

Metabolismo de los vectores ambientales del Terrario del parque Zoológico de Barcelona

Adrián Calventos García, Jonathan Casanova Álvarez, Yeray Nieves
Royo, Marc París Musolas, Víctor Villalba González

Trabajo de fin de Grado

Ciències Ambientals

Tutores:

Dr. Joan Rieradevall

Dra. Almudena Hierro

Dr. Martí Boda

Prof. Jordi Duch

Bellaterra, Febrer 2015



Institut de Ciència
i Tecnologia Ambientals-UAB

Agradecimientos

Especial agradecimiento a la entidad del Parque Zoológico de Barcelona, la posibilidad de realizar este estudio, así como a los empleados de las oficinas, que han ayudado a la obtención de datos bibliográficos, procedimientos y contactos. Agradecer especialmente, a Eulalia Bohigas, Rafael Cebrián, Héctor López y Raquel Hernández, por el tiempo dedicado a responder las dudas que se plantearon a lo largo del estudio y por su gran aportación en sus diferentes puntos de vista, sobre objetivos relevantes, procedimientos y acciones. También agradecer a los técnicos del Terrario, su dedicación a la hora de aportar datos y características del Terrario, así como el tiempo dedicado a mostrarnos todas las partes de la instalación. Por último agradecer al profesorado responsable de la coordinación del Trabajo Final de Grado, al Dr. Joan Rieradevall, Dra. Almudena Hierro, Dr. Martí Boada y al profesor Jordi Duch, por los conocimientos aportados, las correcciones y críticas constructivas, así como, los procedimientos y los puntos de vista aportados.

***“No es el cambio lo que produce dolor, sino la
resistencia a él”***

Buda

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	14
2. ANTECEDENTES.....	16
2.1 Los Zoológicos del mundo	16
2.2 Sistema de estudio.....	18
2.2.1 Historia	18
2.2.2 El Zoo en la actualidad	19
2.2.3 El Terrario.....	19
2.2.4 Visitantes.....	21
2.3 El Medio Natural del Terrario	21
2.3.1 Precipitaciones y clima.....	22
2.3.2 Radiación solar	23
2.3.3 El viento.....	26
2.4 Consumo de recursos del Zoológico y las acciones de mejora	29
2.4.1 Consumo energético	29
2.4.2 El sistema hídrico del Zoológico	33
2.4.3 Consumo de Alimentos	35
2.4.4 Generación de Residuos.....	36
2.5 Antecedentes legales	36
2.5.1 Sector eléctrico	37
2.5.2 Residuos Sólidos Urbanos	37
2.5.3 Aguas residuales.....	38
2.5.4 Alimentación	39
2.5.5 Normativa en los parques Zoológicos	40
2.5.6 Normativa de edificación	40
3. JUSTIFICACIÓN	41
4. OBJETIVOS.....	42
5. METODOLOGÍA	43
5.1 Metodología inventario	45
5.1.1 El impacto del Terrario	45
5.1.2 El consumo eléctrico y térmico	45
5.1.3 El consumo de agua	47
5.1.4 Impactos de la construcción	47
5.1.5 Visitantes.....	50
5.1.6 Grafía de CO ₂	50

5.1.7 Acciones de mejora	51
5.2 Realización del Inventario	52
5.2.1 Inventario energético.....	52
5.2.2 Inventario hídrico.....	57
5.2.3 Inventario alimentos	58
5.3 Cálculos sobre la aplicación de energías renovables y captación de precipitaciones	60
5.3.1 Cálculo del potencial de la energía fotovoltaica	60
5.3.2 Cálculo del potencial de la energía eólica	61
5.3.3 Cálculo del potencial de la energía fototérmica	62
5.3.4 Cálculo del potencial de la captación de precipitaciones	63
5.3.5 Cálculo del potencial de otras alternativas energéticas	64
5.3.6 Cálculo del potencial de la energía térmica	64
5.4 Programación.....	66
6. INVENTARIO Y DIAGNOSIS.....	67
6.1 Introducción al ámbito de estudio	67
6.2 Inventario y diagnosis energética.....	71
6.2.1 Diagnóstico del consumo de la iluminación en las vitrinas laterales.....	74
6.2.2 Diagnóstico de la iluminación de pasillos	78
6.2.3 Diagnóstico del consumo de la iluminación en las vitrinas móviles.....	80
6.2.4 Diagnóstico del consumo de la iluminación en Despachos	82
6.2.5 Diagnóstico del consumo de la iluminación por zonas.....	85
6.2.6 Consumo eléctrico en bombas.....	86
6.2.7 Diagnóstico del consumo eléctrico en bombas	87
6.2.8 Consumo eléctrico de otros equipos eléctricos	88
6.2.9 Diagnóstico del consumo en Equipos Eléctricos.....	89
6.2.10 Consumo eléctrico total	90
6.2.11 Cálculo del espacio disponible, potencial de las energías renovables y captación de precipitaciones.....	91
6.2.12 Cálculos del consumo térmico del Terrario	97
6.2.13 Diagnóstico del consumo en Calderas de Gas Natural	98
6.3 Inventario y diagnosis hídrica.....	100
6.3.1 Consumo hídrico en las vitrinas centrales.....	100
6.3.2 Diagnóstico del consumo hídrico en las vitrinas centrales	101
6.3.3 Diagnóstico del consumo hídrico en las vitrinas laterales.....	103
6.3.4 Consumo hídrico en las vitrinas exteriores	104
6.3.5 Diagnóstico del consumo hídrico en las vitrinas exteriores	105
6.3.6 Consumo hídrico de vitrinas primera planta.....	106
6.3.7 Diagnóstico del consumo hídrico en las vitrinas de la primera planta	107
6.3.8 Consumo de agua por alimentación	108
6.3.9 Diagnóstico del consumo hídrico para alimentación.....	109
6.3.10 Consumo hídrico total.....	110
6.3.11 Diagnóstico del consumo hídrico general.....	111

6.4 Inventario y diagnosis de alimentos/residuos	112
6.4.1 Alimentación	112
6.4.2 Diagnosi de alimentaci3n	113
6.4.3 Residuos	115
6.4.4 Diagnosi de residuos.....	115
6.5 Inventario y diagnosis de Visitantes	116
6.5.1 Diagnosi de los Visitantes	117
6.6 Huella de CO₂ equivalente	119
6.6.1 Vector el3ctrico e h3drico	119
6.6.2 Vector t3rmico	120
6.6.3 CO ₂ y Visitantes.....	121
6.6.4 CO ₂ por 3rea de estudio.....	121
6.7 Inventario y diagnosis arquitect3nica.....	122
6.7.1 Fase 1 ACV Terrario	122
6.7.2 Fase 2 ACV Terrario	123
6.7.3 Fase 3 ACV Terrario	123
6.7.4 Fase 4 ACV Terrario	123
6.7.5 Diagnosi de los elementos arquitect3nicos.....	124
6.8 Diagnosi final.....	126
7. CONCLUSIONES	129
8. FICHAS DE ACCIONES.....	132
9. COSTE DEL TRABAJO.....	156
10. ART3CULO CIENT3FICO.....	158
11. BIBLIOGRAF3A	172
12. ANEXOS	175

Índice de Figuras

1. INTRODUCCIÓN.....	14
Figura 1.1 Ortofoto 1:5000 del Zoo de Barcelona. 2015. Zoo remarcado.	15
2. ANTECEDENTES	16
2.1 Los Zoológicos del mundo	16
2.2 Sistema de estudio.....	18
2.2.1 Historia	18
2.2.2 El Zoo en la actualidad	19
2.2.3 El Terrario.....	19
Figura 2.1 Ortofoto 1:5000 localización del Terrario. ICC, 2013	20
2.2.4 Visitantes.....	21
2.3 El Medio Natural del Terrario	21
2.3.1 Precipitaciones y clima	22
2.3.2 Radiación solar	23
Figura 2.2. Gráfica de pluviometría en Barcelona. AEMET, 2014	23
Figura 2.3 Gráfica en columnas de radiación en el ámbito de estudio. AEMET, 2013	24
2.3.3 El viento.....	26
2.4 Consumo de recursos del Zoológico y las acciones de mejora	29
2.4.1 Consumo energético	29
Figura 2.4 Consumo eléctrico en el Zoo de Barcelona. Auditoría Applus., 2013.....	30
Figura 2.5 Consumo eléctrico Zoo de Barcelona, Auditoría Applus. 2013.....	32
2.4.2 El sistema hídrico del Zoológico	33
Figura 2.6 Consumo de agua en el Zoo de Barcelona. Auditoría Applus, 2013.	34
2.4.3 Consumo de Alimentos	35
2.4.4 Generación de Residuos.....	36
2.5 Antecedentes legales	36
2.5.1 Sector eléctrico	37
2.5.2 Residuos Sólidos Urbanos	37
2.5.3 Aguas residuales.....	38
2.5.4 Alimentación	39
2.5.5 Normativa en los parques Zoológicos	40
2.5.6 Normativa de edificación.	40
3. JUSTIFICACIÓN	41
4. OBJETIVOS.....	42
5. METODOLOGÍA	43
Figura 5.1 Diagrama sobre la metodología del trabajo.	44

5.1 Metodología inventario	45
5.1.1 El impacto del Terrario	45
5.1.2 El consumo eléctrico y térmico	45
5.1.3 El consumo de agua	47
5.1.4 Impactos de la construcción	47
5.1.5 Visitantes.....	50
5.1.6 Grafía de CO ₂	50
5.1.7 Acciones de mejora	51
5.2 Realización del inventario	52
5.2.1 Inventario energético.....	52
Figura 5.2 Bombilla UVA.	54
Figura 5.3 Bombillas incandescentes.....	55
Figura 5.4 Bombilla bajo consumo.....	56
5.2.2 Inventario hídrico.....	57
5.2.3 Inventario alimentos	58
5.3 Cálculos sobre la aplicación de energías renovables y captación de precipitaciones	60
5.3.1 Cálculo del potencial de la energía fotovoltaica	60
5.3.2 Cálculo del potencial de la energía eólica	61
5.3.3 Cálculo del potencial de la energía fototérmica	62
5.3.4 Cálculo del potencial de la captación de precipitaciones	63
5.3.5 Cálculo del potencial de otras alternativas energéticas	64
5.3.6 Cálculo del potencial de la energía térmica	64
5.4 Programación.....	66
6. INVENTARIO Y DIAGNOSIS.....	67
6.1 Introducción al ámbito de estudio	67
Figura 6.1 Foto de la entrada al Terrario.	67
Figura 6.2 Tejado del Terrario y claraboyas.	67
Figura 6.3 Mapa de planta baja del Terrario.	68
Figura 6.4 Vitrina central, Fuente: Web del Zoo de Barcelona, 2014	68
Figura 6.5 Vitrinas móviles agrupadas.....	69
Figura 6.6 Vitrina lateral visible desde la entrada al público del Terrario.	69
Figura 6.7 Mapa de primera planta del Terrario.	70
Figura 6.8 Foto de una vitrina lateral vista des de la planta superior del Terrario.	70
Figuras 6.9 Vitrinas móviles de la planta superior.	71
6.2 Inventario y diagnosis energética.....	71
Figura 6.10 Gráfico recuento bombillas en vitrinas laterales.	73
Figura 6.11 Gráfico de huella de carbono en vitrinas laterales.	74
6.2.1 Diagnósis del consumo de la iluminación en las vitrinas laterales.....	74
Figura 6.12 Gráfico de bombillas pasillo planta baja.	77
Figura 6.13 Gráfico de bombillas en primera planta.	77
6.2.2 Diagnósis de la iluminación de pasillos	78
Figura 6.14 Gráfico de bombillas en vitrinas móviles.	80
6.2.3 Diagnósis del consumo de la iluminación en las vitrinas móviles	80
Figura 6.15 Gráfico de la huella de carbono en despacho.....	81

6.2.4 Diagnósis del consumo de la iluminación en Despachos	82
Figura 6.16 Gráfico de huella de carbono de bombillas totales.	84
Figura 6.17 Gráfico de bombillas totales por estancias.	84
6.2.5 Diagnósis del consumo de la iluminación por zonas	85
6.2.6 Consumo eléctrico en bombas.....	86
Figura 6.18 Gráfico de número de bombas.	86
Figura 6.19 Gráfico consumo eléctrico anual por tipo de bomba.	87
6.2.7 Diagnósis del consumo eléctrico en bombas	87
6.2.8 Consumo eléctrico de otros equipos eléctricos	88
Figura 6.20 Gráfico del impacto de otros aparatos eléctricos.	89
6.2.9 Diagnósis del consumo en Equipos Eléctricos.....	89
6.2.10 Consumo eléctrico total	90
Figura 6.21 Gráfico del consumo eléctrico anual.	90
6.2.11 Cálculo del espacio disponible, potencial de las energías renovables y captación de precipitaciones.....	91
Figura 6.22 Mapa del tejado del Terrario con secciones de posible instalación de placas solares. .	93
6.2.12 Cálculos del consumo térmico del Terrario	97
Figura 6.22 Gráfico de huella de carbono total en Terrario.	98
6.2.13 Diagnósis del consumo en Calderas de Gas Natural	98
6.3 Inventario y diagnósis hídrica.....	100
6.3.1 Consumo hídrico en las vitrinas centrales.....	100
Figura 6.23 Gráfico de consumo de agua en vitrinas centrales.	101
6.3.2 Diagnósis del consumo hídrico en las vitrinas centrales	101
Figura 6.24 Gráfico de consumo de agua en vitrinas laterales.	103
6.3.3 Diagnósis del consumo hídrico en las vitrinas laterales.....	103
6.3.4 Consumo hídrico en las vitrinas exteriores	104
Figura 6.25 Gráfico de consumo de agua en vitrinas exteriores.	105
6.3.5 Diagnósis del consumo hídrico en las vitrinas exteriores	105
6.3.6 Consumo hídrico de vitrinas primera planta.....	106
Figura 6.26 Gráfico de consumo de agua en vitrinas de primera planta.	107
6.3.7 Diagnósis del consumo hídrico en las vitrinas de la primera planta	107
6.3.8 Consumo de agua por alimentación	108
Figura 6.27 Gráfico de consumo de agua por alimentación de animales.	109
6.3.9 Diagnósis del consumo hídrico para alimentación.....	109
6.3.10 Consumo hídrico total.....	110
Figura 6.28 Gráfico de comparativa volumen/consumo por limpieza.	110
Figura 6.29 Gráfico de consumo total de agua mensual.	110
6.3.11 Diagnósis del consumo hídrico general.....	111
6.4 Inventario y diagnósis de alimentos/residuos	112
6.4.1 Alimentación	112
6.4.2 Diagnósis de alimentación	113
Figura 6.30 Gráfico de alimentación animales.	113
6.4.3 Residuos	115
6.4.4 Diagnósis de residuos.....	115
Figura 6.31 Gráfico de residuos por semana en Terrario.	115
6.5 Inventario y diagnósis de Visitantes	116
Figura 6.32 Gráfico de visitantes por hora en el Terrario.	117

6.5.1 Diagn0sis de los Visitantes	117
6.6 Huella de CO₂ equivalente	119
6.6.1 Vector el6ctrico e h6drico	119
6.6.2 Vector t6rmico	120
6.6.3 CO ₂ y Visitantes	121
6.6.4 CO ₂ por 6rea de estudio	121
6.7 Inventario y diagn0sis arquitect0nica	122
6.7.1 Fase 1 ACV Terrario	122
6.7.2 Fase 2 ACV Terrario	123
6.7.3 Fase 3 ACV Terrario	123
6.7.4 Fase 4 ACV Terrario	123
6.7.5 Diagn0sis de los elementos arquitect0nicos	124
6.8 Diagn0sis final	126
Figura 6.32 Diagrama de verificaci3n	128
7. CONCLUSIONES	129
8. FICHAS DE ACCIONES	132
9. COSTE DEL TRABAJO	156
10. ART6CULO CIENT6FICO	158
11. BIBLIOGRAF6A	172
12. ANEXOS	175
Figura 12.1 Gr6fico de consumo por bombilla y vitrina lateral en horario 7h 30'	175
Figura 12.2 Gr6fico de consumo por bombilla y vitrina lateral en horario 10 h.	175
Figura 12.3 Gr6fico de consumo por bombilla y vitrina lateral en horario 9h.	176
Figura 12.4 Gr6fico de consumo por bombilla y vitrina lateral en navidad (2h).....	176
Figura 12.5 Gr6fica de consumo en iluminaci3n por periodo en vitrinas laterales.	177
Figura 12.6 Mapa planta baja del Terrario y consumo de vitrinas laterales por colores.	178
Figura 12.7 Mapa de primera planta del Terrario y tipificaci3n por tipo de vitrina.	179
Figura 12.8 Procedimiento energ6a fotovoltaica.	180
Figura 12.9 Procedimiento energ6a fotot6rmica.....	180
Figura 12.10 Procedimiento energ6a e3lica.	180

Índice Tablas

1. INTRODUCCIÓN	14
2. ANTECEDENTES	16
2.1 Los Zoológicos del mundo	16
2.2 Sistema de estudio	18
2.2.1 Historia	18
2.2.2 El Zoo en la actualidad	19
2.2.3 El Terrario.....	19
2.2.4 Visitantes.....	21
2.3 El Medio Natural del Terrario	21
2.3.1 Precipitaciones y clima.....	22
Tabla 2.1 Precipitación en el ámbito de estudio del Zoo. AEMET, 2013	22
2.3.2 Radiación solar	23
Tabla 2.2 Radiación incidente en la estación de la UB referente a los meses del año. AEMET, 2013.	24
2.3.3 El viento.....	26
Figura 2. 1 Mapa de velocidad del viento en la Península Ibérica. CENER, 2011.	28
2.4 Consumo de recursos del Zoológico y las acciones de mejora	29
2.4.1 Consumo energético	29
2.4.2 El sistema hídrico del Zoológico	33
2.4.3 Consumo de Alimentos	35
2.4.4 Generación de Residuos.....	36
2.5 Antecedentes legales	36
2.5.1 Sector eléctrico	37
2.5.2 Residuos Sólidos Urbanos	37
2.5.3 Aguas residuales.....	38
2.5.4 Alimentación	39
2.5.5 Normativa en los parques Zoológicos	40
2.5.6 Normativa de edificación.	40
3. JUSTIFICACIÓN	41
4. OBJETIVOS	42
5. METODOLOGÍA	43
5.1 Metodología inventario	45
5.1.1 El impacto del Terrario.....	45
5.1.2 El consumo eléctrico y térmico	45

5.1.3 El consumo de agua	47
5.1.4 Impactos de la construcción	47
Tabla 5.1 Etapas ACV “Sustainability of construction works”	48
5.1.5 Visitantes.....	50
5.1.6 Grafía de CO ₂	50
5.1.7 Acciones de mejora	51
5.2 Realización del Inventario	52
5.2.1 Inventario energético.....	52
Tabla 5.2 Horarios del Zoo de Barcelona.	53
5.2.2 Inventario hídrico.....	57
5.2.3 Inventario alimentos	58
Tabla 5.3 Productos alimenticios de importación.	58
5.3 Cálculos sobre la aplicación de energías renovables y captación de precipitaciones	60
5.3.1 Cálculo del potencial de la energía fotovoltaica	60
5.3.2 Cálculo del potencial de la energía eólica	61
5.3.3 Cálculo del potencial de la energía fototérmica	62
5.3.4 Cálculo del potencial de la captación de precipitaciones	63
5.3.5 Cálculo del potencial de otras alternativas energéticas	64
5.3.6 Cálculo del potencial de la energía térmica	64
5.4 Programación.....	66
Tabla 5.4 Programación del trabajo con diferenciación por colores de las entregas.	66
6. INVENTARIO Y DIAGNOSIS.....	67
6.1 Introducción al ámbito de estudio	67
6.2 Inventario y diagnóstico energética.....	71
Tabla 6.1 Consumo eléctrico por vitrinas laterales.	72
Tabla 6.2 Tipificación del consumo en vitrinas laterales.	73
6.2.1 Diagnóstico del consumo de la iluminación en las vitrinas laterales.....	74
Tabla 6.3 Luces en pasillo planta baja y luces pasillo primera planta.....	76
Tabla 6.4 Consumo por periodos en pasillos.	76
Tabla 6.5 Tipificación de consumo en pasillos.....	76
6.2.2 Diagnóstico de la iluminación de pasillos	78
Tabla 6.6 Consumo por tipo de luz.	79
Tabla 6.7 Tipificación de consumo por tipo d luz.	79
6.2.3 Diagnóstico del consumo de la iluminación en las vitrinas móviles	80
Tabla 6.8 Consumo en despachos.	81
6.2.4 Diagnóstico del consumo de la iluminación en Despachos	82
Tabla 6.9 Luces por zonas del Terrario.	83
Tabla 6.10 Tipificación del consumo por tipo de luz y zona.	83
6.2.5 Diagnóstico del consumo de la iluminación por zonas	85
6.2.6 Consumo eléctrico en bombas.....	86
Tabla 6.11 Consumo en bombas.....	86
6.2.7 Diagnóstico del consumo eléctrico en bombas	87
6.2.8 Consumo eléctrico de otros equipos eléctricos	88
Tabla 6.12 Consumo en otros equipos eléctricos.	88

Tabla 6.13 Tipificación de consumo en otros equipos.....	88
6.2.9 Diagnóstico del consumo en Equipos Eléctricos.....	89
6.2.10 Consumo eléctrico total.....	90
6.2.11 Cálculo del espacio disponible, potencial de las energías renovables y captación de precipitaciones.....	91
Tabla 6.14 Potencial energías renovables.	91
Tabla 6.15 Potencial energías renovables en el tejado del Terrario.....	92
Tabla 6.16 Datos técnicos fotovoltaica y eólica.....	92
Tabla 6.17 Datos técnicos térmicos y de captación.....	92
Tabla 6.18 Datos técnicos piezoeléctrica y biomasa	92
Tabla 6.19 Consumo térmico en el Terrario.	95
6.2.12 Cálculos del consumo térmico del Terrario	97
6.2.13 Diagnóstico del consumo en Calderas de Gas Natural	98
6.3 Inventario y diagnóstico hídrica.....	100
6.3.1 Consumo hídrico en las vitrinas centrales.....	100
Tabla 6.20 Consumo hídrico en vitrinas centrales.	100
Tabla 6.21 Tipificación de consumo hídrico en vitrinas centrales.	100
6.3.2 Diagnóstico del consumo hídrico en las vitrinas centrales.....	101
Tabla 6.22 Consumo hídrico en vitrinas laterales.....	102
Tabla 6.23 Tipificación de consumo hídrico en vitrinas laterales.	103
6.3.3 Diagnóstico del consumo hídrico en las vitrinas laterales.....	103
6.3.4 Consumo hídrico en las vitrinas exteriores.....	104
Tabla 6.24 Consumo hídrico en vitrinas exteriores.	104
Tabla 6.25 Tipificación de consumo hídrico en vitrinas exteriores.....	104
6.3.5 Diagnóstico del consumo hídrico en las vitrinas exteriores	105
6.3.6 Consumo hídrico de vitrinas primera planta.....	106
Tabla 6.26 Consumo hídrico en vitrinas primera planta.....	106
Tabla 6.27 Tipificación de consumo hídrico en vitrinas primera planta	106
6.3.7 Diagnóstico del consumo hídrico en las vitrinas de la primera planta	107
6.3.8 Consumo de agua por alimentación	108
Tabla 6.28 Tabla de consumo hídrico por alimentación.....	108
Tabla 6.29 Tipificación de consumo hídrico por alimentación.	108
6.3.9 Diagnóstico del consumo hídrico para alimentación.....	109
6.3.10 Consumo hídrico total.....	110
6.3.11 Diagnóstico del consumo hídrico general.....	111
6.4 Inventario y diagnóstico de alimentos/residuos	112
6.4.1 Alimentación	112
Tabla 6.30 Tipo de alimentos de animales.	112
6.4.2 Diagnóstico de alimentación	113
6.4.3 Residuos	115
Tabla 6.31 Residuos Terrario.	115
6.4.4 Diagnóstico de residuos.....	115
6.5 Inventario y diagnóstico de Visitantes	116
Tabla 6.31 Recuento visitantes Terrario.	116
6.5.1 Diagnóstico de los Visitantes	117
6.6 Huella de CO₂ equivalente	119

6.6.1 Vector eléctrico e hídrico	119
Tabla 6.32 Huella de carbono en electricidad por visitante y por m ²	119
6.6.2 Vector térmico	120
Tabla 6.33 Huella de carbono en calderas por visitante y m ²	120
6.6.3 CO ₂ y Visitantes	121
6.6.4 CO ₂ por área de estudio	121
6.7 Inventario y diagnosis arquitectónica.....	122
6.7.1 Fase 1 ACV Terrario	122
6.7.2 Fase 2 ACV Terrario	123
6.7.3 Fase 3 ACV Terrario	123
6.7.4 Fase 4 ACV Terrario	123
6.7.5 Diagnosi de los elementos arquitectónicos.....	124
6.8 Diagnosi final.....	126
Tabla 6.34 Consumos anuales Terrario.....	126
Tabla 6.35 Consumos anuales Terrario/Zoo y su relación.	127
Tabla 6.36 Valoración de los datos anteriores.....	127
7. CONCLUSIONES	129
8. FICHAS DE ACCIONES.....	132
Tabla 8.1 Clasificación de las fichas de mejoras.	132
9. COSTE DEL TRABAJO.....	156
Tabla 9.1 Costes del trabajo	156
10. ARTÍCULO CIENTÍFICO.....	158
11. BIBLIOGRAFÍA	172
12. ANEXOS	175

1. Introducción

Este trabajo, tiene como finalidad presentar y evaluar las diferentes características ambientales, relacionadas con un edificio emblemático del Zoo de Parque Zoológico de Barcelona, el Terrario. El proyecto se centra en el estudio del Metabolismo de los vectores ambientales del Terrario, centrandose en el análisis de los vectores energético, hídrico, alimentos y residuos, para poder así calcular los consumos, los impactos que genera la actividad y los posibles beneficios ambientales, que pueda desarrollar la actividad. Este trabajo ha sido posible gracias al acuerdo entre el actual profesorado responsable de la coordinación de los trabajos de final de grado, en la UAB y el Zoológico de Barcelona (Ayuntamiento de Barcelona), facilitando así el estudio más detallado del sistema, gracias a las pautas de los coordinadores y la ayuda de los trabajadores y responsables del Zoo.

