda .....	34
5.3	Análisis de datos.....	36
5.4	Propuestas de mejora.....	36
6.	Inventario y diagnóstico .....	39
6.1	Estudio del vector eléctrico del sistema La Granja .....	41
6.1.1	Estudio del vector eléctrico del subsistema Establos.....	43
6.1.2	Estudio del vector eléctrico del subsistema Jardín.....	44
6.1.3	Estudio del vector eléctrico del subsistema Aulas.....	45
6.1.4	Estudio del vector eléctrico del subsistema Restaurante .....	47
6.1.5	Diagnóstico final del vector eléctrico.....	48
6.2	Estudio del vector gas del sistema La Granja.....	51
6.2.1	Estudio del vector gas del subsistema Establos.....	51
6.2.2	Estudio del vector gas del subsistema Restaurante.....	52
6.2.3	Diagnóstico final del vector gas.....	52
6.3	Estudio del vector energético del sistema La Granja.....	53

6.4	Demanda y uso del agua del sistema La Granja .....	54
6.4.1	Demanda y uso del agua del subsistema Establos .....	55
6.4.2	Demanda y uso del agua del subsistema Jardín .....	57
6.4.3	Demanda y uso del agua del subsistema Huerto .....	58
6.4.4	Demanda y uso del agua del subsistema Parque infantil .....	58
6.4.5	Demanda y uso del agua del subsistema Aulas .....	59
6.4.6	Demanda y uso del agua del subsistema Restaurante .....	60
6.4.7	Diagnosic final del vector agua .....	61
6.5	Flujo de alimentos del sistema La Granja .....	64
6.5.1	Diagnosic final del flujo de alimentos .....	66
6.6	Flujo de residuos del sistema La Granja .....	67
6.6.1	Flujo de residuos del subsistema Establos .....	67
6.6.2	Flujo de residuos del subsistema Parque infantil .....	68
6.6.3	Flujo de residuos del subsistema Aulas .....	68
6.6.4	Flujo de residuos del subsistema Restaurante .....	69
6.6.5	Diagnosic final del flujo de residuos .....	70
6.7	Estimación de las emisiones de CO <sub>2</sub> eq .....	72
6.8	Integración de los vectores analizados .....	73
7.	Conclusiones .....	75
8.	Propuestas de mejora .....	79
8.1	Fichas de propuestas de mejora .....	83
8.1.1	Instalación de placas fotovoltaicas .....	83
8.1.2	Substitución de fluorescentes convencionales por LEDs .....	86
8.1.3	Cambio de electrodomésticos por otros de bajo consumo .....	88
8.1.4	Traslado de la sala de cría de presa .....	89
8.1.5	Automatización del huerto mediante riego por goteo .....	90
8.1.6	Uso de <i>mulching</i> (heno y paja) .....	91
8.1.7	Uso de <i>mulching</i> (restos de poda) .....	92
8.1.8	Instalación de sensor solar y humedad para riego por goteo .....	93
8.1.9	Instalación de grifos con sensor de movimiento .....	94
8.2	Buenas prácticas dirigidas hacia la sostenibilidad .....	96
8.2.1	Control en el uso de los aires acondicionados .....	96
8.2.2	Compra de lechuga ecológica .....	96
8.2.3	Aumento producción y control del huerto .....	96
8.2.4	Diferenciación de los residuos por fracciones en la cocina .....	96
8.2.5	Uso del carrizo como agente estructurante del compost .....	97

8.3	Mejora del diseño del subsistema Parque infantil.....	97
8.4	Integración de las propuestas de mejora .....	98
9.	Bibliografía.....	99
10.	Programación .....	102
11.	Coste del proyecto.....	104
12.	Huella de Carbono.....	106
13.	Anexos .....	108
13.1	Inventario de flora y fauna de La Granja.....	109
13.2	Inventario de la maquinaria del subsistema Restaurante .....	111
13.3	Fichas técnicas .....	112

## Índice de Figuras

1. Introducción	
1.1. Mapa de las principales asociaciones regionales de parques zoológicos en el mundo .....	13
2. Antecedentes	
2.1. Ortofoto 1:5000 de la localización de La Granja, 2014 .....	16
2.2. Plano del sistema de La Granja, con los subsistemas diferenciados .....	17
2.3. Parcela de cabras dentro del subsistema Establos.....	17
2.4. Parte de la zona de galería, dentro del subsistema Establos .....	18
2.5. Zona de exposición de anfibios, dentro del subsistema Jardín.....	18
2.6. Zona dedicada al cultivo de diferentes variedades de vegetales.....	19
2.7. Visión general del subsistema Parque infantil .....	19
2.8. Interior del aula de <i>Mira y toca</i> .....	20
2.9. Punto de venta del Restaurante.....	20
2.10. Logo Africam Safari .....	21
2.11. Planta compostaje del Jardín Zoológico Mendoza .....	22
2.12. Aparcamiento del Zoológico de San Diego .....	23
2.13. Placas solares del Zoológico de Miami Florida .....	23
2.14. Instalaciones de los lémures de Madagascar del Zoológico de Melbourne.....	24
2.15. Logo de la Certificación Biosphere .....	24
2.16. Histograma sobre la precipitación y temperatura media en la estación de Can Bruixa (Les Corts – Barcelona), 1987-2010.....	25
2.17. Radiación global, directa y difusa en Barcelona (1983-2005).....	26
3. Justificación	
4. Objetivos	
5. Metodología	
5.1. Esquema de la metodología empleada en el proyecto, 2015 .....	35

## 6. Inventario y diagnosis

6.1. Diagrama del metabolismo y flujo energético y de materiales del sistema Zoo de Barcelona y La Granja .....	40
6.2. Diagrama del flujo de electricidad asociado al sistema Zoo de Barcelona, Castell-Titis y La Granja .....	41
6.3. Consumo eléctrico por meses del Zoo de Barcelona, 2014 (kWh).....	42
6.4. Consumo eléctrico mensual del subsistema Restaurante, 2014 (kWh) .....	47
6.5. Porcentaje de demanda eléctrica por subsistemas .....	48
6.6. Diagnósis eléctrica del subsistema Establos .....	49
6.7. Diagnósis eléctrica del subsistema Jardín.....	49
6.8. Diagnósis eléctrica del subsistema Aulas .....	50
6.9. Diagrama del flujo de gas asociado al sistema Zoo de Barcelona y La Granja .....	51
6.10. Porcentaje de demanda de gas por subsistemas.....	52
6.11. Porcentaje de demanda energética por vector.....	53
6.12. Diagrama del vector agua asociado al sistema Zoo de Barcelona, Prim y La Granja .....	54
6.13. Consumo de agua por meses del Zoo de Barcelona, 2014 (kWh) .....	54
6.14. Porcentaje de demanda de agua por subsistemas .....	61
6.15. Diagnósis hídrica del subsistema Establos .....	62
6.16. Zoom en el uso de los fregaderos de la cocina .....	62
6.17. Diagnósis hídrica del subsistema Aulas .....	63
6.18. Diagnósis hídrica de los subsistemas Jardín y Restaurante.....	63
6.19. Diagrama del flujo de alimentos asociado al sistema La Granja.....	64
6.20. Diagnósis del flujo de alimentos del sistema Establos .....	66
6.21. Diagrama de la salida de residuos asociado al sistema Zoo de Barcelona y La Granja .....	67
6.22. Porcentaje de flujo de residuos por subsistemas .....	70
6.23. Porcentaje del flujo de residuos por fracciones .....	71

6.24. Diagnóstico del flujo de residuos para la fracción envases y restos en todos los subsistemas .....	71
6.25. Diagrama de la salida de emisiones de CO <sub>2</sub> asociado al sistema La Granja .....	72
6.26. Metabolismo y flujo energético del sistema Zoo de Barcelona y La Granja .....	73
7. Conclusiones	
8. Propuestas de mejora	
8.1. Integración de las propuestas de mejora en el sistema La Granja .....	98
9. Bibliografía	
10. Programación	
11. Coste de proyecto	
12. Huella de Carbono	
13. Anexos	
13.1. Ficha técnica placa solar fotovoltaica .....	112
13.2. Ficha técnica Tubo LED 8W .....	113
13.3. Ficha técnica Tubo LED 18W .....	114
13.4. Ficha técnica Tubo LED 25W .....	115
13.5. Ficha técnica Tubería riego gota a gota .....	116
13.6. Ficha técnica Gotero riego gota a gota.....	116
13.7. Ficha Técnica sensor solar .....	117
13.8. Ficha Técnica sensor de humedad.....	118
13.9. Ficha técnica Grifería Arcus.....	119
13.10. Ficha técnica Grifería Funis-Wall.....	120

## Índice de Tablas

1. Introducción	
2. Antecedentes	
3. Justificación	
4. Objetivos	
5. Metodología	
5.1. Método de valoración cuantitativo de los criterios .....	37
5.2. Definición del método de valoración para cada criterio .....	38
6. Inventario y diagnosis	
6.1. Observaciones realizadas para definir las entradas en el sistema La Granja .....	41
6.2. Inventario eléctrico del subsistema Establos .....	43
6.3. Horario de uso del vector eléctrico de las instalaciones de cerdo, percherón, vaca y galería .....	44
6.4. Inventario eléctrico del subsistema Jardín .....	44
6.5. Inventario eléctrico del subsistema Aulas .....	45
6.6. Demanda de agua para los fregaderos de la cocina .....	55
6.7. Demanda de agua para la manguera de la galería .....	56
6.8. Demanda de agua de bebederos .....	56
6.9. Demanda de agua de bebederos según los requerimientos de agua diarios .....	56
6.10. Demanda anual de agua del subsistema Establos .....	57
6.11. Datos del vector agua del subsistema Huerto .....	58
6.12. Observaciones realizadas para la fuente del subsistema Parque infantil ...	58
6.13. Demanda anual del agua de las aulas y del <i>Mira y toca</i> , dentro del subsistema Aulas .....	59
6.14. Cantidad total de agua que se gasta por uso del elemento .....	59
6.15. Calculo del consumo medio de agua al utilizar el lavamanos .....	60
6.16. Comensales por meses del subsistema Restaurante .....	61
6.17. Alimentos de los subsistemas Establos, Aulas y Jardín .....	65

6.18. Residuos totales del Zoo de Barcelona .....	67
6.19. Residuos del subsistema Establos .....	68
6.20. Residuos totales del subsistema Establos.....	68
6.21. Generación de residuos anuales en el subsistema Parque infantil .....	68
6.22. Residuos totales del subsistema Parque infantil .....	68
6.23. Generación de residuos anuales en el subsistema Aulas.....	69
6.24. Residuos totales del subsistema Aulas .....	69
6.25. Generación de residuos anuales en el subsistema Restaurante.....	69
6.26. Residuos totales del subsistema Restaurante.....	69
6.27. Residuos totales de los sistemas de La Granja y Zoo de Barcelona.....	70
6.28. Estimación de las emisiones de CO <sub>2</sub> eq.....	72
6.29. Resumen de los totales en todos los vectores .....	74
7. Conclusiones	
8. Propuestas de mejora	
8.1. Valoración final de las propuestas de mejora planteadas para la reducción del consumo de los vectores estudiados del sistema La Granja según los criterios establecidos .....	81
8.2. Equivalencias de luminaria convencional a LED .....	86
8.3. Tubos LED propuestos e inversión requerida .....	87
8.4. Ahorro energético y de facturación en el sistema mediante el cambio a luces LEDs.....	87
8.5. Consumo en litros de la acción de mejora.....	94
9. Bibliografía	
10. Programación	
11. Coste de proyecto	
11.1. Presupuesto del proyecto.....	105
12. Huella de Carbono	
12.1. Cálculo de las emisiones de CO <sub>2</sub> equivalente asociadas a la realización del trabajo .....	107

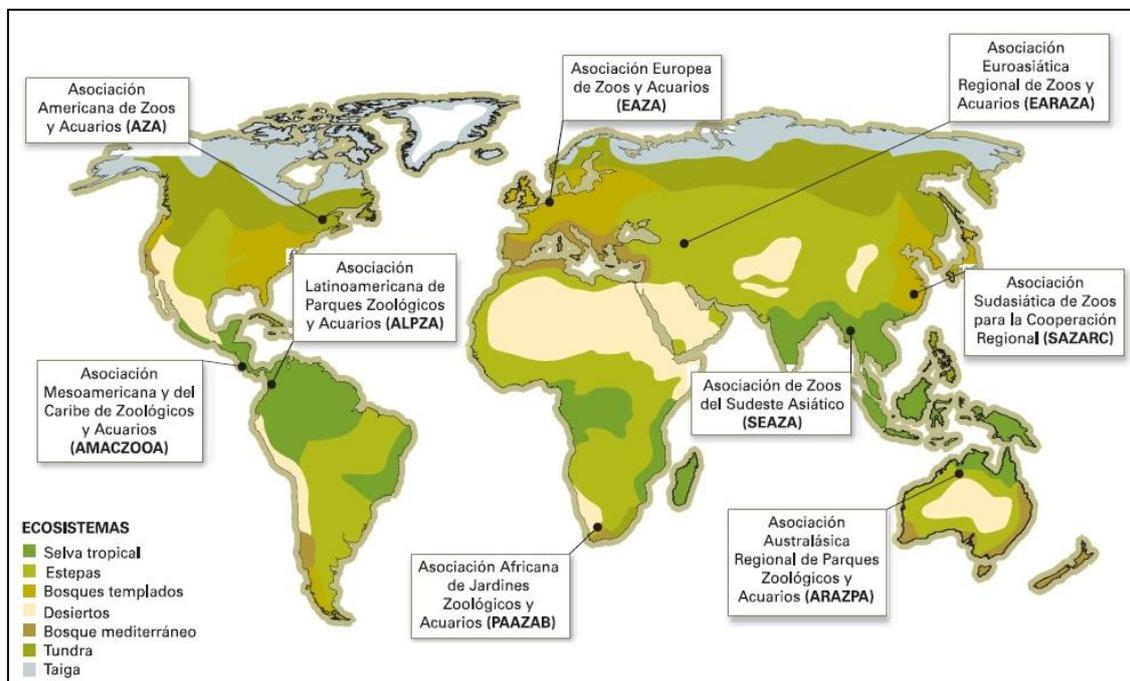
### 13. Anexos

13.1. Inventario de animales del subsistema Establos.....	109
13.2. Inventario de animales del subsistema Aulas ( <i>Mira i Toca</i> ).....	109
13.3. Inventario de animales del subsistema Jardín (Iago) .....	109
13.4. Inventario de animales del subsistema Aulas.....	110
13.5. Inventario electrodomésticos subsistema Restaurante .....	111

# **1. Introducción**

El presente estudio se realiza gracias al acuerdo establecido entre los coordinadores del Grado de Ciencias Ambientales de la UAB y la institución del Zoológico de Barcelona en el año 2014. Se elabora combinando las pautas del trabajo de final de carrera y la información proporcionada por los responsables del sistema estudiado.

Los zoológicos son espacios científicos de conservación de especies y tienen además un compromiso ambiental. Es por eso que se crean diferentes asociaciones que defienden estos objetivos (Figura 1.1.).



**Figura 1.1. Mapa de las principales asociaciones regionales de parques zoológicos en el mundo.** Fuente: *Guía para la aplicación de la Ley 31/2003 de conservación de la fauna silvestre en los parques zoológicos (2007).*

El zoo de Barcelona es miembro de la Asociación Mundial de Zoos y Acuarios (WAZA), de la Asociación Europea de Zoos y Acuarios (EAZA) y de la Asociación Europea de Mamíferos Acuáticos (EEAM).

Además de unificar las prácticas de los zoos de todo el mundo, WAZA tiene en cuenta la aplicación de la sostenibilidad ambiental y es por eso que crea el informe "Sustainability to implement". En éste se sugieren un seguido de actuaciones a las que pueden optar los zoos y se definen su viabilidad económica o la complejidad técnica de aplicación. Algunos ejemplos que se proponen son el uso de placas solares y fotovoltaicas, bombillas de bajo consumo, utilización de sistemas de captación de aguas o consumo de productos locales.

Es por este motivo que la finalidad del proyecto es evaluar los diferentes vectores ambientales implicados en el sistema de estudio La Granja, situado en el Parque Zoológico de Barcelona. De esta manera se estiman los impactos que se derivan hacia el medio ambiente, se desarrollan propuestas de mejora referentes a los diferentes ámbitos de estudio, y se avanza en la creación de un modelo de sostenibilidad ambiental que sirva de referencia en la mejora del resto de espacios que conforman el zoo.

## **2. Antecedentes**

Un parque zoológico, según la RAE, *es un lugar en que se conservan, cuidan y a veces se crían diversas especies animales con fines didácticos o de entretenimiento.*

En sus inicios los zoos se concibieron como escaparates de fauna exótica. Desde principios del siglo XX esta concepción se ha ido abandonando progresivamente para dar paso a una visión más científica. En la actualidad, su misión es la preservación de la naturaleza, la lucha contra la pérdida de hábitats y la conservación de fauna amenazada. Además, son espacios de sensibilización y de ocio familiar.

### **2.1 El Zoo de Barcelona**

El Parque Zoológico de Barcelona fue inaugurado en 1892, concretamente el día de la Mercè. Los primeros animales que obtuvo procedieron de la colección privada de Lluís Martí i Codolar. Se encuentra situado en el Parque de la Ciudadela de Barcelona, emplazamiento escogido debido a la disponibilidad de los edificios tras la Exposición Universal de Barcelona de 1888.

Como la mayoría de este tipo de establecimientos, se creó como espacio de entretenimiento. Sin embargo, en 1893 la Junta Técnica del Museo de Ciencias Naturales y Jardines Zoológicos y Botánicos de Barcelona estableció como objetivo principal garantizar el carácter científico de la institución, y así poder llevar a cabo la conservación de la fauna silvestre.

A principios del siglo XX se inicia una gran etapa del financiamiento de la institución: por un lado debido a que se empieza a cobrar entrada por usuario, y por otro porque se celebra la Exposición Internacional de 1929. Esto permite introducir mejoras en las instalaciones, ampliar el recinto e incrementar la colección de animales. Además, en 1934 la Junta Técnica aprueba un nuevo estatus en el que define el carácter urbano, público, científico y conservacionista del zoo.

Con el período de guerra y postguerra la situación del zoo se ve gravemente afectada, y no es hasta 1956 cuando se aprueba un nuevo proyecto de reforma y ampliación, donde se tuvieron en cuenta las necesidades de los animales para rehabilitar sus espacios. En 1975 y por primera vez en el zoo, se inaugura un centro educativo para transmitir el valor del respeto por la naturaleza.

A partir de los años ochenta, el zoo se incorpora progresivamente a los organismos internacionales dedicados a la protección de la naturaleza. En 1984 se convierte en una sociedad privada, por lo que deja de depender del servicio municipal de Parques y Jardines. Con la creación de la Asociación Mundial de Zoos y Acuarios (WAZA) se produce un cambio de paradigma, en el que se reivindican los principios del trato de animales. Siguiendo esta nueva filosofía, se incorporan nuevos espacios, que incluyen la granja, el aviario o el hospital veterinario.

Actualmente el zoo de Barcelona cuenta con unas 13 hectáreas y una de las más importantes colecciones de animales de Europa, formada por unos 2.200 ejemplares de más de 315 especies diferentes. Además recibe un millón de visitantes anuales y cuenta con unos 100.000 socios.

Como ya se ha visto, sus objetivos principales son la conservación, la investigación y la educación, pudiendo afirmar que es un parque educador, sensibilizador, promotor de la sostenibilidad e involucrado en la lucha contra las amenazas globales a la biodiversidad. Estos conceptos conllevan el incremento de las actuaciones de conservación *in situ* y desarrollar programas de investigación tanto *in situ* como *ex situ*.

### 2.1.1 El sistema La Granja

La Granja tuvo sus inicios en 1990 cuando se decidió mejorar el aspecto del zoo aplicando la filosofía de WAZA. Es una de las instalaciones que forman el zoo, que también recibe el nombre de Zoo Infantil, ya que la zona está destinada principalmente a este público. El espacio tiene como objetivo permitir el contacto con especies domésticas y de granja a los niños que actualmente viven en un ambiente urbano y no tienen la oportunidad de tratar con estos animales.



Figura 2.1. Ortofoto 1:5000 de la localización de La Granja, 2014. Fuente: Elaboración propia a partir de una ortofoto del ICC.

El sistema de estudio está conformado a su vez, por seis subsistemas que son el Restaurante, las Aulas, el Jardín, el Huerto, el Parque infantil y los Establos, tal y como se puede apreciar en la Figura 2.2.



Figura 2.2. Plano del sistema de La Granja, con los subsistemas diferenciados. Fuente: Elaboración propia mediante un plano del Zoológico de Barcelona, 2011.

### Establos

El subsistema consta de 780 m<sup>2</sup>, compuesto por las diferentes parcelas de los animales, así como de la galería y el estercolero. En la zona de establos, encontramos los animales de mayor tamaño, como los cerdos, las ovejas, la vaca, las cabras, el percherón y el burro catalán (cuya especie está en peligro de extinción) distribuidos en un total de 8 parcelas. En perpendicular a éstas, se halla la galería, que se encuentra fragmentada para dar cobijo a animales domésticos como ratones de campo, conejos, hámsteres, entre otros; ésta además incluye la sala para la cría de presa viva y una zona de trabajo para los técnicos responsables del mantenimiento de La Granja.



Figura 2.3. Parcela de cabras dentro del subsistema Establos. Fuente: Elaboración propia.

Por último, se incluye también la zona del estercolero, donde se almacenan los residuos procedentes de los animales, producidos tanto en el subsistema Establos como en el subsistema Aulas.

Cabe destacar que el subsistema tiene una función lúdica y didáctica para los niños, ya que bajo la supervisión de un trabajador del Zoo pueden entrar a los establos de las cabras para acariciarlas, jugar y aprender.



Figura 2.4. Parte de la zona de galería, dentro del subsistema Establos. Fuente: Elaboración propia.

### Jardín

En el presente subsistema (632 m<sup>2</sup>), se encuentra el estanque de los anfibios, rodeado de carrizo y otra vegetación natural, que forma un espacio ajardinado en el que conviven las tres especies más comunes de anfibios de Cataluña: la rana verde, el sapo partero y la reineta meridional. Además, éste se comunica con un lago de mayor capacidad (180 m<sup>3</sup>), donde se encuentran varios individuos de carpa de diferentes variedades. Ambos lagos constan de un sistema de filtrado para su mantenimiento y así evitar la renovación de agua constante.



Figura 2.5. Zona de exposición de anfibios, dentro del subsistema Jardín. Fuente: Elaboración propia.

### Huerto

En la parcela dedicada al huerto, de aproximadamente 43 m<sup>2</sup>, se cultivan los principales vegetales de la dieta mediterránea. La finalidad es que sean utilizados como alimento para los animales de la granja, así como material didáctico para clases que se realizan con escuelas. Como complementación a su uso educativo, dos días a la semana niños con discapacidad acuden a regar y aprender sobre los vegetales que se cultivan.



**Figura 2.6. Zona dedicada al cultivo de diferentes variedades de vegetales. Fuente: Elaboración propia.**

### Parque infantil

El parque infantil es un espacio abierto situado en el centro del sistema (813 m<sup>2</sup>), el cual consta de diferentes juegos infantiles tales como: un castillo de trepar, unos columpios, una zona de equilibrios, entre otros. Los elementos están elaborados principalmente con madera y hierro, y el suelo se compone de arena y corteza de árbol que se va renovando periódicamente. Por último, este subsistema también consta de una fuente de agua.



**Figura 2.7. Visión general del subsistema Parque infantil. Fuente: Elaboración propia.**

### Aulas

Se trata de tres aulas dedicadas a la educación de los niños donde se imparten diferentes actividades como el taller de animales de granja o el taller combi (combinación de diferentes actividades). En estos talleres se estudian los animales de granja y la diferencia entre los animales domésticos y los salvajes. Además, se manipulan materiales procedentes de estos animales para aprender cómo los aprovecha el ser humano y cómo sirven de alimento a algunas especies del zoo.



Figura 2.8. Interior del aula de *Mira y toca*. Fuente: Elaboración propia.

Desde el año 2011, existe una cuarta aula denominada *Mira y toca* donde se realiza una actividad gratuita los fines de semana y días festivos, que consiste en charlas de 10 minutos sobre la tenencia responsable de animales domésticos. Así, tanto pequeños como adultos, pueden ver a estos animales y aprender cómo tratarlos: instalaciones, alimentación, manejo, revisiones veterinarias...

También, se añaden dentro del subsistema los servicios pertenecientes a esta zona, así como el cambiador y las oficinas de los técnicos responsables del mantenimiento del sistema de La Granja, formando un área total de 385 m<sup>2</sup>.

### Restaurante

Por último, situada en la entrada del sistema de La Granja, se encuentra la zona de restauración con unas dimensiones de aproximadamente 670 m<sup>2</sup>. Se trata de un espacio que el Zoo pone a concurso cada cuatro años, donde actualmente la concesión pertenece al grupo Sehrs.

Este subsistema se compone de cinco ámbitos diferenciados: una cocina, un mostrador, unas mesas exteriores, una carpa con función de comedor y unos servicios.



Figura 2.9. Punto de venta del Restaurante. Fuente: Elaboración propia.

## 2.2 Tendencias globales de los zoológicos hacia la sostenibilidad

Actualmente algunos de los zoológicos del mundo, hacen uso de una serie de medidas ambientales adoptadas con la finalidad de ser más sostenibles y causar un menor impacto al entorno. Por ello, se analizan las medidas tomadas de algunos de ellos, pertenecientes a diferentes regiones del mundo con una climatología característica. Entre las actuaciones, destacan: las acciones de ahorro energético e hídrico, el uso de energías renovables, el reciclaje, así como la elaboración y uso del compost, el ecodiseño y la educación ambiental.

A continuación, se muestran los zoos escogidos que implementan alguna de las actuaciones anteriormente descritas:

### Africam Safari – Puebla (México)

Es un parque de conservación y vida silvestre que lleva a cabo diferentes proyectos encarados hacia la sostenibilidad, entre ellos se hallan: el tratamiento de aguas, la captación de lluvia, el reciclaje de aceite vegetal y la producción de biogás, a partir del excremento de elefante.



Figura 2.10. Logo Africam Safari. Fuente: sitio web Africam Safari.

Actualmente, hay instalados 5 sistemas de captación de agua de lluvia que almacenan 215.000 litros de agua. Esta medida, junto al aprovechamiento racional del agua en el zoológico, ha permitido disminuir el consumo de agua en un millón de litros.

Cabe destacar que se ha aumentado la separación de residuos y el reciclaje de residuos sólidos en un 52%, recuperando más de 25 T de materiales reciclables. En cuanto a residuos orgánicos, se recuperan y compostan casi el 100% de los mismos.

Además, los camiones del zoológico se mueven mediante biodiesel, dado que el biodigestor del parque produce 362 m<sup>3</sup> de biogás y biol-abono orgánico natural al año gracias a las heces de los elefantes. Este biol-abono puede ser utilizado para favorecer el riego en campos de cultivo.

Como acciones de ahorro energético, el zoológico ha sustituido en un 50% las luces convencionales por unas más eficientes y LEDs.

Mediante estrategias de compensación como la reforestación, se capturan 5.000 toneladas de CO<sub>2</sub> anualmente. Hay plantados más de 5.000 árboles en los bosques de encinos que alberga el parque, y más de 50 terrazas para la recuperación y regeneración de suelos forestales.