Este proyecto, pretende ayudar en la gestión de estos vectores ambientales, a través del estudio de los protocolos de gestión de los responsables del Terrario, el análisis del potencial de las energías renovables y la captación de las precipitaciones, el análisis de la afluencia de visitantes, el impacto generado en cada fase de la actividad (Desde que nace hasta que muere) y la contabilización del consumo de dichos vectores. Una vez marcados los límites y pautas del trabajo se iniciará una búsqueda exhaustiva de información histórica, técnica y cartográfica, para poder contextualizar nuestro sistema de estudio.

A partir de las necesidades del Zoo y del propio Terrario, se marcarán una serie de objetivos a seguir, destinados a la mejora de las dimensiones social, económica y ambiental. Estos objetivos deben enmarcar las necesidades actuales, de dichas dimensiones y potenciar los valores naturales y educativos que ejerce esta actividad.

Todo y que el estudio se centra en la mejora de la gestión de dichos vectores, no se debe olvidar la función principal del Terrario, que es la conservación, estudio y protección de las diferentes especies que lo habitan. Por tanto, se valorarán aquellas acciones que además de representar una mejora para la actividad, representen una mejora en la calidad de vida de dichas especies. Para esto, este estudio pretende revisar las diferentes necesidades energéticas, hídricas, sanitarias y alimentarias de las especies, haciendo hincapié en aquellas especies que presenten indicadores o valores como; el valor de la conservación de especies en peligro, el valor pedagógico o la rentabilidad económica.

Este tipo de actividad, engloba una serie de necesidades energéticas, hídricas y alimentarias, que hacen del Terrario, una actividad consumidora de grandes

cantidades de recursos. Esta situación permite a los integrantes del grupo, desarrollar todo su potencial como ambientólogos, a la hora de presentar acciones de mejora en el sistema, que ayuden o favorezcan la preservación de esta histórica y emblemática actividad. La introducción de las energías renovables, en el sistema, comportará un cambio de concepción y funcionamiento del sistema. Estas energías renovables son aquellas que dependen de los factores ambientales, que provienen de la interacción de los diferentes elementos naturales con la radiación solar. Por tanto estas energías son no finitas y no provocan emisiones de CO₂, ya que durante su aprovechamiento el balance de CO₂ es neutro. Por tanto se cree que con estas energías se llegará a autoabastecer un porcentaje considerable del consumo del Terrario y darán un valor añadido a la actividad.

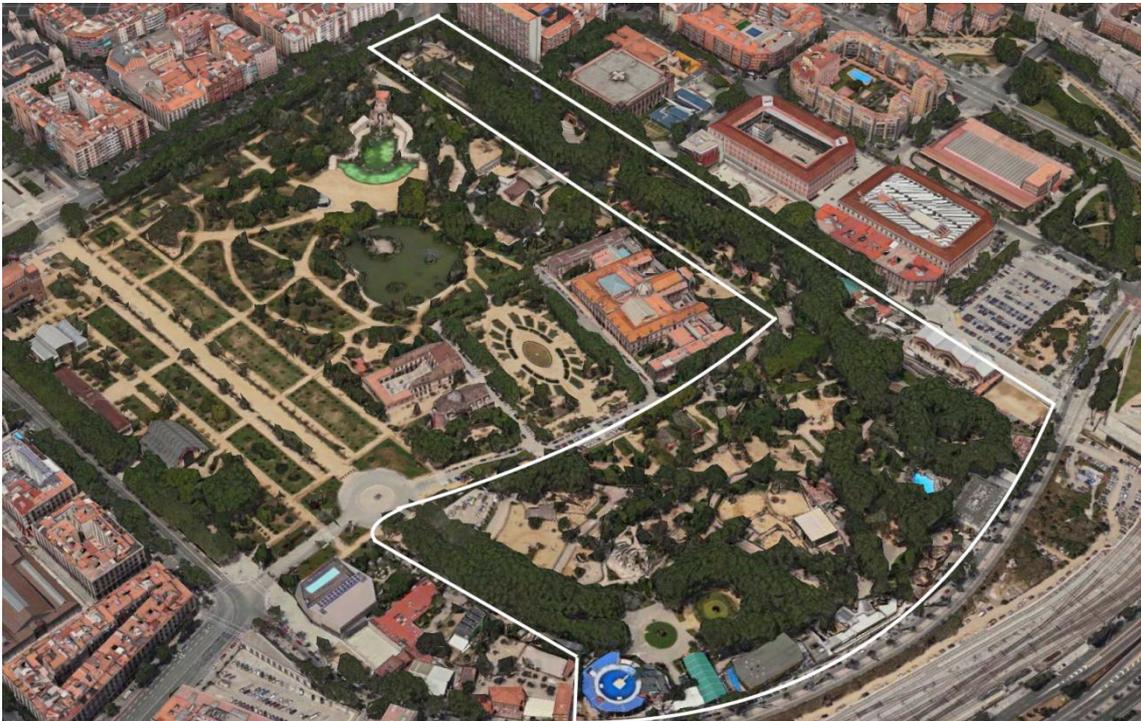


Figura 1.1 Ortofoto 1:5000 del Zoo de Barcelona. 2015. Zoo remarcado.

En la Figura 1.1, se puede apreciar una ortofoto del parque de la Ciudadela, lugar donde se ubica el sistema de estudio, el Terrario del Zoo de Barcelona. Como se puede apreciar, aún estando en una zona céntrica de una gran ciudad como es Barcelona, el parque es una gran zona verde, una pequeña isla dentro de un mar de edificios. Por ello cobra gran importancia este lugar, no sólo por la riqueza que conlleva a la ciudad y a sus ciudadanos tener un Zoológico, sino también como punto de encuentro social, cultural y de ocio.

2. Antecedentes

Para entender las características, objetivos y procedimientos del trabajo, es necesario ver y comprender el entorno que engloba el ámbito de estudio. En este apartado, se pretende ayudar al lector, a contextualizar el sistema de estudio, haciendo referencia a los aspectos más importantes para el desarrollo del proyecto, enmarcadas desde diferentes puntos de vista, tanto sociales, ambientales, como económicos. Para ello, se llevó a cabo una obtención de datos históricos, técnicos y bibliográficos, así como una serie de mapas arquitectónicos y característicos de cada zona del Zoo. La evaluación inicial de los datos, nos marcará el punto de partida del proyecto y a través del análisis y la valorización, se evaluará el estado del Terrario, su eficiencia y sus posibilidades de mejora.

2.1 Los Zoológicos del mundo

Un jardín Zoológico, parque Zoológico, casa de fieras, Zoológico o Zoo es una instalación en la que se exhiben animales dentro de los recintos expuestos al público y en las que también pueden ser criados. El término jardín Zoológico se refiere a la Zoología, el estudio de los animales, un término que se derivan del griego ζωο (Zoo-"animal") and λόγος (lógos-"estudio"). La abreviatura "Zoológico" fue utilizado por primera vez por The London Zoological Gardens, que abrió sus puertas para el estudio científico en 1828 y al público en 1847. Actualmente, el número de colecciones de animales abiertas al público en todo el mundo supera los 1.000, alrededor del 80 por ciento de ellos en las ciudades.

Con el tiempo, la misión de los Zoológicos ha pasado de ser la mera exposición de animales exóticos al estudio científico de tales animales y, más tarde, la crianza de los mismos y en particular la protección de especies en peligro de extinción o incluso ya extintas en estado salvaje, como el cóndor de California, el ganso de Hawái, el ibis eremita o el oso panda entre otros.

Casi toda ciudad importante del mundo posee un Zoológico, a pesar de la variación en tamaño y calidad de los mismos. Los Zoológicos mayores son importantes atracciones turísticas, de manera que muchos gobiernos deciden subsidiar los gastos operacionales del Zoológico. La estatalización de Zoológicos es también justificada por su valor educativo; los Zoológicos son a menudo visitados por escolares en salidas de estudio.

Los Zoológicos son instalaciones heterogéneas, donde se reproducen muchos hábitats en un recinto limitado, y que por lo tanto, requerirá de una cantidad considerable de energía.

Un análisis de los perfiles de Zoológicos alemanes, suizos y austriacos, basados en datos publicados por el trabajo (L. Simon, 2012) indica que la demanda de electricidad es de 7,42 kWh por metro cuadrado y año. También se revela que la media de consumo por animal y año es de 553,09 kWh. El calor requerido en estos Zoos, según el mismo estudio, oscila entorno los 19,43 kWh por metro cuadrado y año, y 1012 kWh por animal y año. Teniendo en cuenta estos antecedentes, se deduce que los requisitos energéticos de los Zoológicos son relativamente altos, ya que deben imitar una gran variedad de climas y hábitats.

Según el trabajo (J. de Herder & C. Streiter, 2010) la asociación mundial de Zoológicos y acuarios (WAZA) publicó en 1993 una guía de estrategia de conservación de Zoos y acuarios mundiales (WZACS), que fue revisada en 2005. En esa guía, se definen las políticas de sostenibilidad que deberían llevar a cabo los Zoológicos, con tal de reducir la huella ecológica, usando prácticas ambientales, con tal de conservar el hábitat de las especies.

Esto se debe a que muchas especies están adaptadas a unas condiciones climáticas muy específicas, y un aumento de 2 °C, causado por el aumento de los gases de efecto invernadero, podría aumentar el ratio de de extinción de estas especies en un 30%. Por lo tanto, existe relación directa entre la eficiencia energética y la conservación de especies. Por eso, y según la guía WZACS, se quiere implementar en los Zoológicos una serie de medidas y componentes, como paneles solares, bombillas de bajo consumo, sensores para la iluminación o aislamiento de edificios entre otros, mejorando así sus políticas ambientales y reduciendo significativamente la huella ecológica de estos.

.

.

2.2 Sistema de estudio

2.2.1 Historia

Este proyecto se ha realizado en el Parque Zoológico de Barcelona, situado en el Parque de la Ciudadela. El Parque fue inaugurado en el año 1892 y los primeros animales fueron donados por la colección privada de Lluís Martí i Codolar, des de su finca llamada “La Granja Vieja”, en Horta. Desde ese momento el Zoológico plantea tres objetivos para su futuro desarrollo, a través de la conservación, la investigación y la educación.

Francesc Darder, naturalista, taxidermista y primer Director, entendía el Zoo como un referente en la conservación de los animales para contribuir en la introducción de nuevas razas productivas en el territorio catalán, como fue el caso de los más de 45.000 ejemplares de peces introducidos en los ríos catalanes. En el año siguiente, la Junta Técnica del Museo de Ciencias Naturales y Jardines Zoológico y Botánico lo estableció como espacio público con el objetivo principal de la conservación de la fauna silvestre, compartiendo su carácter científico con el de entretenimiento y ocio.

El Parque Zoológico de Barcelona cuenta con una de las colecciones de animales más importantes de Europa, sobre todo desde el 1966 al año 2003, gracias a la estrella más famosa del Zoo “Copito de nieve”, el único gorila albino conocido. El Zoológico no ha sufrido grandes cambios estéticos, sino que se ha adaptado continuamente a las necesidades del momento, reformando las instalaciones de los animales, para mejorar su calidad de vida. Los últimos proyectos de reforma se presentaron entre el 2008 y el 2010, que incluían una plataforma marina, que sin embargo, a causa de la crisis económica, este ha quedado aparcado de forma indefinida y “Terra de dragons”, nuevo hogar para una pareja de dragones de Komodo y primera instalación en Europa con equipamiento de audio 3D.

Actualmente se está llevando a cabo una reordenación de los elementos de la sabana (instalación más antigua), con el propósito de mejorar estas instalaciones y hacerlas más eficientes en todos los aspectos. Una de las características principales de las nuevas obras es la utilización de nuevos materiales para la construcción de este hábitat, se pretende minimizar el uso de materiales con un alto coste ambiental y favorecer los materiales reciclados, así como ajustar las medidas para conseguir un ahorro energético.

2.2.2 El Zoo en la actualidad

En Zoo de Barcelona tiene una extensión de 13,5 hectáreas, dónde pretende construir instalaciones innovadoras y que garanticen siempre el bienestar de los animales, a la vez que ofrecen al público una visión integradora del hábitat de las diferentes especies.

En su 120º aniversario, el Zoo aloja más de 2.200 ejemplares de más de 315 especies, cuenta con un millón de visitantes anuales y 100.000 socios. El Zoo de Barcelona sostiene que tiene como principal misión ayudar a la conservación de la fauna silvestre y a la biodiversidad del mundo, complementando su trabajo con el de otros Zoos, instituciones y centros universitarios y científicos. El escenario de futuro del Zoo se basa en los conceptos básicos marcados por la Estrategia Mundial de los Zoos y Acuarios para la Conservación que insta a los Zoos a incrementar las actuaciones de conservación in-situ y a desarrollar programas de investigación tanto in-situ como ex-situ

Una institución como el Zoo de Barcelona debe ser un referente ambiental y ocuparse de utilizar los recursos de la forma más sostenible posible. Así pues, las nuevas instalaciones deben responder a criterios de ecoeficiencia, los recursos disponibles se deben gestionar cuidadosamente y se deben minimizar los impactos en su construcción.

2.2.3 El Terrario

El proyecto se centra en un edificio característico y emblemático del Zoo de Barcelona, el Terrario. Este edificio es uno de los más antiguos del Zoo, representa una gran parte de la huella de carbono del Zoo, siendo un gran consumidor de recursos energéticos, para poder satisfacer así, las necesidades primordiales de los animales, garantizando su bienestar, su integración y su propia salud.

En el Terrario del Zoo de Barcelona, se encuentra una de las mejores colecciones de anfibios y reptiles de toda Europa. Inaugurado en el 1972, aloja a todo tipo de reptiles y anfibios, de todos los tamaños: desde pequeños dragones, ranas o iguanas, hasta los grandes caimanes de anteojos, así como otros reptiles menos comunes como son: el cocodrilo enano y varias especies de serpientes, como la pitón y la boa.

Todos estos reptiles y anfibios viven en espacios donde se mantiene la temperatura y la humedad necesarias para que puedan vivir con total normalidad y en plenas condiciones. En los últimos años se han hecho varias reformas en las instalaciones, que han servido para volver a decorar los espacios y para darles un aspecto naturalizado.

El Terrario también cuenta con una sala de reproducción asistida para animales, abierta al público, donde se encuentran pequeñas crías de tortugas, serpientes e iguanas. Al final del recorrido por la instalación, hay una pasarela de madera que conecta varias balsas de agua desde donde se puede observar un enorme cocodrilo siamés y una muestra variada de peces.



Figura 2.1 Ortofotografía 1:5000 localización del Terrario. ICC, 2013

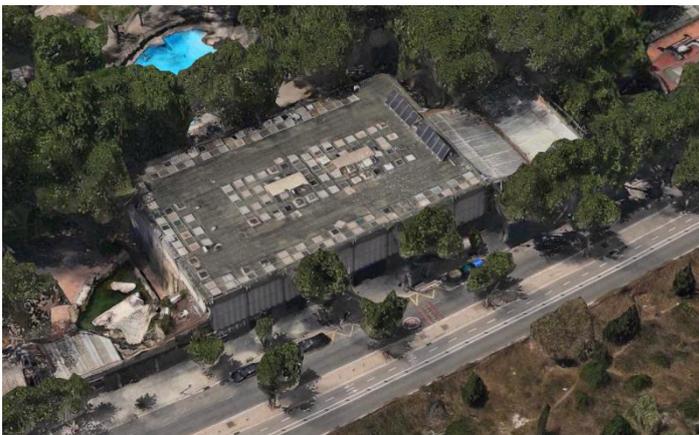


Figura 2.2 Edificio de estudio: Terrario.

Aquí podemos ver la localización de nuestro ámbito de estudio y una ampliación de la edificación.

2.2.4 Visitantes

El Zoo recibe, aproximadamente unos 1.100.000 visitantes anuales. No obstante, no se dispone de datos, ni registros de personas que visitan las diferentes instalaciones del Zoo, por lo que dificultará poder representar los datos y los resultados, referentes al número de visitantes. Nuestro estudio, pretende elaborar una aproximación del número de visitantes en el Terrario, para poder cuantificar los datos energéticos, hídricos y de emisiones con relación al número de visitantes. Para obtener estos datos, se pretende elaborar un seguimiento del número de visitantes en días laborables y en festivos, a través de los recuentos diarios de las taquillas y se estimará el flujo de visitas que entran en el Terrario por hora.

El impacto de la etapa de uso del Terrario, es un aspecto bastante importante a considerar, ya que al tratarse de un edificio histórico y antiguo, la eficiencia del sistema se medirá según las cargas asociadas a cada visitante. Para ello, el estudio de este aspecto, será imprescindible para el desarrollo del trabajo.

2.3 El Medio Natural del Terrario

Dentro del Zoo de Barcelona, se han contabilizado 1191 árboles de 96 especies diferentes, algunas de ellas datadas con más de cien años. Abundan los plátanos, el chopo (*Populus nigra*), la falsa acacia (*Robinia pseudoacacia*), la Tipuana (*Tipuana tipu*) y otros difíciles de encontrar, como el Ceibo (*Erythrina crista-galli*) de las cuales sólo hay dos en Barcelona, o el Ginkgo (*Ginkgo biloba*). En el caso de los animales, el Zoo alberga 80 tipos de mamíferos, 11 tipos de anfibios, 45 tipos de reptiles y 58 tipos de aves, de las cuales, algunas se encuentran en los diferentes espacios del Zoo, mientras que otras se encuentran en libertad, habitando alrededor del Zoo.

Desde el 1972, el exterior del Terrario no ha sufrido grandes cambios, por lo tanto las únicas ligeras variaciones, son las condiciones climáticas del lugar, tales como el nivel de las precipitaciones o la irradiación solar. Estos parámetros son esenciales para determinar la posibilidad de aplicar sistemas de energías renovables y el aprovechamiento de los recursos existentes.

2.3.1 Precipitaciones y clima

El clima de Barcelona es de tipo Mediterráneo litoral, donde las temperaturas se rigen por una amplitud moderada. Los inviernos son suaves, con medias entre los 9 y 12 °C. Hay que destacar que la temperatura nocturna es especialmente elevada en el centro de la ciudad, donde prácticamente no hiela nunca. Por otra parte, los veranos son calurosos, con medias entre los 23 y 26 °C durante los meses de julio y agosto. La proximidad con el mar, hace que el ambiente sea bochornoso, representando la característica principal del verano barcelonés, llegando a superar los 30 °C durante los meses de máximo calor.

La precipitación media anual se encuentra en torno a los 640 mm, con valores ligeramente más elevados en la sierra de Collserola que a ras de costa. La estación más lluviosa del año es el otoño, siendo los meses de setiembre y octubre los que presentan más precipitaciones, seguida de los meses de primavera e invierno. El verano barcelonés se caracteriza por ser muy seco, presentando valores mínimos de lluvia en los meses de junio y julio.

	E	F	M	A	MY	J	JL	AG	S	O	N	D
T (°C)	11,8	12,4	14,2	15,8	19,3	23	25,7	26,1	23	19,5	14,9	12,3
P (mm)	43,7	31,4	33	47,7	47,4	25,5	25,1	40,8	81,9	96,5	45,1	46,8

Tabla 2.1 Precipitación en el ámbito de estudio del Zoo. AEMET, 2013

En el apartado 5.3.4, se realiza una explicación detallada sobre la posibilidad de captación de precipitaciones.

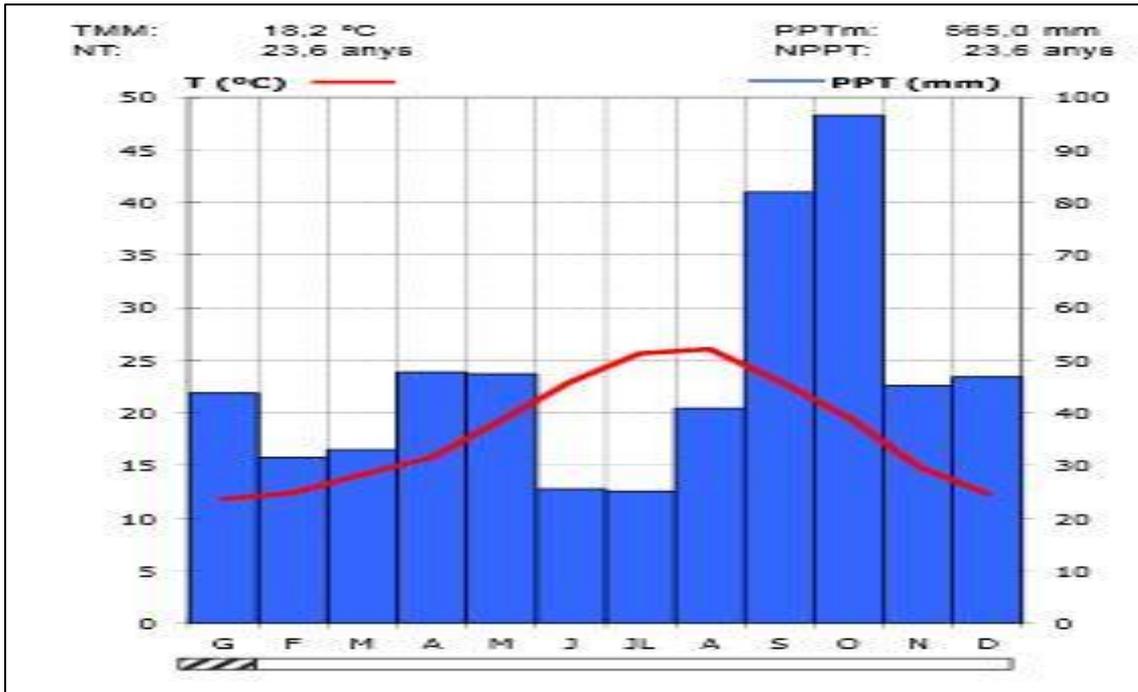


Figura 2.2. Gráfica de pluviometría en Barcelona. AEMET, 2014

2.3.2 Radiación solar

La energía solar es la energía que se obtiene directamente de los rayos del sol. Si se quiere aplicar sistemas de energías renovables, tales como Fotovoltaica o Térmica, es necesario tener en cuenta las características idóneas con tal de optimizar la eficiencia de las placas y captadores solares. Para optimizar esta eficiencia se tiene que tener en cuenta algunos factores como: la altura, la orientación de las placas, la inclinación de las placas, las condiciones climáticas del lugar, así como la latitud. Estos son los factores que determinan la radiación solar mediana de un lugar determinado. Este parámetro es importante para determinar si una instalación solar es viable o no.

En este ámbito, para conocer el valor de la radiación solar mediana del Terrario, se ha utilizado la información del Instituto Catalán de Energía a través del Atlas de Radiación solar de Catalunya. Este documento incluye datos de la radiación solar, que engloba todos los territorios de habla catalana. A continuación se puede observar los datos de la radiación solar mediana en (MJ/m^2) de la estación de la UB de Barcelona, y a causa de su proximidad con nuestra zona de estudio, se extrapolarán estos datos para el estudio del Terrario. Los datos se presentan en la siguiente Tabla:

Radiación Solar	Mediana (MJ/m ²)	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	octubre	noviembre	diciembre
Estación Barcelona	15,04	6,81	9,65	13,88	18,54	22,25	24,03	23,37	20,42	16,05	11,42	7,73	6,04

Tabla 2.2 Radiación incidente en la estación de la UB referente a los meses del año. AEMET, 2013.

Los datos recogidos en la estación de la UB de Barcelona, la radiación solar mediana es de 15,04 MJ/m². Según datos del AEMET, la irradiación solar de la zona de Barcelona, corresponde a una media de unos 3 kWh/m²-d, donde el número medio de horas de sol al año es de aproximadamente 2524 horas. Suponemos que es la misma radiación para nuestro sistema de estudio, por lo tanto la instalación de sistemas renovables, tanto fotovoltaicos como térmicos, son factibles.

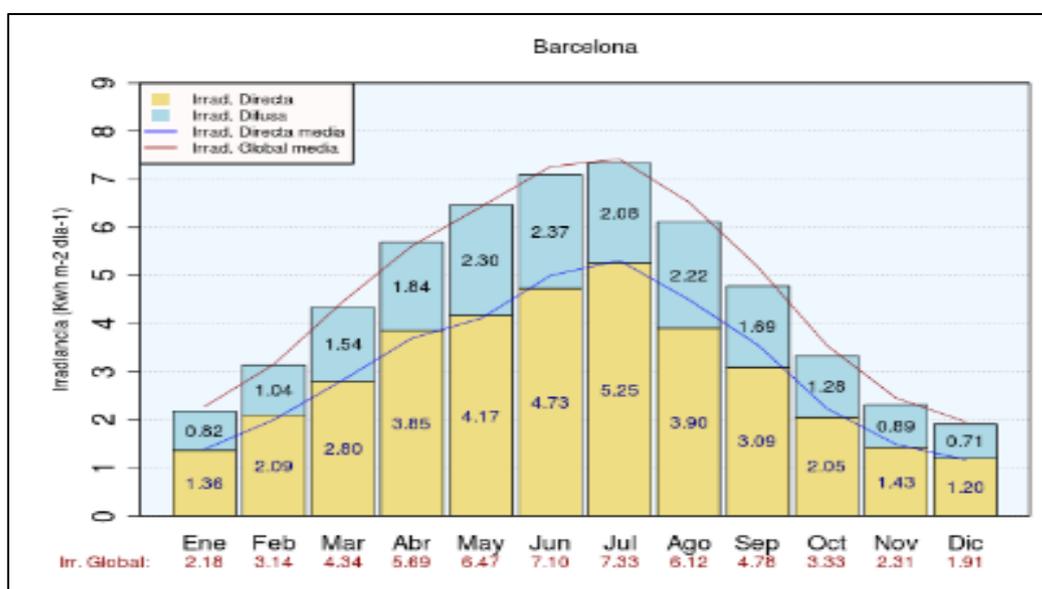


Figura 2.3 Gráfica en columnas de radiación en el ámbito de estudio. AEMET, 2013

El procedimiento fotovoltaico

El procedimiento fotovoltaico es al primero que se recurre en las aplicaciones privadas para aportar desde una fracción, a la totalidad del consumo eléctrico con energías renovables. En él tiene lugar una conversión directa de la luz solar, su fuente primaria, a energía eléctrica. Sus instalaciones se hacen atractivas por la presencia diaria de sol, aunque con variaciones de la intensidad a lo largo del arco que describe y por condiciones de la climatología, que pueden cubrir el cielo y mermar la cantidad que alcanza la superficie. Esta aplicación se puede encontrar en dos tipos: Las aisladas y las destinadas a las redes de distribución. En el caso de las aisladas, se tratan de aplicaciones que pueden proporcionar solo corriente continua o alterna y pueden disponer de sistemas de acumulación para soportar determinados momentos de mayor consumo. Las aplicaciones conectadas a la red, son las que asociamos con el

suministro de la electricidad a las redes de distribución, que participan en el consumo global de la zona geográfica.

El principio o elemento básico, de estos sistemas, son las células fotoeléctricas. Esta célula es un semiconductor de los más empleados en la electrónica, en el cual incide la luz solar. Su composición es la convencional, con las uniones de P y N, formando una barrera potencial que se rompe cuando alcanzan los fotones de la luz, dando lugar a una corriente eléctrica que recorre la carga externa y entra por el lado opuesto para la recirculación, mientras que exista luz con suficiente intensidad.

Estas células están fabricadas a partir de elementos como el silicio, y encontramos diferentes tipos de placas, cada una más eficiente que la otra, dependiendo de la pureza de este elemento. Podemos distinguir, principalmente, entre tres tipos: las monocristalinas (más eficiente), las policristalinas y las amorfas (menos eficiente).

Los factores ambientales, que pueden alterar la producción de este tipo de energía, son:

El efecto sombra: La luz contiene fotones, que son los responsables de la producción de energía, por lo que cualquier interferencia entra la irradiación y la placa, supone una disminución de la producción.

Coefficiente de temperatura: Como en todo semiconductor, la temperatura tiene una influencia directa en el comportamiento de las células. Este parámetro indica la alteración que se produce sobre la potencia, la corriente y la tensión.

La humedad máxima: Hace referencia a la humedad máxima relativa a la que se puede someter el módulo a una temperatura determinada.

El procedimiento fototérmico

El calentamiento de líquidos por exposición al sol es aún más antiguo que el aprovechamiento del viento para moler el grano. La tecnología presenta ahora este viejo procedimiento revestido de sofisticación, con un elevado rendimiento energético y con posibilidad de interactuar con él para ejercer control sobre sus funciones. El procedimiento térmico de baja temperatura se encuentra limitado a 90 °C (en España, sus condiciones se encuentran recogidas en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Térmicas de Baja Temperatura, del organismo de IDAE).

Encuentra sus aplicaciones en el suministro de agua caliente sanitaria (ACS) y en la climatización de espacios habitados, especialmente por el procedimiento de suelo radiante. Su principio es simple en extremo: el calentamiento de un

fluido expuesto al Sol para trasladar la energía térmica captada al medio de acumulación y, a través de este, al agua de consumo.

La representación más viable de las instalaciones de energía solar térmica son los paneles térmicos que, similares en sus aspectos físicos a los módulos fotovoltaicos, se instalan sobre las cubiertas y terrazas de los edificios. Todas sus instalaciones son privadas, sin que existan las industriales de venta de energía al modo de la fotovoltaica o la eólica. El térmico de baja temperatura es un procedimiento económico en términos de rendimiento durante su vida útil y un buen aliado para mejorar el medio ambiente. Los factores ambientales, que pueden alterar la producción de este tipo de energía son las mismas que la energía fotovoltaica, ya que las propiedades de la luz son las mismas.

2.3.3 El viento

Las corrientes de aire son una consecuencia del calentamiento desigual de la superficie terrestre. Estas corrientes, se utilizaron primero en Oriente y después en todo el mundo para mover las muelas de los de los molinos, los que dieron lugar, siglos después, por similitud con su trabajo mecánico, a los aerogeneradores. Los vientos normalmente se pueden distribuir en dos tipos, el viento de valle-montaña o el de brisa marina, que en nuestro caso, al estar muy cercanos a la costa, este viento es primordial. La brisa surge porque el calentamiento de la tierra y del mar, se produce de modo muy diferente, dando lugar al ascenso de aire más caliente y, por tanto, a las corrientes.

La velocidad del viento es el parámetro más importante a tener en cuenta en las aplicaciones de energía eólica, porque determina la viabilidad de los proyectos, comentando que las necesidades mínimas para una instalación eólica, se encuentra en un viento superior a los 3 m/s y tiempo de producción superior a las 2000 horas al año. Para el aprovechamiento de la energía eólica, su potencialidad o viabilidad, se relacionan directamente con un conjunto de principios físicos con los que se determinan sus condiciones de funcionamiento. Los fundamentales, los que dan lugar al cálculo de la energía mecánica, primero, y eléctrica, después, a obtener con el viento que mueve sus palas, son los siguientes:

1. **Potencia promedio del viento:** Se tendrá en cuenta el valor promedio de la velocidad del viento anual. Como el viento no es constante, se realiza una media con valores obtenidos en días diferentes y se utiliza una herramienta estadística para calcular la probabilidad en la dirección predominante.

2. **Distribución de Weibull:** La velocidad del viento no es constante, por lo que esta distribución nos permite configurar un modelo con el que determinar qué velocidad media se puede producir en ese lugar. Esta distribución, es un análisis estadístico basado en la densidad de probabilidad, que ofrece como respuesta la energía que se puede obtener del viento.
3. **Función de densidad de potencia:** Corresponde a una función que combina la potencia del aire que entra a las palas de la máquina, la que se convierte en energía mecánica. Se trata de la multiplicación la potencia del viento, por la probabilidad de presencia de esas velocidades.
4. **Rugosidad y cizallamiento del viento:** En las capas bajas, la velocidad del viento se ve alterada por la fricción, bajo dos componentes muy diferentes: la rugosidad del terreno, con sus obstáculos, y las condiciones orográficas. Según estas condiciones orográficas, surgen nuevas situaciones de apantallamiento, como son:
 - a. **Efecto túnel:** Cuando el emplazamiento de las máquinas eólicas se encuentra entre colinas o montañas, el aire se comprime en la parte expuesta al viento y su velocidad crece, generando un efecto positivo.
 - b. **Efecto colina:** Las colinas, pueden ejercer un efecto de compresión, generando un efecto positivo.
 - c. **Efecto estela:** Se conoce como el efecto de pantalla que ejerce un aerogenerador sobre el otro, debido a las turbulencias que provoca el choque del viento contra las palas.

A través del AEMET y el CENER, se han recogido datos sobre los recursos eólicos de la zona. Según estos datos, la velocidad media del viento en la zona está alrededor de los 3,5 m/s, donde la dirección más frecuente en la que sopla el viento es desde el Este y el Sudoeste. Las rachas de viento pueden llegar a superar los 10 m/s y suelen producirse en mayor frecuencia desde el Este y el Noroeste.

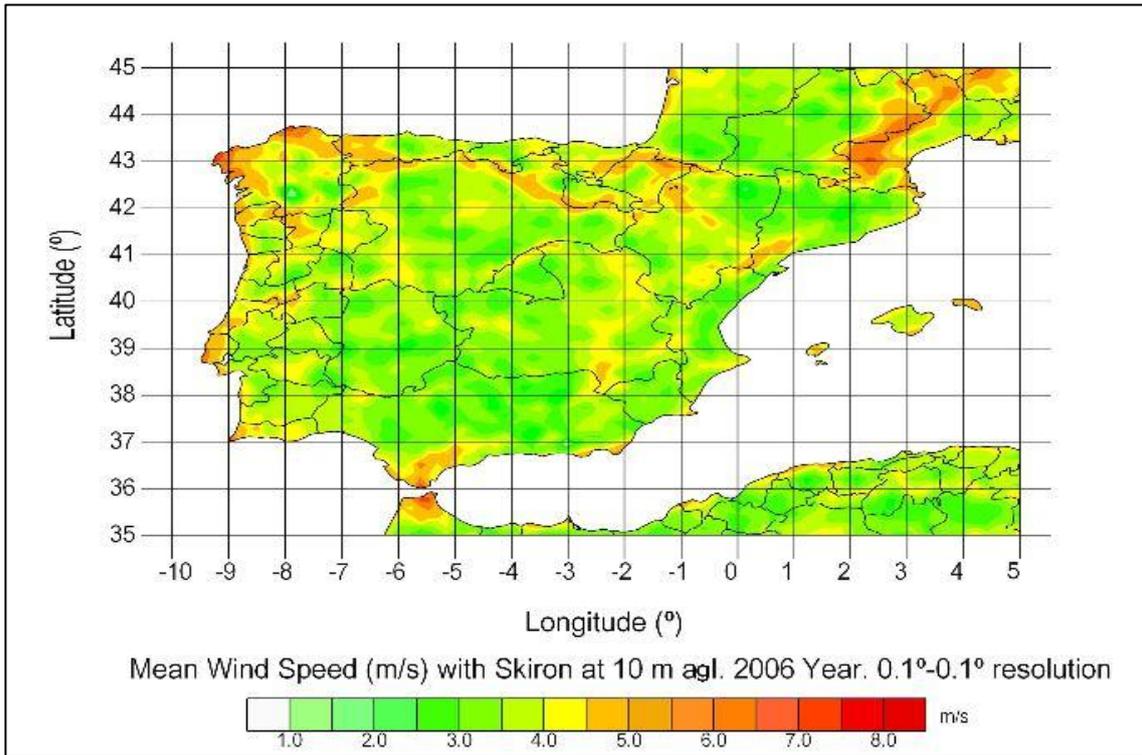


Figura 2. 1 Mapa de velocidad del viento en la Península Ibérica. CENER, 2011.

2.4 Consumo de recursos del Zoológico y las acciones de mejora

En el siguiente apartado se evaluará y se describirá el estado actual del consumo de recursos en el Zoo. Se estudiarán los flujos de los vectores ambientales, en primer lugar, los flujos del Zoo y en segundo lugar, los flujos del Terrario. Los vectores ambientales, son aquellos que están relacionados, directa o indirectamente con el medio ambiente y que puedan generar un impacto sobre este, por tanto estos vectores serán; el energético (electricidad y gas natural), el hídrico, los alimentos y los residuos. Se pretende elaborar una cuantificación, una valoración, así como elaborar un estudio de acciones de mejora, que favorezcan el aprovechamiento de los recursos, la eficiencia y la gestión de estos recursos en el Terrario. Se consideran cuatro dimensiones en este estudio (Energética, Hídrica, Alimentos y Residuos).

A continuación se describen los consumos de las diferentes dimensiones (Energética, Hídrica, Alimentos y Residuos) de nuestro sistema de estudio, describiendo el consumo de todo el Zoo en primer lugar y centrándose en el consumo del Terrario en segundo lugar.

2.4.1 Consumo energético

El Zoológico de Barcelona, presenta un total de cinco transformadores, de los cuales, reabastecen a siete suministradores eléctricos y un total de cinco zonas de subministro de Gas Natural. La demanda energética (electricidad + gas) global, es de unos 4.600.716 kWh/año (2011) representando un coste de 539.738 €/año y generando un total de 951.17 t CO₂/año de emisiones derivadas del uso de la energía. La demanda energética viene dada por dos tipos de fuentes; la Electricidad y el Gas natural, distribuidas en un 62% y 38%, respectivamente. Todo y que la electricidad representa más de la mitad del consumo energético, en los meses de Enero a Abril, la distribución del consumo varía, siendo el gas la fuente prioritaria con un 60% de todo el consumo.

El sistema eléctrico

Los estudios realizados (Applus, 2011), sobre el estudio energético del parque Zoológico de Barcelona, aportan una visión del consumo, el coste y las emisiones de CO₂ derivadas del uso eléctrico. Este informe nos proporciona una serie de datos muy relevantes para nuestra contextualización en el sistema del Zoo. El consumo eléctrico del conjunto de instalaciones del Zoo durante el año 2011 fue de 2.856.058 kWh, representando unos costes de 448.328,45 €. El consumo sufre un ligero aumento del 0,11%, respecto al 2010, representando un aumento del 4,09 % en el coste eléctrico, a causa del incremento de las tarifas de acceso.

Si nos acercamos a nuestro sistema de estudio, observamos que el Terrario no presenta un contador propio para monitorizar su consumo, sino que es compartido con el hábitat de los primates, la cocina y el Terrario en sí. Este contador (nombrado “Primats” en el informe de diagnosis), muestra unos valores de consumo de 642.264 kWh/año, un 4,15% menor que el consumo de 2010. Este consumo representa tres sistemas, por lo tanto, la realización de una auditoria energética solo para el Terrario es de lo más importante. La distribución del uso eléctrico, se divide en cuatro aspectos: la iluminación (25%), la climatización (38%), las bombas de agua (28%) y otros usos (9%).

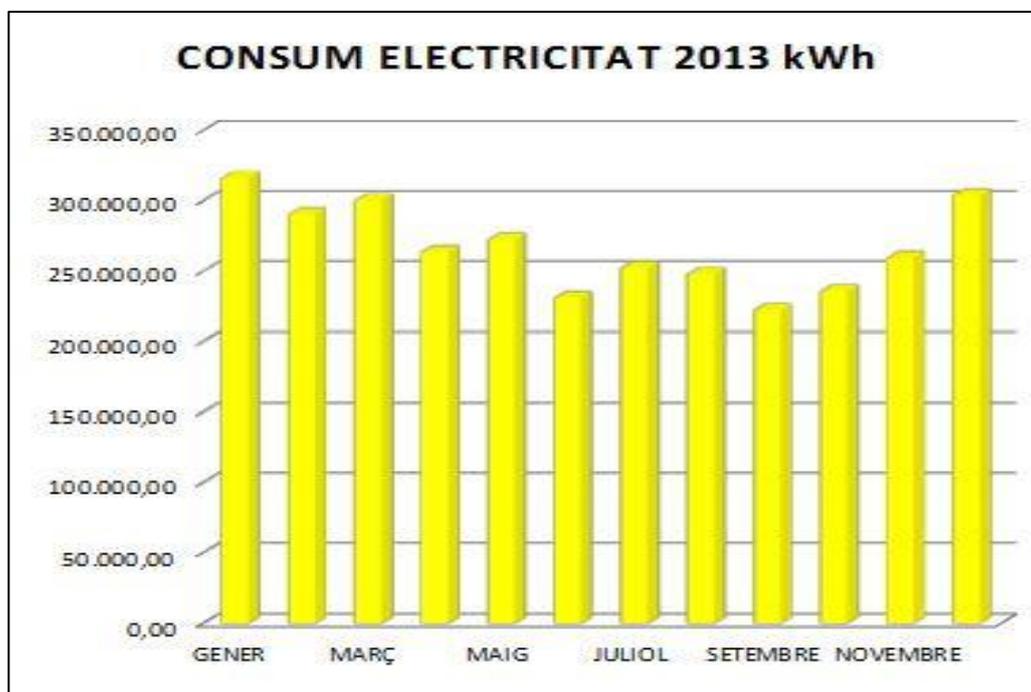


Figura 2.4 Consumo eléctrico en el Zoo de Barcelona. Auditoria Applus., 2013.

Acciones de mejora en el sistema eléctrico

El Zoológico de Barcelona no presenta ningún tipo de sistema de energía renovable (a gran escala) en la actualidad, exceptuando el Terrario, que cuenta con algunos captadores solares, para rebajar la demanda de calefacción por Gas natural. De todas formas, los operarios del Terrario aseguran que estos captadores no tienen mantenimiento adecuado a las necesidades del mismo.

Se pretende estudiar la posibilidad de utilizar las energías renovables para calentar las áreas indoor, así como para reducir el consumo energético de la instalación a la hora de calentar agua y producir electricidad.

Se han propuesto una serie de acciones de mejora, para optimizar el consumo eléctrico y mejorar la eficiencia energética del Terrario. Algunas de estas acciones son: la reducción de los equipos de iluminación, para evitar subir mucho el consumo o la sustitución de los equipos electromagnéticos clásicos, por sistemas de balastos eléctricos para mantener estable y limitar el flujo de corriente para la iluminación, reduciendo el consumo alrededor de un 20%, valorado en un recorte de unos 15.000 kWh/año y una rebaja de los costes de 2300 €/año.

Para reducir el consumo eléctrico del sistema de estudio, existe la posibilidad de aplicar tecnologías renovables que generen electricidad, como pueden ser los sistemas fotovoltaicos o los sistemas piezoeléctricos.

A través del CENER (Centro Nacional de Energías Renovables), encontramos un catálogo, describiendo las instalaciones fotovoltaicas y eólicas, así como una serie de pautas para su instalación y los recursos técnicos de estas instalaciones. En el caso de los sistemas piezoeléctricos, han aparecido en el mercado este nuevo tipo de transformador que no están basados en el flujo magnético para transportar la energía entre el primario y el secundario, sino que se emplean vibraciones mecánicas en un cristal piezoeléctrico. Estos sistemas tienen la ventaja de ser muy planos y funcionar bien a frecuencias elevadas.

La termicidad en el sistema de estudio

El Zoológico tiene un consumo térmico de 1.743 MWh/año, repartidas por cinco zonas de suministro, consumiendo una cantidad de 147.500 m³ de Gas natural en el 2011, lo que representa un gasto anual de 91.409,75 €. Este consumo ha aumentado drásticamente, llegando a superar en un 8.74% el consumo de 2010, suponiendo un aumento del coste del 22.87%, debido al incremento de las tarifas de acceso.

Comentar, que solo hay tres edificios que consumen Gas natural (Terrario, Aviario y Oficinas), a través de los sistemas de calefacción centralizada, por lo que simbolizan los únicos representantes del consumo.

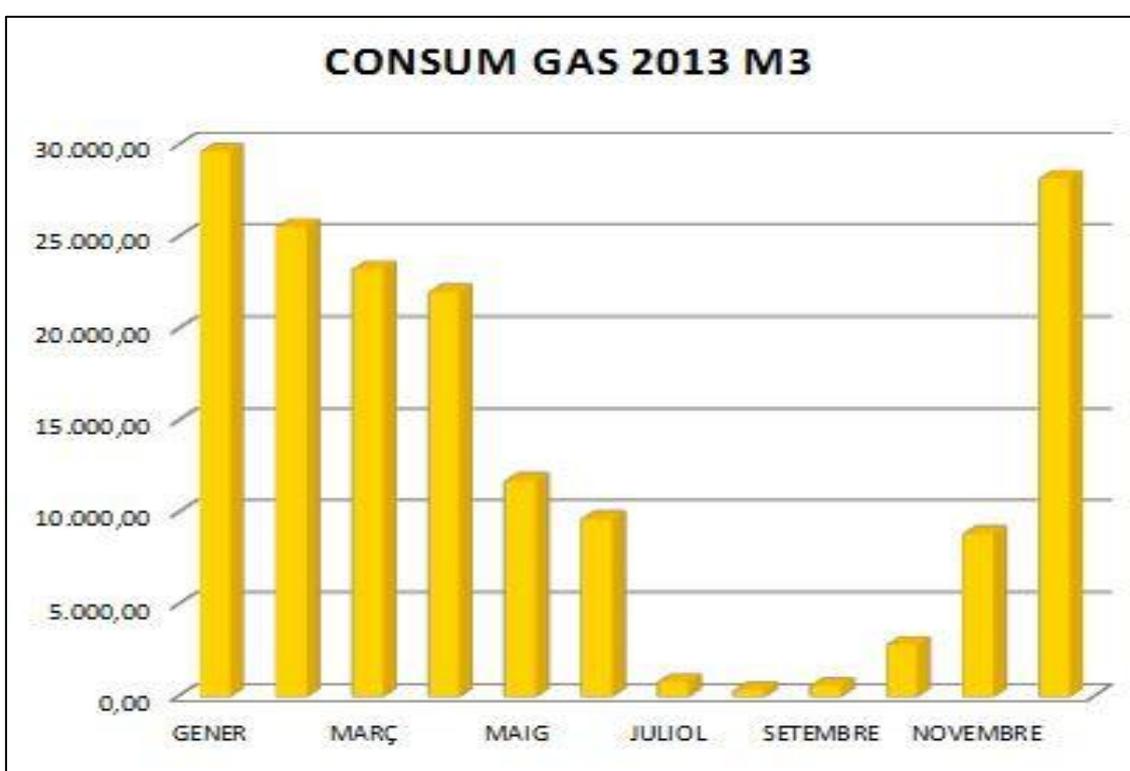


Figura 2.5 Consumo eléctrico Zoo de Barcelona, Auditoría Applus. 2013

El consumo de Gas natural en el Terrario, es de 63.612 m³, para el 2011. En este caso, el consumo ha disminuido un 22,58%, respecto al 2010. La caldera de gas del Terrario, está clasificada como muy eficiente, por lo que no aparenta ningún problema para la eficiencia energética. Los sistemas de climatización del Terrario se producen a través de sistemas de placas radiantes, lámparas de infrarrojos y aerotermos.

Como el proyecto está centrado solo en el Terrario y los datos energéticos son representativos de todo el Zoo se pretende elaborar una auditoria energética del sistema del Terrario. Para elaborarla, seguiremos un protocolo elaborado por el Dr. Joan Rieradevall, para poder estudiar el sistema energético del Terrario, a través de inventarios de equipos, características externas del edificio y entrevistas a los actores involucrados para determinar horarios, capacidad del Terrario, ocupación del centro y características internas del edificio.

Acciones de mejora en el sistema térmico

Los sistemas térmicos (placas radiantes, lámparas de infrarrojos y aerotermos) se utilizan de forma simultánea, entrelazándose los diferentes sistemas a lo largo del Terrario, por lo que se propuso una serie de propuestas de mejora de la eficiencia energética. Estas propuestas van desde la revisión de las temperaturas de consigna para optimizar el consumo de gas, la revisión de los sistemas de climatización para evitar el uso de más de un sistema de calefacción, el estudio detallado de las necesidades reales de cada animal, la adaptación de las características constructivas de aislamiento térmico, la revisión de los termostatos y reguladores o la concienciación de los empleados. Si aplicásemos algunas de estas medidas, como por ejemplo evitar el uso de dos sistemas de climatización, se podría rebajar el consumo y el coste un 20% y unos 20.000 €/año, aproximadamente.

Para reducir el consumo térmico, existen sistemas de captura térmica, como pueden ser los colectores solares, que calientan el agua a partir del calor del sol. Según la información proporcionada por el CENER, encontramos un catálogo donde se describen estas instalaciones, una serie de pautas de aplicación y especificaciones técnicas de los sistemas. También se puede considerar el consumo de biomasa para el uso térmico, a partir de subproductos forestales de origen in-situ.

2.4.2 El sistema hídrico del Zoológico

En este apartado se evaluarán las condiciones iniciales del sistema hídrico del Zoo, así como las condiciones para la reutilización de las aguas (en usos como la limpieza y la renovación) y la oportunidad de utilizar el agua de las lluvias.

El Zoo es un servicio que utiliza muchos recursos hídricos, proporcionado por cuatro zonas de suministro, tanto para uso potable como no potable. Dos de estas cuatro zonas de suministro (Pujades y Prim), llegan a suponer un 96% del consumo global de agua. Por tanto, la reutilización y la conservación de este recurso son de vital importancia para el Zoo.

Uno de los principales problemas en el Zoo, son los 53 lagos y charcas, donde la gran mayoría no tienen ningún tipo de sistema de sanación o reciclaje del agua. Esta red de distribución, fue construida hace mucho tiempo (remodelación de la red original de hace 100 años) y que por lo tanto, se han quedado obsoletas, provocando un gasto desmesurado del agua, como por ejemplo la zona húmeda de los hipopótamos, en el cual el agua se renueva cada día y sin ningún tipo de reutilización.