### Jardín Zoológico – Mendoza (Argentina)

En este parque zoológico, se realiza la transformación de los residuos orgánicos provenientes del Parque General de Sant Martín, el Barrio Cívico y dicho zoo, para obtener compost, en una planta con capacidad de 4.000 toneladas. De esta manera, se ahorran problemas con las deposiciones de residuos y se genera un fertilizante orgánico. Entre los objetivos de esta planta se encuentran:

- Otorgar un destino útil a los residuos orgánicos, evitando el impacto ambiental y resolviendo un problema sanitario y social.
- Dar cumplimiento a los objetivos fijados por la Administración de Parques y Zoológicos, que exigen la generación de modelos de gestión, planificación, y educación ambiental así como un manejo sustentable del mismo.
- Contribuir a la economía.
- Contar con una producción permanente de compost para el enriquecimiento de los suelos.
- Contar con una planta piloto, con fines educativos para el público en general y para los estudiantes.
- Obtener un producto para la agricultura y la jardinería de alta calidad.
- Demostrar la importancia de contar con este tipo de tecnología.
- Capacitar al personal de la Administración de Parques en el uso y manejo de esta tecnología.



**Figura 2.11. Planta compostaje del Jardín Zoológico Mendoza. Fuente: sitio web Parques Mendoza.**

### Zoológico de San Diego

El zoológico de San Diego lleva a cabo el proyecto “Solar-to-EV” que consiste en la instalación de paneles solares en la zona destinada al aparcamiento. La energía generada sirve para cargar coches eléctricos, así como para reducir la demanda energética, ya que estas instalaciones están también conectadas a la red eléctrica general.

El proyecto entró en el plan general de la ciudad de San Diego llamado “Smart City San Diego”. Como referencia en cuanto a producción de dichos paneles, está calculado que con la energía que generan se podrían abastecer 70 hogares de tamaño medio.



Figura 2.12. Aparcamiento del Zoológico de San Diego. Fuente: sitio web hormigasolar.

### Zoológico de Miami Florida

El zoológico tiene como iniciativa ecológica el uso de paneles solares. En este caso la empresa *Florida Power & Light* que se dedica a educar sobre el uso consciente de la energía y que es líder en la conservación del medio ambiente, donó los paneles solares al establecimiento, los cuales producen 617 kWh al mes.



Figura 2.13. Placas solares del Zoológico de Miami Florida. Fuente: sitio web dforcesolar.

### Zoológico de Melbourne

El Zoológico de Melbourne incluye entre sus instalaciones un itinerario que permite a los visitantes entrar en contacto con los lémures de Madagascar, compartiendo el mismo espacio y causándoles la mínima perturbación.

Se trata de una estructura que comienza con un túnel de entrada y que dirige hacia la jaula, un complejo de edificios llamados la Casa del Árbol. El túnel está compuesto por un tejido de mimbre y apoyándose con sutiles elementos de hierro se integra



perfectamente en el paisaje. Así, se puede introducir a los visitantes en una reconstrucción

**Figura 2.14. Instalaciones de los lémures de Madagascar del Zoológico de Melbourne. Fuente: sitio web ciencia y cemento.**

del hábitat natural de estos animales. El camino continúa por una serie de pasarelas elevadas donde el contacto con los lémures es directo.

La Casa del Árbol tiene una estructura con la misma forma de concha que se asemeja a las casas de los lémures del parque. La instalación está revestida con mimbre, integrándose con el entorno, y se monta sobre una estructura de acero ligero, quedando elevado del terreno mediante pilotes de madera reciclada. Por ello, es una actuación dirigida al ecodiseño, así como a la sensibilización ambiental y la relación con el entorno.

### Loro Parque –Tenerife (Islas Canarias)



**Figura 2.15. Logo de la Certificación Biosphere. Fuente: sitio web Biosphere Responsible Tourism.**

Loro Parque es un zoológico situado en la isla de Tenerife y que recibió la certificación Biosphere en el año 2008 por su trabajo en el ámbito de la energía solar y la reutilización de agua y residuos.

El zoo consta de un parque fotovoltaico que genera unos 2,8 MWh anuales. En cuanto al agua, dispone de una planta de osmosis donde se desalinizan 600.000 litros de agua, cubriendo así las necesidades del parque; además se ha instalado una planta depuradora. En materia de residuos, el parque realiza compost y consta de ecopuntos con contenedores de separación selectiva de residuos.

Por último y como acción a nivel de educación ambiental, ha inaugurado la exhibición 'Animal Embassy', una apuesta hacia la ecología y la conservación, donde se pretende concienciar a los visitantes de la importancia del respeto al medio natural y a los animales que habitan en la tierra.

## 2.3 Climatología de Barcelona

A continuación se describe la climatología de la ciudad donde se realiza el estudio con el fin de caracterizar la zona y obtener información que puede ser útil *a posteriori*.

### 2.3.1 Pluviometría y temperatura

La pluviometría de Barcelona es irregular durante el año, con una precipitación media de aproximadamente 600 mm. La Sierra de Collserola recoge valores ligeramente más elevados de precipitación que a ras de costa y, a rasgos generales, los meses más lluviosos son los de otoño (máximos en setiembre y octubre) y primavera, respectivamente, seguido del invierno, y con veranos muy secos (mínimas en junio y julio).

La temperatura media en invierno varía de los 9 a los 12 °C, por lo tanto se observan inviernos suaves, donde la temperatura nocturna elevada no permite prácticamente heladas en el centro de la ciudad.

Por otro lado, los veranos son calurosos, con medias, durante los meses de julio y agosto, de 23 a 26 °C. Una de las características principales del verano en Barcelona es el ambiente caluroso acompañado de humedad, dada la proximidad al mar.

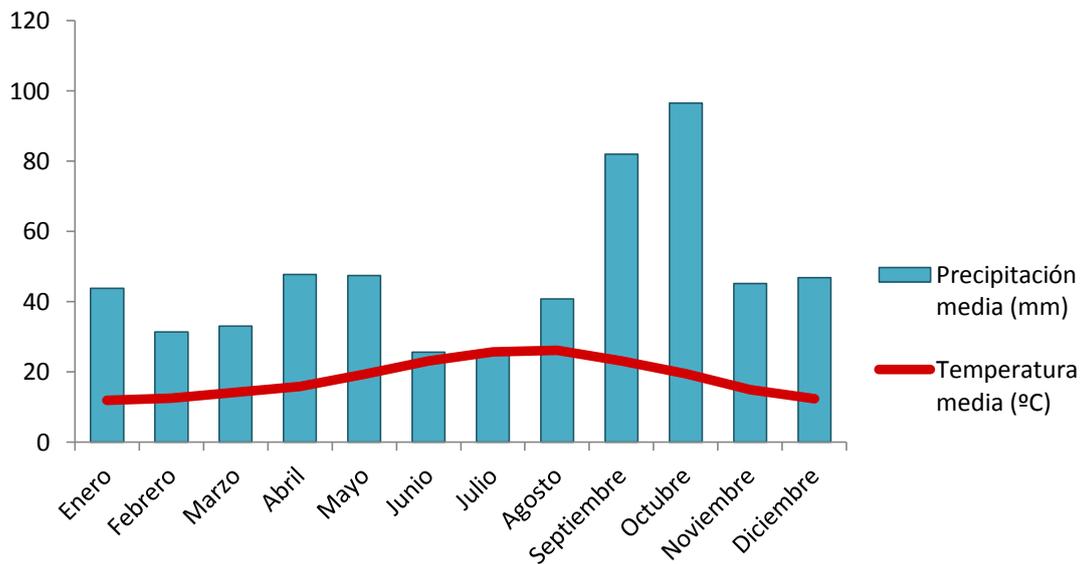


Figura 2.16. Histograma sobre la precipitación y temperatura media en la estación de Can Bruixa (Les Corts – Barcelona), 1987-2010. Fuente: Elaboración propia mediante sitio web del Ayuntamiento de Barcelona.

### 2.3.2 Radiación solar

La energía solar que incide sobre la superficie de la Tierra se manifiesta de distintas maneras:

- La radiación directa: es aquella que procede directamente del sol.
- La radiación difusa: radiación recibida de la atmósfera a consecuencia de la dispersión de parte de la radiación del Sol en ésta. En los días soleados esta energía puede implicar un 15% de la radiación global. En cambio en los días nublados esta radiación supone un mayor porcentaje, ya que la radiación directa es más baja. Las superficies horizontales reciben más radiación difusa que las superficies verticales, porque las horizontales ven toda la semiesfera celeste, mientras que las verticales solo la mitad de esta.
- La radiación reflejada: se trata de la radiación reflejada por la superficie de la Tierra. Esta radiación depende del albedo, es decir, el coeficiente de reflexión de la superficie. Además, las superficies verticales son las que más radiación reciben, al contrario de las superficies horizontales que no ven la superficie terrestre.

A continuación, se muestra un histograma sobre la radiación global, directa y difusa, que se da sobre la ciudad de Barcelona según el Atlas de Radiación Solar en España. Dado que el sistema de estudio se sitúa dentro de esta ciudad, estos resultados podrían extrapolarse a La Granja, así se puede hallar la media de radiación global, que es de 4,56 kWh/m<sup>2</sup>·día.

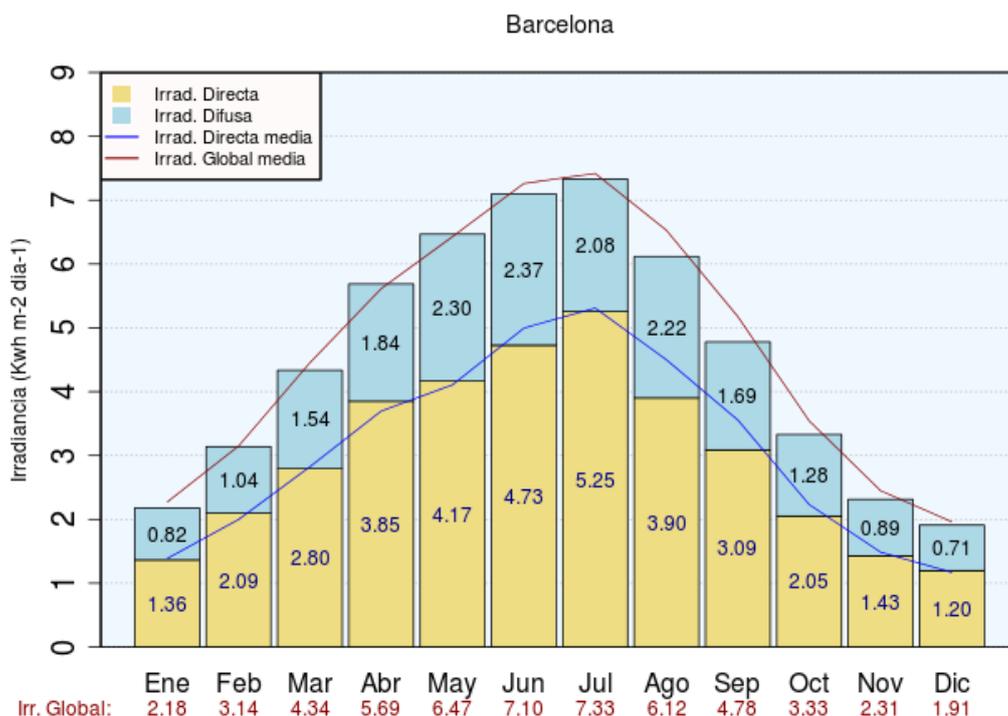


Figura 2.17. Radiación global, directa y difusa en Barcelona (1983-2005). Fuente: Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT.

## **2.4 Marco legal**

La normativa aplicable al sistema de estudio se puede recoger, principalmente, en la legislación en materia de energía, residuos, aguas y zoológicos.

### **2.4.1 Normativa relativa a la eficiencia energética y las energías renovables**

- Decisión del Consejo 91/565/CEE, de 29 de octubre, relativa al fomento de la eficacia energética en la Comunidad.
- Normativa europea de certificación de placas fotovoltaicas 61000-1:2007/61000 6-3.
- Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y para la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.
- Directiva 2002/91/CE, relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- Directiva 2012/27/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo, del 25 de octubre del 2012, relativa a la eficiencia energética, para la cual se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE.
- Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica para instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración.
- Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, para el cual se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

### **2.4.2 Normativa relativa a residuos**

- Directiva 2008/98/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre residuos.
- Ley 5/2013, del 11 de junio, la cual modifica la Ley 16/2002 del 1 de julio, relativa a la prevención y control integrados de la contaminación, y la ley 22/2011 del 28 de julio, relativa a residuos y suelos contaminados.

### **2.4.3 Normativa relativa a aguas residuales**

- Directiva 91/271/CE, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas y que en ella se definen los sistemas de recogida, tratamiento y vertido de las aguas residuales urbanas.

### **2.4.4 Normativa relativa a parques zoológicos**

- Directiva 1999/22/CE del 29 de marzo, relativa al mantenimiento de los animales en los parques zoológicos, en la cual se especifica las condiciones y características básicas de las instalaciones en las que se deben estar los animales en los parques Zoológicos.
- Ley 31/2003, del 27 de octubre, de conservación de la fauna silvestre en los parques zoológicos. A partir de esta ley, los parques Zoológicos pasan a ser centros de educación, investigación y conservación de la biodiversidad, y los estándares de bienestar animal pasan a incluir programas de enriquecimiento, además de las condiciones de higiene y sanitarias que ya exigía la ley anteriormente.
- Decreto Legislativo 2/2008, de 15 de abril, para el que se aprueba el Texto refundido de la Ley de protección de los animales.

## **3. Justificación**

Este proyecto nace de la idea de implantar el concepto sostenibilidad ambiental en el Zoológico de Barcelona, por lo que se estudia una zona denominada La Granja. El área de estudio no dispone de datos ambientales y energéticos –flujos de energía, agua, alimentos, residuos y CO<sub>2</sub>– por lo que hay un creciente interés por parte de los responsables del zoo en determinar las condiciones ambientales de la zona. Además, se trata de uno de los espacios más visitados, por lo que surge la necesidad de establecer mejoras que harían visible la estrategia de sostenibilidad del zoo.

El espacio fue inaugurado un siglo más tarde de la apertura del zoo y desde entonces no se han hecho modificaciones relevantes en la zona. De esta manera, la finalidad general del proyecto es el estudio de los flujos energéticos y de materiales del sistema y la propuesta de acciones de mejora.

Así pues, el proyecto se realiza para determinar, a partir del estudio de los diferentes vectores ambientales, las flaquezas del sistema. También tiene como finalidad eliminar los problemas actuales y conseguir que el sistema se adapte a unos estándares de eficiencia acordes al nivel de la tecnología actual.

Por otra parte no se estudia cuál es el subsistema que genera más impactos, por lo que es importante determinarlo y así poder incidir sobre él con más ahínco. Para acabar, existe interés de conocer cuál es el potencial de autosuficiencia energética e hídrica de la zona.

## **4. Objetivos**

#### **4.1 Objetivos generales**

- Estudiar el metabolismo y flujo energético y de materiales del espacio de La Granja, incluyendo los subsistemas Establos, Jardín, Aulas, Parque infantil, Huerto y Restaurante.
- Proponer acciones de mejora, para avanzar hacia un sistema más eficiente que el actual y con la mínima dependencia de recursos externos.

#### **4.2 Objetivos específicos**

- Identificar, analizar la magnitud y determinar el origen y destino de los vectores ambientales de interés:
  - Contabilizar el consumo de agua, su procedencia así como determinar sus diferentes usos.
  - Cuantificar y definir el uso del flujo energético tanto eléctrico como térmico.
  - Determinar la cantidad de entrada de alimentos en La Granja.
  - Cuantificar los residuos producidos y ver su destino.
- Proponer mejoras para maximizar la eficiencia del sistema, mediante la aplicación de energías renovables, la mejora de la gestión y el consumo y así reducir el impacto que supone.

## **5. Metodología**

Para describir la metodología que se utiliza en el proyecto se separan en cuatro bloques los puntos principales.

### **5.1 Búsqueda de información**

El objetivo principal de este primer bloque es definir y caracterizar el sistema y subsistemas de estudio. Para ello, se describe la zona de estudio, además de añadir datos climatológicos y el marco legal vigente. A continuación, se recopila información para ver cuáles son las tendencias en materia sostenible de diferentes zoológicos.

El siguiente paso incluye la selección de datos de consumo generales que son proporcionados por las personas de contacto del zoológico. Se trata de información de consumo de agua, gas, electricidad y generación de residuos en el año 2014. Estos datos se encuentran diferenciados por zonas y puntos de suministro. Además, se contacta con el responsable del subsistema Restaurante para solicitar la misma información.

También se contacta con los trabajadores del sistema La Granja con el fin de inventariar todos los elementos que forman cada subsistema.

### **5.2 Estimación de los datos de demanda**

Se estiman los datos de demandas en el sistema de estudio para cinco vectores diferentes.

#### Electricidad

Para la estimación de la demanda eléctrica de los subsistemas Establos, Aulas y Jardín se utiliza el inventario de equipamientos con sus potencias correspondientes y se consulta con los responsables el tiempo de uso.

En el Restaurante se pide la factura de la electricidad porque disponen de un contador diferenciado del resto del zoo.

#### Gas

La demanda de gas solo se da en los subsistemas Restaurante y Establos. En ambos casos, se consulta el tipo de gas empleado, el tamaño de la bombona y sus reposiciones.

#### Agua

Primeramente, se estiman los caudales de los diferentes puntos de salida, tanto mangueras como grifos. Para ello, se mide el tiempo que tarda en llenarse un determinado volumen.

En el caso de los Establos, se consultan los usos de agua y sus demandas requeridas. Con este dato y los días de uso anuales se obtiene la demanda hídrica. Además, para el caso de los bebederos se hace una estimación de la demanda mediante los requerimientos de agua que necesita cada animal.

En el subsistema Jardín, para contabilizar las salidas del sistema gota a gota se realizan tres parcelas de 1 m<sup>2</sup> donde se cuentan estas salidas. A continuación, se elabora una media que se extrapola a la totalidad de metros cuadrados del subsistema Jardín. La demanda hídrica se estima finalmente a partir de este dato, el caudal de cada gotero y las horas de uso proporcionadas por los técnicos.

Para el cálculo de la demanda hídrica del subsistema Huerto, es necesario el caudal estimado previamente, los días y el tiempo de riego.

A partir de la observación en el campo se determinan las personas que utilizan la fuente del subsistema Parque infantil anualmente. Mediante este dato y los litros establecidos para cada uso, se estima la demanda.

Las Aulas tienen dos tipos de acuarios y los bebederos de los cuales se define la capacidad y las renovaciones anuales.

En el Restaurante, se consulta el número de comensales al año y, a partir de un consumo de agua normalizado por comensal, se estima la demanda anual.

Para los servicios tanto de Restaurante como de Aulas, se contabiliza en un periodo de tiempo la cantidad de personas que entran y se multiplica por el volumen de agua consumido por la cisterna y el volumen consumido por el lavamanos.

### Alimentos

En el caso de los subsistemas Establos, Aulas y Restaurante se consulta a los responsables sobre los pedidos realizados y su procedencia, así se determina la cantidad total en peso requerida por el sistema.

### Residuos

Para estimar la cantidad de residuos que salen del sistema anualmente, es necesario: contar el número de contenedores de las diferentes fracciones, tener en cuenta su capacidad en litros y el porcentaje de llenado, y consultar con el personal de La Granja las reposiciones.

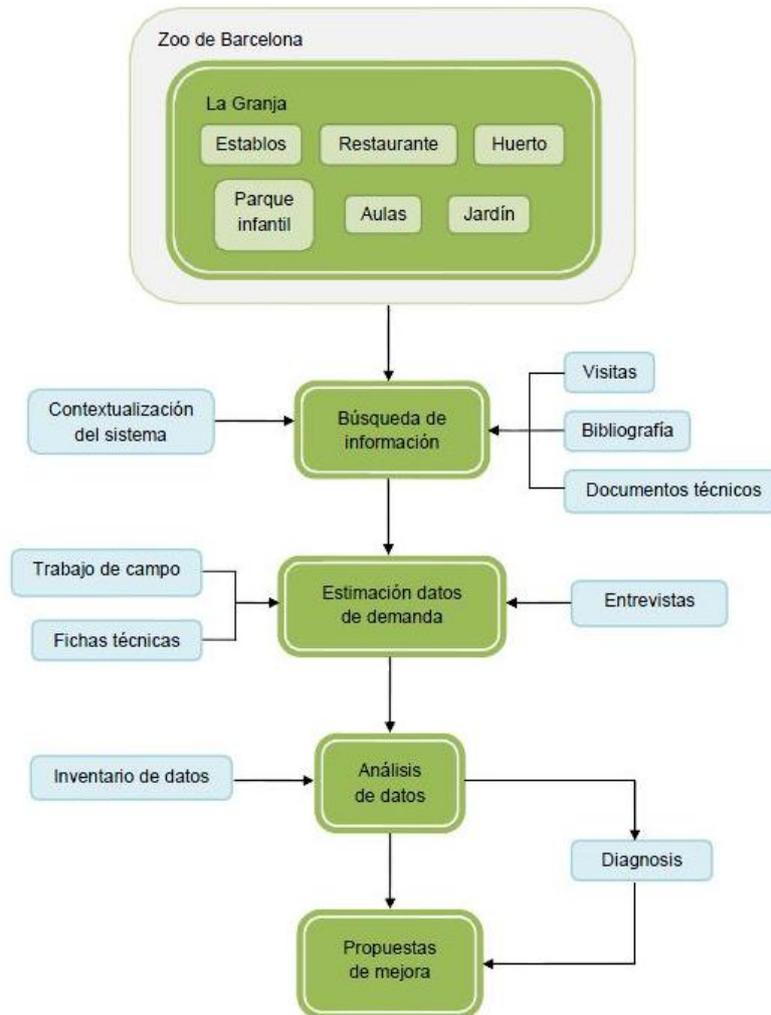


Figura 5.1. Esquema de la metodología empleada en el proyecto, 2015. Fuente: Elaboración propia.

### 5.3 Análisis de datos

Una vez dispongamos de todas las estimaciones y datos necesarios se presentan las demandas y flujos en función del punto de suministro y del total del zoo. Además, se hace una cuantificación por unidad de superficie y de visitante, y se comparan los resultados entre los elementos que forman un mismo subsistema y las proporciones de cada uno de éstos respecto al total. Todos estos resultados permiten ofrecer una visión integradora y global del metabolismo de La Granja.

### 5.4 Propuestas de mejora

El último bloque incluye la propuesta de ideas para mejorar el metabolismo del sistema, así como el estudio de su implantación. Para realizar esta valoración se utiliza el método empleado en el trabajo *“Estudi del metabolisme energètic i de recursos de l’aviari del Zoo de Barcelona. Mesures cap a la sostenibilitat”*, que consiste en el estudio de los beneficios, la viabilidad económica y la viabilidad técnica de la implantación de las propuestas de mejora.

Los beneficios son definidos desde un punto de vista holístico, intentando englobar las tres vertientes de la sostenibilidad:

- Ambiental: se tienen en cuenta los impactos que se podrían generar en el medio ambiente y la posible reducción de la presión antrópica sobre este, así como la reducción de la dependencia de combustibles fósiles del sistema.
- Social: se valora la mejora de la imagen que supondría para el zoo la aplicación de la mejora, tanto de cara al visitante, como de cara a la administración y otras instituciones del sector. Además se considera si las mejoras promueven un avance hacia la sostenibilidad.
- Económica: se mide a partir de los resultados obtenidos en el apartado de viabilidad económica.

La viabilidad económica de las propuestas se valora teniendo en cuenta los costes de implantación, de mantenimiento y su amortización.

La viabilidad técnica se valora según el ahorro potencial de consumo, la prioridad de implantación, que depende del porcentaje que presenta el consumo respecto al valor total del zoo, y la dificultad de implantación teniendo en cuenta las características técnicas de los edificios.

La evaluación de estos criterios se realiza a partir de un método que permite establecer un valor numérico para cada criterio según si es muy favorable, favorable, desfavorable o muy desfavorable.

**Tabla 5.1. Método de valoración cuantitativo de los criterios. Fuente: “*Estudi del metabolisme energètic i de recursos de l’aviari del Zoo de Barcelona. Mesures cap a la sostenibilitat*”.**

	Símbolo	Valor numérico
Muy favorable	++	2
Favorable	+	1
Desfavorable	-	-1
Muy desfavorable	--	-2

Tabla 5.2. Definición del método de valoración para cada criterio. Fuente: “*Estudi del metabolisme energètic i de recursos de l’aviari del Zoo de Barcelona. Mesures cap a la sostenibilitat*”.

Beneficios		
Ambientales	Sociales	Económicos
<b>Muy favorable</b> Reduce el impacto ambiental al mínimo	<b>Muy favorable</b> Mejora la imagen externa y promueve medidas hacia la sostenibilidad	<b>Muy favorable</b> Viabilidad económica muy positiva
<b>Favorable</b> Contribuye a la reducción del impacto	<b>Favorable</b> Mejora la imagen externa	<b>Favorable</b> Viabilidad económica positiva
<b>Desfavorable</b> No causa ningún impacto	<b>Desfavorable</b> No causa ningún impacto	<b>Desfavorable</b> Viabilidad económica negativa
<b>Muy desfavorable</b> Impacto ambiental	<b>Muy desfavorable</b> Empeora la imagen externa	<b>Muy desfavorable</b> Viabilidad económica muy negativa
Viabilidad económica		
Costes implantación	Costes mantenimiento	Amortización
<b>Muy favorable</b> <5.000 €	<b>Muy favorable</b> La medida no necesita mantenimiento	<b>Muy favorable</b> <1 año
<b>Favorable</b> <15.000 €	<b>Favorable</b> La medida necesita mantenimiento puntual	<b>Favorable</b> 1-3 años
<b>Desfavorable</b> >15.000 €	<b>Desfavorable</b> La medida necesita mantenimiento	<b>Desfavorable</b> >3 años
<b>Muy desfavorable</b> >30.000 €	<b>Muy desfavorable</b> La medida necesita mantenimiento regular	<b>Muy desfavorable</b> >5 años
Viabilidad técnica		
Ahorro de consumo	Prioridad	Dificultad de implantación
<b>Muy favorable</b> >40%	<b>Muy favorable</b> Consumo acción >15% consumo sistema	<b>Muy favorable</b> No son necesarias reformas
<b>Favorable</b> >20%	<b>Favorable</b> Consumo acción >1% consumo sistema	<b>Favorable</b> Son necesarias pequeñas reformas
<b>Desfavorable</b> <20%	<b>Desfavorable</b> Consumo acción <1% consumo sistema	<b>Desfavorable</b> Son necesarias reformas
<b>Muy desfavorable</b> <10%	<b>Muy desfavorable</b> Consumo acción <0,5% consumo sistema	<b>Muy desfavorable</b> Son necesarias reformas estructurales

## **6. Inventario y diagnosis**

El presente apartado corresponde al análisis del sistema de estudio. En este se incluyen los inventarios de los subsistemas, así como la estimación de demandas y, por último, la definición del metabolismo completo del sistema.

Cumplir el objetivo principal del trabajo supone estudiar y definir los flujos de energía, que incluyen electricidad y gas, caracterizar la demanda y uso de agua, describir los alimentos que entran en el sistema y estimar los residuos que se producen.

Además, con el fin de obtener el porcentaje que representa el metabolismo de La Granja respecto a la totalidad del zoo, los resultados obtenidos se comparan con los datos de consumos totales definidos en el *Informe de diagnosis energética, Applus +*.

En la figura 6.1. se presenta el diagrama correspondiente a las entradas y salidas del sistema del Zoo de Barcelona. Éste incluye el sistema de estudio de La Granja, compuesto por los diferentes subsistemas, así como los vectores ambientales estudiados.