El consumo del agua del Zoológico es de 289.080 m³ (Applus, 2011), que representan un coste anual de 129.873 €. Este consumo ha aumentado un 1,34% respecto al año 2010, provocando un aumento de los costes del 3,98%, a causa de incrementos de las tarifas de acceso. En este caso, los sistemas de climatización y bombeo de agua son los más significativos en el uso del agua, con un peso 38% y 37%, respectivamente. Según los estudios previos, se ha valorado la eficiencia de la red de suministro en un 60% a causa de la antigüedad de las instalaciones y debido al alto porcentaje de pérdidas valorizadas en un 37.1%.

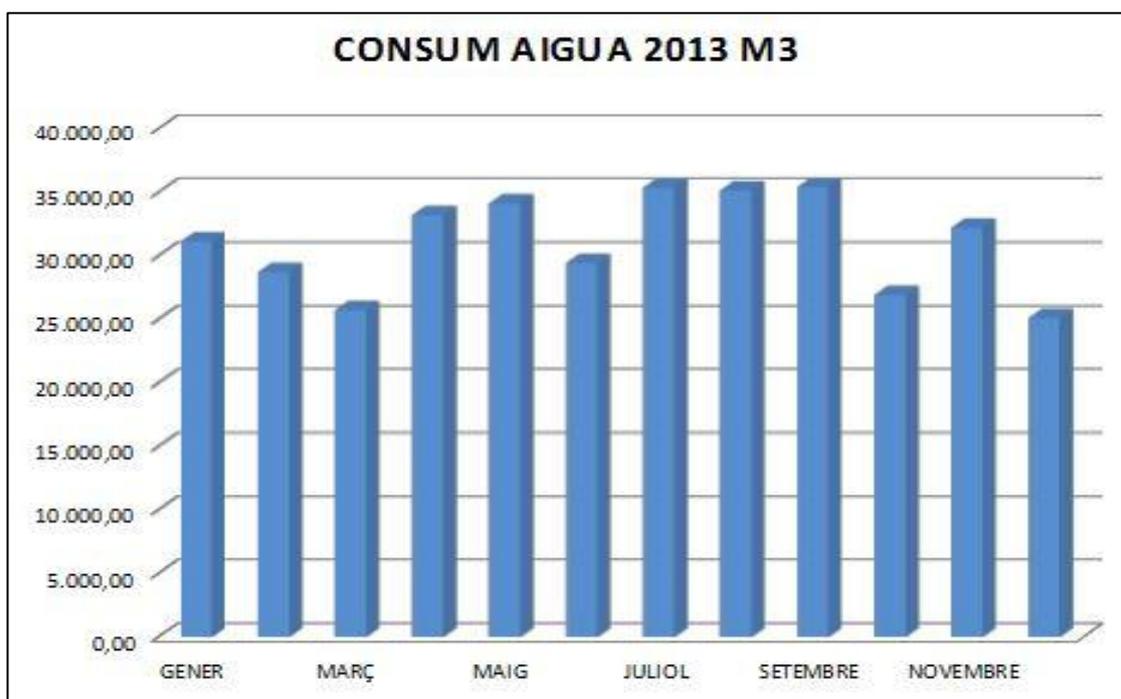


Figura 2.6 Consumo de agua en el Zoo de Barcelona. Auditoría Applus, 2013.

Centrándose más en el ámbito de estudio, el Terrario presenta un consumo anual de 319 m³/año (2011), y a diferencia de los consumos de electricidad y gas, el consumo de agua se ha rebajado un 38,06 %, respecto al 2010. Esta reducción del consumo se debe a algunas propuestas destinadas a priorizar el criterio técnico de conservación y de ahorro, delante del criterio estético, la disminución de la frecuencia de renovación del agua, conservando las propiedades apropiadas, para la conservación de las diferentes especies o rebajar el uso de productos de limpieza.

En este proyecto, se realizará un estudio de los posibles recursos pluviales disponibles, así como estudiar la posibilidad de utilizar este recurso para reducir el consumo de agua no potable. Se pretende utilizar los tejados como la principal fuente de captación de energía y de agua, así como la reutilización del agua de las charcas para el riego de las zonas verdes del Zoo o el uso en limpieza.

2.4.3 Consumo de Alimentos

En este aspecto, los estudios no muestran análisis alguno sobre la procedencia, la cantidad o el tipo de alimento que demanda el Zoo. Según datos de los propios cuidadores y responsables del Terrario, se puede aproximar la cantidad y el tipo de alimentos que demanda, así como calcular el impacto y los costes, generados al traer los alimentos de otros países. Los diferentes responsables del Terrario, proporcionaron un inventario de todos los alimentos presentes en la dieta de las diferentes especies, entre estos alimentos, destacamos los grillos, frutas y verduras. Comentar que los mismos cuidadores del Terrario, llevan a cabo una crianza de grillos, para así poder disminuir la demanda del producto.

El Almacén del Terrario (Sótano), ejerce una función de almacenaje para gran parte del alimento que se importa de las diferentes compañías, principalmente de origen local. El uso y función de esta zona, no corresponden solo al Terrario, por lo que no se incluirán dentro del sistema de estudio.

2.4.4 Generación de Residuos

Referente a la generación de residuos, el Zoo tiene una zona responsable de esta gestión, llamada “Punt Verd”, donde se gestionan los diferentes tipos de residuos que genera el Zoo. En este aspecto, la Srta. Eulàlia Bohigas, proporcionó una serie de datos característicos de la gestión en el Punt Verd, que describían, las diferentes tipologías de residuos, la cantidad generada anual y mensualmente, así como los responsables de la gestión final de dichos residuos.

La gestión de los residuos solo se hace a nivel general del Zoo, por lo que el control de la generación en las diferentes secciones o zonas del Zoo, es inexistente. Es este trabajo, se pretende elaborar un estudio del metabolismo de la generación de residuos solo para la instalación del Terrario y comparar los datos generales del Zoo con los del Terrario, para ver su relación.

2.5 Antecedentes legales

Las organizaciones, tanto públicas como privadas, son conscientes de la necesidad de mejora de los actuales consumos energéticos, una correcta gestión de los residuos asociados así como el aumento de la utilización de energías renovables, ya que son menos agresivas con el medio ambiente, ayudan a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y suponen un ahorro desde el punto de vista económico.

Una instalación Zoológica debe enfrentarse a varios marcos legales que cubren distintos aspectos de su actividad. En primer, lugar el Zoo está gestionado por Barcelona Serveis Municipals, una empresa, y como tal debe cumplir las medidas que regulan la actividad económica: alta en el registro mercantil, seguridad social y resto de regulación laboral de los trabajadores, impuestos y tasas derivadas del beneficio económico obtenido. Al margen de la actividad económica, en un Zoo residen animales muy diferenciados con un tipo de cuidado específico y unas condiciones que deben cumplirse, recogidas en la legislación vigente. Destacar también la legislación asociada a los distintos vectores que se analizaran a lo largo de este estudio, necesarios para plantear posibles mejoras.

2.5.1 Sector eléctrico

Actualmente, los compromisos adoptados por España y otros países de la UE con la firma del Protocolo de Kioto, centrados fundamentalmente en reducir las emisiones de CO₂, mejora de la eficiencia energética y ahorro de energético.

Por este motivo y para mejorar la competitividad de las empresas, se ha de aplicar una estrategia adecuada y proporcionar las herramientas necesarias para introducir mejoras significativas en el desarrollo tecnológico y en las pautas de consumo de energía.

Uno de los conceptos importantes es el de eficiencia energética. Se define como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir nuestro confort ni calidad de vida. Poco a poco y de una manera progresiva los sistemas productivos adoptan este concepto como algo prioritario en su día a día.

MARCO LEGAL: La normativa aplicable en el sector eléctrico necesaria para la realización del proyecto es:

- ***Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.***
- ***Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.*** El objeto de este Real Decreto es la regulación del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- **Normativa europea de certificación de placas fotovoltaicas 61000-1:2007/61000 6-3.**

Consideramos actividades destinadas al suministro de energía eléctrica: generación, transporte, distribución, servicios de recarga energética, comercialización e intercambios intracomunitarios e internacionales, así como la gestión económica y técnica del sistema eléctrico.

2.5.2 Residuos Sólidos Urbanos

En líneas generales se tiende a una estabilización de la producción de residuos urbanos, que se ha generalizado en la mayoría de los países de la Unión Europea, con algunas excepciones, como es el caso de España, donde todavía existe una tendencia al crecimiento de la producción residual.

Centrándonos en el Terrario, destacar la baja generación de residuos sólidos urbanos que genera. Principalmente residuos generados por parte de los empleados y técnicos responsables, así como los residuos generados por la alimentación, pero en ningún caso sin llegar a cantidades significativas.

Dentro de todos estos residuos generados tendremos que hacer una separación de aquellos residuos que sean o no sean reciclables, atendiendo siempre a la naturaleza y medios de los que disponga el Zoo de Barcelona.

Marco legal

- **Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.**

Sin embargo, la gran mayoría de los residuos sólidos urbanos que genera una sociedad, es la basura doméstica y como hemos señalado anteriormente el Zoo no está eximido de ella. Fundamentalmente se compone por materia orgánica, que para nuestro caso de estudio se puede utilizar para compost, producción de biogás o incluso venderla para sacar beneficio económico.

Para finalizar, destacamos algunas exclusiones impuestas por la legislación comunitaria, como el tratamiento de las aguas residuales, que no tienen la consideración de residuo y tienen regulación específica.

- **Directiva 91/271/CE, de saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas.**

2.5.3 Aguas residuales

El agua residual define un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, fundamentalmente procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Su correcta gestión es de vital importancia ya que un tratamiento nulo o indebido puede generar graves problemas de contaminación.

Una medida ya habitual en algunos Zoos consiste en un sistema de depuración de aguas residuales in-situ, sobre todo los que contienen acuarios o están cerca de la costa, como el Zoo de Barcelona. Además, es una forma de reutilizar el agua de una manera eficiente para las propias instalaciones del Zoo por ejemplo.

En el caso de que no se disponga de un sistema de depuración de aguas in-situ, el agua residual generada se conducen a través de las diferentes tuberías o conductos hasta la red de alcantarillado, donde también van a parar parte de las aguas residuales de las industrias y de otro tipo de instalaciones.

Marco legal.

Como se ha mencionado anteriormente, las aguas residuales no están incluidas como residuos en sí, y tienen otra norma para su gestión

- **la 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.**

2.5.4 Alimentación

La calidad de la alimentación animal es esencial, ya que influye en la salud de los animales y, por lo tanto, en la seguridad alimentaria. Además por no mencionar los posibles efectos secundarios de una alimentación mala o falta de elementos esenciales, como enfermedades o incluso la muerte.

Un programa comprensivo de nutrición para animales de Zoológico utiliza aspectos que incluyen desde la adquisición del alimento, su almacenaje, preparación y distribución y que además hace cumplir con las necesidades fisiológicas y psicológicas de todas las especies.

Se maneja desde el área de “cocina”, lugar en el cual se desarrollan procesos de evaluación, selección y preparación de alimentos para conformar dietas propicias teniendo en cuenta los requerimientos de cada especie e individuo en particular. Las dietas deben satisfacer las necesidades de energía de los animales, ya que el consumo del animal depende de la regulación de energía.

Se ha completado la legislación en materia de etiquetado y circulación de piensos para reforzar la protección de la sanidad humana y animal. Además de las normas sobre higiene y los controles aplicables a los piensos. La Unión regula de este modo determinadas sustancias y productos para limitar o incluso prohibir su presencia en la alimentación animal.

2.5.5 Normativa en los parques Zoológicos

Los parques Zoológicos han evolucionado a lo largo del tiempo, ya no son simples colecciones de animales salvajes sacados de sus hábitats naturales, ahora se enfocan más para ser centros organizados de investigación y conservación de la biodiversidad, así como centros de educación para la población. Ante tanto cambio, los organismos gubernamentales también se han visto en la necesidad de cambiar y evolucionar al ritmo de los Zoológicos y redactar diversas normativas para la regulación y normalización de estos. La normativa más destacable en este ámbito es la siguiente:

- **Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES) en 1973.** En esta convección se pretendía preservar las especies amenazadas mediante el control de su comercio, así como el comercio de productos derivados tales como pieles, huevos, colmillos, etc.
- **Convenio para la Conservación de la Diversidad Biológica en Rio de Janeiro en 1992.**
- **La Directiva 1999/22/CEE de la Comunidad Europea, relativa al mantenimiento de animales salvajes en 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 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.

2.5.6 Normativa de edificación.

Se ha considerado oportuno nombrar la normativa del **Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación**. En el cual se establecen la exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la LOE. El objeto de esta normativa es la mejora de la calidad de la edificación, y de promover la innovación y la sostenibilidad.

3. Justificación

Este trabajo que se presenta sobre el Terrario del Zoo de Barcelona surge de la necesidad de una valoración ambiental de los diferentes aspectos de este emblemático edificio del Zoo.

El edificio data de 1972 y gran parte de su infraestructura no ha sido modificada desde su inauguración. Con un consumo energético aparentemente elevado, el Terrario es, posiblemente, un edificio con la categoría de ineficiente según los estándares actuales tanto en consumo como en recursos.

La falta de reformas dentro del ámbito de estudio de este trabajo, estrictamente relacionado con la mejora de la eficiencia del mismo, hace a este trabajo un reto profesional siendo necesario aplicar todos los conocimientos adquiridos como ambientólogos. El hecho de que el ámbito de estudio sea un edificio de las características mencionadas, hace necesario un análisis de cada punto crítico y su interrelación entre ellos, buscando soluciones que disipen todos los problemas actuales, y conseguir que el sistema tenga unos estándares de eficiencia acorde al nivel actual necesario. Las limitaciones legales, juntamente con las limitaciones económicas, hacen del estudio un reto aun mayor, indagando en la búsqueda de las mejoras técnicas aplicables.

Otro punto importante a destacar es que el edificio en cuestión, no utiliza energías renovables salvo unos pequeños captadores solares, actualmente obsoletos. La viabilidad de estas tecnologías limpias será importante a la hora de reducir el consumo del Terrario, mejorando así su eficiencia energética y haciendo del mismo un referente tanto europeo como mundial, mejorando su contextualización ambiental.

Aunque el Terrario no debería ser un punto crítico en el consumo de agua, conseguir el consumo de agua cero en este sistema sería un avance mejorando, también, su contextualización ambiental. En el caso de no existir, la sensibilización de los técnicos, la planificación de cambios de aguas y la mejora de los sistemas de canalización son necesarias para la consecución de este objetivo.

El Terrario, es un núcleo con una clara función educativa y social haciendo que los visitantes sean un colectivo a tener en cuenta, ya que estos son los que dan la razón de ser al mismo.

4. Objetivos

El objetivo principal del proyecto, consiste en realizar una cuantificación, una valoración y un análisis del sistema, que abarquen la planta de exposición y la primera planta del Terrario. Este complejo edificio será analizado mediante 3 vectores ambientales, vitales para ejercer con su funcionamiento, **agua, energía y alimentos-residuos**. Se utilizarán los vectores ambientales como referencia, para determinar el grado de eficiencia de los mismos, estudiados a través de los flujos de entradas y salidas en el sistema.

La cuantificación y la valorización, son los primeros pasos para determinar los objetivos principales del estudio. Estos objetivos se determinarán a través de las necesidades requeridas para la mejora ambiental del sistema. Como los diferentes valores de los vectores, están representados por unidad equivalente de CO₂, gran parte de los objetivos irán, directamente o indirectamente, a la reducción de este impacto.

Podemos determinar que los principales objetivos, estarán orientados hacia la mejora de la eficiencia, la aplicación de sistemas de energía renovable, la mejora de la gestión de la infraestructura, la mejora de los protocolos normalizados del trabajo, la optimización del consumo de los diferentes vectores ambientales, la realización de temas de educación ambiental y las mejoras de la percepción del edificio. Todos estos objetivos implican una serie de medidas o acciones, que conllevan una serie de mejoras en la instalación del mismo Terrario.

La resolución de estos objetivos, se realizará a través de las fichas de acciones de mejora, que irán describiendo los grados de aplicación de las diferentes acciones, las características de las mismas y los indicadores para determinar el progreso de la acción. En estas fichas se plantean metas y objetivos a desarrollar por la acción, en este caso, las metas describen cuantitativamente la mejora y los objetivos determinan el aspecto que mejora.

5. Metodología

Uno de los enfoques de los que consta el proyecto es buscar los puntos del Terrario más ineficientes energéticamente y por lo consecuente, que generan una inversión económica elevada o un impacto ambiental innecesario. Para ello centramos nuestra atención en lo que, aparentemente, son los puntos más críticos.

En primer lugar, el Terrario es un edificio cerrado sin incursión directa de la luz solar, por lo tanto, el gasto energético derivado del uso de bombillas para iluminar toda la estancia, es un punto aparentemente crítico. El tipo de bombillas, la cantidad de bombillas y la localización son factores importantes para establecer la eficiencia o no de la instalación.

En segundo lugar, y también referente a la instalación eléctrica, hay las bombas de agua. Una bomba que trabaje de forma ineficiente en el entorno que se le presenta, puede generar grandes pérdidas e impacto. Además en un edificio que tiene más de 40 años, las bombas iniciales que se utilizaron han quedado más que obsoletas.

En tercer lugar, y aunque los reptiles no son de los animales que más agua utilizan del Zoo, una buena instalación de cañerías y una buena recirculación de aguas (sobre todo para mantener en estado óptimo de los estanques de las vitrinas) ayuda a la hora de ahorrar y gestionar el agua, reduciendo la huella hídrica del Zoo. Para ello, una revisión de los filtros de agua es esencial.

En cuarto lugar, la fauna exótica que vive en este Terrario, necesita unas condiciones óptimas de temperatura, condiciones constantes que se consiguen con calefactores. Se revisaran los calefactores propiamente valorando si existe una mejor tecnología aplicable y factores indirectos a los calefactores pero de vital importancia para la correcta regulación de la temperatura. Vidrios, claraboyas y paredes dejan escapar el calor con cierta facilidad, así que también serán revisados.

El Terrario no tiene ningún tipo de contadores propios, lo que significa que se deberá que hacer una estimación aproximada del gasto de energía, de agua y de alimentos.

En este proyecto se tratará con **3 grandes vectores; vector energético, hídrico y alimentos/residuos**. Cada vector tiene su importancia, ya que de un modo u otro se relacionan entre si y por ello se debe tener un control sobre cada uno de ellos a la hora de elaborar este proyecto en el Terrario. Por ello se ha realizado el siguiente diagrama (Figura 5.1).

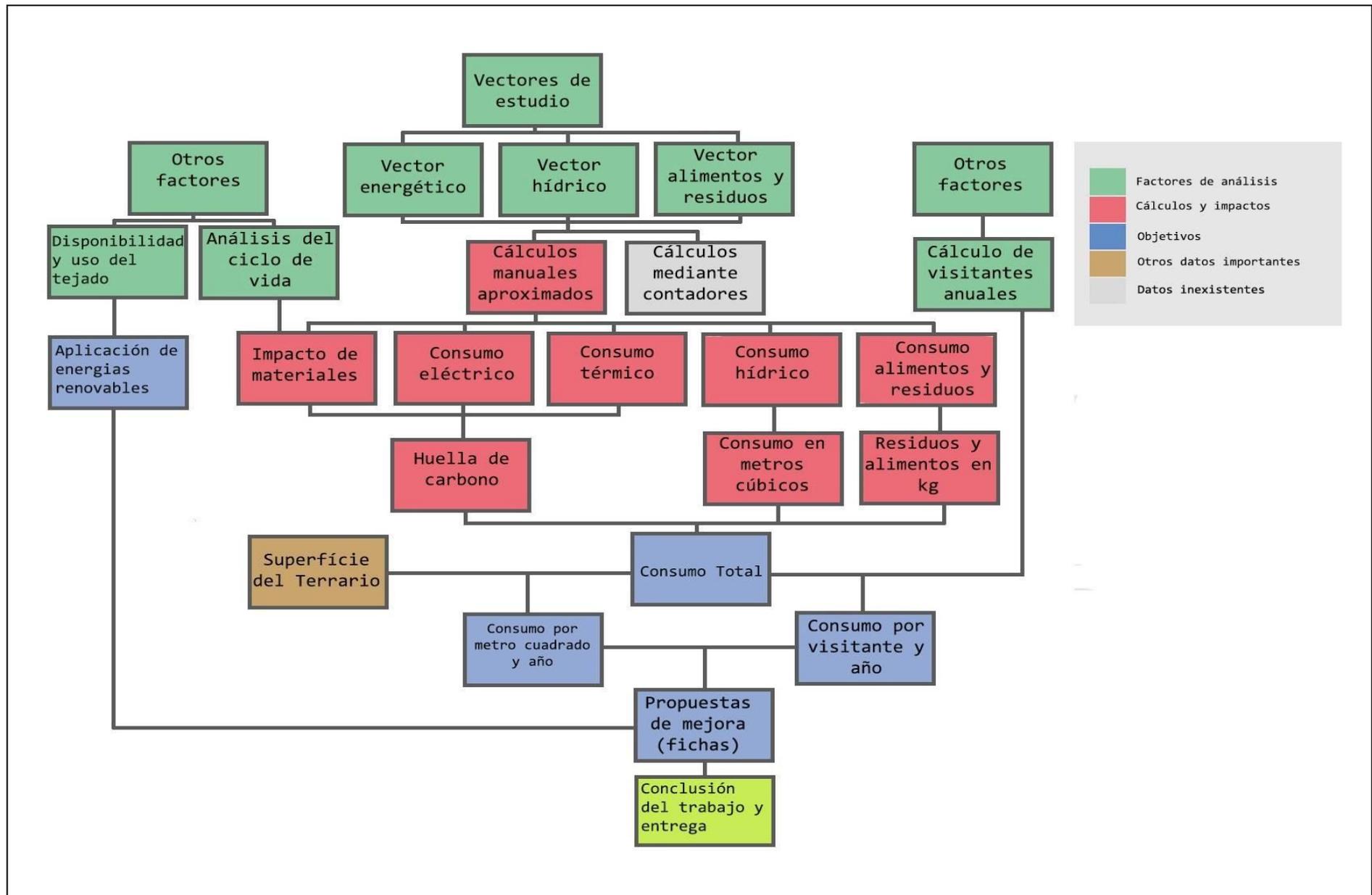


Figura 5.1 Diagrama sobre la metodología del trabajo.

5.1 Metodología inventario

5.1.1 El impacto del Terrario

El cálculo del impacto del Terrario, presenta una serie de impedimentos resultantes de la carencia de datos bibliográficos o registros de consumo. Al no tener un registro específico del Terrario, los resultados presentados en este trabajo, corresponden a estimaciones o suposiciones calculadas por los integrantes del grupo, a través de los datos proporcionados por los técnicos y responsables del Zoo. Estos datos, están referidos a potencias de los elementos, horas de funcionamiento, necesidades de los animales, características del edificio, etc. Estas estimaciones pueden suponer un impedimento a la hora de juzgar la veracidad de los resultados, pero el seguimiento diario de estos datos, supone una tarea titánica, por lo que nuestras estimaciones deberán ser lo más cercanas a la realidad posible. En la presentación de los datos y resultados, se mencionará el origen de la información y los cálculos, debidamente citados.

Para poder cuantificar el impacto ambiental que supone y ha supuesto el Terrario, se calculará el consumo eléctrico, térmico e hídrico, así como el impacto de los materiales de construcción, el impacto de su ciclo de vida y el impacto de su propia construcción. Los resultados se presentarán en forma de CO₂ equivalente, para todos los cálculos así como las acciones de mejora propuestas, para facilitar la observación e interpretación de los resultados.

5.1.2 El consumo eléctrico y térmico

Para llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos de nuestro proyecto, es necesario realizar un inventario de los diferentes elementos de consumo que encontramos en nuestros vectores de estudio tales como bombillas, equipos eléctricos, bombas, calderas, etc. Nuestro equipo, ha realizado un seguimiento, recuento y control de todos los elementos que suponen un consumo eléctrico o térmico, en el Terrario del Zoo de Barcelona. En el apartado de inventario y diagnosis, se presentará y describirá todos los elementos de consumo que se han encontrado en el lugar de estudio; específicamente en la cantidad de elementos, sus características, su localización, horas de funcionamiento y la potencia de los mismos. Estos datos, serán representados mediante Tablas, gráficos y mapas, para facilitar la asimilación, así como mejorar la presentación de dichos datos. Más adelante, encontraremos los mapas de localización de estos elementos, que facilitaran la comprensión y la visualización para el lector.

Para la correcta estimación del consumo eléctrico del Terrario, se tendrán en cuenta todos los elementos que tengan un consumo eléctrico o térmico y se cuantificarán los elementos de consumo, tales como las bombillas, las bombas, los ventiladores, los ordenadores, las mantas térmicas, así como cualquier tipo de equipo que presente algún consumo eléctrico o térmico. Este recuento se realizará al mismo tiempo que se obtienen las características de los equipos y se localizan debidamente en un mapa de referencia.

Una vez cuantificados los elementos de consumo, se calculará el consumo eléctrico a partir de las potencias y las horas de funcionamiento. Para poder observar los puntos críticos dentro del Terrario, se quiere estimar el consumo de las jaulas, las vitrinas, los pasillos, los despachos y los espacios abiertos. Para esto, se hará un recuento del número de recintos y se distribuirán en vitrinas, jaulas y espacio abiertos, especificando las características singulares de cada una de ellas (tamaño, elementos, especies, necesidades térmicas...). Con el consumo eléctrico estimado, se realizará un estudio de la posibilidad de aplicar sistemas de energía renovables y mejorar la eficiencia energética en el ámbito de estudio, a partir de datos como el espacio disponible (fachada, tejado, escaleras...), las características del ambiente y las especificaciones de los escenarios, que se describirán más adelante.