**Figura 6.1. Diagrama del metabolismo y flujo energético y de materiales del sistema Zoo de Barcelona y La Granja. Fuente: Elaboración propia.**

Con tal de proporcionar los datos de manera más explicativa se expresan en función de los metros cuadrados del sistema y de los visitantes.

A partir de una estimación, realizada durante un día de fin de semana y otro entre semana, y sabiendo las personas que visitaron el zoo esos dos días, se obtiene que un **59,1%** de los visitantes del zoo entran en el sistema de estudio (tabla 6.1.). De esta manera y teniendo en cuenta que en 2014 acudieron un total de 1.102.280 personas, se estima que el número de visitantes anuales de La Granja es de **651.448**.

El área del sistema es de **5.116 m<sup>2</sup>**.

Tabla 6.1. Observaciones realizadas para definir las entradas en el sistema La Granja. Fuente: Elaboración propia.

Observaciones		Personas		Media (pers./h)	Personas/día	%
		Pajar	Ponis			
Fin de semana	11:30-12:30	141	95	302	4598	57,14
	14:30-15:30	225	185			
	17:00-18:00	131	129			
Entre semana	11:30-12:30	138	86	280	3996	61,03
	14:30-15:30	230	157			
	17:00-18:00	125	105			
					<b>% FINAL</b>	<b>59,1%</b>

### 6.1 Estudio del vector eléctrico del sistema La Granja

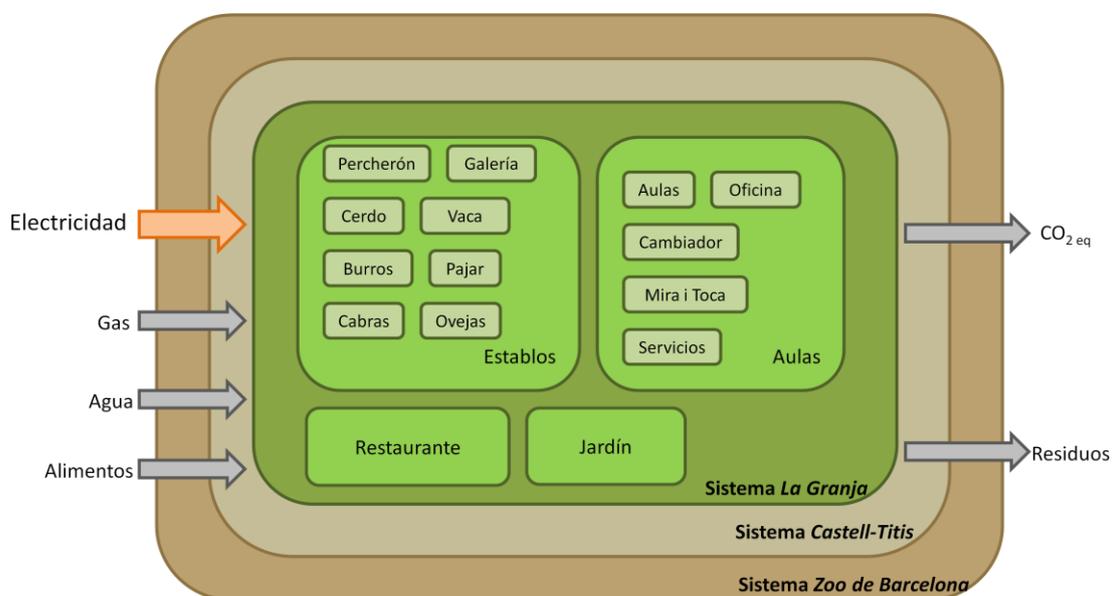


Figura 6.2. Diagrama del flujo de electricidad asociado al sistema Zoo de Barcelona, Castell-Titis y La Granja. Fuente: Elaboración propia.

El Zoo de Barcelona dispone de ocho puntos de suministro de electricidad, éstos son: Aquarama, Fauna, Aviari, Taquillas Prim, Castell-Titis, Terrari, Otari e Hipos. En la figura 6.3. se observa el consumo eléctrico por meses del zoo. En el año 2014 el consumo total fue de **3.108.774 kWh**.

### Consumo electricidad 2014 (kWh)

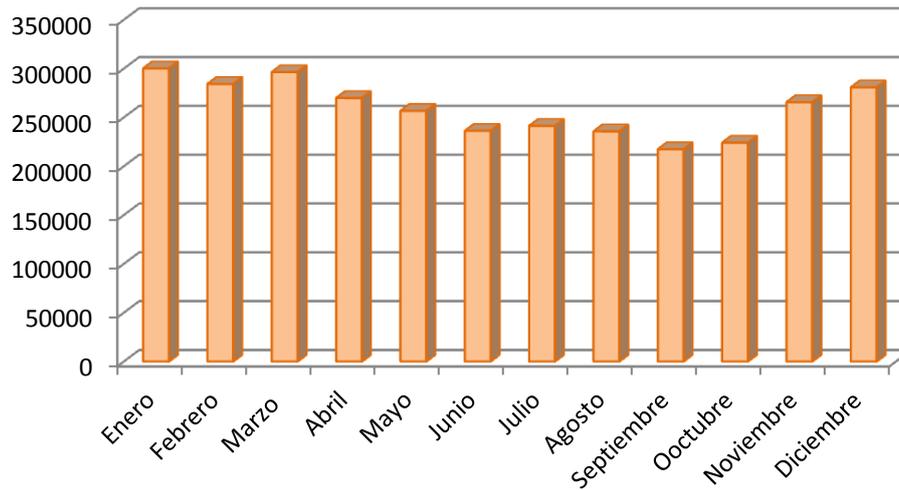


Figura 6.3. Consumo eléctrico por meses del Zoo de Barcelona, 2014 (kWh). Fuente: Informe de diagnóstico energética, Applus +.

El sistema La Granja pertenece al punto de suministro denominado “Castell-Titis”, que tiene un área de 134.876 m<sup>2</sup> y un consumo anual total de **627.701 kWh**. Este punto de suministro proporciona electricidad a diferentes zonas del parque, incluyendo los subsistemas de estudio excepto el subsistema Restaurante, que tiene un contador independiente.

En este apartado se diferencia el consumo eléctrico para los diferentes subsistemas que integran La Granja. En este caso, se observa que el subsistema Huerto no tiene ningún tipo de consumo eléctrico.

Para realizar el análisis del vector eléctrico de cada subsistema y posteriormente ver el porcentaje que supone al total del Zoo y de su punto de suministro, se efectúa un trabajo de campo conjuntamente con los trabajadores de la zona.

Durante el trabajo de campo, se elaboran los inventarios por subsistemas, con todos los equipos que presentan un consumo eléctrico. Mediante este inventario y las potencias de cada aparato, se procede a consultar a los responsables de La Granja sobre las horas de uso de éstos.

Al obtener estos datos, se puede valorar el consumo, siguiendo la siguiente ecuación:

$$\text{Consumo} = \text{Unidad} \cdot \text{Potencia} \cdot \text{Tiempo de uso}$$

### 6.1.1 Estudio del vector eléctrico del subsistema Establos

La tabla 6.2. muestra el inventario del subsistema Establos, el cual se compone de las parcelas de los animales y de la galería.

Tabla 6.2. Inventario eléctrico del subsistema Establos. Fuente: Elaboración propia.

Zona	Elemento	Unidad	Potencia (W)	Tiempo (h)	Demanda (kWh)
Percherón	Fluorescente	1	36	3880,5	140
Cerdo	Fluorescente	2	58	3880,5	450
Galería	Fluorescente	17	36	3880,5	2375
	Fluorescente	12	58	3880,5	2701
	Fluorescente	4	18	3880,5	279
	Lámpara infrarrojos	2	250	8760	4380
	Lámpara infrarrojos	2	250	4392	2196
	Bombilla incandescente	45	60	3880,5	10477
	Ventilador	1	50	1440	72
	Ventilador	2	230	8760	4030
	Aerotermino	2	70	960	134
	Atrapamosquitos	2	15	8760	263
	Extractor	1	-	-	Despreciable
	Detector persona	1	-	-	Despreciable
	Alarma	1	-	-	Despreciable
	Luz de emergencia	1	-	-	Despreciable
Vaca	Fluorescente	1	58	3880,5	225
Burros	Fluorescente	4	58	1095	254
Ovejas	Fluorescente	2	58	1095	127
Pajar	Fluorescente	6	36	365	79
	Luz de emergencia	1	-	-	Despreciable
Cabras	Fluorescente	2	58	1095	127
<b>TOTAL (kWh)</b>					<b>28309</b>

Como se puede observar, algunos de los elementos aparecen como despreciables; esto se debe a que su uso es irrelevante o su potencia es ínfima, por lo tanto, no supone un gasto de consumo suficiente como para tenerlo en cuenta.

El uso de los fluorescentes de las diferentes zonas viene determinado para cada animal, de esta forma tenemos dos horarios que se muestran a continuación:

- Los fluorescentes de las instalaciones de ovejas, cabras y el burro, se encienden durante dos horas por la mañana y una hora por la tarde. Esto equivale a 1.095 horas anuales de fluorescentes encendidos en estas instalaciones.
- Para los cerdos, percherón, vaca y galería, el horario se basa en una serie de períodos que suman un total de 3.880,5 horas anuales de uso (Tabla 6.3.).

Tabla 6.3. Horario de uso del vector eléctrico de las instalaciones de cerdo, percherón, vaca y galería. Fuente: Elaboración propia.

Período	Fecha	Días totales	Horas	Horas totales
1	25/10 - 28/03	156	9	1404
2	29/03 - 15/05   16/09 - 24/10	87	11,5	1000,5
3	16/05 - 15/09	123	12	1476
			<b>TOTAL (h)</b>	<b>3880,5</b>

La lámpara infrarrojos 1, los dos ventiladores, el atrapamosquitos y el generador pastor tienen un uso de 8.760 horas, dado que se utilizan las 24 horas durante todos los días del año, así como la lámpara infrarrojos 2, que tiene un total de 4.392 horas ya que su uso es solo de medio año.

Referente al ventilador, se estima que su uso es de 4 meses, que coinciden con los meses de verano, y el horario de utilización es de 8 a 20 horas, obteniendo un total de 1.440 horas anuales. En cuanto al fluorescente situado en el pajar se puede decir que su uso es de 1 hora al día, por lo tanto el tiempo estimado total es de 365 horas anuales.

Por último, se estiman las horas de uso anuales para los aerotermos. Para ello, se escogen los días con temperaturas mínimas por debajo de los 15 y 20°C, durante el año 2014. En total se trata de 190 días con temperaturas por debajo de los 15°C y 100 días por debajo de los 20°C<sup>1</sup>. Si se establecen 4 horas de uso para los días con temperaturas menores a 15°C y 2 horas de uso para los días de menos de 20°C, se obtienen 960 horas de uso totales de los aerotermos.

Finalmente, teniendo en cuenta estas horas de uso y las potencias de cada elemento, se obtiene que la demanda anual estimada es de **28.309 kWh**.

### 6.1.2 Estudio del vector eléctrico del subsistema Jardín

La tabla 6.4. muestra el inventario del subsistema Jardín, donde la única demanda es la de las bombas que se utilizan para filtrar el agua del lago y circular el agua de la cascada. Estos elementos se emplean, uno durante las 24 horas de los 365 días del año y otro durante el horario de apertura del zoo. La demanda final es de **13.368 kWh** al año.

Tabla 6.4. Inventario eléctrico del subsistema Jardín. Fuente: Elaboración propia.

Zona	Elemento	Unidad	Potencia (W)	Tiempo (h)	Demanda (kWh)
Jardín	Bomba 1	1	1120	8760	9811
	Bomba 2	1	1120	3175,5	3557
				<b>TOTAL (kWh)</b>	<b>13368</b>

<sup>1</sup> Datos extraídos de la web del Ayuntamiento de Barcelona

### 6.1.3 Estudio del vector eléctrico del subsistema Aulas

Este subsistema incluye diferentes zonas, que son: aulas, cambiador, mira y toca, oficina y servicios; en la tabla 6.5. se muestra el inventario. Con los datos presentados a continuación, se obtiene una demanda total anual de **22.803 kWh** del subsistema.

Tabla 6.5. Inventario eléctrico del subsistema Aulas. Fuente: Elaboración propia.

Zona	Elemento	Unidad	Potencia (W)	Tiempo (h)	Demanda (kWh)
Aulas	Aire acondicionado	6	1600	242	2323
	Bomba 1 Filtro mochila	2	4	8760	70
	Bomba 1 Filtro biológico	1	20	8760	175
	Bomba 2 Filtro biológico	1	20	8760	175
	Bomba 2 Filtración	2	66	8760	1156
	Bomba 2 Corriente	2	6	8760	105
	Bomba 2 Skimmer	1	18	8760	158
	Calefactor acuario <sup>2</sup>	1	250	8760	2190
	Calefactor acuario <sup>2</sup>	1	150	4392	659
	Calefactor acuario <sup>3</sup>	1	300	1920	576
	C. circulación	2	6	8760	105
	Fluorescente	52	36	686	1284
	Fluorescente acuario <sup>2</sup>	4	36	3285	473
	Fluorescente acuario <sup>3</sup>	1	-	-	Despreciable
	LED blanca acuario <sup>3</sup>	96	2	3650	701
	LED azul acuario <sup>3</sup>	24	2	5110	245
	Ordenador	3	300	686	617
	Pantalla ordenador	3	21	686	43
Proyector	3	230	686	473	
Refrigerador acuario <sup>3</sup>	1	180	5760	1037	
Cambiador	Fluorescente 1	1	58	1587,31	92
	Fluorescente 2	2	36	1587,31	114
	Microondas	1	1200	-	Despreciable
	Radiador 1	1	1000	900	900
	Radiador 2	1	1500	900	1350
	Secador de manos	1	61	137,78	8
Mira y toca	Bomba tortuga	1	65	8760	569
	Bombilla 1	4	14	686	38
	Bombilla 2	4	22	686	60
	Fluorescente	6	36	686	148
	Lámpara infrarroja cacatua	1	250	8760	2190
	Calefactor tortuga	1	250	2232	558
Oficina	Aire acondicionado	1	2000	480	960
	Calefacción 1	1	2000	480	960
	Calefacción 2	1	1000	480	420
	Fluorescente	3	36	1560	168
	Impresora	1	-	-	Despreciable
	Ordenador	2	300	1820	1092
	Pantalla ordenador	2	21	1820	76
	Teléfono	1	-	-	Despreciable
Servicios	Fluorescente	4	36	3175,5	457
	Secador de manos	1	260	279,83	73
				<b>TOTAL (kWh)</b>	<b>22803</b>

<sup>2</sup> Acuario Amazónico

<sup>3</sup> Acuario Mediterráneo

Tal y como se puede ver en la tabla 6.5 hay unas horas de uso determinadas para cada elemento, obtenidas gracias a la información proporcionada por los técnicos del zoo. A continuación, se procede a explicar en detalle las más significativas:

En cuanto al tiempo de uso con valores de 8.760 y 4.392 horas corresponden a las horas totales en un año y en medio año, respectivamente. Se encuentran estos valores en elementos como las bombas de los filtros dado que funcionan durante todo el año.

Las horas que corresponden al aire acondicionado de la zona de las aulas parten de las 636 horas anuales de actividades desarrolladas en dichas aulas y se dividen entre 12 meses, dando un total de 53 horas mensuales. Éstas últimas se multiplican por los 4 meses (julio-septiembre) estimados de uso del aire acondicionado; además al resultado obtenido se le suman 30 horas adicionales correspondientes a los casales de verano que se imparten, dando un total de 240 horas anuales.

Para aquellos elementos cuyo tiempo de uso es de 686 horas anuales (fluorescentes, bombillas...), es porque están activos durante todas las horas que se imparten actividades en las aulas.

En cuanto al calefactor del acuario mediterráneo, las horas están calculadas partiendo de que está en funcionamiento las 24 horas/día durante dos meses y unas 8 horas/día durante otros 60 días, dando un total de 1.920 horas. Por otro lado, el calefactor de la tortuga, se mantiene encendido durante 3 meses las 24 horas del día, lo que suma un total de 2.231 horas anuales.

Respecto a las horas anuales obtenidas para los fluorescentes y los LEDs de los acuarios, se calculan respecto al fotoperiodo de los mismos. Para el fluorescente del acuario amazónico se aplica un fotoperiodo de 9 horas (8:00 – 17:00 h), dando lugar a unas 3.285 horas anuales. Por tanto, respecto a la LED blanca del acuario mediterráneo y la LED azul (horas nocturnas) del mismo acuario, se tiene en cuenta un fotoperiodo de 10 y 14 horas respectivamente, dando un valor de 3.650 y 5.110 horas.

Las horas anuales del refrigerador del acuario mediterráneo se obtienen partiendo de que funcionan unos 8 meses las 24 horas del día, lo que da lugar a un valor de 5.760 horas.

Los radiadores de la zona del cambiador son automatizados y por tanto, están encendidos durante el horario de apertura del parque zoológico. Por ello se estima que está activa durante los meses que van desde noviembre a febrero, es decir, un total de 120 días. Estos días se multiplican por las horas de apertura del zoo durante esos meses, lo que equivale a 7,5 horas. Por tanto, estos valores dan lugar a un tiempo de uso de 900 horas anuales.

En la zona de los servicios, el tiempo de uso de los fluorescentes corresponde a 3.175 horas, dado que pese a ser luces automáticas, se estima que éstas no se apagan debido a la gran cantidad de usuarios diarios que entra en el sistema de La Granja (alrededor de 2.600 personas/día).

Por último, respecto al secador de manos de los servicios, se calcula que lo utilizan de media la mitad de las personas que entran, es decir, unas 23 personas. Experimentalmente se obtiene que el secador se mantiene en funcionamiento (posiblemente debido a una avería) durante 2 min, dando lugar a un valor de 280 horas anuales. Por otro lado, el valor del secador perteneciente al cambiador es de 138 horas anuales. Este dato se obtiene estimando que el 1% de los usuarios del sistema de La Granja (alrededor de 2.600 personas), es decir, aproximadamente 26 personas utilizan dicho elemento; experimentalmente por tanto, se observa que el secador permanece en funcionamiento durante 50 segundos/uso, dando lugar al valor anteriormente descrito.

### 6.1.4 Estudio del vector eléctrico del subsistema Restaurante

Como se explica anteriormente el consumo eléctrico del subsistema Restaurante tiene un contador independiente al zoo, por lo tanto, se pueden obtener directamente los datos de consumo de la factura. Además, con el fin de caracterizar el subsistema, se realiza un inventario de la maquinaria que se utiliza (Anexo 14.3. Inventario de la maquinaria del subsistema Restaurante). La finalidad principal es estimar la demanda gracias a las potencias y horas de uso, pero se trata de aparatos antiguos donde no se indican las potencias, por lo tanto esta estimación no se puede llevar a cabo.

Según la factura, durante los meses de 2014 se consumieron los siguientes kilovatios hora de electricidad:

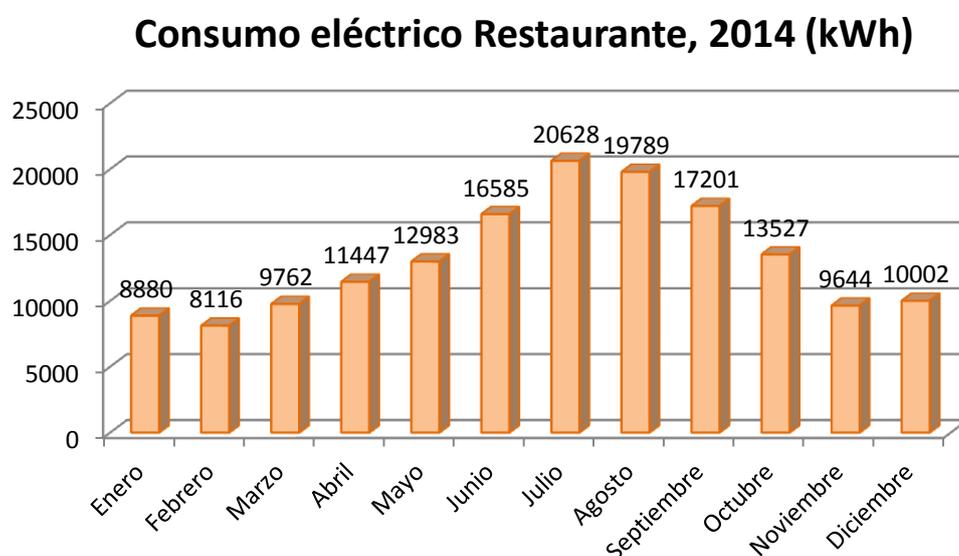


Figura 6.4. Consumo eléctrico mensual del subsistema Restaurante, 2014 (kWh). Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la empresa Sehrs.

El consumo eléctrico anual del subsistema Restaurante es de **158.564 kWh**.

### 6.1.5 Diagnósis final del vector eléctrico

Sumando los resultados de cada subsistema (excepto el consumo del subsistema Restaurante) se obtiene que, en el sistema La Granja, la demanda eléctrica anual es de **64.480 kWh**. En la totalidad del sistema, la demanda es de **223.044 kWh**.

La demanda representa un **10,27%** respecto al total del punto de suministro y un **2,07%** respecto al total consumido por el zoo.

Por último, si se tiene en cuenta el área del sistema, resulta una demanda de **43,6 kWh/m<sup>2</sup>**. Y la demanda eléctrica anual estimada por visitante es de **0,34 kWh/visitante** en todo el sistema de estudio.

Dividiendo la demanda total de electricidad empleada en el sistema en los diferentes subsistemas (Figura 6.5.), se aprecia que el que tiene una mayor demanda es el subsistema Restaurante, con un porcentaje del **71%**. Por lo tanto, la mayoría de mejoras deben incidir sobre este subsistema.

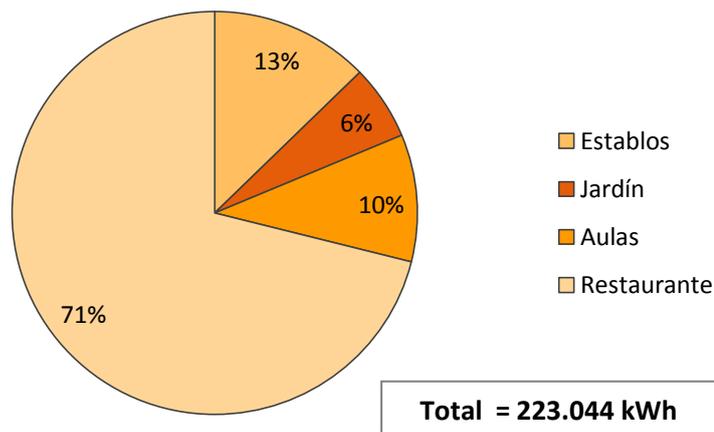


Figura 6.5. Porcentaje de demanda eléctrica por subsistemas. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 6.6. se muestran los diferentes elementos que forman el subsistema Establos. Se puede observar que las demandas más destacadas son para el ventilador, las bombillas incandescentes, las lámparas infrarrojas y diferentes fluorescentes. Su elevada demanda se debe a la gran potencia y a la cantidad de horas de uso, pero en algunos casos la cantidad de unidades influye notablemente. El pico máximo de la figura se observa en las bombillas incandescentes, se trata de 45 unidades y supone un **37,01%** de la demanda del subsistema Establos. Cabe destacar también los dos siguientes picos que abarcan un **14-16%** y pertenecen a un ventilador y a la lámpara infrarrojos respectivamente.

### Establos

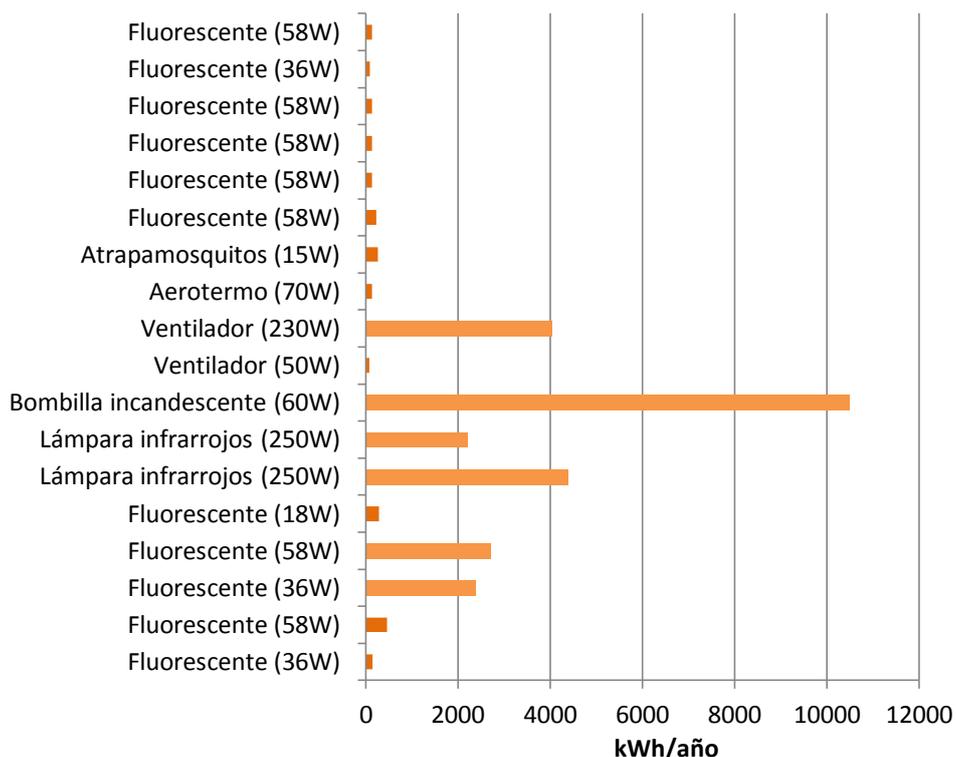


Figura 6.6. Diagnósis eléctrica del subsistema Establos. Fuente: Elaboración propia.

En el caso del subsistema Jardín, la demanda eléctrica solo depende de dos bombas. Estas son unas bombas de 1.120W utilizadas para la filtración (73,39%) y la caída de la cascada (26,61%). La diferencia de demanda eléctrica se debe a las horas de uso, ya que la bomba de filtración (bomba 1) está siempre en uso y la de la cascada (bomba 2) solo se utiliza en horario de apertura del Zoo. Por este motivo, se puede buscar otro sistema de filtraje del agua, y así reducir notablemente su demanda.

### Jardín

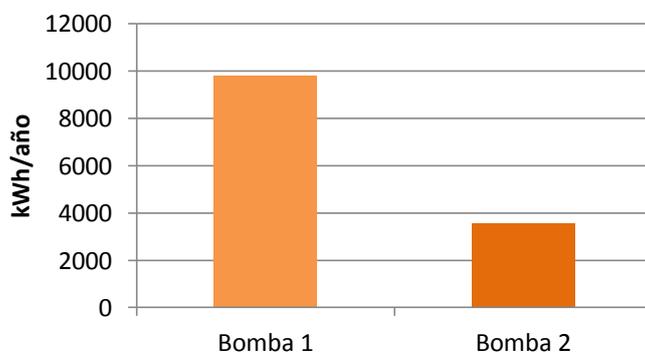


Figura 6.7. Diagnósis eléctrica del subsistema Jardín. Fuente: Elaboración propia.