El Terrario tiene un consumo térmico considerable (principalmente gas natural) y presenta diferentes dispositivos térmicos, por tanto es importante utilizar estos dispositivos de forma correcta y sin caer en el sobreconsumo. En el estudio energético, se cuantifica el consumo de gas natural de la zona de primates, por lo tanto nuestro valor será una aproximación a este valor real.

Para realizar el cálculo del consumo de gas natural, se han visitado las calderas que suministran la calefacción a nuestro sistema, y se han obtenido las características de las calderas, gracias a la experiencia de los técnicos del Terrario. En nuestro ámbito de estudio, encontramos un total de seis calderas que suministran calor a las zonas de las focas, los primates y el mismo Terrario. Se ha supuesto que las necesidades térmicas de las focas son mínimas o inapreciables, así que en primer lugar tendremos que estimar que porcentaje consume la zona de primates, para saber realmente el consumo de gas natural en el Terrario. Para realizar esta estimación, se obtendrán los datos de consumo a partir de técnicos y responsables de la zona de los primates.

También se pudo apreciar de forma práctica el consumo eléctrico por diferentes sectores dentro del Terrario mediante el uso de una pinza amperimétrica que fue facilitada por uno de los técnicos del Zoo. El uso de esta herramienta da los amperios que hay en esa zona pinzada. No ha resultado muy útil porque no todo está sectorizado y no todo se pudo pinzar debido a la gran complejidad que había. Así que, aunque finalmente no resultó útil fue una técnica que se intentó emplear por ello se ha hecho esta mención final en este apartado.

5.1.3 El consumo de agua

El edificio del Terrario, no presenta un gran consumo de agua, si lo comparamos con otros sistemas como es el Aquarama. A través de las conversaciones con los técnicos y mediciones de los lagos, se quiere contabilizar el consumo de agua en sus diferentes usos, tales como la limpieza, la alimentación y los estanques. Esta tarea es, si cabe, más difícil que una contabilización eléctrica.

Los operarios aseguran no tener un registro de cada cuanto se cambian los lagos, y estos cambios se hacen cuando el técnico lo ve necesario. Un técnico que se encarga habitualmente de la limpieza de las vitrinas centrales aseguró que suele regarse unos 5 minutos y medio cada jaula. Esta limpieza se suele alternar de tal forma que una de estas ocho vitrinas centrales, se limpia cada día. Con ese dato, y rellenando una botella de agua de litro, se ha podido aplicar una sencilla regla de tres para calcular el consumo de agua en esta limpieza.

En cuanto a las vitrinas laterales, se ha estimado el consumo de agua que suponen los estanques artificiales a través de mediciones y cálculos geométricos, para determinar el volumen de agua de cada estanque. En el caso de las vitrinas centrales, el cálculo del volumen se ha estimado con el mismo procedimiento, exceptuando aquellos estanques conectados en más de una vitrina que se han calculado por secciones y juntado en un único valor. Estos estanques se contabilizarán de forma conjunta para facilitar el cálculo del caudal de renovación del agua y el coste de limpieza derivado.

5.1.4 Impactos de la construcción

Para contabilizar el impacto ambiental que ejerce un edificio, en este caso el Terrario, se necesita conocer todas las entradas y salidas que ha tenido y continua teniendo además de los impactos causados para su edificación, el peso ambiental de los materiales de construcción, el impacto que genera con su uso, su etapa de reciclaje, disposición final o demolición, en otras palabras, su ciclo de vida (ACV).

Un ACV estudia los aspectos medioambientales y los impactos potenciales a lo largo de todas las etapas de vida del producto analizado sin tener ningún tipo de límites geográficos, funcionales o temporales. Existe más de una metodología a la hora de realizar un ACV de edificios, en este caso se ha basado en la desarrollada por la “Sustainability of Construction Works” del Comité Técnico 350 del Comité Europeo de Normalización (CEN/TC 350). Según esta metodología estándar se deben incluir 4 etapas o subsistemas: Producción, construcción, uso y disposición final. Tal y como se puede apreciar en la siguiente Tabla 5.1.

<u>ETAPAS</u>	<u>ELEMENTOS INCLUIDOS</u>
Producción del edificio	Materias primas, Transporte, Fabricación.
Construcción del edificio	Transporte, Procesos in-situ de construcción.
Uso del edificio	Mantenimiento, Rehabilitación, Reparación y reemplazo, Consumo de energía final (calefacción, electricidad, agua caliente, refrigeración...), consumo de agua.
Disposición final del edificio	Deconstrucción, Transporte, Recalado/reutilización, Disposición final en vertedero/incineradora.

Tabla 5.1 Etapas ACV “Sustainability of construction works”.

En este ámbito de estudio y observando la Tabla 5.1, se encuentran diversas barreras para realizar un correcto ACV del Terrario, tales como la dificultad de obtención de los datos técnicos necesarios de ciertas actividades del ACV que se desconocen o la necesidad de conocimientos informativos especiales, así como datos que a día de hoy son imposibles verificar con exactitud. Aun así, se ha considerado necesario hacer una estimación aproximada del impacto que hasta hoy día ha causado y causa el Terrario.

La fase más importante, o la que más incidencia tiene sobre el medio en el ciclo de vida de un edificio es su fase de uso, 50 años de media para esta clase de edificios, sobre ella recae un gran peso del impacto energético y de emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que sería la fase donde más hay que incidir a la hora de plantear una reducción real, que es uno de los objetivos de este proyecto, presentando mejoras energéticas y sustituir algunos

de los actuales materiales para conseguir reducir su impacto.

El objetivo de esta clase de estudios/proyectos es llegar a edificios con un consumo casi nulo, para ello es necesaria una alta eficiencia energética y sistemas de producción y almacenamiento de energía en el propio edificio, pero ¿Cómo se puede lograr que nuestro edificio sea un edificio altamente eficiente?, se van a proponer las siguientes estrategias:

- Aislamiento térmico en muros, techos y ventanas.
- Permitir la entrada del sol en invierno así como minimizar la reducción de pérdidas de calor por infiltración en épocas gélidas.
- Utilización de sistemas de calefacción y aire acondicionado eficientes (etiquetado energético).
- Utilizar iluminación eficiente mediante el uso de lámparas de bajo consumo.
- Uso de fuentes renovables para reducir la huella ecológica y hacer un uso más eficiente del propio Terrario.

Otro aspecto que se ha de comentar es la fase final del ACV, la disposición final del edificio. Para esta última fase no se disponen de datos objetivos que mostrar, ya que no se sabe con exactitud si el edificio analizado será derribado, se le dará otro uso o se procederá al reciclado de sus componentes.

Como estimación, se cree que la edificación continuara operativa un mínimo de 10 años, teniendo en cuenta las estimaciones de vida para un edificio de características similares. Por lo que mediante los cálculos realizados en su fase de uso se puede estimar el impacto que continuará causando. Además, para lograr aumentar la vida útil de un edificio se deben incluir una serie de mejoras o pequeñas reformas para maximizar su rendimiento de una forma progresiva.

5.1.5 Visitantes

El número de visitantes del Zoo se ha mantenido constante durante los últimos años. En 2010 alcanzo 1.054.885 millones de personas mientras que en 2013 se alcanzo la cifra de 1.113.724 personas, por lo que se aprecia que de forma general se mantienen constantes los visitantes.

Pero para poder representar los datos de emisión de CO₂ por visitante, es necesario conocer el número de personas que visitan el Terrario a diario, no solo de forma anual y considerando también las visitas en días festivos. El Zoo dispone de un recuento del número de visitantes que entran a diario pero no el recuento en el Terrario, de ahí la necesidad de conocer el número exacto de visitantes que recibe. La metodología a la hora de realizar el conteo de personas que entran en el Terrario consiste en escoger dos días de la semana al azar, martes y sábado, en los cuales el grupo ha estado durante todas las horas en las que el Zoo ha estado abierto al público (10h-17h), teniendo así el número de personas que entran por hora al Terrario. El resto de días de la semana se ha realizado el conteo en horas aisladas y mediante una media y posterior estimación se obtienen los visitantes del Terrario durante toda una semana.

Comentar que durante los días laborales, de lunes a viernes, el Zoo recibe numerosos grupos escolares, por lo que las visitas se ven alteradas ya que el Terrario ofrece un taller práctico a grupos de escolares donde se da a conocer más en detalles algunos de los especímenes que alberga.

Una vez tengamos los datos de visitantes del Terrario sacaremos un porcentaje de visitantes totales que visitan el Zoo de Barcelona y también visitan el Terrario.

5.1.6 Grafía de CO₂

Para la realización de la grafía de CO₂ del Zoo, se pretende seguir una metodología similar a la de la contabilización del consumo del Terrario, con pequeñas diferencias en la obtención de la información y la presentación de los resultados. Este objetivo, representa un gran esfuerzo por parte del equipo, a la hora de cuantificar, clasificar y ordenar los diferentes elementos de consumo del Zoo. La información obtenida en este aspecto, es más significativa y verídica que anteriormente, según los cálculos realizados por (Applus Norcontrol S.L.U, en el “Estudio energético del parque Zoológico de Barcelona, 2011”), se clasifica el Zoo en siete sectores de consumo eléctrico y cinco sectores de consumo de Gas natural, debidamente cartografiados.

Estos sectores citados anteriormente, representan una gran extensión del ámbito de estudio, así que con la ayuda de cartografía sectorial (visualizada en forma de cuadrantes), se pretende realizar un inventario aproximado de los diferentes elementos de consumo en estos sectores. El objetivo de este inventario, es poder crear una base de datos cartográficos, especificando el consumo de los cuadrantes y su huella de CO₂.

Con la ayuda de los valores del consumo eléctrico y la distribución de usos del mismo, se realizará una aproximación del consumo eléctrico en las cuadrículas a través de los factores de corrección, que representarán el porcentaje del consumo eléctrico de la cuadrícula entre el consumo total del sector. El consumo de gas natural está presente, principalmente en las grandes infraestructuras del Zoo, por tanto, su consumo está cuantificado en el estudio energético del Zoo.

Estos valores se visualizarán en el mapa, con un gradiente de colores, donde las zonas rojas representan los puntos de mayor consumo, por tanto mayor huella de carbono y las zonas verdes las zonas de menos consumo y menor impacto. Para facilitar la comprensión de los datos, se confeccionará un gráfico de barras comparando el consumo global anual (eléctrico + térmico) en diferentes años.

5.1.7 Acciones de mejora

Como culminación de los resultados, se pretende elaborar una serie de acciones de mejora para poder reducir el consumo de energía y de agua, en la medida de lo posible reducir la demanda de alimentos y producción de residuos, mejorar la eficiencia energética, mejorar la percepción de la infraestructura y si es posible alguna acción simple de comunicación ambiental. El estudio de estas acciones de mejora se presentará en forma de fichas, donde se describirá la acción, sus objetivos, sus metas y sus beneficios, así como su responsable, periodo de aplicación y control. Con esta presentación de las acciones, se pretende facilitar la comprensión y entendimiento de estas acciones, así como la facilidad a la hora de elaborar los escenarios. El uso de estas fichas da la posibilidad al lector, de elaborar sus propios escenarios o conclusiones, mejorando la comunicación entre los actores implicados y la valorización de estas acciones.

Estas acciones van desde la posibilidad de aplicación de energías renovables (eólica, solar, térmica o la captura de presión), la optimización del consumo, la reducción de pérdidas térmicas, la disponibilidad de renovar el agua, el almacenaje de las precipitaciones, mejorar la percepción del Terrario y la formación de los trabajadores.

5.2 Realización del Inventario

Nuestro grupo ha decidido que el inventario de este trabajo se va a dividir en 3 grandes bloques o apartados, el energético, el hídrico y el de alimentos/residuos, aunque también se hará una mención a los elementos arquitectónicos del edificio así como a los visitantes de la instalación, facilitando así la organización y comprensión de las diferentes partes. En cada uno de los apartados se pondrán las correspondientes Tablas que se han obtenido al hacer el inventario, también se añadirán gráficos a las correspondientes Tablas para que sean más visuales y comprensibles los datos obtenidos. Decir que para que sea más fácil la comprensión de los datos en las diferentes Tablas añadiremos las fórmulas y un ejemplo de los cálculos que hemos realizado, mostrando así de donde obtenemos todos nuestros resultados.

Los datos recogidos a lo largo del estudio han tenido que ser estandarizados y, en algunos casos, aproximados debido a la complejidad de su estimación real. Todas las suposiciones y métodos de cálculo serán explicados a continuación.

Leyenda de las Tablas

Los rangos de las leyendas de las siguientes Tablas están valorados entre un 25-33% sobre el valor total obtenido. Este rango nos facilita la visualización de las Tablas y como consecuente poder identificar los puntos críticos del sistema de estudio. Los valores menospreciados se han intentado ajustar lo máximo posible pero siguiendo los valores lógicos.

5.2.1 Inventario energético

En este apartado hay recogidos los diferentes elementos que poseen un consumo energético, ya sea eléctrico o térmico. Se han organizado los elementos energéticos de iluminación por las diferentes zonas que se encuentran en el Terrario. Hay en vitrina, en vitrinas móviles, en pasillos, en despachos y luego también otro apartado con otros elementos que tienen un consumo energético pero que no son de iluminación. Se mostrará el consumo eléctrico total generado por la iluminación y por otros elementos de consumo eléctrico

Los siguientes cálculos y Tablas del apartado inventario y diagnosis (apartado 6 del trabajo) presentan una división de seis periodos, estos se corresponden a los diferentes horarios que encontramos en el Zoo. Y como son diferentes

horas y épocas del año se ha considerado que era útil realizarlo de esta forma, es posible que esto nos facilite la búsqueda de algún problema y de su solución. Tal y como se puede apreciar en la siguiente Tabla 5.2, donde aparecen los 6 periodos y las horas de funcionamiento por periodo.

Horarios				
Periodo	Horas de funcionamiento	Días al año	Horas funcionamiento periodo	
1	1/1 - 29/3	7,5	88	660
2	30/3 - 15/5	9	46	414
3	16/5 - 15/9	10	123	1230
4	16/9 - 25/10	9	41	369
5	26/10 - 31/12	7,5	66	495
6	25-dic	2	1	2
TOTAL DIAS/HORAS			365	3170

Tabla 5.2 Horarios del Zoo de Barcelona.

Las Tablas que están presentadas en el apartado inventario y diagnosis (punto 6) tienen unos resultados que han sido calculados de la siguiente forma, se pondrá un ejemplo base a partir del cual se han hecho todos los otros cálculos:

- La vitrina lateral numero 1 contiene

1 foco UVA de 300 W

8 fluorescentes

2 incandescentes.

Para saber el cálculo por periodos solo se debe multiplicar los elementos de iluminación por el número de horas que está encendido en el lapso de tiempo deseado y por su potencia y sumarlos.

Se ha supuesto que todas las bombillas excepto las infrarrojas, están encendidas durante el horario de cara al público del Zoo. Ya que es la información que los técnicos dictaron.

$$1 \text{ focoUVA} \times 300 \text{ W} \times 660 \text{ horas}$$

$$8 \text{ fluorescentes} \times 58 \text{ W} \times 660 \text{ horas}$$

$$\underline{2 \text{ incandescentes} \times 250 \text{ W} \times 660 \text{ horas}}$$

834 kWh

Con esto se sabe el consumo del Terrario en una vitrina entre el 1 de enero i el 29 de marzo. A partir de este cálculo se podría dividir por los días de dicho periodo para obtener el consumo de las vitrinas por día.

Tipos de luz

UVA

Como se pudo comprobar en el trabajo de campo, las luces de UVA (Figura 5.1) son de 300 W. Estas luces están encendidas durante el horario de apertura del Zoo.



Figura 5.2 Bombilla UVA.

$$1 \text{ bombilla} \times 300 \text{ W} \times 3170 \text{ horas/año} = 951000 \text{ Wh} \quad \mathbf{951kWh/año}$$

Fluorescente grande

Los fluorescentes largos, correspondientes a las vitrinas laterales, a los pasillos y los despachos, tiene 58 W. Tienen un tiempo de encendido igual al tiempo que reside el Zoo abierto.

$$1 \text{ fluorescente} \times 58 \text{ W} \times 3170 \text{ horas/año} = 183860 \text{ Wh} \quad \mathbf{183,860 kWh/año}$$

Fluorescente mediano

Estos fluorescentes se encuentran en muchas de las vitrinas móviles en la planta superior del Terrario, así como en algunos grupos de vitrinas de pequeño tamaño en la planta baja, de cara al público, como por ejemplo las vitrinas de las serpientes del bosque mediterráneo.

Estos fluorescentes tienen un consumo de 30 W y están en funcionamiento el mismo tiempo que el Zoo permanece abierto.

Tienen 90 centímetros de tamaño.

$$1 \text{ fluorescente} \times 30 \text{ W} \times 3170 \text{ horas/año} = 95100 \text{ Wh} \quad \mathbf{95,1 \text{ kWh/año}}$$

Fluorescente pequeño

Este pequeño fluorescente de bajo consumo (18 W) está presente en algunas vitrinas móviles de la planta superior del Terrario, así como en algunas de la planta baja. Por ejemplo, se encuentran, en la sala de reproducción asistida.

$$1 \text{ fluorescente} \times 18 \text{ W} \times 3170 \text{ horas/año} = 57060 \text{ Wh} \quad \mathbf{57,1 \text{ kWh/año}}$$

Incandescente

En este apartado se han agrupado todo un seguido de marcas y tipologías de bombillas (Figura 5.2), pero cuyo consumo es el mismo, 250 vatios, y que sirven para iluminar, junto a los fluorescentes.



Figura 5.3 Bombillas incandescentes.

$$1 \text{ bombilla} \times 250 \text{ W} \times 3170 \text{ horas/año} = 792500 \text{ Wh} \quad \mathbf{792,5 \text{ kWh/año}}$$

Infrarrojos

Este tipo de luz, sirve para dar calor a los animales del Terrario. Muchas especies de sangre fría necesitan recibir calor externo. Estas bombillas, según palabras de Manel Aresté, están en funcionamiento continuo, todos los días del año.

Este tipo de luz tiene un consumo de 250 vatios.

Primero se calcula el número de horas totales en un año.

$$1 \text{ año} \times 365 \text{ días} \times 24 \text{ horas} = 8760 \text{ horas}$$

Después se calcula el consumo.

$$1 \text{ bombilla} \times 250 \text{ W} \times 8760 \text{ horas} = 2190000 \text{ Wh}$$

21900 kWh/año

Bajo consumo 26 W

Este tipo de iluminación (Figura 5.3) apenas se encuentra disponible en algunas vitrinas móviles y en ciertas vitrinas de la planta baja, de cara al público. Su consumo es mínimo, 26 vatios. Esta luz funciona durante el horario del Zoo.



Figura 5.4 Bombilla bajo consumo.

$$1 \text{ bombilla} * 26 \text{ W} * 3170 \text{ horas/año} = 82420 \text{ Wh}$$

82,42 kWh/año

Bajo consumo 18 W

Este tipo de iluminación apenas se encuentra disponible en algunas vitrinas móviles y en ciertas vitrinas de la planta alta. Su consumo es muy bajo. Este tipo de iluminación se usa en muchos lugares de la planta baja para señalar carteles informativos sobre ciertos animales.

Esta luz funciona durante el horario del Zoo.

$$1 \text{ bombilla} * 18 \text{ W} * 3170 \text{ horas/año} = 57060 \text{ Wh}$$

57 kWh/año

Con la explicación anterior se ha podido mostrar el inventario de elementos energéticos que se ha realizado:

También cabe decir que las vitrinas centrales tienen un número tan reducido de bombillas que se ha decidido incluirlas en otras Tablas, ya que hacer una Tabla de bombillas en concreto para este sector no era muy útil, principalmente porque tienen una iluminación natural mediante el uso de claraboyas.

5.2.2 Inventario hídrico

En este apartado se ha recogido todo consumo hídrico que se realiza en el Terrario. Principalmente lo se puede dividir en tres grandes bloques; el de consumo de los animales, el de los lagos/estanques de sus instalaciones y finalmente el que se utiliza para la limpieza.

La falta de un control exhaustivo para el cambio de aguas de las diferentes vitrinas y la imposibilidad de entrar en estas para calcular de manera exacta el volumen que contiene cada una de ellas nos ha llevado a tener que hacer una aproximación del volumen de agua utilizado y residual de cada una de ellas. Para ello, se han basado los cálculos de volumen asimilando las charcas o lagos de las vitrinas a diferentes Figuras geométricas.

- Rectángulos
- Cuadrados
- Circunferencias
- Triángulos rectángulos

Las medidas han sido tomadas mediante mediciones de referencia de las vitrinas en cuestión, siendo estas lo más aproximadas posibles.

Para el cálculo de agua residual y gasto de agua, se ha preguntado a cada uno de los expertos en el Terrario, cada cuanto se cambia el agua de cada una de las vitrinas. Ante la ambigüedad de la respuesta en algunos casos, el cálculo se realiza mediante la experiencia según los días de trabajo de campo, llegando a esta conclusión:

- Las vitrinas laterales de la planta baja, se limpian 3 veces por semana.
- Las vitrinas centrales de la planta baja, se limpian 1 vez cada 10 días.
- Las vitrinas móviles y las vitrinas de menor tamaño, tanto planta superior como inferior, se limpian 2 veces por semana.

Para las vitrinas exteriores de los grandes cocodrilos, no se ha visto ningún cambio de agua, así que el cálculo está incompleto por el momento.

Para facilitar los cálculos y mejorar su comprensión, el gasto de agua se dará mensualmente. En el apartado 6.2 están representados estos datos.

Fórmulas empleadas:

- Volumen por vitrinas

$$m^3 \text{ Rectángulo} = b \times a \times p$$

$$m^3 \text{ Cuadrado} = b \times a \times p$$

$$m^3 \text{ Triángulo rectángulo} = \frac{b \times a}{2} \times p$$

$$m^3 \text{ Circunferencia} = \pi r^2 \times p$$

5.2.3 Inventario alimentos

Se han dividido los alimentos en dos grupos:

- **Los nacionales**, la mayoría vienen de Mercabarna o del propio Zoo, ocasionando un impacto mínimo.
- **Los internacionales**, que tienen un recorrido bastante más amplio y de los cuales sí que se considera un potencial impacto que puede ser importante.

Tipo de alimento	Peso (kg)	Nacionalidad	Tipo de transporte	Impacto (CO ₂ Eq)	Impacto per Kg	Huella carbono producto (CO ₂ Eq) Kg
Pienso	2 Kg /semana	EEUU	Buque + Camión	5064 T	0,021 Kg	2,1
Suplemento alimenticio (Nekton)	0,11 Kg/ semana	Alemana	Camión (1880 Km)	1362,915 Kg	0,034 Kg	0,204

Tabla 5.3 Productos alimenticios de importación.

Hay dos productos que se importan desde el extranjero, el pienso y el suplemento alimenticio como se puede apreciar en la Tabla superior (5.3). El primero es estadounidense y el segundo alemán. Debido a que no se dispone de la información pertinente sobre el método de transporte, se hace la suposición de que el pienso parte desde la capital estadounidense, Washington, y es transportada en barco hasta Cádiz y el suplemento es

enviado desde la capital alemana, Berlín, y está es enviada a través de un camión de distribución al propio Zoo de Barcelona.

Para el cálculo del impacto en CO₂ equivalente del transporte del pienso, se utilizó como referencia el buque portacontenedores Emma Maersk (2006) con un motor Wärtsilä - Sulzer 14RTFLEX96 – C acoplado.

Distancia entre los dos puntos, **6.065,32 km**

Capacidad máxima del barco, **156 907 000 Kg**

Velocidad máxima del buque, **47,22 Km/h**

Para el cálculo del consumo por km, debido a la falta de información se ha hecho un cálculo sobre la carga máxima que puede soportar el buque.

Sobre las especificaciones técnicas del motor, consideramos uno de 14 cilindros donde el consumo de fuel por ciclo es de 0,16 Kg. El motor funciona a sus 102 rpm dando como resultado la siguiente fórmula:

$$C. \text{fuel por ciclo} * \text{revoluciones/min} * n^{\circ}\text{cilindros} = \text{Consumo de fuel/min}$$

$$\text{Consumo de fuel/min} * 60\text{min} * \text{distancia recorrida} = \text{Consumo de fuel total}$$

Distancia recorrida = horas a vel. Máx.

Para conseguir el impacto de CO₂ equivalente de este transporte, se necesita un valor de correlación, en este caso, y según el documento de la Generalitat de Catalunya, 2012, el factor es de 1L Fuel - 3,05Kg CO₂ Eq.

Para conseguir el CO₂ equivalente del transporte desde Alemania, se ha utilizado el camión Mercedes Benz New Actros 1848 BigSpace donde, según la ficha técnica del mismo, consume una cantidad de 26L a los 100km y se supone una velocidad de 80 Km/h media durante todo el trayecto. La distancia por carreteras entre Berlín y el Zoo es de 1880km. Por último, la tara máxima del camión es de 40000 kg.

$$\text{Consumo de gasoil/km} * \text{distancia recorrida} = \text{Consumo total gasoil}$$

Para conseguir el impacto de CO₂ equivalente de este transporte, se necesita un valor de correlación, en este caso, y según el documento de la Generalitat de Catalunya, 2012, el factor es de 1L Fuel – 2,78Kg CO₂ Eq.

Después de cada uno de los cálculos mencionados, se ha hecho el cálculo del impacto real del producto dividiendo el impacto total, por cada kg de producto, siendo este muy bajo y por tanto ignorado respecto a otros.