El subsistema Aulas tiene un inventario eléctrico más variado, donde destacan elementos como el ordenador (4,79%), la lámpara infrarroja de la cacatúa (9,6%), el

radiador 2 (5,92%), el refrigerador del acuario 2 (4,55%), el calefactor del acuario 1 (9,6%), la bomba 2 de filtración (5,07%), el aire acondicionado (**10,19%**) y uno de los tipos de fluorescentes (5,63%). Sus elevadas demandas se deben, como en los subsistemas anteriores a las grandes potencias y, en otros casos, a la cantidad de horas de uso. Al ser puntos conflictivos, en cuanto a demanda, se debe incidir para poder reducir su consumo y ser más eficientes.

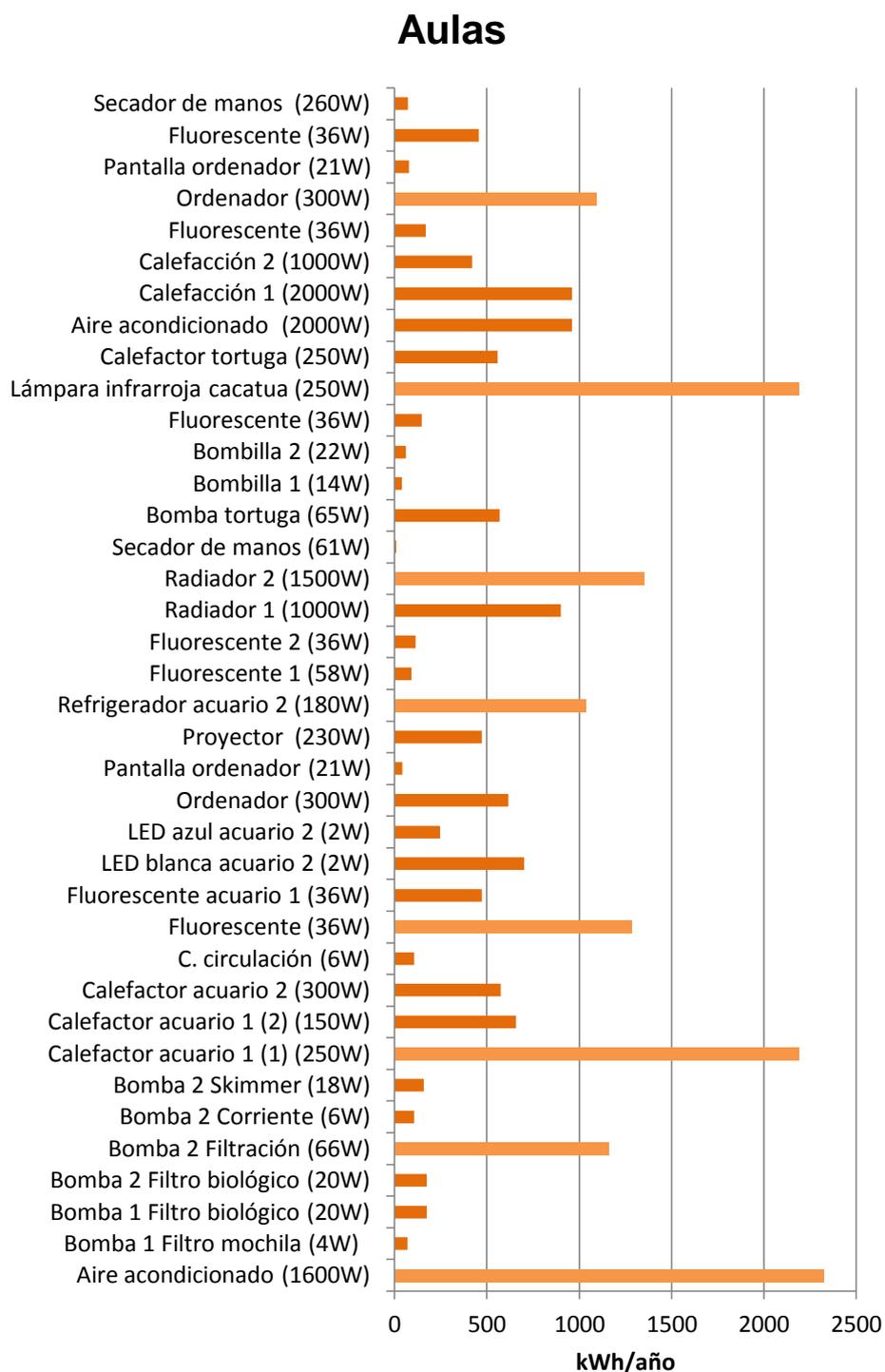


Figura 6.8. Diagnósis eléctrica del subsistema Aulas. Fuente: Elaboración propia.

Por último, el subsistema Restaurante tiene la demanda eléctrica más elevada del sistema La Granja. Esta proviene principalmente de los electrodomésticos y la iluminación del recinto, que en muchos casos se trata de maquinaria antigua. Dada su gran demanda, es uno de los principales objetivos incidir sobre la eficiencia de electrodomésticos e iluminación que componen el subsistema.

## 6.2 Estudio del vector gas del sistema La Granja



Figura 6.9. Diagrama del flujo de gas asociado al sistema Zoo de Barcelona y La Granja. Fuente: Elaboración propia.

El Zoo de Barcelona dispone de cinco puntos de suministro de gas natural, estos son Aquarama, Almacén, Oficinas, Educación y Komodos. En el año 2014 el total consumido fue de **132.058 m<sup>3</sup>**.

El sistema de estudio no recibe suministro de gas natural, sino que consume bombonas de gas butano y propano.

A continuación, se diferencia el consumo de gas en los subsistemas Establos y Restaurante, pues el resto de subsistemas que integran La Granja no tiene ningún tipo de consumo de gas.

### 6.2.1 Estudio del vector gas del subsistema Establos

En el subsistema Establos se utiliza gas butano para cocer la arena que se necesita para la presa viva. Este gas está contenido en bombonas de 12,5 kg y su frecuencia de cambio es de unas 4 bombonas al año. Por lo tanto, este uso supone **50 kg** de butano al año y teniendo en cuenta que el factor de conversión del gas butano es de 12,44 kWh/kg, se obtiene una demanda de **622 kWh al año**.

$$12,5 \frac{kg}{bombona} \cdot 4 \frac{bombonas}{año} = 50 \frac{kg}{año} \cdot 12,44 \frac{kWh}{kg} = 622 \frac{kWh}{año}$$

### 6.2.2 Estudio del vector gas del subsistema Restaurante

En el subsistema Restaurante se utiliza gas propano. Se trata de una bombona con una capacidad de 25 kg cuyo uso principal es la máquina de pollos a l'ast. Al año se gastan unas 18 bombonas de propano, eso suponen **450 kg**. Si se tiene en cuenta que el factor de conversión del gas propano es de 13,39 kWh/kg, se obtiene una demanda de **6.026 kWh al año**.

$$25 \frac{kg}{bombona} \cdot 18 \frac{bombonas}{año} = 450 \frac{kg}{año} \cdot 13,39 \frac{kWh}{kg} = 6.026 \frac{kWh}{año}$$

### 6.2.3 Diagnósis final del vector gas

La demanda total de gas es de **6.648 kWh** y considerando los visitantes, se obtiene una demanda de gas natural anual de **0,01 kWh/visitante**. Además, la demanda anual por unidad de superficie, teniendo en cuenta el área del sistema, es de **1,3 kWh/m<sup>2</sup>**.

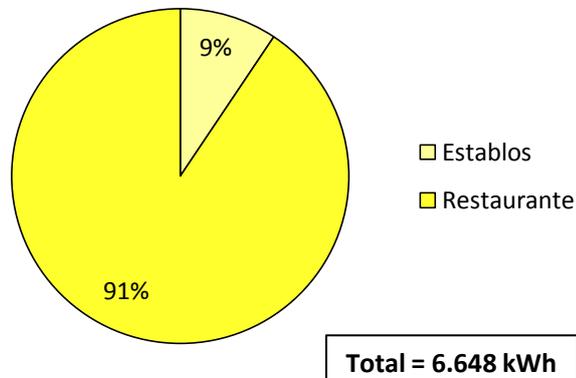


Figura 6.10. Porcentaje de demanda de gas por subsistemas. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 6.10. se observa que el mayor consumidor de gas es el subsistema Restaurante (**91%**), aun y así, estos datos no son comparables puesto que el subsistema Establos utiliza gas butano para un uso ínfimo y el subsistema Restaurante utiliza propano.

### 6.3 Estudio del vector energético del sistema La Granja

El estudio del vector energético viene determinado por el vector eléctrico y el vector gas. En el proyecto se estima una demanda eléctrica de 223.044 kWh (**97,11%**) y de 6.648 kWh (**2,89%**) para el gas. Por lo tanto, la demanda anual final del vector energético es de **229.692 kWh**.

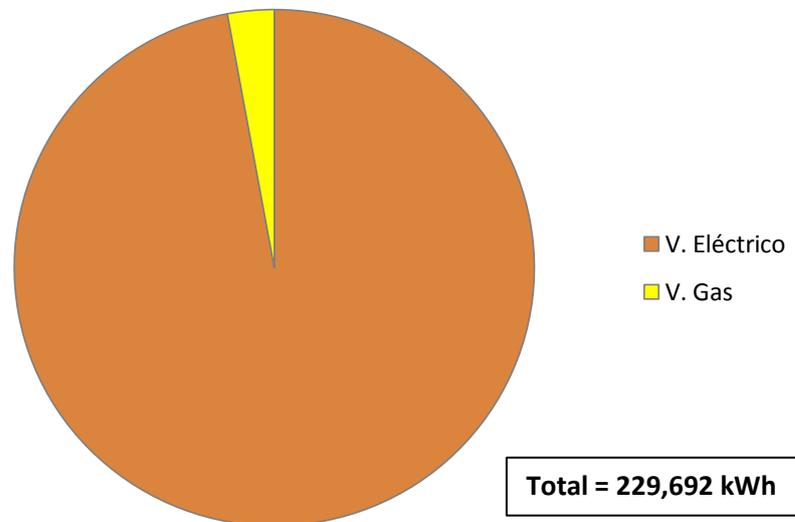


Figura 6.11. Porcentaje de demanda energética por vector. Fuente: Elaboración propia.

## 6.4 Demanda y uso del agua del sistema La Granja

En este apartado se realiza el estudio del vector agua asociado al sistema La Granja y a sus subsistemas.

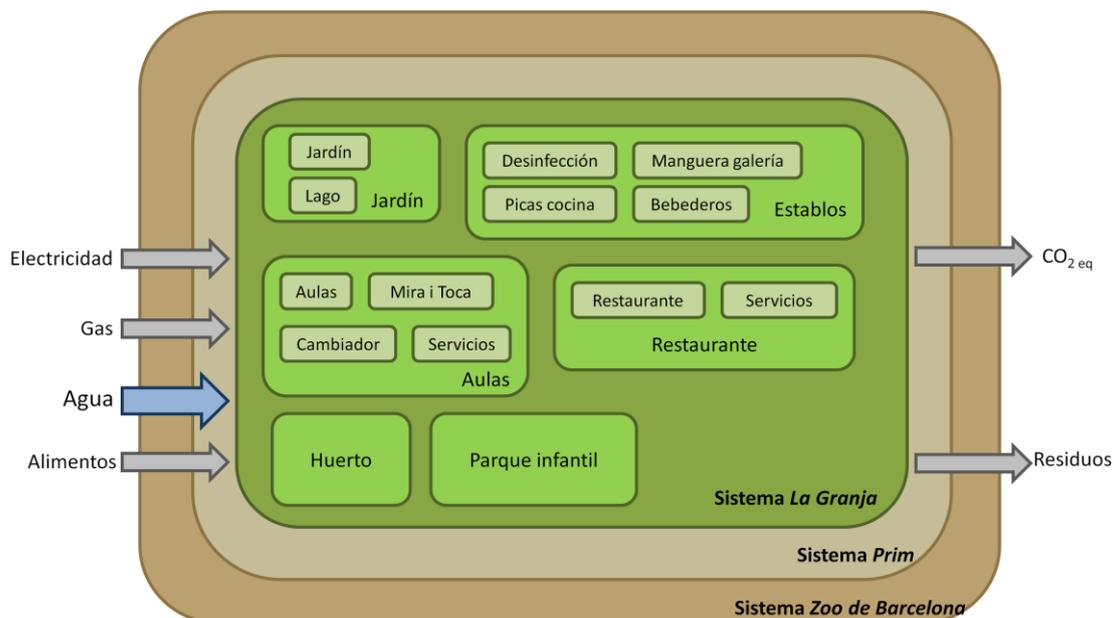


Figura 6.12. Diagrama del vector agua asociado al sistema Zoo de Barcelona, Prim y La Granja. Fuente: Elaboración propia.

En el año 2014 el consumo de agua del zoo fue de **374.861 m<sup>3</sup>**. En la figura 6.13. se diferencia el consumo total por meses. Cabe destacar que todo el agua es potable porque proviene de la red de Aigües de Barcelona.

### Consumo agua, 2014 (m<sup>3</sup>)

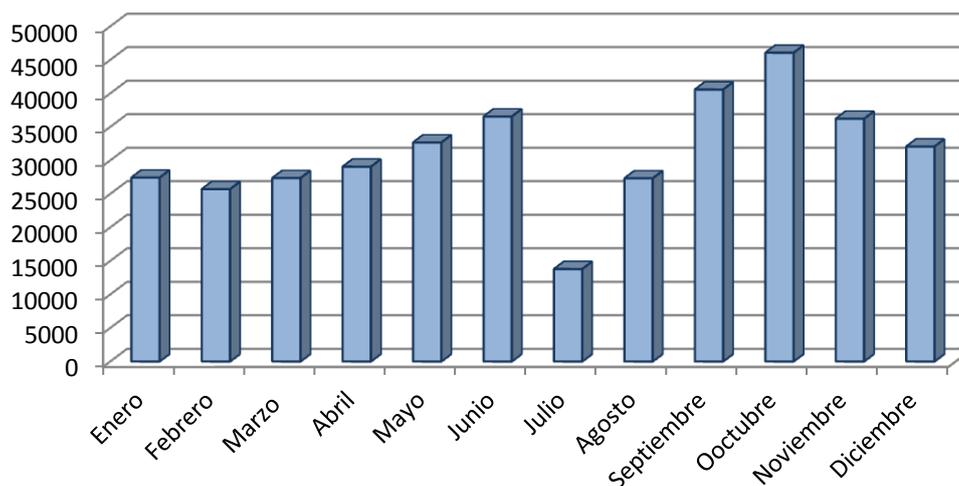


Figura 6.13. Consumo de agua por meses del Zoo de Barcelona, 2014 (kWh). Fuente: Informe de diagnosis energética, Applus +.

El Zoo de Barcelona dispone de cinco puntos de suministro de agua: Prim, Ciutadella, Osos, Cantina y Contraincendis. El sistema La Granja pertenece al área denominada "Prim". Esta área, de 134.876 m<sup>2</sup>, tiene un consumo anual total de **156.659 m<sup>3</sup>** y un caudal de 60 m<sup>3</sup>/h. El punto de suministro proporciona agua a diferentes zonas del zoo, incluyendo los subsistemas de estudio.

A continuación, se estima el consumo de agua de todos los subsistemas que integran La Granja.

#### 6.4.1 Demanda y uso del agua del subsistema Establos

Para determinar la demanda de agua asociada al subsistema Establos, se debe tener en cuenta las diferentes aplicaciones que se le da a este vector.

Semanalmente se procede a la desinfección de una cuadra para cumplir la frecuencia requerida. Para ello son necesarios **10 L** de agua para preparar dos veces el difusor con limoséptico. Después de la desinfección, se enjuaga la zona con una media de 5 cubos de **10 L** cada uno. De este modo, se estima una demanda de 60 L de agua a la semana, que supone al año 3.120 L, es decir **3,12 m<sup>3</sup> anuales** para la desinfección de las cuadras.

$$10 \text{ l} + \left(10 \frac{\text{l}}{\text{cubo}} \cdot 5 \text{ cubos}\right) = 60 \frac{\text{l}}{\text{semana}} \cdot 52 \frac{\text{semanas}}{\text{año}} = 3.120 \frac{\text{l}}{\text{año}} \cdot \frac{\text{m}^3}{1000 \text{ l}} = \mathbf{3,12 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}}$$

También se desinfecta la zona de conejos cada 15 días con una media de uso de **15 L** por desinfección. Si al año se realizan 21 desinfecciones, la demanda estimada es de 630 L o lo que es lo mismo **0,63 m<sup>3</sup> anuales**.

$$15 \frac{\text{l}}{\text{desinfección}} \cdot 21 \frac{\text{desinfecciones}}{\text{año}} = 630 \frac{\text{l}}{\text{año}} \cdot \frac{\text{m}^3}{1000 \text{ l}} = \mathbf{0,63 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}}$$

Por lo tanto, la demanda anual requerida para la desinfección de los establos es de **4 m<sup>3</sup>**.

Otra uso del agua va destinado a los fregaderos de la cocina, donde se limpian los comederos de la galería y *Mira i Toca*, la lechuga para la presa, los cubos de pienso, los recipientes de comida para los peces y los vasos y botes de la presa.

Tabla 6.6. Demanda de agua para los fregaderos de la cocina. Fuente: Elaboración propia.

Limpieza	Demanda requerida (L/día)	Días	Demanda (L)
Comederos de la galería y <i>Mira i Toca</i>	20	365	7300
Lechuga para la presa	50		18250
Cubos de pienso y recipientes de comida peces	2,4		876
Vasos y botes de la presa	16,2		5913
<b>TOTAL (L)</b>			<b>32339</b>

## Metabolismo y flujo energético del espacio de La Granja

Por lo tanto, la demanda anual establecida para los fregaderos de la cocina es de 32.339 L, es decir de **32 m<sup>3</sup>**.

En el subsistema también se encuentra una manguera dentro de la galería que tiene diversos usos, entre ellos se destacan la limpieza de las jaulas de presa, de los cubos de la basura y de la zona de conejos. Para calcular la demanda primero se estima que el caudal de la manguera es de 1,05 L/s<sup>4</sup> y se estima la demanda requerida diaria mediante los tiempos de uso.

**Tabla 6.7. Demanda de agua para la manguera de la galería. Fuente: Elaboración propia.**

Limpieza	Demanda requerida (L/día)	Días	Demanda (L)
Jaulas de presa	2,5	365	913
Cubos de basura	3,75		1369
Zona conejos	47,25		17246
		<b>TOTAL (L)</b>	<b>19528</b>

Teniendo en cuenta estas limpiezas, la demanda anual de agua para la manguera de la galería es de 19.527,5 L o el equivalente de **20 m<sup>3</sup> de agua anual**.

Por último, se utiliza también agua para dar de beber a los animales. La cantidad de agua utilizada se calcula, en algunos casos, directamente a partir de los recipientes observados; en el resto se hace mediante los requerimientos de agua que necesitan estos animales, dado que se trata de bebederos automáticos.

**Tabla 6.8. Demanda de agua de bebederos. Fuente: Elaboración propia.**

Unidades	Capacidad (L)	Nº veces rellenado	Días	Demanda (L)
1	0,25	1	365	91
2	3			1095
7	1			365
1	0,4			146
5	1			365
			<b>TOTAL (L)</b>	<b>2062</b>

**Tabla 6.9. Demanda de agua de bebederos según los requerimientos de agua diarios. Fuente: Elaboración propia, mediante los requerimientos de agua obtenidos de mailxmail (web).**

Animal	Cantidad	Requerimiento de agua al día (L/día)	Días	Demanda (L)
Percherón	1	45	365	16425
Cabra	21	6,25		47906
Oveja	8	5,4		15768
Cerdo	2	9		6570
Vaca	1	50		18250
Burro	1	15		5475
Conejo	60	0,3		6570
			<b>TOTAL (L)</b>	<b>116964</b>

$$2.062,25 + 116.964,25 = 119.026,5 \text{ L}$$

<sup>4</sup> La metodología seguida es la descrita en el apartado 5. Metodología.

Se estima finalmente, mediante la suma de la demanda de los bebederos proporcionados por los técnicos y los requerimientos calculados para el resto de animales, que la demanda de agua anual es de 119.026,6 L, es decir **119 m<sup>3</sup>**.

Tabla 6.10. Demanda anual de agua del subsistema Establos. Fuente: Elaboración propia.

Uso	Demanda (m <sup>3</sup> )
Desinfección	4
Fregaderos cocina	32
Manguera galería	20
Bebederos	119
<b>TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>	<b>175</b>

Finalmente, se establece que para la totalidad del subsistema Establos la demanda de agua es de **175 m<sup>3</sup>**.

#### 6.4.2 Demanda y uso del agua del subsistema Jardín

La demanda de agua del subsistema Jardín se destina al riego gota a gota. Según datos experimentales se estima que hay un promedio de 8 goteros/m<sup>2</sup>, y cada gotero tiene un caudal de 4 l/h<sup>5</sup>, además el jardín abarca un área de 470 m<sup>2</sup>. Por lo tanto:

$$\frac{\text{goteros}}{\text{m}^2} \cdot \text{Área} = 8 \frac{\text{goteros}}{\text{m}^2} \cdot 470 \text{ m}^2 = 3.760 \text{ goteros totales jardín}$$

$$\text{goteros totales jardín} \cdot \text{caudal} = 3.760 \text{ goteros totales jardín} \cdot 4 \frac{\text{l}}{\text{h}} = 15.040 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

$$\text{horas de uso al año} \cdot \text{caudal de las salidas} = 49 \text{ h} \cdot 15.040 \frac{\text{l}}{\text{h}} = 736.960 \frac{\text{l}}{\text{año}}$$

De esta manera, se estima que la demanda anual de agua para el riego del subsistema Jardín es de 736.960 L, o el equivalente de **737 m<sup>3</sup>**.

A este resultado, se le debe sumar el agua que contiene el lago, con una capacidad de **180 m<sup>3</sup>** de agua que se vacía y rellena una vez al año, sin una utilización posterior de éste agua por motivos sanitarios.

Por lo tanto, se obtiene que la demanda anual final del subsistema Jardín es de **917 m<sup>3</sup>**.

<sup>5</sup> Goteros de la marca Hunter de color negro que equivalen a 4L/h. Información de la página web de la marca.

### 6.4.3 Demanda y uso del agua del subsistema Huerto

El cálculo de la demanda requerida por el subsistema Huerto se divide según las estaciones del año. Esto se debe a que cada estación tiene una frecuencia de lluvias y una radiación diferente, lo que comporta que la humedad de la tierra sea más o menos elevada. Para poder realizar el cálculo se estima el caudal de la manguera mediante el llenado de una capacidad concreta y controlando el tiempo, obteniendo **2,36 L/s**. Por ello, la demanda anual requerida por el subsistema Huerto es de **359 m<sup>3</sup>** de agua.

Tabla 6.11. Datos del vector agua del subsistema Huerto. Fuente: Elaboración propia.

Zona	Dimensiones (m <sup>2</sup> )	Caudal (L/s)	Nº de riego/semana	Semanas de riego	Tiempo de riego (h)	Demanda anual (L)
Huerto	42,72	2,36	1	13	0,25	27612
			4			110448
			6			165672
			2			55224
					<b>TOTAL (L)</b>	<b>358956</b>

### 6.4.4 Demanda y uso del agua del subsistema Parque infantil

En el subsistema Parque infantil solo se encuentra un punto de agua que es la fuente. A partir de una observación experimental se define que en una hora beben **32 personas**, por lo que de media al día lo hacen 279; de la misma manera, en un año beben 101.835 visitantes.

Tabla 6.12. Observaciones realizadas para la fuente del subsistema Parque infantil. Fuente: Elaboración propia.

Observaciones		Personas	Media
Fin de semana	11:30-12:30	15	43
	14:30-15:30	59	
	17:00-18:00	57	
Entre semana	11:30-12:30	5	21
	14:30-15:30	32	
	17:00-18:00	26	
		<b>TOTAL (personas/h)</b>	<b>32</b>

El caudal de la fuente es de 0,0785 L/s y el agua sale durante 14,5 segundos, así que el consumo de agua es de 1,14 L; teniendo en cuenta las personas que beben al año, la demanda es de 116.091,9 L, o lo que es lo mismo **116 m<sup>3</sup>**.

$$32 \frac{\text{personas}}{\text{hora}} \cdot 8,7 \frac{\text{horas promedio}}{\text{día}} = 279 \frac{\text{personas}}{\text{día}} \cdot 365 \text{ días} = 101.835 \text{ personas}$$

$$0,0785 \frac{\text{litros}}{\text{segundos}} \cdot 14,5 \text{ segundos} = 1,14 \text{ litros} \cdot 101.835 \text{ personas} = \mathbf{116.091,9 \text{ litros}}$$

### 6.4.5 Demanda y uso del agua del subsistema Aulas

Dentro del subsistema Aulas se encuentran cuantificadas las demandas anuales tanto de las aulas y del *Mira y toca*, como la de los servicios y el cambiador (tabla 6.13. y tabla 6.14.).

Tabla 6.13. Demanda anual del agua de las aulas y del *Mira y toca*, dentro del subsistema Aulas. Fuente: Elaboración propia.

Zona	Elemento	Unidad	Capacidad (L)	Renovación	Demanda anual (L)
Aulas	Acuario amazónico	1	200	20L/15 días	480
	Acuario mediterráneo	1	600	5L/3 días	600
Mira y toca	Bebedero	3	1	1/día	365
		2	1	2/semana	104
		2	0,4	1/día	292
		1	0,5	1/día	183
<b>TOTAL (L)</b>					<b>2024</b>

La demanda requerida para la zona de aulas y Mira y toca es de **2 m<sup>3</sup>**.

Tabla 6.14. Cantidad total de agua que se gasta por uso del elemento. Fuente: Elaboración propia.

Zona	Elemento	Unidad	Caudal medio (L/s)	Tiempo de flujo (s)	Gasto por uso (L)
Servicio aulas	Grifo	4	0,18	10	1,79
	Cisterna	3	-	-	6
Cambiador	Grifo	1	0,15	11,8	1,79

Referente a las zonas de los servicios y del cambiador, se calculan los litros que se gastan por uso tanto de la cisterna como del lavamanos. Se estima además, un promedio de **46 personas** por hora en el uso del servicio. Quedando por tanto para el uso del servicio **3.672 m<sup>3</sup>** anuales.

$$46 \frac{\text{personas}}{\text{hora}} \cdot 8,7 \frac{\text{horas promedio}}{\text{día}} \cdot 365 \text{ días} \cdot 1,79 \frac{\text{litro}}{\text{persona}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ l}} = 260,74 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

$$260,74 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \cdot 4 \text{ grifos} = 1.042,96 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

$$46 \frac{\text{personas}}{\text{hora}} \cdot 8,7 \frac{\text{horas promedio}}{\text{día}} \cdot 365 \text{ días} \cdot 6 \frac{\text{litro}}{\text{persona}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ l}} = 876,44 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

$$876,44 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \cdot 3 \text{ cisternas} = 2.629,32 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

$$1.042,96 + 2.629,32 = \mathbf{3.672,28 \text{ m}^3}$$

Respecto a la demanda de agua para la zona del cambiador, se estima que tan sólo el **1%** de las personas que entran en la granja durante una hora, entran también al cambiador; por tanto, el número de personas que entran en dicha zona es de **236** al día. Siguiendo la metodología descrita, la demanda total anual de agua del cambiador es de **154 m<sup>3</sup>**.

$$236 \frac{\text{personas}}{\text{día}} \cdot 365 \text{ días} \cdot 1,79 \frac{\text{litro}}{\text{persona}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ l}} = 154,19 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

Finalmente, según los datos proporcionados, se determina que la demanda anual para este subsistema es de **3.828 m<sup>3</sup>**.