5.3 Cálculos sobre la aplicación de energías renovables y captación de precipitaciones

Para el cálculo de las energías renovables, primero se estimó el espacio disponible en el tejado para poder calcular el potencial de la aplicación de estas energías. Después de obtener los datos de la disponibilidad para su aplicación, se realizaron una serie de cálculos para saber la disponibilidad de energía fotovoltaica (FV), eólica (E), térmica (T), piezoeléctrica (PE) y térmica por biomasa (TB), así como la captación de precipitaciones (CP). Los cálculos se realizaron a partir de las especificaciones técnicas y las fórmulas, descritas en (Perales Benito, Tomás; 2012), (Gipe, Paul; 2012) y (González Velasco, Jaime; 2009).

5.3.1 Cálculo del potencial de la energía fotovoltaica

En primer caso se calculó el potencial de la energía fotovoltaica, a partir de los datos de la constante solar (1000 W/m^2), las horas de sol disponibles, contabilizadas alrededor de 2425 horas al año, el rendimiento de la placa (18%), el área del tejado disponible y la potencia asequible, en dichas áreas. Se calculó la generación de energía fotovoltaica a partir de las siguientes fórmulas:

$$F.V = G * A * \eta$$

Fórmula 1

$$G.FV = \frac{P.FV * HSD}{1000}$$

Fórmula 2

Donde:

P.FV = Potencia fotovoltaica disponible en la sección (W)

G = Constante solar (W/m^2)

A = Área de la sección del tejado (m^2)

η = Rendimiento de la placa (%)

G.FV = Generación de energía fotovoltaica anual, en la sección (kWh/año)

HSD = Horas de sol disponibles anuales (h)

Con la Fórmula 1 podemos calcular la potencia se podría alcanzar en cada una de las seis secciones del tejado. La potencia se calcula a partir de la constante solar multiplicado por el área de la sección y el rendimiento de la placa. En este aspecto la única variable que varía es el área, por tanto la potencia disponible será mayor, cuanto más superficie se disponga.

A partir de la Fórmula 2 podemos calcular la generación de energía fotovoltaica. Para calcular la energía de cada sección, se multiplicó la potencia disponible de la sección por el número de horas de sol disponibles anuales y se divide por mil para representar los resultados en kWh/año.

5.3.2 Cálculo del potencial de la energía eólica

En segundo lugar se calculó la disponibilidad de energía eólica, a partir de los datos de la velocidad media del viento (3,5 m/s, llegando hasta 10 m/s), la constante de Betz (0,5925), la densidad del aire (1,2 Kg/ cm³), el área de de las palas (palas de 1,2 m de diámetro), el área de la sección del tejado, el rendimiento del aerogenerador (30%), y las horas de viento disponibles anuales, estimadas alrededor de las 1752 horas. Se calculó la energía eólica a partir de la siguiente fórmula:

$$P.E = \frac{1}{2} * \rho * \left(\frac{A}{10}\right) * Ab * V^3 * Cp * \eta$$

Fórmula 3

$$G.E = \frac{P.E * HVD}{1000}$$

Fórmula 4

Donde:

P.E = Potencia eólica disponible en la sección (W)
 ρ = Densidad del aire (Kg/m³)
 A = Área de la sección del tejado (m²)
 Ab = Área barrido de las palas (m²)
 V = Velocidad media del viento (m/s)
 Cp = Coeficiente de Betz
 η = Rendimiento del aerogenerador (%)

G.E = Generación de energía eólica anual, en la sección (kWh/año)
 HVD = Horas de viento disponibles anuales (h)

Con la formula Fórmula 3, se calcula la potencia eólica que se podría alcanzar en las diferentes secciones del tejado. La potencia se calcula a partir de la multiplicación de un medio por el coeficiente de Betz, la densidad del aire, la velocidad del viento al cubo, el rendimiento, el área de barrido y por último, el factor del espacio. En este aspecto se estableció que solo se puede instalar un solo aerogenerador por cada 10 m², según datos obtenidos en (Gipe, Paul; 2012), evitando así los problemas de apantallamiento de las aspas.

Con la formula Fórmula 4, se calcula la generación de energía eólica. Para calcular la generación de energía eólica de las diferentes secciones, se necesita multiplicar la potencia eólica de dicha sección por el número de horas de viento disponibles anuales y dividir por mil para representar los resultados en kWh/año.

5.3.3 Cálculo del potencial de la energía fototérmica

Seguidamente se calculó el potencial de la energía fototérmica, para su uso en calefacción, a partir de datos como la constante solar (1000 W/ m²), las horas de sol disponibles, alrededor de las 2425 horas y el rendimiento de la placa (60%). Se calculó la energía fototérmica a partir de las siguientes formulas:

$$P.T = G * A * \eta$$

Fórmula 5

$$G.T = \frac{P.T * HSD}{1000}$$

Fórmula 6

Donde:

P.T = Potencia térmica disponible en la sección (W)
A = Área de la sección del tejado (m²)
 η = Rendimiento del captador (%)

G.T = Generación de energía fototérmica anual, en la sección (kWh/año).
HSD = Horas de sol disponibles anuales (h)

Con la Fórmula 5, calculamos la potencia térmica asequible en las diferentes secciones del tejado. Consiste en multiplicar el valor de la constante solar, por el espacio irradiante disponible y el rendimiento de la placa. En este aspecto la única variable que varía es el área, por tanto la potencia disponible será mayor, cuanto más superficie se disponga.

Con la Fórmula 6, calculamos la generación de energía térmica a través de la multiplicación de la potencia por las horas de sol disponibles anuales y dividido por mil para representar los resultados en kWh/ año.

5.3.4 Cálculo del potencial de la captación de precipitaciones

Para la captación de precipitaciones, se usaron datos como, la media de precipitaciones anuales ($L/ m^2 * año$), el área disponible en el tejado (m^2) y el rendimiento de procesar las precipitaciones (%). Comentar que el rendimiento del proceso, está valorado alrededor del 54% y solo es aplicable, para las cubiertas vegetales extensivas. Para este cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$CP = \frac{P * A * \eta}{1000}$$

Fórmula 7

Donde:

CP = Las precipitaciones capturadas anuales, en la sección ($m^3/año$)
P = Precipitaciones anuales ($L/ m^2 * año$)
A = Área de la sección del tejado (m^2)
 η = Rendimiento de la captura de precipitaciones (%)

En la Fórmula 7, se calcula la posibilidad de capturar agua de las precipitaciones, a partir de la multiplicación de las precipitaciones anuales, por el área y el rendimiento de la captación, y dividir por mil para representar los resultados en forma de $m^3/ año$.

5.3.5 Cálculo del potencial de otras alternativas energéticas

Para el cálculo del potencial de las otras alternativas energéticas, que no se localizan en el tejado del Terrario, se realizaron diferentes metodologías para su realización. Se calcularon los potenciales para la energía piezoeléctrica y la energía térmica por combustión de la biomasa.

Para el cálculo del potencial de aplicación de la energía piezoeléctrica, se usaron datos como, el número de visitantes al día que acuden el Terrario, la energía media que genera una pisada (Wh) y el número de pisadas media que realiza un visitante, en hacer el recorrido de la planta de exposición. Para este cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$G.PE = \frac{n^{\circ}Vist * E.GP * n^{\circ}PR}{1000} * 365$$

Fórmula 8

Donde:

G.PE = Generación de energía piezoeléctrica anual (kWh/año)
Nº Vist = Número de visitas diarias en el Terrario
E.P = Energía generada por pisada (Wh)
Nº PR = Número de pisadas por recorrido

Se utilizó la Fórmula 8, para calcular la energía piezoeléctrica generada anualmente. Se calculó la generación a partir del número de visitantes que acuden al Terrario, multiplicado por la energía que genera cada pisada y por la media de pasos que un visitante realiza para recorrer la planta de exposición. Este valor muestra la energía piezoeléctrica que genera cada día, para finalizar dividimos esta energía por mil, para representar los resultados en forma de kWh y multiplicamos por 365 días del año, para calcular la generación anual.

5.3.6 Cálculo del potencial de la energía térmica

Por último se calculó la energía térmica que se podría generar con la combustión de la biomasa gestionada en el punto verde, a partir de datos como, la biomasa anual disponible (300 Tn/año), donde se aproximó que

alrededor del 80% de la biomasa se podría utilizar, el poder calorífico medio de la madera, la energía generada por un Kg de madera y el rendimiento de la caldera (80%).

$$G. Kg = \frac{PC * Eq. Kcal}{Eq. kWh}$$

Fórmula 9

$$G. TB = ((BD * 1000) * \eta_{BD}) * G. Kg * \eta$$

Fórmula 10

Donde:

G.Kg = Generación de energía térmica por Kg de biomasa (kWh/ Kg madera)

PC = Poder calorífico de la madera (4825 Kcal/ Kg madera)

Eq. Kcal = Equivalencia de Kcal a J (4180 J/ Kcal)

Eq. kWh = Equivalencia de J a kWh (3.600.000 J/ kWh)

G.TB = Generación de energía térmica anual por combustión de biomasa (kWh/año)

BD = Biomasa anual disponible en el centro del "Punto Verd" (Tn/año)

η_{BD} = Rendimiento de la biomasa disponible aprovechable (%)

η = Rendimiento de la caldera de biomasa (%)

En la Fórmula 9, calculamos la generación de energía térmica por cada kilo de madera en combustión. Encontramos este resultado a partir de la multiplicación del poder calorífico de la madera, por la equivalencia de Kcal a J y dividido por la equivalencia de J a kWh.

Para el cálculo de la generación de energía térmica por combustión de la biomasa, se utilizaron los cálculos de la Fórmula 10. Este cálculo consiste en multiplicar la biomasa disponible en toneladas y multiplicar por mil para representarlos en Kg, posteriormente, multiplicaremos este valor por el rendimiento de la biomasa disponible, que corresponde al total de biomasa que se puede utilizar en combustión de la biomasa, multiplicando finalmente por la energía generada en la combustión de un Kg de madera y el rendimiento de la caldera.

5.4 Programación

Meses	Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero			
Semanas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Enfoque previo al trabajo																
Búsqueda información previa	█	█	█													
Búsqueda bibliográfica		█	█	█												
Planificación del trabajo			█	█	█											
Búsqueda de antecedentes				█	█											
Fase inicial																
Redacción de la Introducción			█	█	█											
Redacción Justificación				█	█	█										
Redacción objetivos y metodología					█	█	█									
Confección de fichas						█	█									
Trabajo de campo																
Desarrollo de entrevistas					█	█	█									
Inventario equipo hídrico						█	█	█								
Inventario equipo eléctrico							█	█	█							
Inventario equipo térmico								█	█	█						
Datos de entradas y salidas de flujos									█	█	█					
Recuento de visitantes al Terrario										█	█	█				
Gestión de datos																
Aprendizaje básico AutoCAD								█	█	█						
Comprensión de mapas (Terrario)									█	█	█					
Informatización de datos										█	█	█				
Elaboración de Tablas (vectores)											█	█	█			
Elaboración de mapas (planta)												█	█	█		
Elaboración de fórmulas y cálculos													█	█	█	
Redacción																
Análisis flujos en el Terrario												█	█	█		
Análisis consumo Terrario													█	█	█	
Cálculo auditoria de emisiones														█	█	█
Cálculo auditoria energética															█	█
Cálculo auditoria hídrico																█
Propuestas mejora equipo eléctrico																█
Propuestas mejora equipo hídrico																█
Propuestas mejora equipo térmico																█
Otras propuestas de mejora																█
Diagnosis																
Redacción Bibliografía																█
Redacción Anexos																█
Redacción de Conclusiones																█
Redacción Memoria																█
Preparar presentación y exposición.																█

Tabla 5.4 Programación del trabajo con diferenciación por colores de las entregas.

6. Inventario y diagnosis

6.1 Introducción al ámbito de estudio

Para poder hacer una correcta diagnosis y un inventario de todos los elementos del trabajo, primero se debe definir un ámbito de estudio concreto.

El Terrario del Zoo de Barcelona es una instalación de hormigón de tres niveles. En el primer nivel encontramos el almacén del Zoo. Este es un punto logístico desde el cual se distribuye por el Zoo los alimentos que requieren los animales. En este nivel, se encuentran las cocinas y diferentes neveras para la conservación de alimentos. Además, encontramos unos lavabos públicos, así como un pequeño bar-restaurante y unas duchas para los operarios del Zoo.

Al tratarse de una instalación ajena al funcionamiento del Terrario, más bien se trata un centro de distribución que opera en todo el Zoo, se ha dejado fuera del ámbito de estudio esta planta inferior.



Figura 6.1 Foto de la entrada al Terrario.



Figura 6.2 Tejado del Terrario y claraboyas.

Como se puede observar en la imagen de la Figura 6.1, se accede al Zoo a través de unas escaleras. En la imagen también se puede observar el bar, a la derecha de las escaleras. Aunque no se aprecie en la imagen, bajo las escaleras se encuentra la entrada al almacén, al que se accede por la izquierda.

El ámbito de estudio de este trabajo son la planta de exposición (planta baja) y la primera planta, que corresponde a una zona no accesible por el público, excepto visitas guiadas, zona de despachos y de mantenimiento.

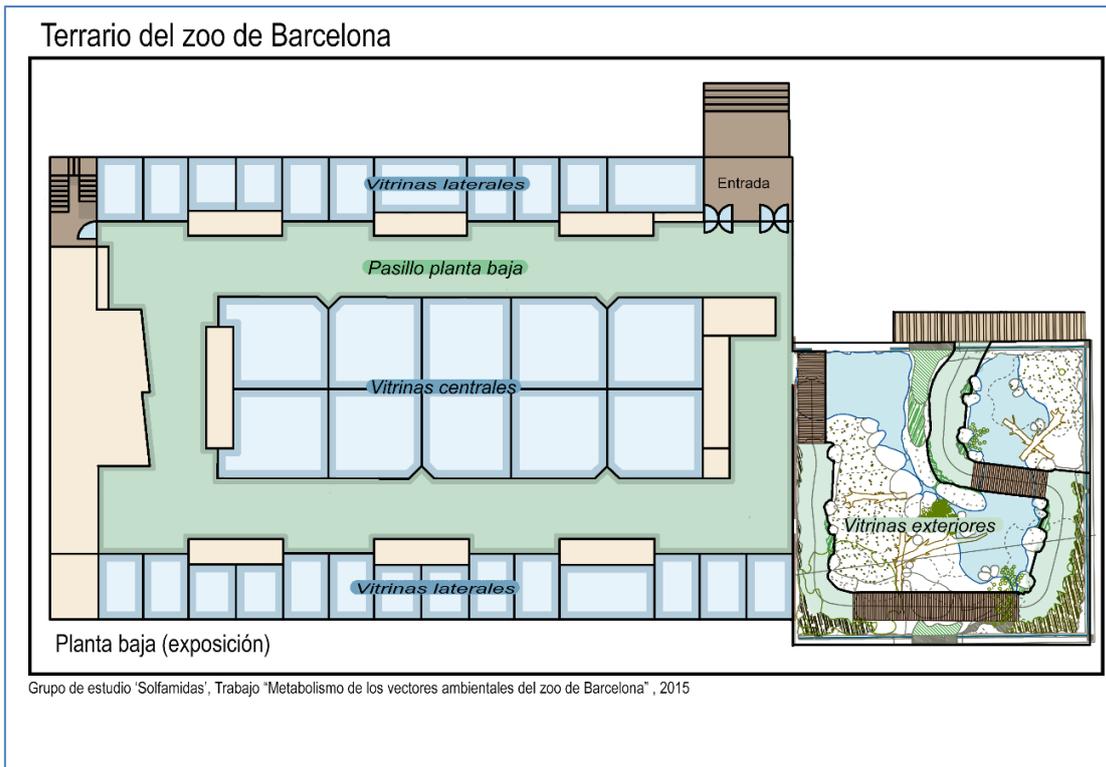


Figura 6.3 Mapa de planta baja del Terrario.

La planta de exposición, observar la Figura 6.3, cuenta con una zona de **vitrinas centrales**, como se aprecia en la Figura 6.4, con iluminación natural que proviene de unas claraboyas en el tejado. Estas vitrinas centrales son, en realidad, una sola zona separada por rocas artificiales que crean un total de 10 vitrinas, visibles por ambos pasillos centrales.



Figura 6.4 Vitrina central, Fuente: Web del Zoo de Barcelona, 2014

En el perímetro de la pared de la planta de exposición se encuentran las **vitrinas laterales**, como se observa en la imagen de la Figura 6.6. Estas vitrinas, aunque también disponen de luz natural, son instancias mucho más pequeñas y que, por tanto, requieren mucha iluminación artificial con tal de ser visibles.

Existen pequeñas vitrinas móviles, como en la imagen de la Figura 6.5, agrupadas en grandes vitrinas y que cuentan con un monitoraje de temperatura conjunto.



Figura 6.5 Vitrinas móviles agrupadas.



Figura 6.6 Vitrina lateral visible desde la entrada al público del Terrario.

Por último, nombrar las **vitrinas exteriores**, donde se puede encontrar al caimán de anteojos y al cocodrilo siamés. Esta es una zona mucho más naturalizada, con más rocas artificiales, arbustos y lagos de gran tamaño para simular el hábitat de estos animales. Este bloque se asemeja a un invernadero, tanto por condiciones de temperatura como de humedad. Una larga pasarela en zigzag conduce a los visitantes hacia la salida del Terrario.

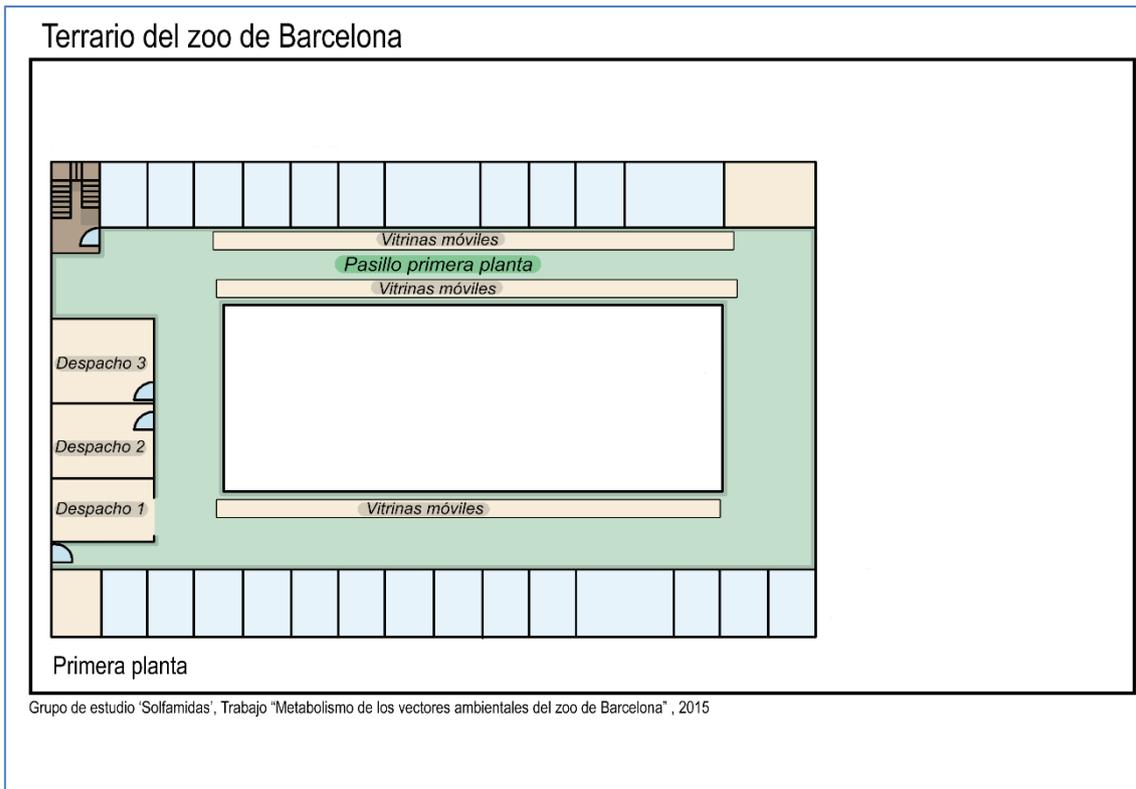


Figura 6.7 Mapa de primera planta del Terrario.

En la primera planta, también mencionada como la planta superior, observar Figura 6.7, no es de acceso al público, excepto grupos de visita, como centros educativos. En esta planta se encuentran los despachos, así como especies de ranas, lagartos y serpientes que no se encuentran en la exposición.

Desde esta planta, se puede observar las vitrinas, tanto centrales como laterales.

En el caso de las vitrinas laterales, se puede observar que la instalación lumínica se encuentra encima de una rejilla.



Figura 6.8 Foto de una vitrina lateral vista desde la planta superior del Terrario.

Como se observa en la imagen de la Figura 6.8, la rejilla de las vitrinas laterales, sirven tanto de soporte del sistema lumínico, como de entrada para los operarios del Zoo, que realizan labores de limpieza a diario.



Figuras 6.9 Vitrinas móviles de la planta superior.

Esta planta superior dispone de una gran cantidad de **vitrinas móviles**, como se aprecia en las Figuras 6.9. Estas vitrinas son similares a las vitrinas comerciales que se adquieren en tiendas de animales, por tamaño y características. Muchas de ellas tienen una pequeña cantidad de agua que se bombea por pequeñas bombas que se encargan de varias vitrinas móviles a la vez.

6.2 Inventario y diagnosis energética

En este apartado se realiza el inventario y diagnosis energética, por las diferentes secciones que se encontraron. Se ha seguido el mismo patrón con los otros vectores ambientales estudiados, y se presentan en su apartado correspondiente.

Luces vitrinas laterales

					Consumo en kWh/periodo						kWh/año	Kg CO ₂ /año
Vitrina	UVA 300 W	Fluorescente 58 W	Infrarrojos 250 W	Incandescente 250 W	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Consumo Anual vitrina	Huella carbono vitrina
1	1	8	0	2	834	523	1555	466	626	3	4007	1114
2	1	4	0	2	681	427	1269	381	511	2	3271	909
3	1	6	0	2	758	475	1412	424	568	2	3639	1012
4	1	4	0	2	681	427	1269	381	511	2	3271	909
5	0	8	0	0	306	192	571	171	230	1	1471	409
6	1	3	0	1	478	300	891	267	358	1	2295	638
7	1	4	1	1	1044	600	1700	535	783	8	4669	1298
8	3	2	0	3	1166	731	2172	652	874	4	5598	1556
9	3	4	0	1	912	572	1700	510	684	3	4381	1218
10	0	4	0	0	153	96	285	86	115	0	735	204
11	1	4	1	0	879	496	1392	442	659	7	3876	1078
12	0	4	0	1	318	200	593	178	239	1	1528	425
13	0	4	0	0	153	96	285	86	115	0	735	204
14	1	0	2	0	1254	676	1845	603	941	13	5331	1482
15	1	4	0	1	516	324	962	289	387	2	2479	689
16	1	2	0	0	275	172	512	154	206	1	1319	367
17	2	0	0	1	561	352	1046	314	421	2	2695	749
18	0	2	0	1	242	152	450	135	181	1	1160	323
19	1	0	0	1	363	228	677	203	272	1	1744	485
20	0	4	0	0	153	96	285	86	115	0	735	204
21	1	0	0	0	198	124	369	111	149	1	951	264
22	2	4	1	0	1077	620	1761	553	808	8	4827	1342
23	2	0	1	3	1419	835	2399	744	1064	9	6470	1799
24	0	6	0	0	230	144	428	128	172	1	1103	307
25	4	4	0	1	1110	696	2069	621	833	3	5332	1482
Consumo total por periodo					1576	955	2789	8517	1182	74	73624	
Huella carbono por periodo					4382	2656	7755	2368	3286	21	20467	

Tabla 6.1 Consumo eléctrico por vitrinas laterales.

	Tipo consumo	kWh vitrina/año	kWh/periodo	kWh vitrina/periodo
	Aceptable	< 1.750	< 10.000	< 500
	Moderado	1.751- 3.500	10.001 – 20.000	501- 1000
	Elevado	> 3.500	> 20.000	> 1.001
	Tipo emisiones vitrinas	Kg CO ₂ vitrina/año	Kg CO ₂ /periodo	
	Bajas	< 600	< 2.000	
	Moderadas	601 – 1.200	2.001 – 5.000	
	Elevadas	> 1.201	> 5.000	

Tabla 6.2 Tipificación del consumo en vitrinas laterales.