#### 6.4.6 Demanda y uso del agua del subsistema Restaurante

Como se explica anteriormente el agua que se consume en el subsistema Restaurante está contabilizada en uno de los puntos de suministro del zoo. En este subsistema se distingue el consumo de agua de los baños y el de la cocina.

Se lleva a cabo un recuento del número de personas que entran en los baños respecto al número de personas que entran al sistema La Granja. De media, en una hora, entran al baño **114 personas** y en el sistema 302 personas; esto da una relación de un **38%**. A partir de aquí y teniendo en cuenta el número de visitantes anuales de La Granja estimado anteriormente (651.448 visitantes) se establece que **247.550 personas** utilizan los baños al año. Además, se considera que cada persona vacía una vez la cisterna cosa que suponen 6 L de agua, y usa el lavamanos una vez, esto significan 2,77 L de media (tabla 6.15.); en total se consumen **8,77 L** por persona. Por lo tanto, la demanda anual de agua en los servicios es de 2.171.013,85 L o, lo que es lo mismo, **2.171 m<sup>3</sup>**.

Tabla 6.15. Calculo del consumo medio de agua al utilizar el lavamanos. Fuente: Elaboración propia.

Zona	Caudal (L/s)	Tiempo de flujo (s)	Gasto por uso (L)
Servicio ponis	0,19	22,35	4,34
Servicio pajar	0,15	7,9	1,19
<b>TOTAL (L)</b>			<b>2,77</b>

Para la zona de la cocina, dada la imposibilidad de realizar un inventario y definir las horas de uso de los diferentes puntos de consumo de agua, se opta por estimar la demanda de dos modos:

- El consumo medio de agua en un restaurante es de 30 L/comensal/día<sup>6</sup>, pero este dato incluye también los servicios. Por este motivo, se decide reducir este valor en un 30% aproximadamente y se obtienen 20 L/comensal/día. Los comensales aparecen en la tabla 6.15. De esta forma, al año suponen **1.335 m<sup>3</sup>**.

<sup>6</sup> según la *Fundación Ecología y Desarrollo*, Zaragoza.

Tabla 6.16. Comensales por meses del subsistema Restaurante. Fuente: Elaboración propia a partir de la información proporcionada por la empresa Serhs.

Meses	Ene	Febr	Marz	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	TOTAL (comens.)
Nº comens.	4592	3498	5098	5960	6784	6877	6655	9099	6040	5452	3089	3610	66754

- En un restaurante de más de 100 m<sup>2</sup> son necesarios 0,05 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> de agua al día<sup>7</sup>; el área del restaurante es de 669 m<sup>2</sup>, así que se obtiene una demanda de 33,45 m<sup>3</sup> que al año suponen **12.209 m<sup>3</sup>**.

Dado que las estimaciones que se obtienen difieren mucho entre sí, se opta por escoger la primera (1.335 m<sup>3</sup>). La razón principal es que ésta tiene en cuenta el número de comensales, un dato real; en cambio, la segunda es probablemente una cantidad sobreestimada dado que el área del subsistema Restaurante es siete veces mayor al área de referencia.

Así pues, la demanda anual de agua en el subsistema Restaurante es de **3.506 m<sup>3</sup>**.

#### 6.4.7 Diagnóstico final del vector agua

El gasto total de agua al año es de **8.901 m<sup>3</sup>**. Bajo este resultado, se establece que La Granja supone un **5,68 %** del total del sistema "Prim" y un **2,37%** de la totalidad del zoo.

Además, la demanda por visitante es de **0,01 m<sup>3</sup>/visitante**, y según el área del sistema la demanda es de **1,74 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>**.

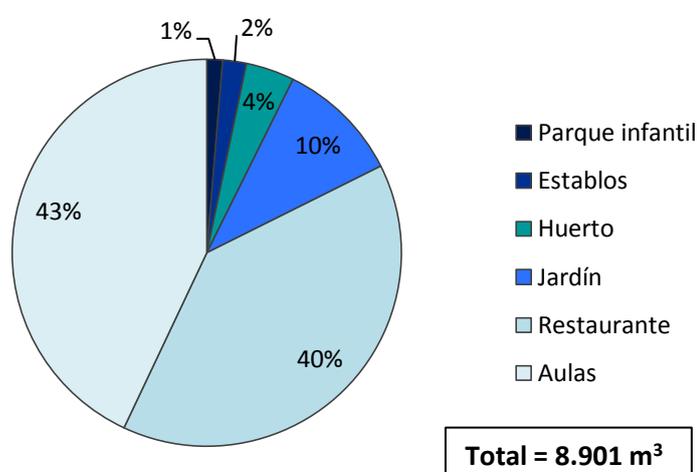


Figura 6.14. Porcentaje de demanda de agua por subsistemas. Fuente: Elaboración propia.

<sup>7</sup> según TecDepur Ingeniería grupo empresarial perteneciente a UNIARK, Mengibar (Jaén).

Al agrupar todos los subsistemas se observa que dos de ellos lideran la demanda de agua; se trata de las Aulas con un **43%** y del Restaurante con un **40%**, que suponen más de tres cuartos de la demanda total de agua. Toda el agua suministrada es potable, pero en algunos usos no hace falta que el agua sea de gran calidad.

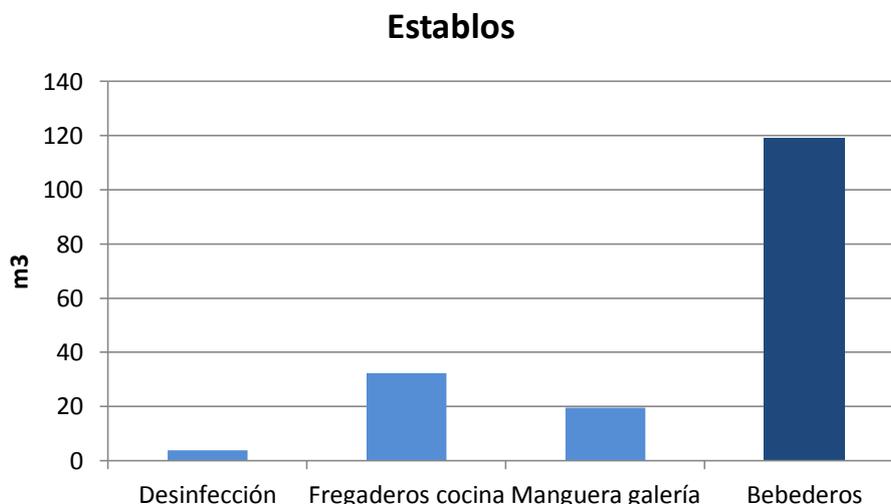


Figura 6.15. Diagnósis hídrica del subsistema Establos. Fuente: Elaboración propia.

La gran demanda de agua del subsistema Establos viene determinada por los bebederos con un **68%**. Este porcentaje no se puede reducir porque los animales necesitan este requerimiento mínimo de agua. En cuanto a los fregaderos, en la figura 6.16. se pueden observar los usos diferenciados, donde cabe destacar la limpieza de lechugas (**56%**), tan alto debido a que el grifo permanece abierto durante unas 2 horas.

En el caso de la desinfección y de la manguera de la galería no es necesario que el agua sea potable, por lo que se pueden buscar otras fuentes de este recurso. Además, para el uso del fregadero tampoco hace falta agua potable, excepto en el caso de la limpieza de lechugas.

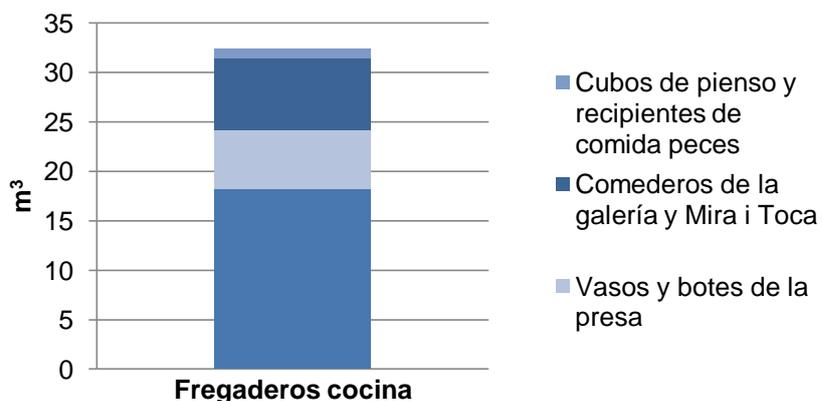
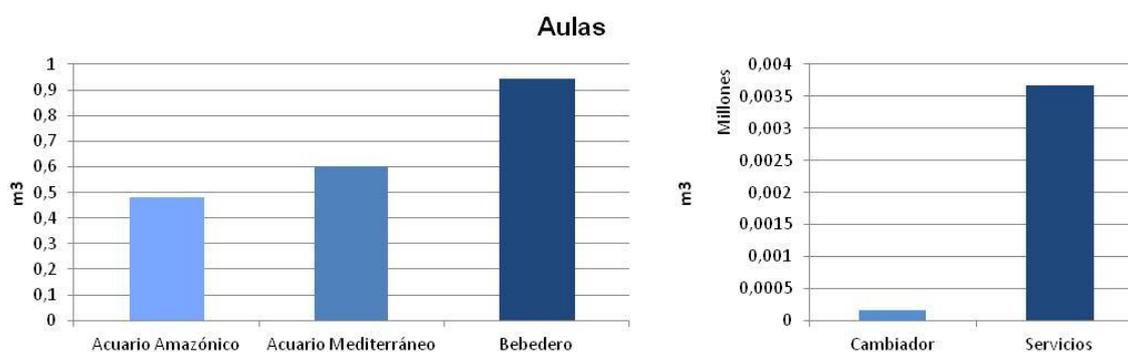


Figura 6.16. Zoom en el uso de los fregaderos de la cocina. Fuente: Elaboración propia.

En el subsistema Aulas la demanda principal es la de los servicios que representa el **96%**, seguido por el lavamanos del cambiador con sólo un **4%**. Los otros tres usos son insignificantes respecto a estos dos picos, aunque no deja de ser importante el consumo en los acuarios.

Los acuarios y los bebederos necesitan un abastecimiento de agua potable, pero el resto no. Las cisternas de los servicios pueden utilizar agua de captación de lluvias o aguas grises. El caso de los lavamanos se puede emplear agua de captación de lluvia, si se indica que no es potable.

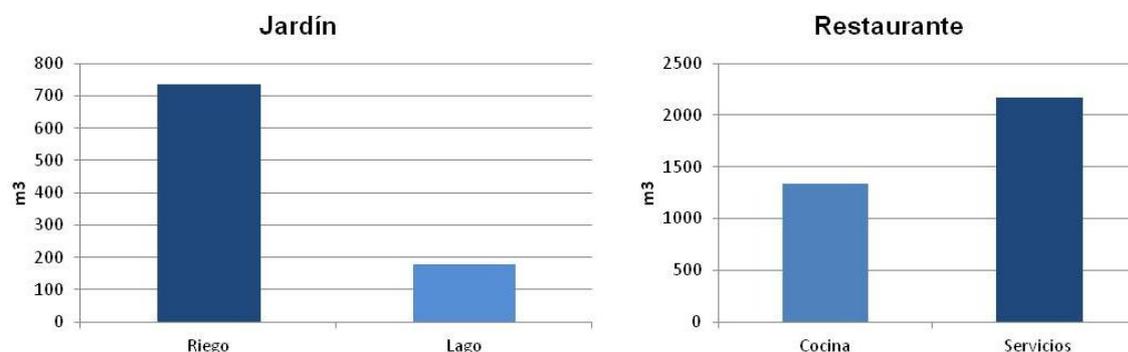
El subsistema Parque infantil requiere de agua potable para el uso de la fuente, en cambio el subsistema Huerto no necesita obligatoriamente agua potable.



**Figura 6.17. Diagnóstico hídrico del subsistema Aulas. Fuente: Elaboración propia.**

Por último, en los subsistemas Jardín y Restaurante resaltan las demandas de riego (**80,37%**) y servicios (**61,92%**). El servicio tiene una demanda muy elevada ya que es utilizado por una gran cantidad de visitantes. Es por eso que habría que aplicar medidas para aumentar la eficiencia.

En cuanto a la potabilidad del agua, en los servicios no es necesaria agua potable como se explica anteriormente, así como en el riego.



**Figura 6.18. Diagnóstico hídrico de los subsistemas Jardín y Restaurante. Fuente: Elaboración propia.**

## 6.5 Flujo de alimentos del sistema La Granja

En este apartado se realiza el estudio del flujo de alimentos asociado al sistema La Granja. En este caso, no se establecen apartados para cada subsistema dado que el inventario del Restaurante no se puede obtener y las dietas están establecidas en general para todos los animales que habitan La Granja.



Figura 6.19. Diagrama del flujo de alimentos asociado al sistema La Granja. Fuente: Elaboración propia.

Los alimentos que entran en el subsistema Restaurante se controlan desde la empresa Sehrs. Se trata de comida preparada en la cocina central que se encuentra en Vilassar de Mar y que suministra a todos los restaurantes de la empresa. Esto conlleva que no se realice un control exhaustivo del inventario para este restaurante, ya que depende de la demanda de gente que hay a lo largo del año. Por ello solo se dispone del dato de presupuesto, que en el año 2014 fue de **228.139,64€**.

La dieta que aparece a continuación (Tabla 6.17.) incluye los subsistemas Establos, Aulas y Jardín. Esto se debe a que dichos subsistemas incluyen animales en sus instalaciones. En el caso de las aulas, se incluye la zona de *Mira i Toca* y los acuarios, y para el jardín, las ranas (*Padda*) y las carpas que habitan en el lago. Todos los alimentos son comprados en Mercabarna.

Por lo tanto, la demanda anual calculada es de **41.502 kg** de alimentos en el sistema La Granja.

## Metabolismo y flujo energético del espacio de La Granja

**Tabla 6.17. Alimentos de los subsistemas Establos, Aulas y Jardín. Fuente: Elaboración propia.**

Animal	Alimento	Cantidad (kg)	Días	Demanda (kg)
Cabras del gabon	Ovinanta	2,1	365	767
	Minerales artiodáctilos	0,157		57
Ovejas	Ovinanta	1,2		438
	Minerales artiodáctilos	0,12		44
	Algarroba	0,9		329
Cabras rasquera	Ovinanta	0,4		146
	Minerales artiodáctilos	0,025		9
Burra catalana (Carol)	Salvado (x2)	0,25		183
	Algarroba	0,1		37
	Pienso caballos	0,1		37
	Minerales artiodáctilos	0,05		18
Cerdos	Pienso cerdos	3		1095
	Minerales artiodáctilos	0,04		15
Vaca	Pienso vacuno (x2)	1,1		803
	Minerales artiodáctilos	0,1		37
	Salvado	0,25		91
Percherón	Pienso caballos (x2)	1,5		1095
	Salvado	0,6		219
	Algarroba	0,15		55
	Minerales artiodáctilos	0,05		18
Conejo	Pienso conejos	3	1095	
Rata	Pienso ratas	0,15	55	
Agaporni	Pienso agapornis	0,0075	3	
Padda	Pienso padda	0,0075	3	
Cacatúa	Pienso cacatúas	0,012	4	
Psitácida	Premium de psitácidas	0,015	5	
Pollito	Pienso pollitos	2,5	913	
Carpa	Pienso carpas	0,3	110	
Carpa ( <i>Pisciber</i> )	Pienso carpas ( <i>Pisciber</i> )	0,1	37	
General	Heno	80	29200	
	Paja	2	730	
	Verde fresco	10	3650	
Pez	Pienso de pez en escamas	3	156	
Perro	Pienso perros	1	52	
<b>TOTAL (kg)</b>				<b>41502</b>

### 6.5.1 Diagnósis final del flujo de alimentos

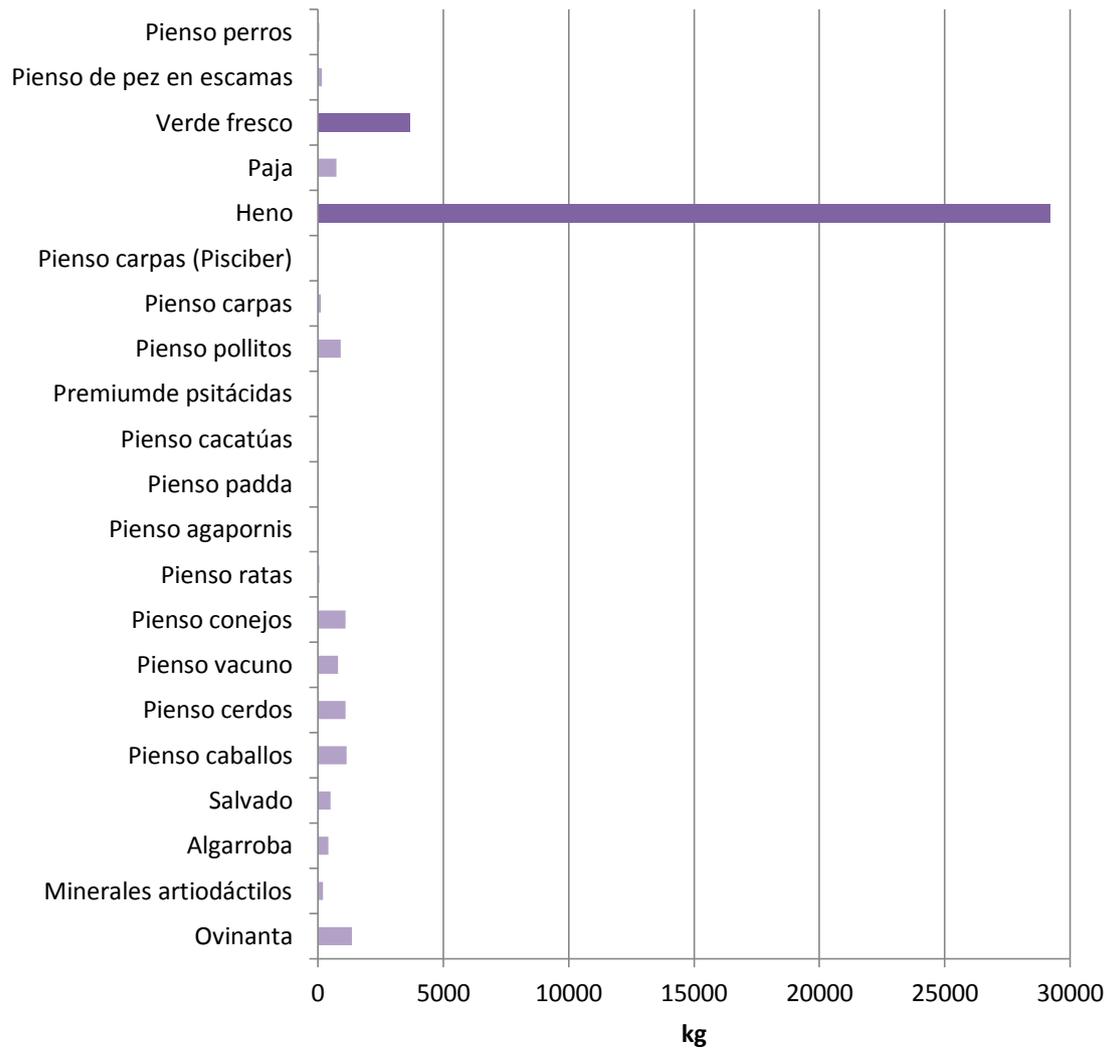


Figura 6.20. Diagnósis del flujo de alimentos del sistema Establos. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las cantidades de alimentos, se observa que el heno es el más consumido y supone un **70%** del total del sistema. Estas cantidades no pueden verse reducidas dado que forman la base de la dieta de los animales.

## 6.6 Flujo de residuos del sistema La Granja

En este apartado se realiza el estudio del flujo de residuos asociado al sistema La Granja y a sus subsistemas.

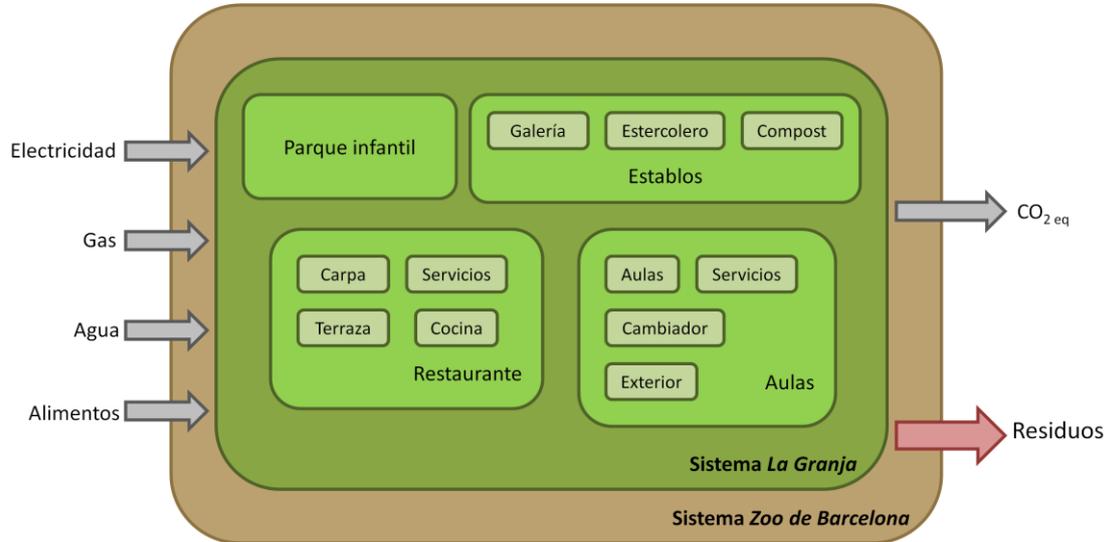


Figura 6.21. Diagrama de la salida de residuos asociado al sistema Zoo de Barcelona y La Granja. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6.18. se muestran los diferentes residuos que se recogen en el Zoo de Barcelona, que suman un total de **1.166.004 kg**.

Tabla 6.18. Residuos totales del Zoo de Barcelona. Fuente: Elaboración propia.

Envases	Restos	Excrementos	Materia Orgánica	Papel	TOTAL (kg)
40472	164900	615580	273260	71792	1166004

Para poder realizar el cálculo en los diferentes subsistemas estudiados se utiliza la fórmula siguiente:

$$\text{Capacidad (m}^3\text{)} \cdot \text{Densidad} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \cdot \text{Reposiciones al año} \cdot \text{Unidad} \cdot \text{Porcentaje de llenado (\%)}$$

### 6.6.1 Flujo de residuos del subsistema Establos

En la tabla 6.19. se muestran los residuos generados en el subsistema Establos. El subsistema está dividido en tres zonas, donde se diferencian los contenedores de la galería, el estercolero y el compost, ya que tienen usos diferentes. Los contactos del zoo explicaron que no siempre las bolsas están llenas, así que se estima un porcentaje de llenado según la afluencia de la zona. En el caso del cálculo de los excrementos se establece que el 20% del contenedor contiene excrementos, pero el otro 80% pertenece a la paja que se recoge en las instalaciones.

Finalmente, la estimación por fracciones aparece en la tabla 6.20., obteniendo un total de residuos en el subsistema Establos de **71.470 kg** anuales.

**Tabla 6.19. Residuos del subsistema Establos. Fuente: Elaboración propia.**

Zona	Contenedor	Unidad	Reposiciones al año	Capacidad (L)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Porcentaje de llenado (%)	Generación (kg)
Galería	Envases	1	104	30	25		80	62
	Restos	1	365	10	110		50	201
	Orgánica	1	365	100	290		80	8468
Estercolero	Excrementos	1	365	1000	600	90	80	56064
	Excrementos Huerto	2	52	800	600	90	20	3195
Compost	Compostador	2	12	500	290		100	3480

**Tabla 6.20. Residuos totales del subsistema Establos. Fuente: Elaboración propia.**

Total Compost (kg)	Total Envases (kg)	Total Restos (kg)	Total Orgánica (kg)	Total excrementos (kg)
3480	62	201	8468	59259
<b>TOTAL (kg)</b>				<b>71470</b>

### 6.6.2 Flujo de residuos del subsistema Parque infantil

El subsistema consta de 4 cubos, 2 para la fracción envases y 2 para los restos, en las tablas 6.21. y 6.22. se muestra la información relativa. Los totales por fracciones se muestran en la tabla 6.22., donde el total de residuos es de **1.256 kg** al año.

**Tabla 6.21. Generación de residuos anuales en el subsistema Parque infantil. Fuente: Elaboración propia.**

Zona	Contenedor	Unidades	Reposiciones al año	Capacidad bolsa (L)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Porcentaje de llenado (%)	Total (kg)
Parque	Envases	2	365	80	25	20	292
	Restos	2	365		110	15	964

**Tabla 6.22. Residuos totales del subsistema Parque infantil. Fuente: Elaboración propia.**

Total Envases (kg)	Total Restos (kg)
292	964
<b>TOTAL (kg)</b>	
<b>1256</b>	

### 6.6.3 Flujo de residuos del subsistema Aulas

Por un lado, en este subsistema se encuentran un total de 17 cubos de residuos destinados a las diferentes zonas que lo componen y divididos en las fracciones de restos, envases y papel. Como se puede ver en las tablas 6.23. y 6.24., se estima un porcentaje de llenado para cada cubo y los días en los que están disponibles para los visitantes del subsistema.

## Metabolismo y flujo energético del espacio de La Granja

Por otro lado, los residuos generados en la zona del *Mira y toca*, quedan inventariados en el subsistema Establos, dado que son llevados directamente al estercolero. La generación total de residuos en este subsistema es de **2.115 kg** al año.

**Tabla 6.23. Generación de residuos anuales en el subsistema Aulas. Fuente: Elaboración propia.**

Zona	Contenedor	Unidades	Reposiciones al año	Capacidad bolsa (L)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Porcentaje de llenado (%)	Generación (kg)
Aulas	Envases	3	29	80	25	5	9
	Restos	3	29		110	5	38
	Papel	3	29		70	5	24
Cambiador	Restos	1	365		110	5	161
Exterior	Envases	1	365		25	15	73
	Restos	1	365		110	15	321
	Papel	1	365		70	15	204
Servicios	Restos	1	365		110	10	321
		3	365		110	10	964

**Tabla 6.24. Residuos totales del subsistema Aulas. Fuente: Elaboración propia.**

Total Envases (kg)	Total Resto (kg)	Total Papel (kg)
82	1805	229
<b>TOTAL (kg)</b>		<b>2115</b>

### 6.6.4 Flujo de residuos del subsistema Restaurante

Tal y como muestra la tabla 6.25. el subsistema Restaurante dispone de 18 cubos para los residuos separados en dos fracciones: envases y restos. Se estima un porcentaje de llenado, y se definen dos periodos, que dependen de las veces que se cambian las bolsas al día, y que coinciden con la temporada baja (Periodo 1) y temporada alta (Periodo 2). Finalmente, la generación total de residuos en el subsistema Restaurante es de **20.933 kg/año**.

**Tabla 6.25. Generación de residuos anuales en el subsistema Restaurante. Fuente: Elaboración propia.**

Zona	Contenedor	Unidades	Nº de reposiciones		Capacidad bolsa (L)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Porcentaje de llenado (%)	Generación (kg)
			Periodo 1 (240 días)	Periodo 2 (125 días)				
Carpa	Envases	4	1	2	80	25	10	392
	Restos	4	1	2		110	5	862
Terraza	Envases	4	1	2		25	40	1568
	Restos	4	1	2		110	20	3450
Cocina	Restos	2	2	4		110	80	13798
Servicios	Restos	2	1	2		110	10	862

**Tabla 6.26. Residuos totales del subsistema Restaurante. Fuente: Elaboración propia.**

Total Envases (kg)	Total Restos (kg)
1960	18973
<b>TOTAL (kg)</b>	
<b>20933</b>	

### 6.6.5 Diagnósis final del flujo de residuos

La cantidad de residuos anuales totales generados por parte del sistema La Granja y Zoo de Barcelona quedan reflejados en la Tabla 6.27.

Se estima que la generación anual de residuos del sistema Granja es de **92 T** sin incluir el compost, ya que no está estimado por el Zoo. Esto supone el **7,92%** de los residuos totales del Zoo de Barcelona. La generación total, incluyendo el compost es de 95.775 kg, es decir **96 T**.

Finalmente, los residuos anuales generados según otras variables son de **18,72 kg/m<sup>2</sup>** y de **0,15 kg/visitante**.

Tabla 6.27. Residuos totales de los sistemas de La Granja y Zoo de Barcelona. Fuente: Elaboración propia.

Cubos	Envases	Restos	Excrementos	Materia Orgánica	Papel	Compost	TOTAL (kg)
<b>Total La Granja</b>	2396	21943	59259	8468	229	3480	92295
<b>Total Zoo Barcelona</b>	40472	164900	615580	273260	71792	-	1166004
<b>Porcentaje (%)</b>	5,92	13,31	9,63	3,10	0,32	-	7,92

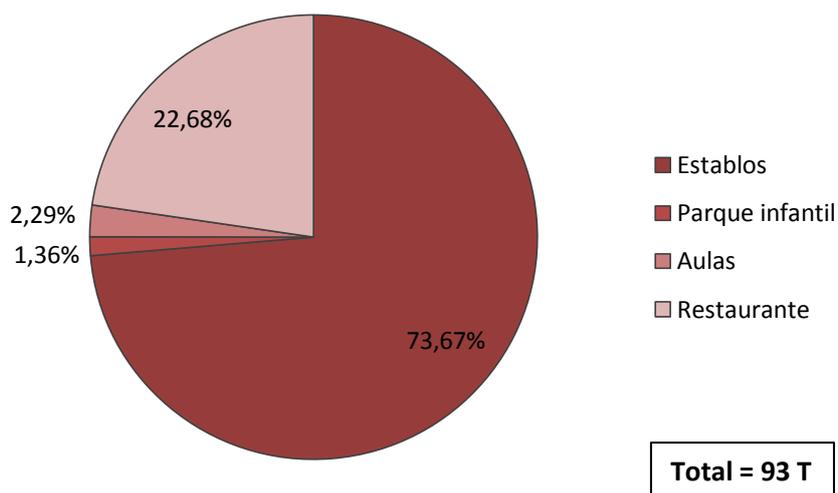


Figura 6.22. Porcentaje de flujo de residuos por subsistemas. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 6.22. se puede apreciar que el subsistema que más residuos genera es el de los Establos (**73,67%**). Esto se debe principalmente a la gran cantidad de excrementos. El siguiente es el subsistema Restaurante (**22,68%**), tal y como cabría esperar, pues se trata de otro subsistema grande y con mucha afluencia.

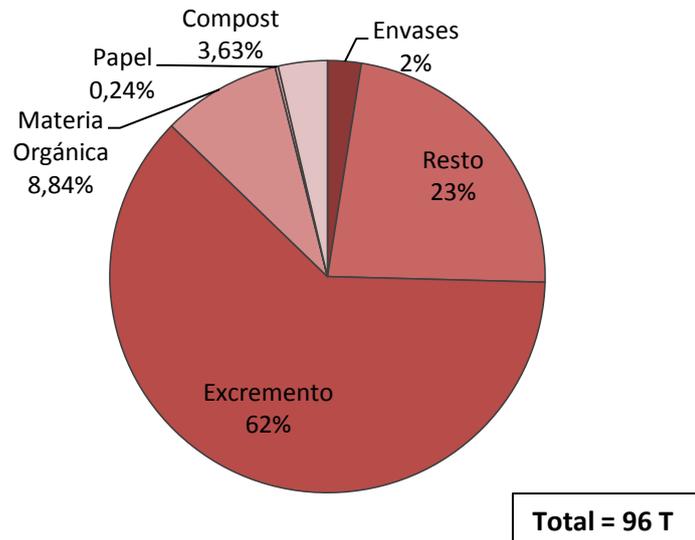


Figura 6.23. Porcentaje del flujo de residuos por fracciones. Fuente: Elaboración propia.

Representando los datos por fracciones, se puede observar mejor qué tipo de residuos genera el sistema. Como se puede observar, la producción principal es de excrementos, que representan un **62%** de los residuos totales, dada la cantidad de animales que se encuentran en el sistema. Seguidamente, se encuentra la fracción restos con un **23%** y la materia orgánica con un **8,84%**.

Las fracciones restos y envases están presentes en diferentes subsistemas, mientras que las demás fracciones solo aparecen en algunos de ellos. Así, la fracción envases y restos destaca en el subsistema Restaurante, con un porcentaje del **81,8%** y del **86,46%** respectivamente.

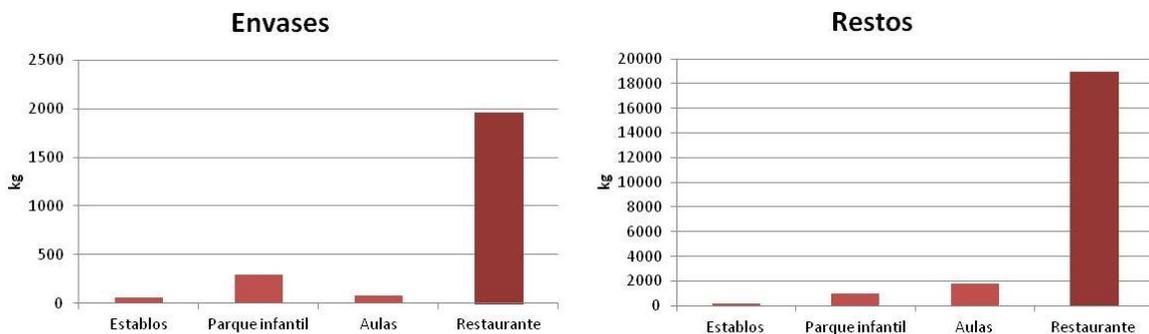


Figura 6.24. Diagnóstico del flujo de residuos para la fracción envases y restos en todos los subsistemas. Fuente: Elaboración propia.

## 6.7 Estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> eq

En este apartado se estiman las emisiones asociadas al sistema Granja (Tabla 6.28.).



Figura 6.25. Diagrama de la salida de emisiones de CO<sub>2</sub> asociado al sistema La Granja. Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, las emisiones anuales totales del sistema La Granja son de **126.291 kg de CO<sub>2</sub>eq**, que suponen anualmente **24,69 kg de CO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>** y **0,2 kg de CO<sub>2</sub>eq/visitante**.

Tabla 6.28. Estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> eq. Fuente: Elaboración propia, mediante los factores de conversión obtenidos del sitio web ecorresponsabilidad.

Vector	Unidades	Establos	Jardín	Huerto	Parque infantil	Aulas	Restaurante	Total
Electricidad <sup>8</sup>	kWh	28309	13368	-	-	22803	158564	-
	kg CO <sub>2</sub> eq	11324	5347	-	-	9121	63426	89217
Gas Butano <sup>9</sup>	T	0,05	-	-	-	-	-	-
	kg CO <sub>2</sub> eq	148	-	-	-	-	-	148
Gas propano <sup>10</sup>	T	-	-	-	-	-	0,45	-
	kg CO <sub>2</sub> eq	-	-	-	-	-	1322	1322
Agua <sup>11</sup>	m <sup>3</sup>	175	917	359	116	3828	3506	-
	kg CO <sub>2</sub> eq	700	3668	1436	464	15312	14024	35604
<b>TOTAL (kg CO<sub>2</sub>eq)</b>								<b>126291</b>

Así, se observa que la mayoría de emisiones proceden del vector electricidad con un **71%**, seguido del vector agua con un **29%**.

Fuente extraída del sitio web ecorresponsabilidad.

<sup>8</sup> kWh = 0,4 kgCO<sub>2</sub>eq

<sup>9</sup> 1 T = 2.964 kgCO<sub>2</sub>eq

<sup>10</sup> 1 T = 2.938 kgCO<sub>2</sub>eq

<sup>11</sup> 1 m<sup>3</sup> = 4 kgCO<sub>2</sub>eq

## 6.8 Integración de los vectores analizados

En la figura 6.26. se plasman los resultados totales para cada vector ambiental.



Figura 6.26. Metabolismo y flujo energético del sistema Zoo de Barcelona y La Granja. Fuente: Elaboración propia.

## Metabolismo y flujo energético del espacio de La Granja

La Tabla 6.29. resume todos los resultados estimados durante el trabajo.

Tabla 6.29. Resumen de los totales en todos los vectores. Fuente: Elaboración propia.

Vector	Demanda anual	Demanda/superficie	Demanda/visitante	Porcentaje (respecto Zoo)
<b>Eléctrico</b>				
Unidades	kWh/año	kWh/m <sup>2</sup> ·año	kWh/visitante·año	%
Zoo de Barcelona	3108774	-	-	-
Castell-Titis	627701	-	-	20,19
La Granja	64480	43,6	0,34	2,07
<b>Gas</b>				
Unidades	kWh/año	kWh/m <sup>2</sup> ·año	kWh/visitante·año	%
La Granja	6648	1,3	0,01	-
<b>Agua</b>				
Unidades	m <sup>3</sup> /año	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·año	m <sup>3</sup> /visitante·año	%
Zoo de Barcelona	374861	-	-	-
Prim	156659	-	-	5,68
La Granja	8901	1,74	0,01	2,37
<b>Alimentos</b>				
Unidades	kg/año	-	-	-
La Granja	41502	-	-	-
<b>Residuos</b>				
Unidades	kg/año	kg/m <sup>2</sup> ·año	kg/visitante·año	%
Zoo de Barcelona	1166004	-	-	-
La Granja	92295	18,72	0,15	7,92
<b>CO<sub>2eq</sub></b>				
Unidades	kg CO <sub>2eq</sub> /año	kg CO <sub>2eq</sub> /m <sup>2</sup> ·año	kg CO <sub>2eq</sub> /visitante·año	%
La Granja	126291	24,69	0,2	-

## **7. Conclusiones**

Después de la recogida y tratamiento de datos, así como su posterior análisis y discusión, se extraen una serie de conclusiones respecto a los subsistemas que componen el sistema global de La Granja. En este punto se puede afirmar que los objetivos del proyecto se cumplen, pues se estudia al completo el metabolismo y los flujos energético y de materiales del sistema.

### Vector eléctrico

Los esfuerzos de ahorro y eficiencia energética en la demanda de electricidad en La Granja se deben centrar principalmente en las bombillas incandescentes de la galería del subsistema Establos, así como en la bomba de filtraje del lago del subsistema Jardín. En el ámbito del subsistema Restaurante, se sugiere al Zoo de Barcelona que se incluyan medidas de eficiencia y ahorro energético a la licitación para la renovación de las concesiones, dada su elevada demanda.

- La demanda eléctrica anual estimada, sin tener en cuenta el subsistema Restaurante, es de **64.480 kWh**, y representa un **2,07%** del consumo total del zoo.
- La demanda eléctrica anual estimada para la totalidad del sistema La Granja es de **223.044 kWh**.
- La demanda eléctrica anual del sistema supone **43,6 kWh/m<sup>2</sup>** y **0,34 kWh/visitante**.
- Las bombillas incandescentes (**4,7%**) y la bomba de filtraje (**4,4%**) representan los elementos con la demanda más alto del sistema.
- La máxima demanda viene determinada por el subsistema Restaurante, con un **71%** respecto al sistema Granja.

### Vector gas

El uso de gas natural es inexistente en este sistema, y solamente se encuentran usos puntuales de gas butano y propano en dos de sus subsistemas. El Restaurante puede plantear cambios para rebajar su demanda de gas propano ya que su valor es el más elevado del sistema.

- El subsistema Establos consume bombonas de gas butano, con una demanda anual de **622 kWh**, para cocer la arena de la presa viva.
- El subsistema Restaurante consume bombonas de gas propano, con una demanda anual de **6.026 kWh**, para la máquina de pollos a l'ast.
- La demanda anual de gas en el sistema Granja es de **6.648 kWh**, donde el **91%** pertenece al Restaurante y el **9%** a los Establos.

- La demanda anual en el sistema es de **0.01 kWh/visitante** y de **1,3 kWh/m<sup>2</sup>**.

### Vector hídrico

Los puntos más conflictivos donde se pueden aplicar medidas correctoras hacia el ahorro y eficiencia de la demanda hídrica son las Aulas y Restaurante, sobretodo en el ámbito de los servicios.

- La demanda hídrica anual estimada es de **8.901 m<sup>3</sup>** y supone un **2,37%** de la totalidad de agua consumida en el Zoo.
- La demanda de agua anual es de **0,01 m<sup>3</sup>/visitante** y **1,74 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>**.
- El subsistema Aulas es el que presenta un máximo porcentaje de demanda con un **43%**, seguido del subsistema Restaurante con un **40%**.
- Cabe destacar el alto consumo en los servicios, de **2.171 m<sup>3</sup>** en el subsistema Restaurante y **3.672 m<sup>3</sup>** en el subsistema Aulas.

### Flujo de alimentos

Las dietas de los animales no pueden reducirse ya que forman su alimentación básica. Se pueden orientar propuestas encaradas a alimentos ecológicos y de proximidad, tanto para los animales como para las personas que compran en el Restaurante.

- El presupuesto en alimentos del subsistema Restaurante, gestionado por la empresa Sehrs, es de **228.139,64 €**, en 2014.
- La demanda final de alimentos incluye los subsistemas Establos, Aulas y Jardín.
- La dieta incluye diferentes piensos, heno, paja, hortalizas, salvado, algarroba, ovinanta y minerales artiodáctilos, que provienen de Mercabarna.
- La demanda anual de alimentos es de **41.502 kg**.
- La mayor demanda es de heno con un **70,36%** del total del sistema.

### Flujo de residuos

Los residuos no pueden verse reducidos notablemente, pero se pueden aplicar buenas prácticas en cuanto a la separación de las fracciones, dado que en algunos de los subsistemas se separan los residuos en pocas fracciones. Por lo tanto, se puede incidir sobre el reciclaje y la valorización de los residuos.

- En el sistema Granja se diferencian **6 fracciones**: envases, restos, excrementos, materia orgánica, papel y compost.
- La generación final de residuos del sistema es de **96 T**.
- La generación de residuos es de **92 T** si no se tiene en cuenta el compost, dado que no está incluido en los totales del Zoo, suponiendo un **7,92%** del total de este.
- Los residuos generados en el sistema suponen **18,72 kg/m<sup>2</sup>** y **0,15 kg/visitante**.
- El **73,67%** de los residuos son generados por el subsistema Establos, por la elevada cantidad de excrementos, seguido del **22,68%** del subsistema Restaurante.
- El **62%** de los residuos pertenecen a la fracción excrementos, seguido del **23%** de la fracción restos.
- Las fracciones restos y envases destacan con un **81,8%** y **86,46%**, respectivamente, en el subsistema Restaurante respecto al sistema Granja.

### Emisiones de CO<sub>2eq</sub>

La aplicación de medidas correctoras, sobretodo en el vector eléctrico, puede permitir reducir las emisiones de CO<sub>2eq</sub> asociadas a este sistema.

- Se estima un total de **126.291 kg de CO<sub>2eq</sub>** asociados al sistema Granja.
- La mayoría de emisiones proceden del vector eléctrico (**71%**) e hídrico (**29%**).

## **8. Propuestas de mejora**

El presente apartado incluye propuestas de mejora, pensadas para crear un sistema más eficiente, la valoración de éstas y el estudio de su implantación.

A continuación, las propuestas se dividen en líneas estratégicas, según el vector que se está tratando, y en programas según si se trata de tecnologías renovables, eficiencia, buenas prácticas, etc.

### 1. Mejora en la gestión del vector eléctrico

#### 1.1 Implantación energías renovables

##### 1.1.1 Instalación de placas fotovoltaicas

#### 1.2 Eficiencia en el consumo energético

##### 1.2.1 Substitución de fluorescentes convencionales por LEDs

##### 1.2.2 Substitución de lámparas infrarrojas por otro método más eficiente

##### 1.2.3 Aislamiento térmico en muros y puertas

##### 1.2.4 Instalación de luces automáticas

##### 1.2.5 Cambio de electrodomésticos por otros de bajo consumo

#### 1.3 Buenas prácticas dirigidas hacia la ecoeficiencia

##### 1.3.1 Control en el uso de los aires acondicionados

#### 1.4 Simbiosis con otros sistemas

##### 1.4.1 Traslado de la sala de cría de presa

### 2. Mejora en la gestión del vector gas

#### 2.1 Implantación de energías renovables

##### 2.1.1 Instalación de placas térmicas

##### 2.1.2 Instalación de una caldera de biomasa

### 3. Mejora en la gestión del vector hídrico

#### 3.1 Eficiencia en el consumo hídrico

##### 3.1.1 Automatización del huerto mediante riego por goteo

##### 3.1.2 Uso de *mulching* (heno/paja)

##### 3.1.3 Uso de *mulching* (restos de podas)

##### 3.1.4 Instalación de sensor solar y humedad para riego por goteo

##### 3.1.5 Instalación de grifos con sensor de movimiento

##### 3.1.6 Instalación de cisternas de doble carga

#### 3.2 Innovación destinada a la reutilización de aguas

##### 3.2.1 Instalación de sistema de captación de aguas pluviales

##### 3.2.2 Instalación de un sistema de contralavado

#### 3.3 Buenas prácticas dirigidas hacia la ecoeficiencia

##### 3.3.1 Compra de lechuga ecológica

4. Mejora en la gestión del flujo de alimentos
  - 4.1 Buenas prácticas dirigidas hacia la ecoeficiencia
    - 4.1.1 Aumento de la producción y el control del huerto
5. Mejora en la gestión de residuos
  - 5.1 Buenas prácticas dirigidas hacia la ecoeficiencia
    - 5.1.1 Diferenciación de los residuos por fracciones en la cocina
    - 5.1.2 Uso del carrizo como agente estructurante del compost
6. Mejora del diseño del subsistema Parque infantil
  - 6.1 Estudio de la sostenibilidad del Parque infantil mediante LCA
    - 6.1.1 Ecodiseño del Parque infantil

Para poder determinar la posible aplicación de las propuestas, se estudia por una parte los beneficios, la viabilidad económica y la viabilidad técnica, como se establece en la metodología aplicada en el *TFG de l'Aviari del Zoo de Barcelona*.

## Metabolismo y flujo energético del espacio de La Granja

En la Tabla 8.1. se muestran las propuestas y su valoración según los criterios establecidos.

**Tabla 8.1. Valoración final de las propuestas de mejora planteadas para la reducción del consumo de los vectores estudiados del sistema La Granja según los criterios establecidos. Fuente: TGF Aviari del Zoo de Barcelona.**

	Beneficio			Viabilidad económica			Viabilidad técnica			Valoración final
	Ambiental	Social	Económico	Coste implantación	Coste mantenimiento	Amortización	Ahorro de consumo	Prioridad	Dificultad de implantación	
Instalación de placas fotovoltaicas	++	++	+	--	+	+	++	++	+	10
Substitución de fluorescentes convencionales por LEDs	+	+	++	++	++	+	++	+	++	14
Substitución de lámparas infrarrojas por otro método más eficiente	+	+	++	++	++	+	--	+	++	10
Aislamiento térmico en muros y puertas	+	-	+	++	+	+	-	-	-	2
Instalación de luces automáticas	+	+	+	++	+	-	-	--	+	3
Cambio de electrodomésticos por otros de bajo consumo	++	++	++	--	++	--	++	++	++	10
Traslado de la sala de cría de presa	++	-	++	++	+	++	++	++	-	11
Instalación de una caldera de biomasa	+	-	+	+	+	+	+	-	-	1
Instalación de placas térmicas	+	+	+	+	+	-	+	-	+	5
Automatización del huerto mediante riego por goteo	++	-	++	++	++	++	++	+	+	13
Uso de <i>mulching</i> (compost/paja)	+	+	++	++	++	++	+	-	++	12
Uso de <i>mulching</i> (restos de podas)	+	+	++	++	++	++	+	-	++	12
Instalación de sensor solar y humedad para riego por goteo	++	-	++	++	+	++	-	+	++	10
Instalación de grifos con sensor de movimiento	++	+	+	++	+	++	++	++	-	14
Instalación de sistema de captación de aguas pluviales	+	-	+	+	+	-	-	+	-	1
Instalación de un sistema de contralavado	+	-	+	-	+	+	+	+	-	3
Instalación de cisternas de doble carga	+	+	+	++	+	-	-	++	+	7

Después de realizar la valoración se considera que aquellas propuesta con una puntuación de 10 o superior son las más susceptibles a ser implantadas.

A pesar de esto, en el caso de 1.2.2. *Substitución de lámparas infrarrojas por otro método más eficiente*, la medida no puede llevarse a cabo debido a que no existe otro método que sea más eficiente y a la vez proporcione el calor necesario para los animales, que es la función principal de estas lámparas.

## 8.1 Fichas de propuestas de mejora

A continuación se describen las propuestas consideradas viables.

### 8.1.1 Instalación de placas fotovoltaicas

<b>Línea estratégica</b>	1.Mejora en la gestión del vector eléctrico		
<b>Programa</b>	1.1.Implantación de energías renovables		
<b>Acción</b>	<b>1.1.1.Instalación de placas fotovoltaicas</b>		
<b>Objetivo</b>	Conseguir la autosuficiencia energética del sistema La Granja		
<b>Descripción</b>	Se instalarán 232 placas solares fotovoltaicas de la marca SOLARWORLD, modelo SW275MONO de 275W en el techo del subsistema Establos y Restaurante. El techo del subsistema Restaurante abastecerá solamente a éste, ya que tiene un contador independiente, mientras que el techo del subsistema Establos abastecerá de energía al resto del sistema. De esta manera se avanzará hacia la autosuficiencia, reduciendo el coste económico y los problemas derivados del consumo		
<b>Beneficios</b>	Económicos (reducción de 33.457€ al año en facturación); Ambientales (autosuficiencia energética y reducción de las emisiones de CO <sub>2</sub> ); Sociales (mejora la imagen externa y promueve medidas hacia la sostenibilidad)		
<b>Prioridad</b>	Muy favorable		
<b>Amortización</b>	Aproximadamente 10 años	<b>Plazo de implantación</b>	Medio plazo
<b>Presupuesto</b>	66.392€ + costes de obra	<b>Ahorro potencial</b>	100% del consumo de electricidad del sistema
<b>Indicadores</b>	kWh anuales consumidos en el sistema	<b>Responsables</b>	Responsable de Mantenimiento de La Granja, instalador externo

La radiación media diaria que incide sobre la ciudad de Barcelona es de 4,56 kWh/m<sup>2</sup>, que al año supone 2.895,6 kWh/m<sup>2</sup>.

Sabiendo que la radiación que incide anualmente es ésta y la latitud a la que se encuentra Barcelona es 41°N, se debe aplicar el factor de corrección para la inclinación óptima. En este caso, el factor de corrección máximo para esta latitud es de 1,208 que se obtiene inclinando las placas 35°, según datos extraídos de *CENSOLAR*. De esta manera, se obtienen **3.497,9 kWh/m<sup>2</sup>**.

$$\frac{4,56 \text{ kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{día}} \cdot \frac{365 \text{ días}}{\text{año}} = 2.895,6 \text{ kWh/m}^2$$

$$2.895,6 \frac{kWh}{m^2} \cdot 1.208 = 3.497,9 kWh/m^2$$

La placa solar fotovoltaica escogida en este proyecto es de la marca SOLARWORLD, concretamente el modelo SW275MONO, con una potencia de 275W, una eficiencia del 16,4% y una superficie de 1,68m<sup>2</sup>. Por lo tanto, la energía generada al año para cada una de estas placas será de **963,7 kWh**.

$$3.497,9 \frac{kWh}{m^2 \cdot año} \cdot 0,164 \cdot \frac{1,68m^2}{placa} = 963,7 \frac{kWh}{placa \cdot año}$$

Mediante la diagnosis del vector eléctrico se establece que la demanda del sistema La Granja es de 223.043,68 kWh. Dado que el consumo eléctrico del subsistema Restaurante consta de un contador independiente, se tratan de manera separada las demandas eléctricas de este subsistema respecto al resto de subsistemas.

El subsistema Restaurante, tiene una demanda eléctrica anual de 158.564 kWh, que equivale a la instalación de **165 placas solares**, las cuales ocupan una superficie de **227,1m<sup>2</sup>**. Sabiendo que la superficie del tejado del restaurante es de 669m<sup>2</sup>, se observa que la instalación es viable en cuanto a superficie.

$$\frac{158.564 kWh/año}{963,7 kWh/año} = 164,5 = 165 placas SOLARWORLD SW275MONO$$

$$165 placas \cdot \frac{1,68m^2}{placa} \cdot \cos 35^\circ = 227,1 m^2 < 669 m^2$$

Finalmente, las demandas eléctricas que quedan por cubrir son las de los subsistemas Establos, Aulas y Jardín, que se englobaran en uno solo. Por lo tanto, la demanda establecida es de 28.309,07 kWh para los Establos, 22.802,85 kWh para las Aulas y 13.367,76 kWh para el Jardín, que suman un total de 64.479,68 kWh anuales. Dada esta demanda, las placas solares requeridas son **67**, con una ocupación de **92,2m<sup>2</sup>**.

El área disponible para la instalación de las placas es de 932,86m<sup>2</sup> que corresponden a los tejados de los establos (547,86m<sup>2</sup>) y aulas (385m<sup>2</sup>). Dado que el área necesaria es mucho menor al área disponible, la instalación se puede realizar sobre uno de los subsistemas y así se evita un mayor impacto visual. En este caso, se escoge el tejado del subsistema Establos para la instalación.

$$\frac{64.479,68 kWh/año}{963,7 kWh/año} = 66,9 = 67 placas SOLARWORLD SW275MONO$$

$$67 placas \cdot \frac{1,68m^2}{placa} \cdot \cos 35^\circ = 92,2 m^2 < 932,86 m^2$$

El precio de las placas SOLARWORLD SW275MONO es de 0,86€/Wp, sin incluir el IVA. Sabiendo que cada placa es de 275Wp, el precio es de **286,17€** incluyendo el IVA.