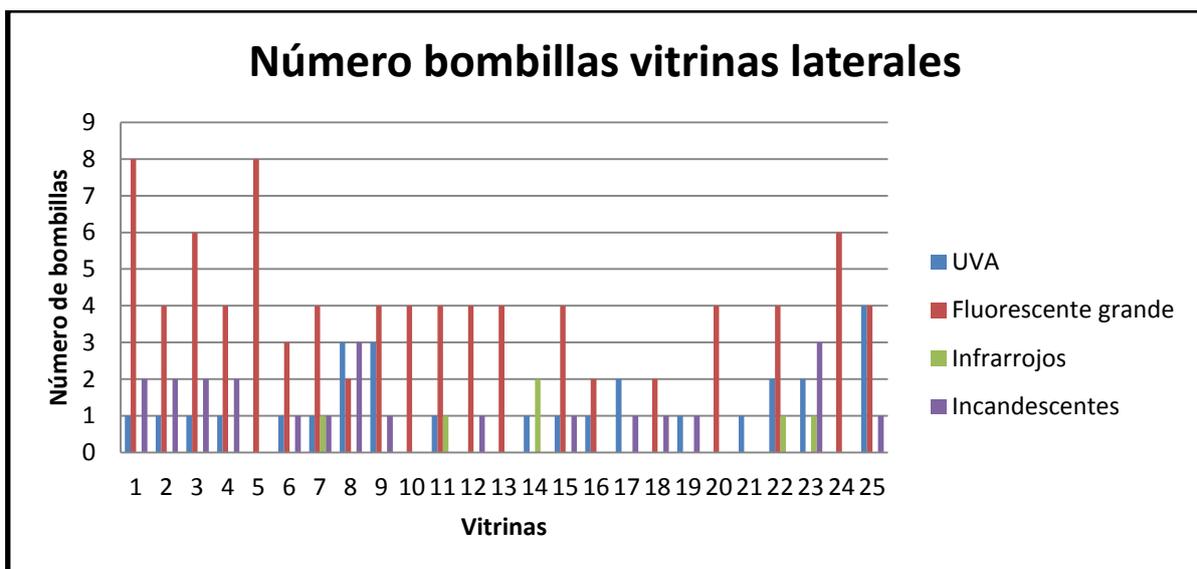


Figura 6.10 Gráfico recuento bombillas en vitrinas laterales.

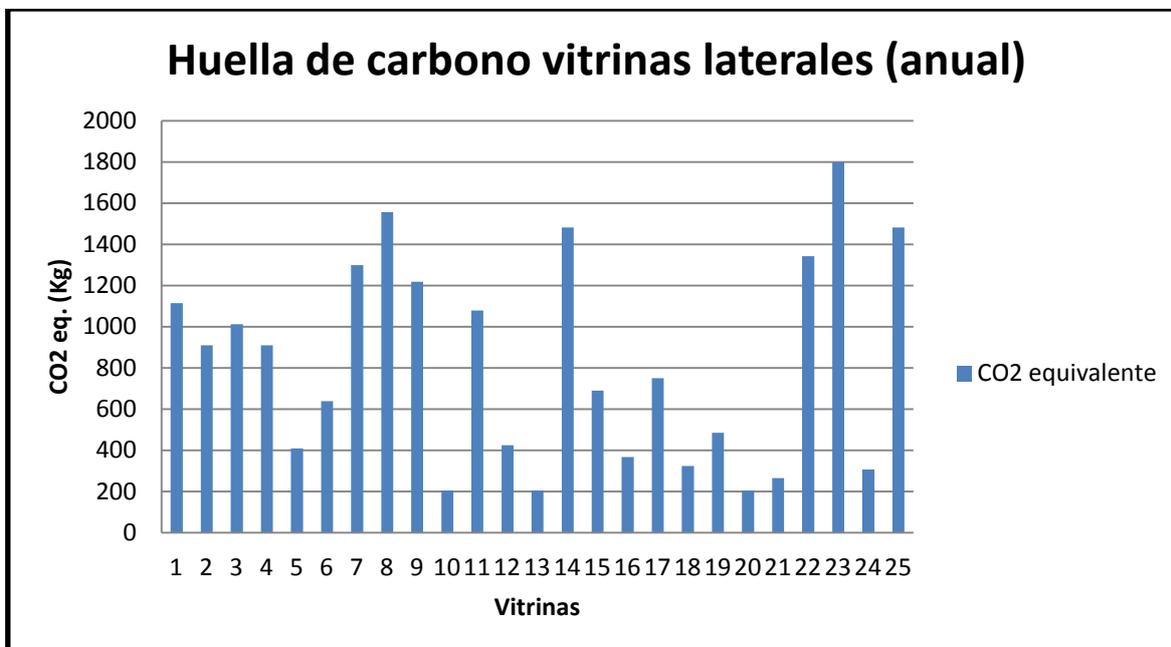


Figura 6.11 Gráfico de huella de carbono en vitrinas laterales.

6.2.1 Diagnósis del consumo de la iluminación en las vitrinas laterales

En la Tabla 6.1, podemos observar los datos correspondientes al consumo de iluminación de las vitrinas laterales. El Terrario dispone de 25 vitrinas laterales, de menor tamaño que las vitrinas centrales y las exteriores, que consumen un total de 73624 kWh/año, aproximadamente. Estas vitrinas representan gran parte del consumo eléctrico del Terrario, donde su principal gasto es por iluminación, llegando a representar un 38% del consumo eléctrico total y hasta un 70% del consumo por iluminación anual. Para un mejor seguimiento del consumo se dividió el año en seis periodos diferentes, con unas horas estipuladas para cada periodo. En este caso el periodo nº 3, correspondiente a los meses de Mayo a Septiembre, es el periodo con el máximo número de horas que abre el Zoo al año (un total de 1230 horas), por lo que es lógico pensar que durante este periodo el consumo eléctrico será superior a los otros periodos. También se estimó el consumo del periodo nº 6, correspondiente al día de navidad, para poder observar que consumo y que impactos representa abrir el Zoo durante dos horas, por lo que estos valores serán menospreciables, comparado con los otros periodos.

Estas vitrinas se corresponden por tener cuatro tipos de iluminación, como son los fluorescentes, las bombillas UVA, las bombillas infrarrojas y las bombillas incandescentes. Las luces predominantes en estas vitrinas son los fluorescentes de gran tamaño, que solo iluminan la vitrina para la exposición al público. Se puede observar en la Tabla, que los consumos más elevados corresponden a las vitrinas; 1, 3, 7, 8, 9, 11, 14, 22, 23 y 25, superando los 3.500 kWh/año cada una, por lo que, según la Tabla 6.2, representan un consumo elevado. Este alto consumo, se debe al excesivo número de sistemas de iluminación disponibles en las vitrinas, interconectados entre ellos y sin un estudio real de la necesidad lumínica de la especie. En estos casos, los sistemas de iluminación UVA e IR, todo y no ser los más presentes, son los responsables del alto consumo de la iluminación del Terrario, debido a la gran potencia y el número de horas de uso, de dichas bombillas. Estas vitrinas, representan entre un 5 y 9 % del consumo total de iluminación del Terrario (cada una), por lo que el estudio de las necesidades reales de iluminación y temperatura de estas vitrinas será de vital importancia para la reducción del consumo y la mejora de la eficiencia energética. Las emisiones equivalentes de CO₂ serán igual de representativas, que los resultados obtenidos en el consumo, ya que esta equivalencia corresponde a un factor de conversión, igualitario para todos los casos (0,278 Kg CO₂/ kWh). Las emisiones de CO₂ asociadas a estas vitrinas representan un 9,4% de las emisiones totales del Terrario.

Luces de pasillo:

Luces pasillo planta baja	
Bajo consumo (18 W)	9
Bombillas incandescentes (100 W)	15
Foco UVA (300 W)	6

Luz pasillo primera planta	
Fluorescente grande (58 W)	28
Bajo consumo (26 W)	1

Tabla 6.3 Luces en pasillo planta baja y luces pasillo primera planta.

	Consumo en kWh/periodo						Consumo en kWh/año	Kg CO2/año
	1	2	3	4	5	6	Consumo iluminación anual	Huella carbono
Pasillo planta baja	2285	1433	4258	1277	1714	7	10975	3051
Pasillo primera planta	1089	683	2030	609	817	3	5148	1431
Consumo total por periodo	3374	2116	6288	1886	2530	10		16205
Huella carbono total por periodo	938	588	1748	524	703	3		4505

Tabla 6.4 Consumo por periodos en pasillos.

	Tipo consumo periodo	kWh planta/año	kWh/periodo	kWh planta/periodo
	Aceptable	< 5.000	< 1.500	< 1.000
	Moderado	5.001 – 10.000	1.501 – 3.000	1.001 – 2.000
	Elevado	> 10,001	> 3.000	> 2.001
	Tipo emisiones periodo	Kg CO ₂ planta/año	Kg CO ₂ /periodo	
	Bajas	< 500	< 500	
	Moderadas	501 – 1.500	501 – 800	
	Elevadas	> 1.501	> 801	

Tabla 6.5 Tipificación de consumo en pasillos.

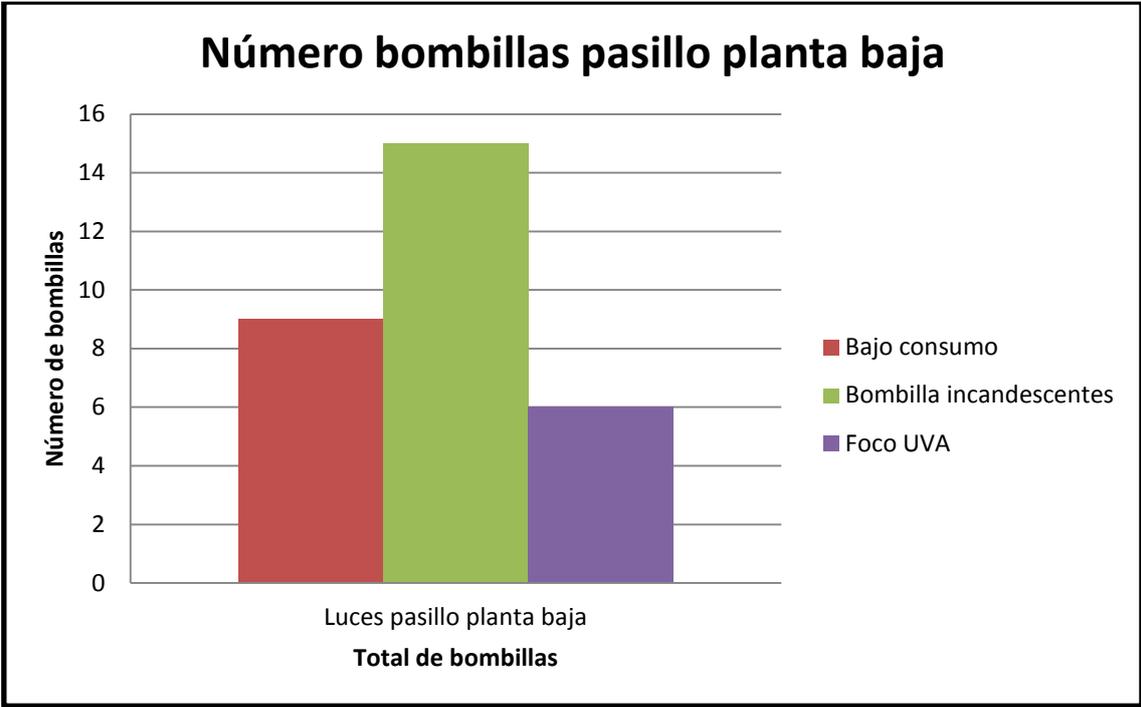


Figura 6.12 Gráfico de bombillas pasillo planta baja.

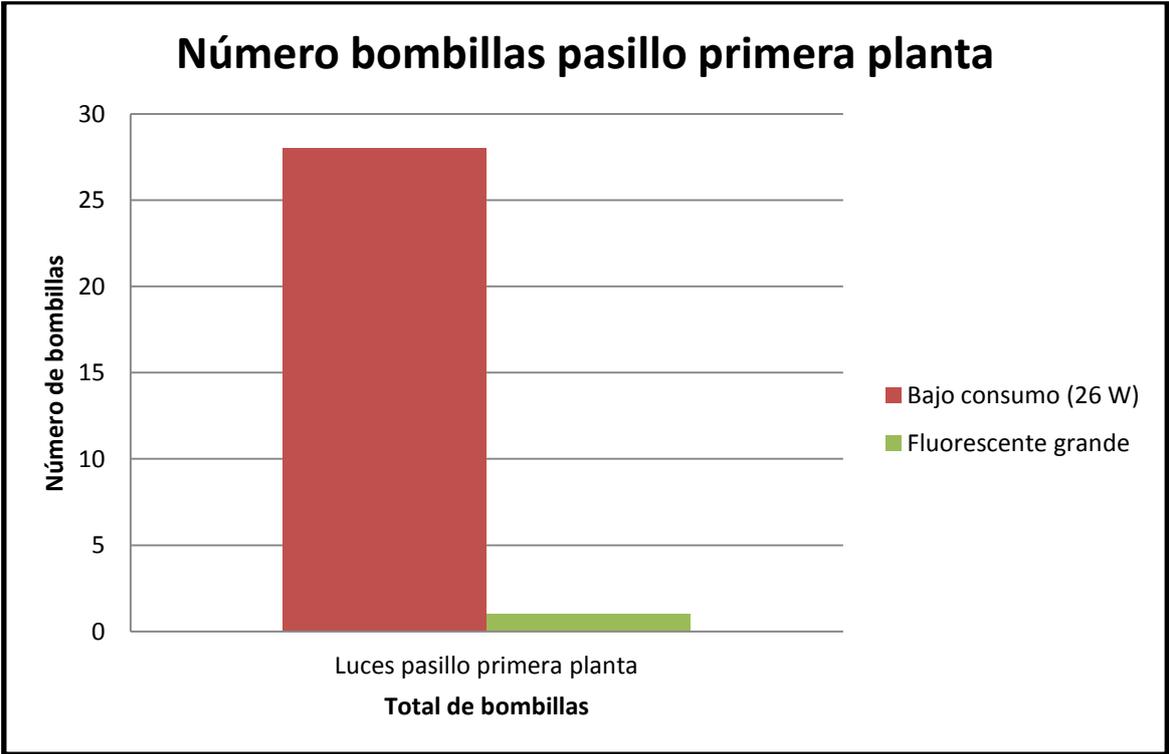


Figura 6.13 Gráfico de bombillas en primera planta.

6.2.2 Diagnósis de la iluminación de pasillos

Se calculó el consumo eléctrico que representan los pasillos del Terrario, correspondientes a la planta de exposición y el primer piso, y como observamos en la Tabla 6.4, consumen un total de 16205 kWh/año, aproximadamente, por lo que representa un 8,3% del consumo eléctrico anual y hasta un 16% del consumo por iluminación anual. Para seguir con el seguimiento del consumo en los diferentes periodos del año, se calculó a partir de las horas de funcionamiento en cada periodo, siendo el periodo nº 3 el que presenta el consumo más elevado, debido a la cantidad de horas de funcionamiento de la iluminación. Este periodo, representa un punto delicado en la eficiencia del Terrario, ya que al ser característico por el gran número de horas de sol disponibles durante el día, que no se utilizan bien para la disposición de luz natural.

Se observa, que los consumos de la planta de exposición son aproximadamente un 50% superior al de la primera planta, esto se debe al gran número de elementos de iluminación, que iluminan las vitrinas de exposición de las diferentes especies. La disposición de luz natural en los pasillos del Terrario es muy diferente, en este aspecto, los pasillos de la primera planta disponen de este tipo luz, filtrados por las claraboyas semitransparentes. En el caso de los pasillos de la planta de exposición, la luz natural no es aprovechable, debido a la poca intensidad con la que se recibe, por ello, este pasillo presenta sistemas de iluminación dedicados a iluminar los diferentes carteles de las especies, lo que provoca un aumento del consumo por iluminación. Como ya se ha comentado anteriormente, las bombillas incandescentes, UVA e IR que encontramos en los pasillos de la planta de exposición, presentan potencias muy elevadas y sus horas de uso son mayores que los otros tipos de iluminación. Como se comentó anteriormente, el cálculo del CO₂ equivalente será igual de representativo que el cálculo del consumo eléctrico, debido a la equivalencia, ya comentada. Específicamente, las emisiones de CO₂ asociadas a la zona pasillos representan un 2,1% de las emisiones totales del Terrario.

Luces vitrinas móviles:

Vitrinas móviles	Nº elementos	Consumo en kWh/periodo						Consumo en kWh/año	Kg CO2/año
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	Consumo iluminación	Huella carbono
Fluorescente pequeño (18 W)	72	855	537	1592	478	642	2,6	4108	1142
Fluorescente mediano (30 W)	37	733	460	1365	410	549	2,2	3519	978
Bajo consumo (18 W)	6	71	45	133	40	53	0,2	342	95
Bajo consumo (26 W)	10	172	108	320	36	129	0,5	824	229
Foco UVA (300 W)	3	594	373	1107	332	446	1,8	2853	793
Consumo total por periodo		2425	1521	4519	1356	1819	7,3	11647	
Huella carbono total por periodo		674	423	1256	377	506	2,0	3238	

Tabla 6.6 Consumo por tipo de luz.

	Tipo consumo periodo	kWh tipo luz/año	kWh/periodo	kWh tipo luz/ periodo
	Aceptable	< 850	< 1.300	< 300
	Moderado	851 – 2.400	1.301 – 2.500	301 – 650
	Elevado	> 2.401	> 2.500	> 650
	Tipo emisiones periodo	Kg CO ₂ tipo luz/año	Kg CO ₂ /periodo	
	Bajas	< 500	<500	
	Moderadas	501 – 1000	501 – 1.000	
	Elevadas	> 1001	> 1.001	

Tabla 6.7 Tipificación de consumo por tipo d luz.

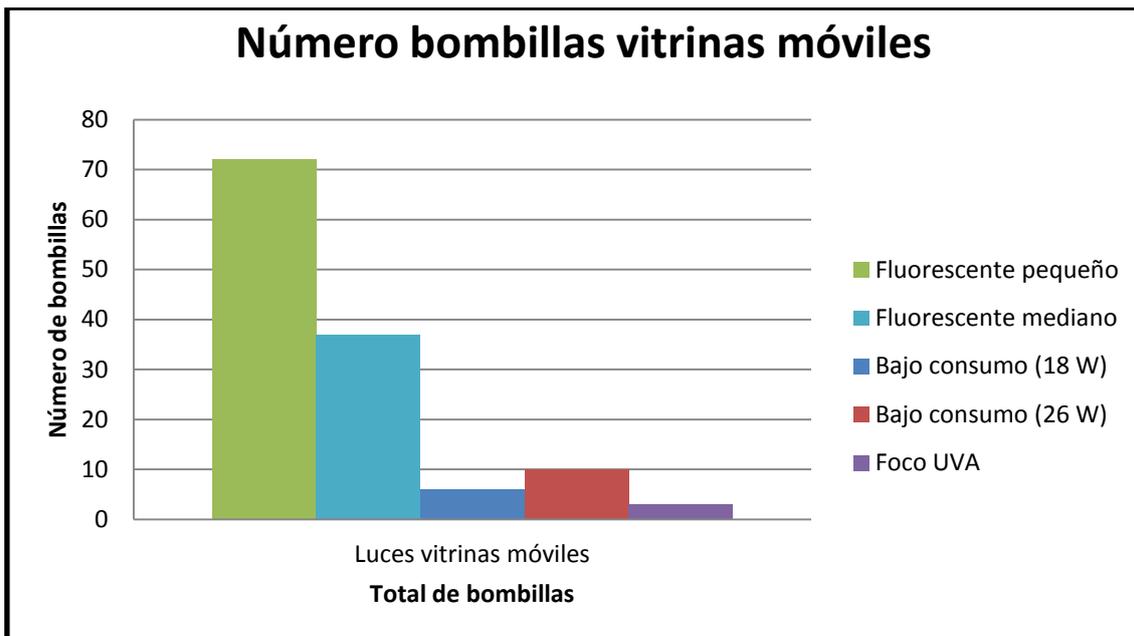


Figura 6.14 Gráfico de bombillas en vitrinas móviles.

6.2.3 Diagnósis del consumo de la iluminación en las vitrinas móviles

Entendemos por vitrinas móviles, aquellas que periódicamente pueden estar ocupadas por una especie en particular, durante un periodo determinado. Estas vitrinas son de pequeño tamaño, no están expuestas al público, exceptuando a los colegiales que asisten a las actividades de educación ambiental del centro, y no presentan un consumo alto de recursos, en comparación a las vitrinas laterales y centrales. Como se comentó en los apartados anteriores, en la Tabla 6.7, se observan los datos representados por periodos de apertura del Zoo y clasificados por tipos de luz. Observamos que el consumo de estas vitrinas, oscilan entre los 11.700 kWh/año y el punto de máximo consumo se encuentra en el periodo nº 3, correspondiente al periodo con más horas de funcionamiento de estos dispositivos, representando hasta un 39% del consumo anual de dichas vitrinas y los únicos tipificados por la Tabla 6.8, como consumo elevado. Estas vitrinas representan un 6% del consumo eléctrico anual y hasta un 11% del consumo por iluminación anual del Terrario, por lo que no representan un punto crítico, comparada con la iluminación en las vitrinas laterales. Los elementos más presentes en este tipo de vitrinas son los fluorescentes de pequeño y mediano tamaño (57% pequeños y 30% medianos), los cuales representan un 38% y 33%, respectivamente, del consumo por iluminación anual, de dichas vitrinas. El CO₂ equivalente de este consumo, está proporcionado a su valor, por lo que estos valores seguirán los mismos rangos que el consumo. Las emisiones de CO₂ asociadas a las vitrinas móviles representan un 1,48% de las emisiones totales del Terrario.

Luces Despachos:

Despachos	Consumo en kWh/periodo						Consumo en kWh/año	Kg CO ₂ /año
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Consumo iluminación anual	Huella carbono
Despacho 1	244	153	455	137	183	1	1173	326
Despacho 2	153	96	285	86	115	0,5	735	204
Despacho 3	115	72	214	64	86	0,3	552	153
Consumo total por periodo	512	321	954	286	384	2		2460
Huella carbono total por periodo	142	89	265	80	107	0,4		684

Tabla 6.8 Consumo en despachos.

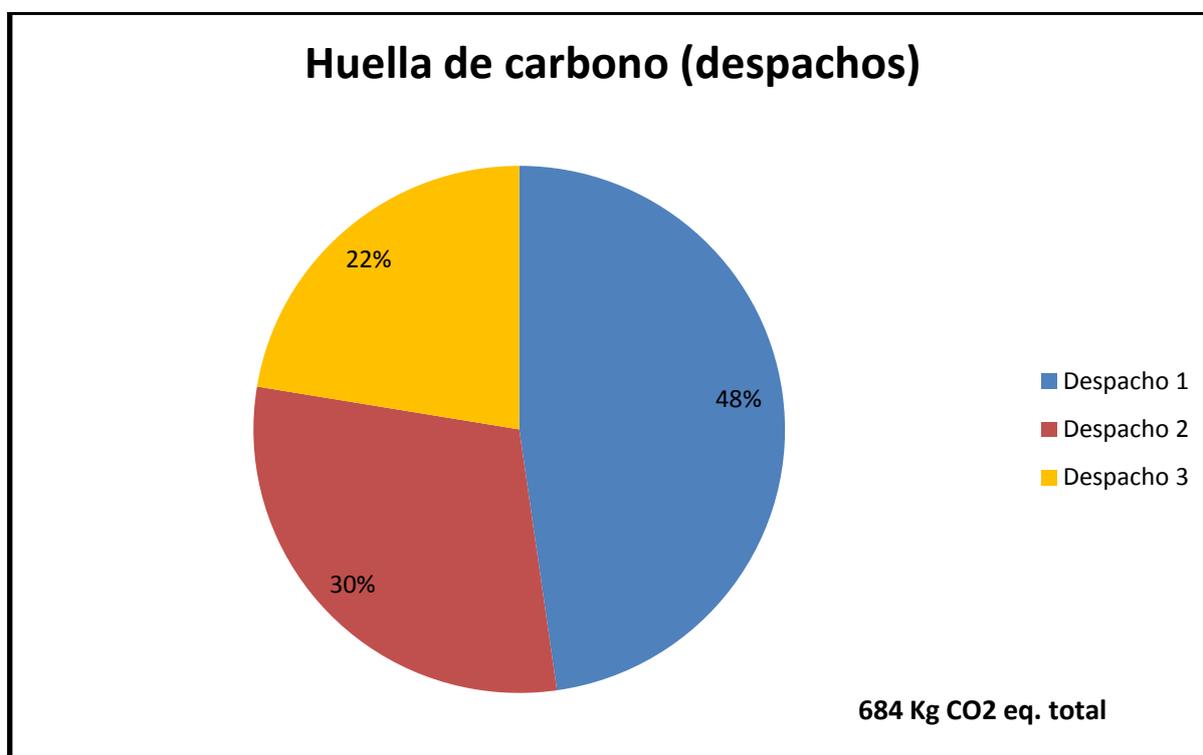


Figura 6.15 Gráfico de la huella de carbono en despacho.

6.2.4 Diagn osis del consumo de la iluminación en Despachos

Dentro del Terrario, encontramos un total de tres despachos, que ejercen dos funciones diferentes; dos de ellos son espacios administrativos, para los jefes de mantenimiento, responsables de mantener todas las funciones y el mantenimiento del Terrario y el otro despacho, corresponde a la sala de preparación del alimento. Como se observa en la Tabla 6.9 las tendencias de consumo, siguen la misma periodicidad que las otras zonas de estudio (periodo de máximo consumo, n  3). El primer despacho (jefe de mantenimiento), está compuesto por luces de gran tamaño y sin iluminación natural, por lo que su consumo es el más elevado. En los otros casos, se dispone de ventanas exteriores que aportan luz natural a las estancias, por lo que la iluminación es inferior y por defecto su consumo. En este aspecto, solo se observa el consumo de la iluminación, pero los despachos tienen presentes una serie de equipos eléctricos que aumentan el consumo de estas zonas. En el caso de la sala de preparación del alimento, los frigoríficos, congeladores y conservadoras no se muestran en la Tabla, por lo que concluir que la zona de los despachos es menospreciada podría poner en duda los resultados. En comparación con las de otras zonas estudiadas (Vitrinas laterales, móviles, centrales y pasillos), el consumo, únicamente, de la iluminación en los despachos, es casi menospreciado, presentando un consumo total de 2.460 kWh/año, representando solo un 1,2% del consumo eléctrico anual y un 2,3 del consumo por iluminación anual. Específicamente, las emisiones de CO₂ asociadas a la zona despachos representan un 0,31% de las emisiones totales del Terrario.