Si se llevara a cabo la mejora propuesta, mediante los cálculos mostrados anteriormente, se demuestra que son necesarias **232 placas** SOLARWORLD SW275MONO, que en total supone un coste de **66.391,44€**.

$$275 \text{ Wp} \cdot 0,86 \frac{\text{€}}{\text{Wp}} = 236,5 + 21\% \text{ IVA} = 286,17 \frac{\text{€}}{\text{placa}} \cdot 232 \text{ placas} = 66.391,44 \text{ €}$$

Finalmente, sabiendo que el precio del kWh es de 0,15 € y que el ahorro de energía es del 100%, se obtiene un beneficio de **33.456,45 €** al año, que equivale a la factura eléctrica actual del sistema.

$$223043,68 \text{ kWh} \cdot 0,15 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 33.456,45\text{€}$$

### 8.1.2 Substitución de fluorescentes convencionales por LEDs

<b>Línea estratégica</b>	1.Mejora en la gestión del vector eléctrico		
<b>Programa</b>	1.2.Eficiencia en el consumo energético		
<b>Acción</b>	<b>1.2.1.Substitución de fluorescentes convencionales por LEDs</b>		
<b>Objetivo</b>	Reducir la demanda energética del sistema La Granja		
<b>Descripción</b>	Se sustituirán todos los tubos de fluorescentes por tubos LED con la potencia correspondiente. Así se reducirá la demanda derivada de la iluminación del sistema, gracias a la eficiencia energética de los LEDs		
<b>Beneficios</b>	Económicos (reducción de 712€ al año en facturación); Ambientales (reducción de la demanda energética (4749 kWh) y de las emisiones de CO <sub>2</sub> ); Sociales (mejora la imagen externa)		
<b>Prioridad</b>	Favorable		
<b>Amortización</b>	Menos de 3 años	<b>Plazo de implantación</b>	Corto plazo
<b>Presupuesto</b>	1.690 €	<b>Ahorro potencial</b>	50% del consumo de electricidad de los fluorescentes del sistema
<b>Indicadores</b>	kWh anuales consumidos en el sistema	<b>Responsables</b>	Responsable de Mantenimiento de La Granja, instalador externo

Las equivalencias de tubos fluorescentes a tubos LED se muestran en la Tabla 8.2.

**Tabla 8.2. Equivalencias de luminaria convencional a LED. Fuente: Elaboración propia mediante sitio web ledbox.**

Luminaria convencional	Equivalente LED
Tubo fluorescente 60 cm 18W	Tubo LED 60 cm 8W
Tubo fluorescente 120 cm 36W	Tubo LED 120 cm 18W
Tubo fluorescente 150 cm 58W	Tubo LED 150 cm 22W

Mediante estas equivalencias se busca substituir los fluorescentes actuales por tubos LEDs, mejorando la eficiencia de la iluminación del sistema. La inversión requerida es de **1.690 €**, escogiendo tubos LED de la marca EPSTAR.

Tabla 8.3. Tubos LED propuestos e inversión requerida. Fuente: Elaboración propia.

Cantidad	Tubos LED	Precio (€)
4	Tubo LED T8 SMD2835 EPISTAR 8W	39,8
96	Tubo LED T8 SMD2835 EPISTAR 18W	1243,2
24	Tubo LED T8 SMD2835 EPISTAR 22W	406,8

La sustitución de tubos LED supone un ahorro del 50% de la demanda. Sabiendo que la demanda es de 9.497,44 kWh, el ahorro de energía supone una demanda de **4.749 kWh**, que en la factura suponen **712 €**.

Sabiendo este ahorro y la inversión necesaria, se obtiene una amortización en menos de **3 años** (2,8).

Tabla 8.4. Ahorro energético y de facturación en el sistema mediante el cambio a luces LEDs. Fuente: Elaboración propia.

Elemento	Demanda (kWh)	Demanda con ahorro (kWh)	Ahorro (kWh)	Precio (€/kWh)	Ahorro facturación (€)
Fluorescente 36W	5242	2621	4749	0,15	712
Fluorescente 58W	3976	1988			
Fluorescente 18W	279	140			
<b>TOTAL (kWh)</b>	9497	4749			

### 8.1.3 Cambio de electrodomésticos por otros de bajo consumo

<b>Línea estratégica</b>	1.Mejora en la gestión del vector eléctrico		
<b>Programa</b>	1.2.Eficiencia en el consumo energético		
<b>Acción</b>	<b>1.2.5.Cambio de electrodomésticos por otros de bajo consumo</b>		
<b>Objetivo</b>	Reducir la demanda energética del sistema La Granja		
<b>Descripción</b>	Se sustituirán los electrodomésticos de la cocina del subsistema Restaurante por electrodomésticos eficientes de categoría A+. Los electrodomésticos son muy antiguos, lo que implica que su eficiencia energética es muy baja y esto sube notablemente la demanda eléctrica del subsistema		
<b>Beneficios</b>	Económicos (reducción al año en facturación en 7.611 €); Ambientales (reducción de la demanda energética, 50.740 kWh, y de las emisiones de CO <sub>2</sub> )		
<b>Prioridad</b>	Favorable		
<b>Amortización</b>	Aproximadamente 5 años	<b>Plazo de implantación</b>	Medio plazo
<b>Presupuesto</b>	30.000-50.000 €	<b>Ahorro potencial</b>	40% del consumo de electricidad de los electrodomésticos del subsistema Restaurante
<b>Indicadores</b>	kWh anuales consumidos en el subsistema	<b>Responsables</b>	Responsable de Mantenimiento del Restaurante, instalador externo

La demanda anual del subsistema Restaurante es de 158.564 kWh. Esta demanda incluye los electrodomésticos y la iluminación. Si se supone que el 80% de esta demanda es utilizada por los electrodomésticos, la demanda requerida es de 126.851 kWh.

El cambio a electrodomésticos más eficientes del tipo A+ supone un 40% de ahorro, ya que esta maquinaria tiene una eficiencia del 40%. Teniendo en cuenta estos datos, el ahorro de energía es de **50.740 kWh**, que económicamente supone **7.611 €**.

$$(158.564 \text{ kWh} \cdot 0,8) \cdot 0,4 = 50.740,48 \text{ kWh} \cdot 0,15 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 7.611,07\text{€}$$

Por lo tanto, la amortización es de aproximadamente **5 años** (5,25).

#### 8.1.4 Traslado de la sala de cría de presa

<b>Línea estratégica</b>	1. Mejora en la gestión del vector eléctrico		
<b>Programa</b>	1.4. Simbiosis con otros sistemas		
<b>Acción</b>	<b>1.4.1. Traslado de la sala de cría de presa</b>		
<b>Objetivo</b>	Reducir el consumo eléctrico asociado a La Granja y establecer un ciclo cerrado en el sistema de Titis		
<b>Descripción</b>	Trasladar la cría de presa (grillos) a las cocinas de la zona de titis. Así, se reduce el consumo de electricidad del sistema notablemente.		
<b>Beneficios</b>	Ambientales (reducción de la demanda eléctrica (10.612 kWh) y de las emisiones de CO <sub>2</sub> ); Económicos (reducción al año en facturación en 3.184 €)		
<b>Prioridad</b>	Muy favorable		
<b>Amortización</b>	Instantánea	<b>Plazo de implantación</b>	Largo plazo
<b>Presupuesto</b>	0 €	<b>Ahorro potencial</b>	100% del consumo de electricidad de la sala de cría
<b>Indicadores</b>	kWh anuales consumidos en el subsistema Establos	<b>Responsables</b>	Responsable de obras/mantenimiento de Titis

La demanda eléctrica perteneciente a la sala de cría de presa viva es de **10.612 kWh** al año. La prioridad de realización de esta acción es muy favorable debido a que representa un **17%** del total del sistema.

El presupuesto es nulo ya que no requiere invertir en nuevos materiales, se trata tan solo de un cambio de localización. Así como la amortización que se sucede al momento de trasladar el sistema.

### 8.1.5 Automatización del huerto mediante riego por goteo

<b>Línea estratégica</b>	3. Mejora en la gestión del consumo hídrico		
<b>Programa</b>	3.1. Eficiencia en el consumo hídrico		
<b>Acción</b>	<b>3.1.1. Automatización del huerto mediante riego por goteo</b>		
<b>Objetivo</b>	Ahorrar en la demanda de agua		
<b>Descripción</b>	Instalar, en total, 135 metros de tubería Geolia 16 MM y goteros cada 0,5 metros, para cada una de las zanjas del huerto, así como el programador de riego		
<b>Beneficios</b>	Ambientales (reducción de la demanda de 180 m <sup>3</sup> ); Económicos (reducción de la facturación en 345 €)		
<b>Prioridad</b>	Favorable		
<b>Amortización</b>	Menos de 5 meses	<b>Plazo de implantación</b>	Corto plazo
<b>Presupuesto</b>	130 €	<b>Ahorro potencial</b>	50% del consumo de agua del subsistema
<b>Indicadores</b>	m <sup>3</sup> anuales consumidos en el subsistema	<b>Responsables</b>	Responsable de Mantenimiento de La Granja

La instalación de goteros para el riego equivale, normalmente, a una reducción del 50% en el consumo de agua; de esta manera, la demanda de agua después de aplicar esta acción sería de **180 m<sup>3</sup>** al año.

El presupuesto es resultado de la suma de precios del programador de riego, los goteros y la tubería. Para calcular los metros de tubería necesarios se tiene en cuenta que hay 14 zanjas de una longitud de 4,5 metros de media.

Para calcular la amortización primero se ha estimado el precio del agua en la actualidad, que es de 690€. Si se tiene en cuenta que un ahorro del 50% en el consumo de agua supone reducir la factura a la mitad, el precio ahorrado es de **345 €**. Por lo tanto, la implantación de esta acción se amortiza en menos de **5 meses**.

$$\frac{(\text{coste inversión})}{(\text{beneficio anual})} = \frac{130\text{€}}{345\text{€}} = 138 \text{ dias} = 4'6 \text{ meses}$$

### 8.1.6 Uso de *mulching* (heno y paja)

<b>Línea estratégica</b>	3.Mejora en la gestión del vector hídrico		
<b>Programa</b>	3.1.Eficiencia en el consumo hídrico		
<b>Acción</b>	<b>3.1.2.Uso de <i>mulching</i> (heno y paja)</b>		
<b>Objetivo</b>	Ahorro en la demanda del agua		
<b>Descripción</b>	El <i>mulching</i> o acolchamiento consiste en recubrir el suelo donde se encuentra arraigada la mayoría de la vegetación, en este caso con heno y paja (material usado tradicionalmente en huertos), a modo de capa de 5 a 15 cm de espesor. Este método ayuda a la tierra a conservar parte de su humedad haciendo que la evapotranspiración sea menor, y por ende el consumo de agua requerido para esa zona se reduzca entre un 5 y 10%. Por otra parte, aporta nutrientes enriqueciendo el suelo y protegiéndolo, limita la aparición de las malas hierbas, contribuye a evitar la erosión y la escorrentía superficial, protege contra las heladas, contribuye a la ocultación del sistema de riego y además se consigue un agradable efecto estético.		
<b>Beneficios</b>	Ambientales (reducción 27 m <sup>3</sup> ); Económicos (reducción de la facturación 52 €); Sociales (valor paisajístico y estético)		
<b>Prioridad</b>	Muy favorable		
<b>Amortización</b>	Aproximadamente 1 año	<b>Plazo de implantación</b>	Corto plazo
<b>Presupuesto</b>	42 €	<b>Ahorro potencial</b>	7,5% del consumo del subsistema
<b>Indicadores</b>	m <sup>3</sup> anuales consumidos en el subsistema Huerto	<b>Responsables</b>	Responsable de Mantenimiento de La Granja, Responsable de La Granja

Para calcular el presupuesto se estipula que el *mulching* debe de ser una media de **0,1 m** de grueso<sup>12</sup> que multiplicada por el área del subsistema Huerto (**42 m<sup>2</sup>**), por la densidad del heno (**75 kg/m<sup>3</sup>**) y por el precio de éste (**0,13 €/kg**); da un coste de implantación de aproximadamente **42 €**.

En cuanto al ahorro potencial, según el artículo citado anteriormente el ahorro con la acción propuesta está comprendida entre el 5-10%, tomando una media por tanto de **7,5%**.

Por último, para calcular el beneficio anual se multiplican los **359 m<sup>3</sup>** actuales por **1,93 €/m<sup>3</sup>** (equivalente según la ACA) y los **332 m<sup>3</sup>** por el mismo valor, dando un beneficio económico de **52 €**. Por tanto, el cálculo de la amortización es el siguiente:

$$\frac{(\text{coste inversión})}{(\text{beneficio anual})} = \frac{42 \text{ €}}{52 \text{ €}} = 0,80 \rightarrow \text{Aproximadamente un año}$$

<sup>12</sup> Artículo de Eleuterio Calleja Marchal

### 8.1.7 Uso de *mulching* (restos de poda)

<b>Línea estratégica</b>	3.Mejora en la gestión del vector hídrico		
<b>Programa</b>	3.1.Eficiencia en el consumo hídrico		
<b>Acción</b>	<b>3.1.3.Uso de <i>mulching</i> (restos de poda)</b>		
<b>Objetivo</b>	Ahorro en la demanda del agua		
<b>Descripción</b>	El método se encuentra explicado en la ficha de la acción anterior del mismo ámbito. Sin embargo, para su utilización en el subsistema Jardín, los materiales usados son los restos de poda triturada (BRF), corteza y virutas de madera. Se trata de un material muy lento en cuanto a su descomposición, por lo que la duración del mismo abarca entre un periodo de 1 y 3 años, por lo que es altamente recomendable para reducir el consumo hídrico del subsistema (5-10%), así como para aportar beneficios adicionales.		
<b>Beneficios</b>	Ambientales (reducción 55 m <sup>3</sup> ); Económicos (reducción de la facturación 107 €); Sociales (valor paisajístico y estético)		
<b>Prioridad</b>	Muy favorable		
<b>Amortización</b>	Aproximadamente 1 año y medio	<b>Plazo de implantación</b>	Corto plazo
<b>Presupuesto</b>	188 €	<b>Ahorro potencial</b>	7,5% del consumo del subsistema
<b>Indicadores</b>	m <sup>3</sup> anuales consumidos en el subsistema Jardín	<b>Responsables</b>	Responsable de Mantenimiento de La Granja, Responsable de La Granja

Para calcular los diferentes parámetros se ha utilizado la metodología expuesta anteriormente, donde se multiplica el grosor de la capa de *mulching*, el área del subsistema (Jardín en este caso) y el precio por m<sup>2</sup> que supone el material; queda pues, un presupuesto de **189 €** como se muestra en la siguiente ecuación:

$$0,1 \text{ m} \cdot 472 \text{ m}^2 \cdot 4 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} = 188,8 \text{ €}$$

En cuanto al ahorro potencial, según el artículo citado anteriormente el ahorro con la acción propuesta está comprendida entre el 5-10%, tomando una media por tanto de **7,5%**.

Por último, para calcular el beneficio anual se multiplica los **737 m<sup>3</sup>** actuales por **1,93 €/m<sup>3</sup>** (equivalente según la ACA) y los **682 m<sup>3</sup>** por el mismo valor, dando un beneficio económico de **107 €**. Por tanto, el cálculo de la amortización es el siguiente:

$$\frac{(\text{coste inversión})}{(\text{beneficio anual})} = \frac{188 \text{ €}}{107 \text{ €}} = 1,75 \rightarrow \text{Aproximadamente dos años}$$

### 8.1.8 Instalación de sensor solar y humedad para riego por goteo

<b>Línea estratégica</b>	3.Mejora en la gestión del vector hídrico		
<b>Programa</b>	3.1.Eficiencia en el consumo hídrico		
<b>Acción</b>	<b>3.1.4.Instalación de sensor solar y humedad para riego por goteo</b>		
<b>Objetivo</b>	Ahorro en el consumo del agua		
<b>Descripción</b>	Además del ya presente sistema de riego por goteo en el subsistema del Jardín, esta acción propone una optimización del mismo, añadiendo dos sensores climáticos para mejorar la eficiencia del sistema actual, lo que conlleva a una reducción del consumo hídrico. El conjunto de sensores se compone de: - <i>Sensor Solar Sync</i> de Hunter, calcula la evapotranspiración (ET) y ajusta los programadores diariamente en función de las condiciones climáticas locales. Mide la luz solar y la temperatura, y calcula la ET para determinar el valor en porcentaje del ajuste estacional correcto a enviar al programador. El programador, basándose en la información proporcionada por el sensor, ajusta (aumentando o disminuyendo) el tiempo de riego programado para ese día. - <i>Sensor Soil-Clik</i> de Hunter mide la humedad en la zona radicular. Cuando la sonda detecta que el suelo ha alcanzado el nivel de humedad deseado, se cerrará el riego, evitando malgastar agua.		
<b>Beneficios</b>	Ambientales (reducción de 111 m <sup>3</sup> ); Económicos (reducción de la facturación 1.209 €)		
<b>Prioridad</b>	Muy favorable		
<b>Amortización</b>	Aproximadamente medio año	<b>Plazo de implantación</b>	Corto plazo
<b>Presupuesto</b>	70-120€	<b>Ahorro potencial</b>	15% del consumo del subsistema
<b>Indicadores</b>	m <sup>3</sup> anuales consumidos en el subsistema Jardín	<b>Responsables</b>	Responsable de Mantenimiento de La Granja, instalador externo

Según la ficha técnica de ambos sensores, su utilización genera un ahorro en el consumo de agua respecto al sistema de goteo convencional de entre un 15 y un 20% de los cuales se toma como referencia el **15%**. A partir de la referencia, se calcula el beneficio, donde de los **737 m<sup>3</sup>** anuales que se consumen actualmente se reducen en **111 m<sup>3</sup>**, quedando por tanto, un consumo anual de **626 m<sup>3</sup>**.

En cuanto al beneficio económico, se estipula (criterio ACA) que 1 m<sup>3</sup> equivale a 1,93 €. Por ello, actualmente el sistema requiere un gasto anual de **1.422 €**, mientras que con la acción, el gasto económico queda en **1.209 €**.

Por último, la amortización es de **0,44**, es decir, **aproximadamente medio año**. Para realizarla, se ha hecho una media con ambos precios, dando ésta **95 €**, que se ha dividido posteriormente entre los **213 €** de beneficio obtenidos gracias a la acción.

### 8.1.9 Instalación de grifos con sensor de movimiento

<b>Línea estratégica</b>	3.Mejora en la gestión del vector hídrico		
<b>Programa</b>	3.1.Eficiencia en el consumo hídrico		
<b>Acción</b>	<b>3.1.5.Instalación de grifos con sensor de movimiento</b>		
<b>Objetivo</b>	Ahorro en la demanda del agua		
<b>Descripción</b>	A raíz del elevado consumo de agua por parte de los lavamanos tanto del subsistema de las Aulas como del Restaurante, se propone esta acción, donde el consumo de agua se reduce drásticamente gracias a la instalación de griferías con sensor de infrarrojos pasivo. El grifo se activa transcurridos 0,5 segundos desde que detecta la energía calorífica que desprende el usuario; por otra parte, el flujo de agua se detiene transcurridos 0,5 segundos después de la última detección. Además de minimizar el consumo, el hecho de que no sea necesario tocarlo, hace que no exista riesgo de contaminación.		
<b>Beneficios</b>	Ambientales (reducción de 1.948 m <sup>3</sup> ); Económicos (reducción del coste del servicio); Sociales (mejora la imagen externa y promueve mejoras hacia la sostenibilidad, además de concienciar sobre el uso de este bien escaso)		
<b>Prioridad</b>	Muy favorable		
<b>Amortización</b>	Aproximadamente medio año	<b>Plazo de implantación</b>	Corto plazo
<b>Presupuesto</b>	2.241 €	<b>Ahorro potencial</b>	50,57% del consumo de los subsistemas
<b>Indicadores</b>	m <sup>3</sup> anuales consumidos en los subsistemas Restaurante y Aulas	<b>Responsables</b>	Responsables de Mantenimiento de La Granja y del Restaurante, instalador externo

Los grifos seleccionados son de la marca Aquasensor, los modelos Arcus y Funis-Wall.

El cálculo del presupuesto, se obtiene a partir del precio por unidad de cada grifo y se multiplica por el número de unidades, tal y como se muestra:

$$\text{Modelo: Arcus de Aquasensor (249€)} \rightarrow 5 \text{ unidades} \cdot 249€ = 1.245€$$

$$\text{Modelo: Funis – wall de Aquasensor (249€)} \rightarrow 4 \text{ unidades} \cdot 249€ = 996€$$

$$\text{Total presupuesto} = 2.241€$$

Dado que en hay un estudio previo (en su ficha técnica) sobre estos modelos donde se muestra que se utilizan **1,2 L por uso**, haciendo los cálculos pertinentes mostrados en la tabla 6.32. se gastan aproximadamente **1992 m<sup>3</sup> anuales**. Por tanto, si el gasto actual es de 3940 m<sup>3</sup>, supone un ahorro potencial del **50,57%**.

Tabla 8.5. Consumo en litros de la acción de mejora. Fuente: Elaboración propia.

Zona	Visitantes anuales	Gasto por uso (L)	Demanda (L/año)
Servicio aulas	146073	1,2	701150,4
Servicio restaurante	247550		1188241
Cambiador	86140		103368
		<b>TOTAL (L)</b>	<b>1992760</b>

En cuanto al beneficio económico, se multiplican los m<sup>3</sup>/año tanto los actuales como los de la acción por **1,93 €/kg**, que da lugar a un beneficio de:

$$\text{Acción: } 1.992 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \cdot 1,93 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} = 3.844,56 \text{ €}$$

$$\text{Actual: } 3.940 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \cdot 1,93 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} = 7.616,92 \text{ €}$$

$$\text{Beneficio : } \mathbf{3.767,33 \text{ €}}$$

Por último, el cálculo de la amortización, es una relación entre el coste de inversión y el beneficio anual que se logra con la acción, tal y como se muestra a continuación:

$$\frac{(\text{coste inversión})}{(\text{beneficio anual})} = \frac{2.241 \text{ €}}{3.767 \text{ €}} = 0,59 \rightarrow \text{Aproximadamente medio año}$$

## **8.2 Buenas prácticas dirigidas hacia la sostenibilidad**

En este apartado se proponen buenas prácticas para los diferentes vectores, que dirigen al sistema hacia la ecoeficiencia.

### **8.2.1 Control en el uso de los aires acondicionados**

Las clases realizadas en el subsistema Aulas en la temporada de verano, conllevan una elevada demanda eléctrica, dada la gran utilización de los aires acondicionados. En este punto, se propone concienciar al profesorado que imparte clases en estas aulas, para que este uso sea más moderado. Así, si los aires acondicionados se usan cuando son necesarios la factura eléctrica puede verse reducida.

### **8.2.2 Compra de lechuga ecológica**

Como se destaca a lo largo del trabajo, el consumo de agua para limpiar las lechugas es excesivo. Esto es debido a que los grillos no pueden tolerar concentraciones de pesticidas u otros contaminantes presentes en su alimento. Es por eso que esta propuesta va encaminada a la reducción de agua a partir de la compra de lechuga ecológica; ésta no contiene tantos agentes perjudiciales para los grillos, por lo que no hace falta lavarla.

El consumo actual de agua para lavar lechugas es de 18.250 L. Con la compra de lechugas ecológicas se ahorraría esta cantidad, que equivale a unos 30 €. Sin embargo, el precio de comprar lechugas asciende hasta los 9.124 € anuales, considerando que la caja de verde fresco contiene 5 kg de lechugas, cada una pesa unos 300 g y tienen un precio de 1,50 €. Se trata de una medida que, aunque no compensa económicamente, entra en un marco de sostenibilidad que favorece al medio ambiente y a la sociedad.

### **8.2.3 Aumento producción y control del huerto**

Esta propuesta de mejora pretende dar un paso más hacia el logro de un ciclo cerrado en el sistema. De esta manera, llevar un control más exhaustivo en el subsistema Huerto y hacerlo más productivo podría beneficiar al subsistema Establos, proporcionando algunos de los alimentos necesarios para los animales. Toda esta producción se llevaría sobre unas buenas prácticas de cultivo, un uso lógico del agua, etc,

### **8.2.4 Diferenciación de los residuos por fracciones en la cocina**

En la actualidad, la cocina del restaurante del sistema solo genera la fracción restos. Se propone la diferenciación de los residuos en 3 fracciones: restos, envases y materia orgánica. De esta manera, se mejoraría la separación selectiva que se da en el Zoo, ya que los residuos generados en el subsistema Restaurante son importantes.

### **8.2.5 Uso del carrizo como agente estructurante del compost**

En el subsistema Jardín se encuentra un lago acompañado de carrizo en grandes cantidades. El carrizo es uno de los agentes que se utilizan como estructurante del compost. Dado que en el sistema se produce compost y se encuentra una plantación de carrizo, este puede ser utilizado como estructurante. Así, se elevaría la generación de compost del sistema, que puede ser utilizado para la vegetación del subsistema Jardín y Huerto.

### **8.3 Mejora del diseño del subsistema Parque infantil**

Dado que este subsistema no presenta una gran relevancia en cuanto a los vectores ambientales que componen el proyecto, es importante darle otro enfoque relacionado con la sostenibilidad ambiental. Es por eso que debido a su sencillez y uso de materiales con un impacto ambiental reducido (90% elaborado con troncos de madera y derivados), debe hacerse un proyecto externo a éste, evaluando el Análisis de ciclo de vida (LCA) de los materiales que lo componen, para poder calcular finalmente la huella de carbono del subsistema y poder proponer unas acciones acordes a sus necesidades.

Para valorar adecuadamente las acciones, se pueden separar en diferentes tipologías respecto al LCA, como pueden ser: materiales, producción, transporte y embalaje.

Acto seguido se proponen una serie de acciones que pueden ser útiles para proyectos futuros:

- Usar metales reciclados
- Usar metales reciclables
- Usar madera reciclada y/o recuperada
- Usar madera y tableros con bajas emisiones de COVs
- Diseñar productos robustos y duraderos
- Optimizar el diseño de embalaje
- Optimizar el transporte
- Productos de proximidad

## 8.4 Integración de las propuestas de mejora

A continuación se presenta un diagrama que integra todas las reducciones establecidas en las diferentes fichas de propuestas de mejora. En el caso del vector eléctrico se establecen dos flujos dado que la propuesta de placas solares reduciría por completo la demanda, pero el sumatorio del resto de propuestas reduciría la demanda actual en un **29,6%**. El vector hídrico se reduce en un **24,3%**.



Figura 8.1. Integración de las propuestas de mejora en el sistema La Granja. Fuente: elaboración propia.

## **9. Bibliografía**

Adrià Calventos García, Jonathan Casanova Álvarez, Yeray Nieves Royo, Marc París Musolas, Víctor Villalba González, Metabolismo de los vectores ambientales del Terrario del parque Zoológico de Barcelona, 2015. Archivo PDF.

AEMET. <http://www.aemet.es>

Africam Safari. <http://www.notimerica.com>

Área de Gobierno de Medio Ambiente y Servicios a la Ciudad de Madrid; Criterios para una jardinería sostenible en la ciudad de Madrid. Archivo PDF.

Ayuntamiento de Barcelona, Pla Estratègic del Zoo de Barcelona, Mayo de 2012. Archivo PDF.

Ayuntamiento de Barcelona, Pla de sostenibilitat del Zoo de Barcelona, Junio 2013. Archivo PDF.

Ayuntamiento de Barcelona. <http://w1.bcn.cat>

Catálogo de Cata.

Catálogo de Hunter.

Catálogo de Orhegozo.

Catálogo SOLARWORD.

Colectivo de Educación Ambiental, Fundación Ecología y Desarrollo; Guía de bolsillo de Buenas Prácticas, 2005. Archivo PDF.

Densidad excrementos. Reutilización residuos orgánicos. [www.mie.esab.upc.es](http://www.mie.esab.upc.es)

Densidades residuos. [www.gestionintegralresiduos.blogspot.com.es](http://www.gestionintegralresiduos.blogspot.com.es)

Depósito soterrado agua. [www.grafiberica.com](http://www.grafiberica.com)

EAZA. <http://www.eaza.net>

Emisiones de CO<sub>2</sub>. [www.ecorresponsabilidad.es](http://www.ecorresponsabilidad.es)

Equivalencias bombillas LEDs. <http://blog.ledbox.es>

Etiqueta de eficiencia energética. [www.ecoprojecta.es](http://www.ecoprojecta.es)

Factor conversión propano. [www.propanogas.com](http://www.propanogas.com)

Factor de corrección K. [www.cleanergysolar.com](http://www.cleanergysolar.com)

Factor de corrección K. [www.blog.ledbox.es](http://www.blog.ledbox.es)

FAO. Agua y Cultivos, logrando el uso óptimo del agua en la agricultura; 2002. Archivo PDF.

Goteros, tubería y controlador riego. [www.leroymerlin.es](http://www.leroymerlin.es)

Horas de luz solar media. [www.elmejorclimadelmundo.com](http://www.elmejorclimadelmundo.com)

IDESCAT. <http://www.idescat.cat/es/>

Jardín Zoológico – Mendoza. <http://www.parques.mendoza.gov.ar>

Juan Manuel Sancho Ávila, Jesús Riesco Martín, Carlos Jiménez Alonso, M<sup>a</sup> Carmen Sánchez de Cos Escuin, José Montero Cadalso, María López Bartolomé, Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT. Archivo PDF.

Justine de Herder and Christin Streiter, Students of Van Hall Larenstein (WAZA). Sustainability to Implement. October, 2010. Archivo PDF.

Loro Parque. <http://www.loroparque.com/>

Manual de bones practiques ambientals: la gestió dels residus al Zoo de Barcelona, Diciembre del 2008. Archivo PDF.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. [www.magrama.gob.es](http://www.magrama.gob.es)

Mireia Abad Marí, Griselda Anglada Ortiz, Francisca Balle Llabrés, Catalina de Mata Borràs, Estudi del metabolisme energètic i de recursos de l'aviari del Zoo de Barcelona. Mesures cap a la sostenibilitat, 2015. Archivo PDF.

Myriam Rodríguez-Guerra y Federico Guillén-Salazar. Guía para la aplicación de la Ley 31/2003 de conservación de la fauna silvestre en los parques zoológicos. 2007. Archivo PDF.

Placas solares. [www.solardesigntool.com](http://www.solardesigntool.com)

Precio del agua. [www.aiguesdebarcelona.cat](http://www.aiguesdebarcelona.cat)

Requerimientos agua animales. [www.mailxmail.com](http://www.mailxmail.com)

TecDepur Ingeniería; Dotación de agua potable en distintos sectores, 2013. Archivo PDF.

WAZA. <http://www.waza.org/>

Wiki EOI. <http://www.eoi.es/>

Wikipedia. <https://es.wikipedia.org>

Zoo de Barcelona. <http://www.zoobarcelona.com>

Zoológico de San Diego. <http://www.hormigasolar.com>

Zoológico de Miami Florida. <http://www.dforcesolar.com>

Zoológico de Melbourne. <http://wp.cienciaycimiento.com>

## **10. Programación**

## Metabolismo y flujo energético del espacio de La Granja

Meses	Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Junio			Julio	
Semanas	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
<b>Enfoque previo al trabajo</b>																	
Planteamiento inicial del proyecto																	
Búsqueda bibliográfica y documentación																	
Planificación del trabajo																	
Primer contacto con la gente del Zoo																	
<b>Fase inicial</b>																	
Redacción de la Introducción																	
Redacción de la Justificación																	
Redacción objetivos y metodología																	
Programación y elaboración de tablas																	
<b>Trabajo de campo</b>																	
Visitas al Zoo (La Granja)																	
Desarrollo de entrevistas al personal especializado																	
Datos de entradas y salidas de flujos de mat. y energía																	
<b>Redacción de inventario</b>																	
Fauna																	
Flora																	
Energía eléctrica																	
Energía térmica																	
Residuos																	
Agua																	
Alimentos																	
Visitantes																	
<b>Estudio y análisis de datos</b>																	
Analizar el metabolismo energético y los flujos de mat.																	
Relacionar los flujos estudiados y obtener visión global																	
Análisis de resultados																	
Diagnosis																	
<b>Propuestas de mejora</b>																	
Equipo eléctrico																	
Equipo hídrico																	
Equipo térmico																	
Otras propuestas																	
<b>Redacción final</b>																	
Análisis de la viabilidad de las propuestas de mejora																	
Conclusiones																	
Bibliografía																	
Anexos																	
Artículo																	
Presupuesto																	
Calcular de la Huella de Carbono																	
<b>Preparar presentación y exposición</b>																	

## **11. Coste del proyecto**

## Metabolismo y flujo energético del espacio de La Granja

A continuación se expone el coste total de la realización del proyecto, se diferencian los costes variables de los costes fijos. Los costes variables se dividen en recursos humanos y materiales y los costes fijos suponen un 20% de los variables.

**Tabla 11.1. Presupuesto del proyecto. Fuente: Elaboración propia.**

<b>Costes Variables</b>					
<b>Recursos Humanos</b>					
<b>Sueldos</b>	Concepto	Horas	Personal	Precio (€/h)	Total (€)
	Trabajo de campo	45	3	12	1620
	Realización del proyecto	365	3	10	10950
				<b>TOTAL (€)</b>	12570
<b>Viajes</b>	Concepto	Unidades	Personal	Precio (€)	Total (€)
	Coche	1	3	152	152
	Parking	1	3	12,8	12,8
	T-10 (2 zonas)	9	3	19,6	176,4
				<b>TOTAL (€)</b>	341,2
<b>TOTAL RECURSOS HUMANOS (€)</b>			12911,2		
<b>Recursos Materiales</b>					
<b>Material</b>	Concepto	Unidades	Precio (€/unidad)		Total (€)
	Libreta	3	1,5		4,5
	Bolígrafo	3	1,1		3,3
				<b>TOTAL (€)</b>	7,8
<b>Impresión y encuadernación</b>	Concepto	Unidades	Páginas	Precio (€/unidad)	Total (€)
	Documento	2	120	0,36	86,4
	Artículo	2	9	0,36	6,48
	CD	6	-	0,75	4,5
	Encuadernación	2	-	2,36	4,72
				<b>TOTAL (€)</b>	102,1
<b>TOTAL RECURSOS MATERIALES (€)</b>			109,9		
<b>TOTAL COSTES VARIABLES (€)</b>				13021,10	
<b>TOTAL COSTES FIJOS (20%)</b>				2604,22	
<b>IVA (21%)</b>				3281,32	
<b>TOTAL (€)</b>				18906,64	

## **12. Huella de Carbono**

## Metabolismo y flujo energético del espacio de La Granja

Para estimar el impacto ambiental que supone la realización del proyecto de final de grado, se buscan los factores de emisión en la web de la *Oficina Catalana del Canvi Climàtic*. Además, se determinan las distancias de desplazamientos y las horas de uso y potencias de los equipamientos utilizados. Finalmente se obtiene un total de **333,13 kg CO<sub>2</sub> eq.**

**Tabla 12.1. Cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente asociadas a la realización del trabajo. Fuente: Elaboración propia.**

Desplazamientos	Tipo	Distancia (km)	Viajes	Pasajeros	Factor de emisión	Emisiones (kg CO <sub>2</sub> eq)
	Metro	25,24	10	3	0,04 kg CO <sub>2</sub> eq/pers·km	33,7
	Tren	21,8	8	1	0,04 kg CO <sub>2</sub> eq/pers·km	6,59
	Coche (4,6 L/km)	30	2	2	2,61 kg CO <sub>2</sub> eq/L	156,6
Equipamiento	Tipo	Cantidad	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Factor de emisión	Emisiones (kg CO <sub>2</sub> eq)
	Ordenador	3	60	365	0,267 kg CO <sub>2</sub> eq/kWh	17,54
	Iluminación	21	58		0,267 kg CO <sub>2</sub> eq/kWh	118,7
	<b>TOTAL (kg CO<sub>2</sub> eq)</b>					

## **13. Anexos**

### 13.1 Inventario de flora y fauna de La Granja

Tabla 13.1. Inventario de animales del subsistema Establos. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por el Zoo.

<b>Establos</b>
Vaca frisona ( <i>Bos taurus taurus</i> var. frisona)
Burro catalán ( <i>Equus asinus</i> var. catalana)
Percherón ( <i>Equus caballus</i> var. percheron)
Cerdo vietnamita ( <i>Sus scrofa</i> var. vietnam)
Cabra enana del África Occidental ( <i>Capra hircus</i> var. pygmy)
Cabra blanca de Rasquera ( <i>Capra hircus</i> var. rasquera)
Oveja Ripollesa ( <i>Ovis aries</i> var. ripollesa)
Conejo ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> )
Cobaya ( <i>Cavia porcellus</i> )
Rata común ( <i>Rattus norvegicus</i> )
Ratón común ( <i>Mus musculus</i> )

Tabla 13.2. Inventario de animales del subsistema Aulas (*Mira i Toca*). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por el Zoo.

<b><i>Mira i toca</i></b>
Jerbo pequeño de Mongolia ( <i>Meriones unguiculatus</i> )
Cacatúa de cresta amarilla ( <i>Cacatua sulphurea</i> )
Periquito ( <i>Melopsittacus undulatus</i> )
Gorrión de Java ( <i>Padda oryzivora</i> )
Tortuga mapa del Mississippi ( <i>Gratemys kohni</i> )

Tabla 13.3. Inventario de animales del subsistema Jardín (lago). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por el Zoo.

<b>Lago</b>
Carpa ( <i>Cyprinus carpio</i> )

Tabla 13.4. Inventario de animales del subsistema Aulas. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por el Zoo.

Acuarios Aulas de Educación	
Acuario amazónico	<i>Ancistrus dolichopterus</i>
	Cíclid nan cacatua ( <i>Apistogramma cacatuoides</i> )
	Coridora ( <i>Corydoras paleatus</i> )
	<i>Hypostomus plecostomus</i>
	Cíclid nan de Ramírez ( <i>Microgeophagus ramirezi</i> )
	Tetra de ojos rojos ( <i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i> )
	Tetra cardenal ( <i>Paracheirodon Axelrodi</i> )
	Pez ángel ( <i>Pterophyllum scalare</i> )
	Pez disc ( <i>Symphysodon aequifasciatus</i> )
	Pez globo cerrado o Pez globo verde ( <i>Tetraodon nigroviridis</i> )
	Tetra oblicua o Tetra pingüino ( <i>Thayeria boehlkei</i> )
Acuario mediterráneo	Babosa crestada ( <i>Lipophrys pholis</i> )
	Fadrí ( <i>Thalassoma pavo</i> )
	Doncella o Juliola ( <i>Coris julis</i> )
	Gobi de cabeza amarilla ( <i>Gobius xanthocephalus</i> )
	Gobi de morro rojo ( <i>Gobius cruentatus</i> )
	Reyezuelo ( <i>Apogon imberbis</i> )
	Oblada ( <i>Oblada melanura</i> )
	Gran ermitaño ( <i>Dardanus arrosor</i> )
	Cangrejo ermitaño
	Pada ( <i>Cerithium vulgatum</i> )
	Pepino o butifarra de mar ( <i>Holoturia tubulosa</i> )
	Estrella de espinas estrechas ( <i>Coscinasterias tenuispina</i> )
	Erizo común o de roca ( <i>Paracentrotus lividus</i> )
	Erizo negro ( <i>Arbacia lixula</i> )
	Espirógrafo o Palmereta ( <i>Sabella spallanzani</i> )
Anémoma del cangrejo ermitaño ( <i>Calliactis parasitica</i> )	

## 13.2 Inventario de la maquinaria del subsistema Restaurante

Tabla 13.5. Inventario electrodomésticos subsistema Restaurante. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por la empresa Serhs.

Zona	Elemento	Unidades	Potencia (W)
Cocina	Lavavajillas	1	4500
	Nevera mostrador	3	-
	Mantenedor de patatas	2	-
	Cuece pasta	1	-
	Cocina eléctrica (4 fogones + horno)	1	-
	Freidora	2	-
Almacén	Congelador vertical	2	-
	Nevera vertical	1	-
	Arcón	3	270
Carpa	Microondas	1	1200
	Arcón (helados)	4	270
	Arcón (café cero)	1	270
	Baño maría	1	-
	Vitrina nevera	1	-
	Abatidor de temperatura	1	1050
	Congelador vertical	1	-
	Nevera vertical	1	-
	Plancha eléctrica	1	-
	Horno	1	-
	Nevera mostrador	2	-
	Campana	2	-
	Aire acondicionado	4	-
	Sala fría	Nevera mostrador	2
Barra	Microondas	1	1150
	Cafetera	1	-
	Arcón (helados)	1	270
	Nevera mostrador	1	-



<p><b>Tubo LED T8 SMD2835 EPISTAR - 8W - 60cm</b> Tubos LED T8</p>	
--	---

## Tubo LED T8 SMD2835 EPISTAR - 8W - 60cm



El nuevo tubo led con chip LED SMD2835 emite menos calor por lo que aumenta la vida útil con encendido continuo. Sustituyen a los tubos fluorescentes convencionales, ahorrando más del 60% de electricidad, no emite parpadeos ni radiaciones ultravioleta y su encendido es inmediato. Son de fácil sustitución, no requieren mantenimiento y aseguran una alta durabilidad.

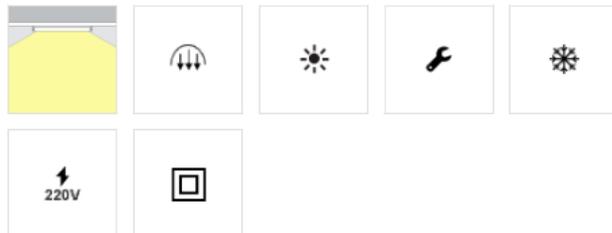
### MODELOS

 Blanco neutro 4000K		Ref. LD1070121 Tubo LED T8 SMD2835 EPISTAR - 8W - 60cm Blanco neutro	<table border="0"> <tr> <td>Potencia</td><td>8</td><td>Flujo luminoso</td><td>860</td></tr> <tr> <td>Ángulo</td><td>120</td><td>Alimentación</td><td>100-240VAC</td></tr> <tr> <td>Color de luz</td><td>neutro</td><td>Temperatura de color</td><td>4000</td></tr> <tr> <td>Número de leds</td><td>48</td><td>Dimensiones</td><td>Ø26x604</td></tr> <tr> <td>Vida útil</td><td>&gt; 50.000 h</td><td>Temp. de trabajo</td><td>-20°C +45°C</td></tr> <tr> <td>Tipo led</td><td>SMD2835</td><td>Protección</td><td>IP44</td></tr> <tr> <td>CRI</td><td>&gt;=75</td><td>Casquillo</td><td>T8-G13</td></tr> </table>	Potencia	8	Flujo luminoso	860	Ángulo	120	Alimentación	100-240VAC	Color de luz	neutro	Temperatura de color	4000	Número de leds	48	Dimensiones	Ø26x604	Vida útil	> 50.000 h	Temp. de trabajo	-20°C +45°C	Tipo led	SMD2835	Protección	IP44	CRI	>=75	Casquillo	T8-G13
Potencia	8	Flujo luminoso	860																												
Ángulo	120	Alimentación	100-240VAC																												
Color de luz	neutro	Temperatura de color	4000																												
Número de leds	48	Dimensiones	Ø26x604																												
Vida útil	> 50.000 h	Temp. de trabajo	-20°C +45°C																												
Tipo led	SMD2835	Protección	IP44																												
CRI	>=75	Casquillo	T8-G13																												

Figura 13.2. Ficha técnica Tubo LED 8W.

<p><b>Tubo LED T8 SMD2835 EPISTAR - 18W - 120cm</b> Tubos LED T8</p>	
--	---

## Tubo LED T8 SMD2835 EPISTAR - 18W - 120cm



El nuevo tubo led con chip LED SMD2835 emite menos calor por lo que aumenta la vida útil con encendido continuo. Sustituyen a los tubos fluorescentes convencionales, ahorrando más del 60% de electricidad, no emite parpadeos ni radiaciones ultravioleta y su encendido es inmediato. Son de fácil sustitución, no requieren mantenimiento y aseguran una alta durabilidad.

### MODELOS

Blanco neutro  
4000K



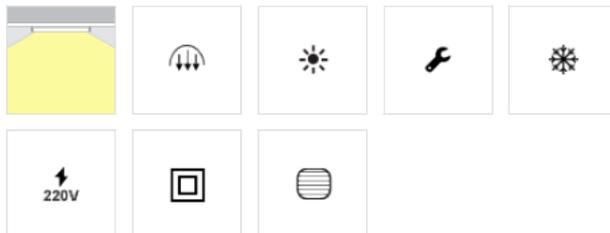
Ref. LD1070321  
Tubo LED T8 SMD2835 EPISTAR - 18W - 120cm Blanco neutro

Potencia	18	Flujo luminoso	1750
Ángulo	120	Alimentación	100-240VAC
Color de luz	neutro	Temperatura de color	4000
Número de leds	96	Dimensiones	Ø26x1214
Vida útil	> 50.000 h	Temp. de trabajo	-20°C +45°C
Tipo led	SMD2835	Protección	IP45
CRI	>=75	Casquillo	T8-G13

Figura 13.3. Ficha técnica Tubo LED 18W.

<p><b>Tubo LED T8 SMD2835 EPISTAR - 25W - 150cm</b> Tubos LED T8</p>	
--	---

## Tubo LED T8 SMD2835 EPISTAR - 25W - 150cm



El nuevo tubo led con chip LED SMD2835 emite menos calor por lo que aumenta la vida útil con encendido continuo. Sustituyen a los tubos fluorescentes convencionales, ahorrando más del 60% de electricidad, no emite parpadeos ni radiaciones ultravioleta y su encendido es inmediato. Son de fácil sustitución, no requieren mantenimiento y aseguran una alta durabilidad.

### MODELOS

 Blanco neutro 4000K		Ref. LD1070421 Tubo LED T8 SMD2835 EPISTAR - 25W - 150cm Blanco neutro	Potencia 25	Ángulo 120	Flujo luminoso 2250	Alimentación 100-240VAC
		Color de luz neutro	Número de leds 132	Vida útil > 50.000 h	Temperatura de color 4000	Dimensiones Ø26x1514
		Tipo led SMD2835	CRI >=75	Temp. de trabajo -20°C +45°C	Protección IP45	Casquillo T8-G13

Figura 13.4. Ficha técnica Tubo LED 25W.

## Tubería Geolia 16 MM - 100 M NEGRO

Ref.14115556 Marca de la casa 



### Ficha Técnica

Tipo de riego	Goteo
Tipo de programador	Tubería
Presión de trabajo o uso recomendado	2,5 bares
Longitud	100 m
Diámetro	16 mm

Figura 13.5. Ficha técnica Tubería riego gota a gota.

## Gotero regulable Geolia REGULABLE

Ref.16937263 Marca de la casa 



### Ficha Técnica

Tipo de riego	Goteo
Tipo de producto	Gotero
Destino/Uso	Para plantas con necesidades de aguas variables.
Caudal	0-60 L/H
Alcance (en metros)	0,01 metros
Presión de trabajo o uso recomendado	1 bar

Figura 13.6. Ficha técnica Gotero riego gota a gota.

## SOLAR SYNC CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES

### Características

- Ajusta automáticamente cada día los tiempos de funcionamiento programados
- Disponibles modelos con cables o sin cables
- Programación de ventana de riego no disponible en la mayoría de programadores
- Cierre en caso de lluvia y helada
- El Sensor Solar Sync puede ser utilizado (sin el Módulo ET) en instalaciones con IMMS
- Incluye soporte de desagüe
- Período de garantía: 5 años
- El sensor incluye la posibilidad de apagado del sensor de lluvia y heladas

### Especificaciones

- Distancia máxima del sensor al módulo: 60 m (modelo con cables) o 240 m (modelo inalámbrico)
- El kit incluye 12 m de cable (modelo con cables)
- El Solar Sync y el Solar Sync Inalámbrico son compatibles con los programadores Pro-C, PCC y I-Core
- Solar Sync SEN y Solar Sync SEN Inalámbrico son compatibles con los programadores X-Core y ACC

### Modelos

**SONDE SOLAR SYNC**  
(con brazo de montaje)  
7,6 cm (altura) x  
22 cm (anchura) x  
2,5 cm (profundidad)



**MÓDULO SOLAR SYNC**  
4,4 cm (altura) x  
13 cm (anchura) x  
1,9 cm (profundidad)



**SENSOR SOLAR SYNC SIN CABLES**  
(con brazo de montaje)  
11 cm (altura) x  
22 cm (anchura) x  
2,5 cm (profundidad)



**RECEPTOR SOLAR SYNC SIN CABLES**  
14 cm (altura) x  
3,8 cm (anchura) x  
3,8 cm (profundidad)



SOLAR SYNC	
Modelos	Descripción
SOLAR-SYNC	Juego Solar Sync para usar con los programadores PCC, Pro-C y I-Core Incluye Sensor Solar Sync y Módulo Ilustrado
SOLAR-SYNC-SEN	Sensor Solar Sync para usar con los programadores ACC y X-Core Incluye sólo el Sensor Solar Sync (Módulo no necesario para los programadores X-Core y ACC)
WSS	Juego Inalámbrico Solar Sync para usar con los programadores PCC, Pro-C y I-Core Incluye Sensor Inalámbrico Solar Sync, Receptor Inalámbrico y Módulo Ilustrado
WSS-SEN	Sensor Inalámbrico Solar Sync para usar con los programadores ACC y X-Core Incluye Sensor Inalámbrico Solar Sync y Receptor Inalámbrico Ilustrado (Módulo no necesario para los programadores X-Core y ACC)

Figura 13.7. Ficha Técnica sensor solar.

## SOIL-CLIK™ CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES

### Características

- Con un vistazo conocemos el nivel de humedad del suelo
- Cierra el riego cuando alcanzan los niveles de humedad fijados
- Con un solo toque de botón podemos anular el sensor para situaciones especiales
- Armario de Intemperie de bajo voltaje alimentado por el programador
- Instalación sencilla, la sonda puede estar hasta a 300 m del programador
- Conéctelo a la entrada de sensor de un programador Hunter, o úselo para cortar el cable común en prácticamente cualquier sistema de riego de 24 VCA
- Utilice las entradas de sensor Clik con X-Core®, Pro-C®, I-Core®, y ACC
- Clik entradas del sensor
- Complemento Ideal con Solar Sync®
- Periodo de Garantía: 5 años

### Especificaciones de Funcionamiento

- Máxima distancia del módulo de control a programador: 2 m
- Máxima distancia del módulo de control al sensor : 300 m
- Corriente de entrada: 24 VCA, 100mA max
- Salida: Normalmente cerrado
- Caja : NEMA 3R, Interior/exterior

### Instalación de Sonda



### Componentes

#### SOIL-CLIK Módulo

Altura: 11,4 cm  
Anchura: 8,9 cm  
Profundidad: 3,2 cm  
Alimentación: 24 VCA,  
100mA max  
Cables: 80 cm



#### SOIL-CLIK Sonda

Diámetro: 2,2 cm  
Altura: 8,3 cm  
Cable a sonda: 300 m máximo  
1 mm<sup>2</sup> Cable Entierro Directo  
Cables: 80 cm



Figura 13.8. Ficha Técnica sensor de humedad.

# Arcus

## Aquasensor

- Todos los componentes están montados en el cuerpo del grifo.
- Las pilas se encuentran en un módulo aparte que se puede montar debajo del lavabo.
- Temperatura regulable.
- Para una correcta regulación de caudal hay que conectar las tuberías de alimentación a llaves de paso (no incluidas).
- Latiguillos flexibles de conexión R 3/8" y válvulas de retención suministrados de manera estándar.
- Funciona 6 años con 4 pilas alcalinas AA a una media de 100 ciclos por día (incluidas).



Pulsador de mezcla para regular la temperatura del agua deseada.



También disponible sin botón de mezcla. Para agua fría o premezclado.



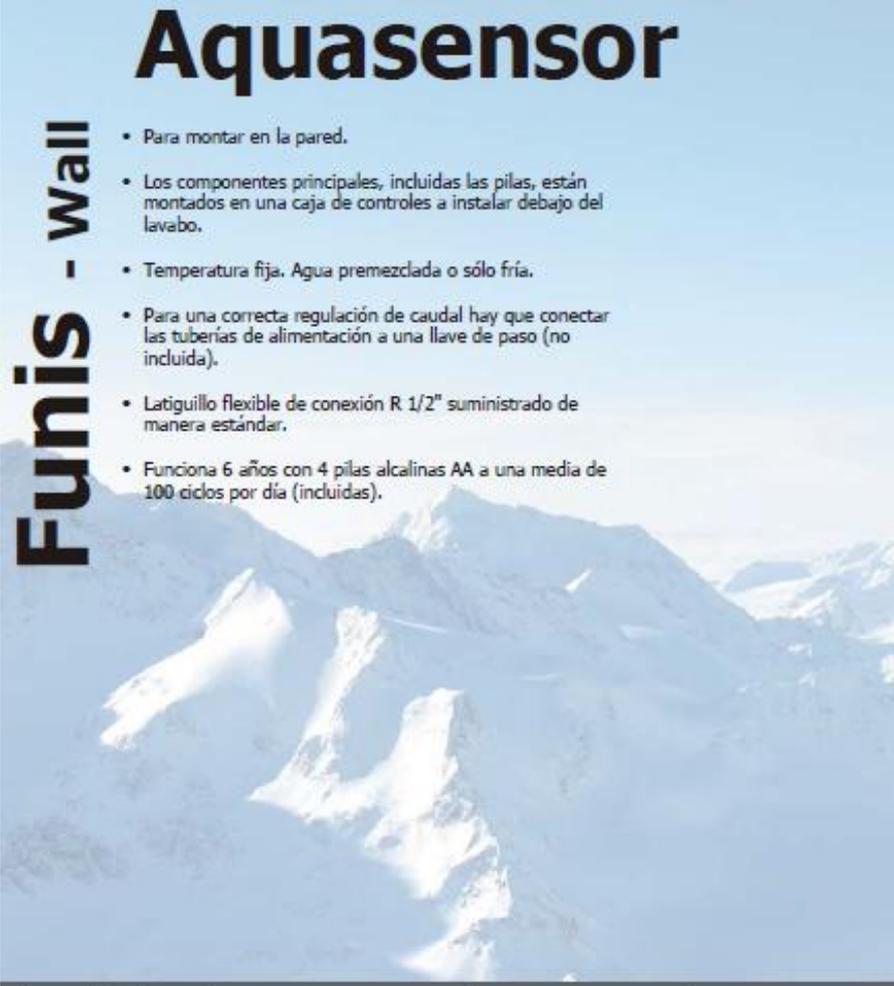
Instalación sencilla. Todos los componentes se encuentran en el cuerpo del grifo. Pilas en módulo aparte para montar bajo el lavabo.

Figura 13.9. Ficha técnica Grifería Arcus.

# Aquasensor

## Funis - wall

- Para montar en la pared.
- Los componentes principales, incluidas las pilas, están montados en una caja de controles a instalar debajo del lavabo.
- Temperatura fija. Agua premezclada o sólo fría.
- Para una correcta regulación de caudal hay que conectar las tuberías de alimentación a una llave de paso (no incluida).
- Latiguillo flexible de conexión R 1/2" suministrado de manera estándar.
- Funciona 6 años con 4 pilas alcalinas AA a una media de 100 ciclos por día (incluidas).



Diseño elegante, almacenado, aerezador. Seguro de robo.



Componentes principales en caja de controles para montar debajo del lavabo. También dotado de compartimento para las pilas. Dimensión total: 150x120x63

Figura 13.10. Ficha técnica Grifería Funis-Wall.