Luces totales:

Tipo de luz	W	Zonas				kWh/año
	Potencia	Vitrinas	Pasillos	Vitrinas móviles	Despachos	Consumo anual
UVA	300	28	6	3	0	35187
Fluorescente pequeño	18	0	0	72	1	4165
Fluorescente mediano	30	0	0	37	4	3899
Fluorescente grande	58	85	28	0	11	22799
Infrarrojo	250	6	0	0	0	13140
Incandescente pequeño	100	0	15	0	0	4755
Incandescente grande	250	23	0	0	0	18228
Bajo consumo I	18	0	9	6	0	856
Bajo consumo II	26	0	1	10	0	907
Consumo anual	kWh/año	73624	16205	11647	2460	103936

Tabla 6.9 Luces por zonas del Terrario.

	Tipo consumo periodo	kWh tipo luz/año	kWh zona/año
	Consumo aceptable	< 23.000	< 10.000
	Consumo moderado	23.001 – 46.000	10.001 – 20.000
	Consumo elevado	> 46.000	> 20.000

Tabla 6.10 Tipificación del consumo por tipo de luz y zona.

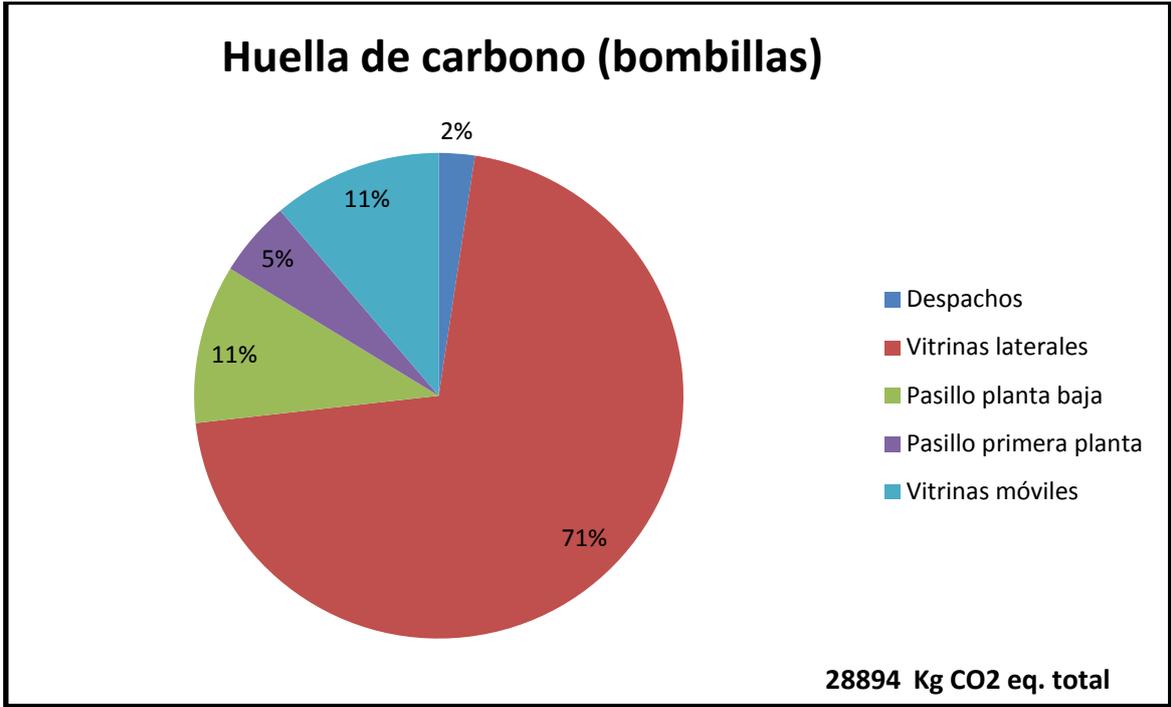


Figura 6.16 Gráfico de huella de carbono de bombillas totales.

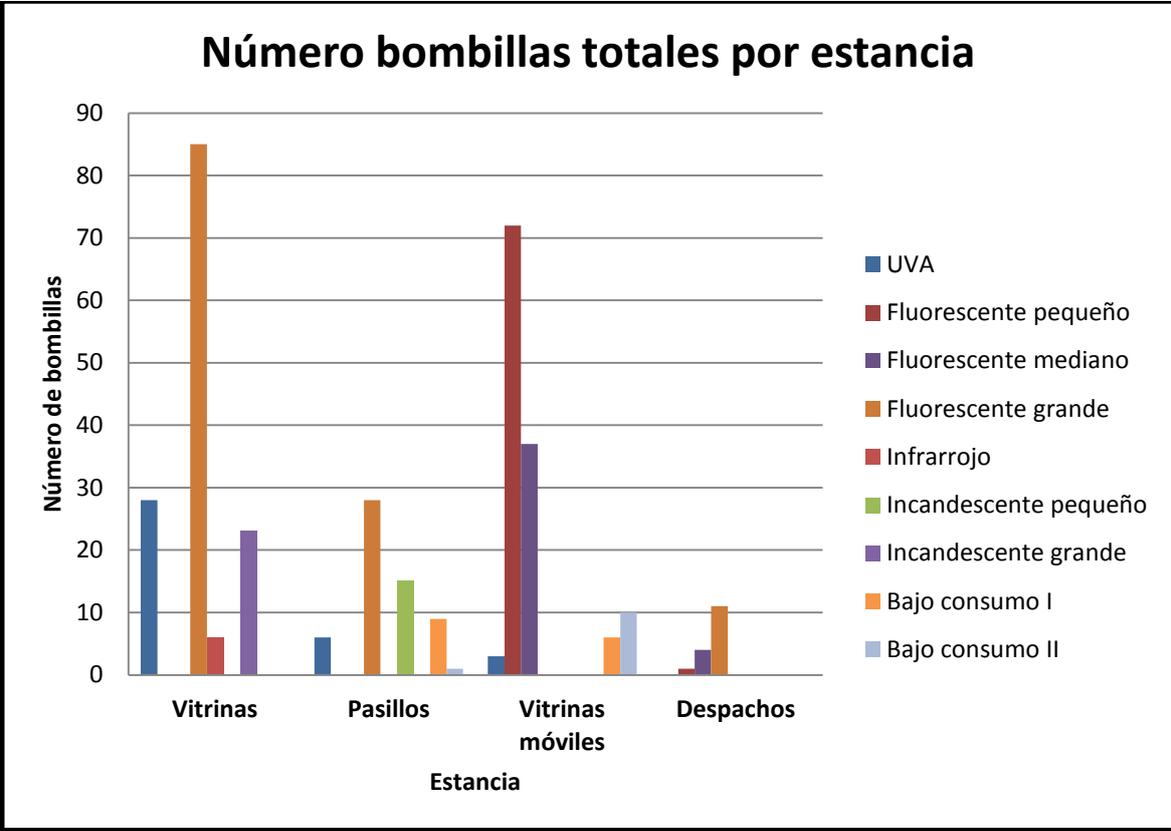


Figura 6.17 Gráfico de bombillas totales por estancias.

6.2.5 Diagnósis del consumo de la iluminación por zonas

Se resumieron los diferentes datos de consumo por iluminación, de las diferentes zonas estudiadas y presentados en una sola Tabla (Tabla 6.10), para observar las principales diferencias del consumo de la iluminación en las diferentes zonas estudiadas. Observamos que el tipo de luz más utilizado son los fluorescentes de pequeño y gran tamaño, localizados principalmente en las vitrinas laterales y las móviles y que representan un 21% y 36% del total de luces, respectivamente. Todo y que el número de fluorescentes es mayor, el consumo eléctrico más grande lo ejercen los focos de luz UVA, representando un 34% del consumo anual y en segundo lugar los fluorescentes de gran tamaño, con un 22% del consumo anual. Podemos ver que la zona de las vitrinas laterales, es la que presenta el mayor consumo, llegando a representar hasta un 70% del consumo anual del Terrario, tipificada por la Tabla 6.11, como consumo elevado. Se observa que el consumo por iluminación del Terrario, es aproximado a unos 104.000 kWh/año, por lo que la iluminación del sistema de estudio, representa el 53,5 % del consumo eléctrico anual.

6.2.6 Consumo eléctrico en bombas

Bombas Pequeñas	Nº Bombas	Potencia (W)	Funcionamiento (h)	Consumo (kWh/año)	Huella carbono CO₂ Eq (Kg/año)
Primera planta	8	280	8760	19622,4	5455
Planta baja	1	280	8760	2452,8	682
Bombas Grandes	Nº Bombas	Potencia (W)	Funcionamiento (h)	Consumo (kWh/año)	Huella carbono CO₂ Eq (Kg/año)
Plata Baja	4	1000	8760	35040	9741
Vitrinas exteriores	2	1000	8760	17520	4871
Total				74635	20748

Tabla 6.11 Consumo en bombas.

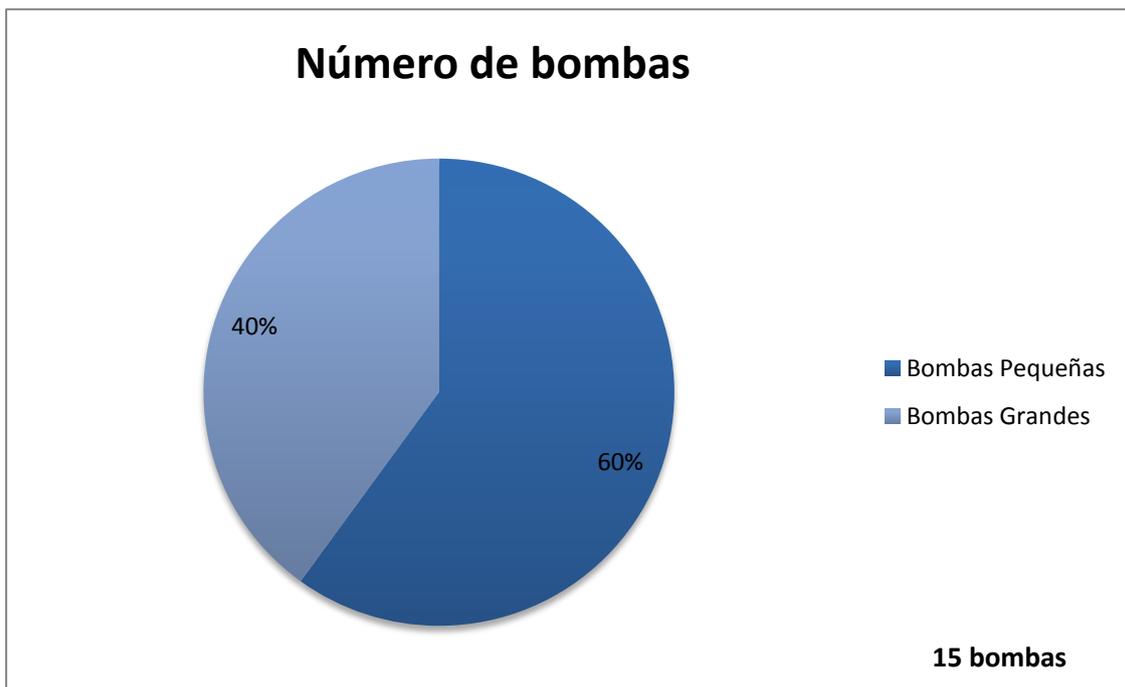


Figura 6.18 Gráfico de número de bombas.

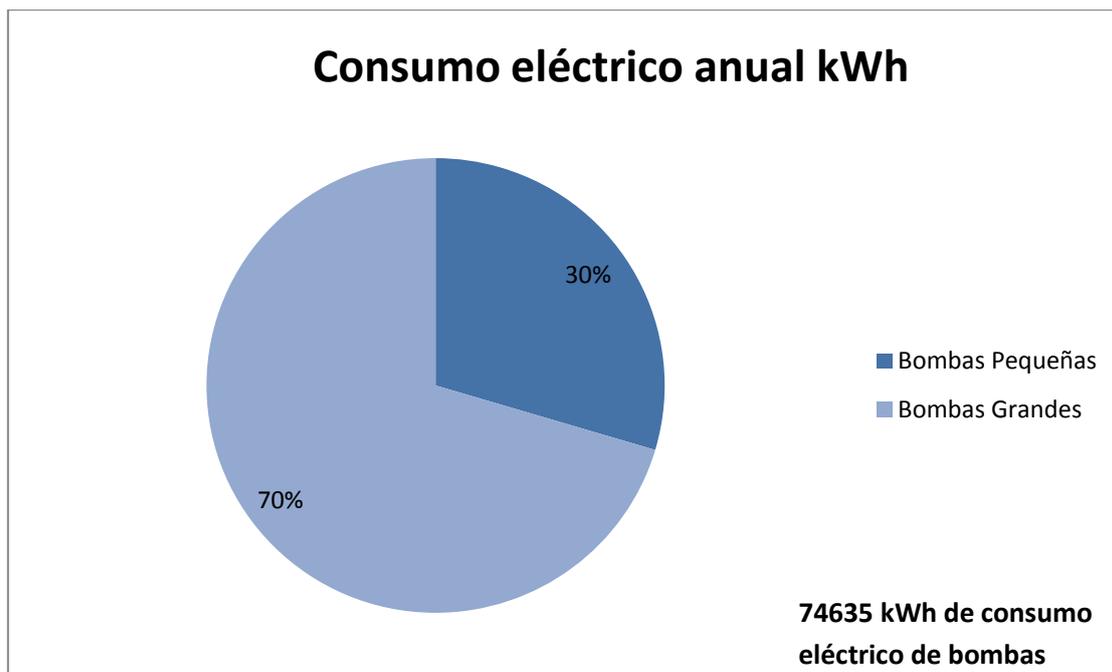


Figura 6.19 Gráfico consumo eléctrico anual por tipo de bomba.

6.2.7 Diagnósis del consumo eléctrico en bombas

En la Tabla 6.12, se presentan los valores del consumo eléctrico de las bombas de circulación del agua de las vitrinas móviles. Dentro del sistema de estudio, encontramos una serie de bombas que circulan agua en aquellas vitrinas móviles que presenten especie de hábitat húmedo o acuático. Podemos encontrar dos tipos de bombas según la necesidad de agua en la vitrina, las pequeñas, para aquellas especies de hábitat húmedo y que requieran poco superficie de agua (ranas, y serpientes) y las grandes, para aquellas especies únicamente acuáticas, que requieren cantidades de agua en movimiento mayor (ajolote mexicano). La principal diferencia entre las dos bombas, son los consumos, ya que como se aprecia en la Tabla 6.12, las bombas grandes consumen más del doble que las bombas pequeñas. Cabe destacar que aunque las bombas pequeñas tengan una potencia menor que las grandes, estas se encuentran en mayor número que las grandes, por lo que hay que valorar, la posibilidad de utilizar bombas grandes, en vez de las pequeñas, o tal vez compensar el uso de muchas bombas pequeñas, por una grande y localizada solo en un sector concreto (sólo animales de hábitat húmedos). El impacto de la huella de carbono total vemos que corresponde a un 70% a las bombas grandes y el 30% a las pequeñas. Las emisiones de CO₂ asociadas a las bombas representan un 9,53% de las emisiones totales del Terrario.

6.2.8 Consumo eléctrico de otros equipos eléctricos

Aparato	Cantidad	Potencia (W)	Potencia SB* (W)	Horas de uso (año)	Horas sin uso (año)	Wh/año	kWh/año	Huella carbono CO ₂ eq (Kg)
Microondas	1	900	4	73	8687	100448	100	28
Nevera	2	570	0	8760	0	9986400	9986	2776
Impresora	1	350	3	73	8687	49005	49	14
PC	1	140	16	3170	5590	532066	532	148
TV	1	65	5	3170	5590	234000	234	65
Ventiladores	1	111	0	3170	5590	351870	352	98
A.C	1	1500	30	528	8232	1039450	1039	289
Eq. de música	1	23	2	10	8750	20355	20	6
Manta térmica	11	35	0	8760	0	3372600	3373	938
TOTAL						15686194	15686	4361

Tabla 6.12 Consumo en otros equipos eléctricos.

*Stand By

	Tipo consumo Equipo	kWh Equipo/año
	Consumo aceptable	< 1000
	Consumo moderado	1.001 – 2.000
	Consumo elevado	> 2.001
	Tipo emisiones Equipo	Kg CO ₂ Equipo/año
	Emisiones bajas	< 250
	Emisiones moderadas	251 – 500
	Emisiones elevadas	> 1001

Tabla 6.13 Tipificación de consumo en otros equipos.

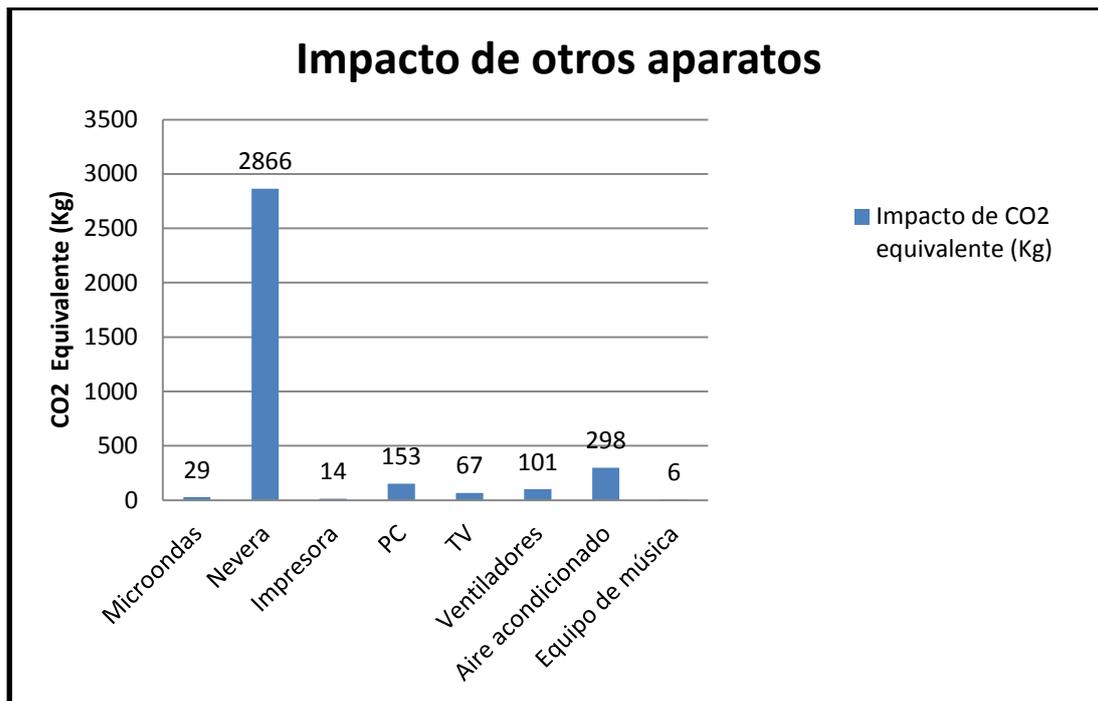


Figura 6.20 Gráfico del impacto de otros aparatos eléctricos.

6.2.9 Diagnósis del consumo en Equipos Eléctricos

Para el cálculo íntegro del consumo eléctrico del sistema, es indispensable contabilizar los principales equipos eléctricos que se utilizan. Estos equipos, no solo consumen electricidad cuando se utilizan, sino que también consumen cuando están apagados o fuera de uso (“Stand by” o “SB” en las Tablas), por lo que se han tenido en cuenta los dos consumos. Se realizó un inventario de los equipos localizados en los despachos y pasillos de la primera planta, así como el recuento aproximado de las horas de uso de dichos aparatos. Se observa en la Tabla 6.13, que el consumo anual de estos equipos oscila alrededor de los 15.700 kWh, que corresponde a un 8% del consumo eléctrico anual. El mayor consumo de los equipos, corresponden a los refrigeradores del despacho de preparación de los alimentos, llegando a representar hasta un 64% del consumo anual de los equipos eléctricos, mientras que el segundo equipo con más consumo, corresponde a las mantas térmicas localizadas en gran parte de las vitrinas móviles, las cuales representan un 21,5% del consumo por equipos anual. Estos dos equipos representan más del 85% del consumo de equipos, por lo que son los más problemáticos y representativos de la zona, y por tanto considerados según la Tabla de tipificación 6.14, como consumos elevados. Los consumos de los otros equipos, son casi menospreciables, exceptuando el aire acondicionado del despacho del jefe de mantenimiento que supone un 7% del consumo anual. Como se ha comentado en apartados anteriores, estos valores serán representativos de la zona de Despachos, una vez se

cuantifiquen de forma conjunta los valores de la iluminación y los equipos eléctricos. Específicamente, las emisiones de CO₂ asociadas a los equipos eléctricos representan un 2% de las emisiones totales del Terrario.

6.2.10 Consumo eléctrico total

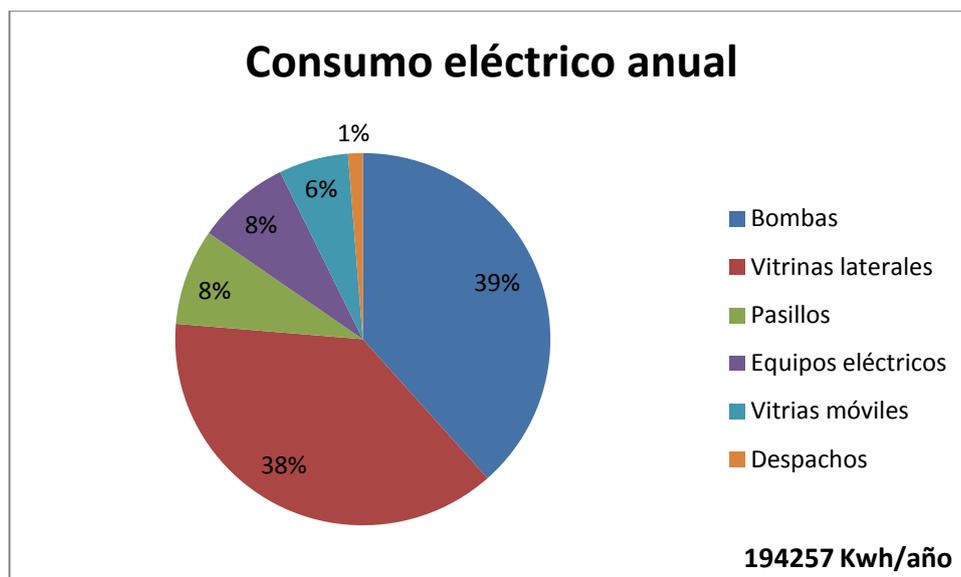


Figura 6.21 Gráfico del consumo eléctrico anual.

La Figura 6.26 representa el consumo eléctrico anual en porcentajes, diferenciando este consumo por zonas y aparatos. Cerca del 80% del consumo eléctrico total del sistema se reparte entre el consumo por bombas y el consumo de las vitrinas laterales. El consumo es elevado en estos dos puntos críticos debido a que, estos sistemas, son los que tienen una funcionalidad directa con los habitáculos de los animales, teniendo etapas, en algunos casos, de 24h de funcionamiento.

En relación a las vitrinas laterales, destacar que el periodo de mayor consumo eléctrico corresponde al periodo 3, concretamente representa más de un tercio del consumo total. El motivo de estos valores radica en el número de horas en las que permanece abierto el Terrario, más de 120 horas. En el caso de las bombas, estas son de 240W las bombas pequeñas y de 1000W, lo que da unidades de consumo muy elevadas.

El 20% restante corresponde al resto de zonas estudiadas. Pasillos basa todo su consumo eléctrico en iluminación, la mayoría incandescentes. El consumo en aparatos eléctricos se debe, básicamente, al mantenimiento de neveras, encendidas las 24h del día. Las vitrinas móviles de la planta superior contienen especies más pequeñas como pequeños anfibios o réptiles, que necesitan

bastante menos mantenimientos térmicos que las especies de la planta de exposición. El consumo de despachos es ínfimo.

6.2.11 Cálculo del espacio disponible, potencial de las energías renovables y captación de precipitaciones

Para poder calcular el espacio disponible en el tejado, se dividió el espacio del tejado, en seis posibles zonas de aprovechamiento, de las cuales, las zonas 2 y 5 eran las mayores. Estas zonas corresponden a rectángulos que no presenten ningún elemento obstructor y por tanto se puedan utilizar para diferentes aplicaciones.

Estas zonas, visibles en el mapa (Fig. 6.27) de la página siguiente, representan un área total de 463 m², en las cuales estudiaremos la posibilidad de producir energía fotovoltaica, energía térmica, energía eólica y estudiar la posibilidad de almacenar agua de lluvia, así como la posibilidad de utilizar la biomasa del Zoo, para aplicaciones térmicas y aplicar sistemas de captura de presión, conocidos como sistemas piezoeléctricos. Para la realización de estos cálculos se han utilizado fórmulas geométricas, para facilitar el cálculo del espacio disponible y una serie de datos, tales como la irradiación solar y las media de precipitaciones anuales, la velocidad media del viento, la media de horas de viento y de sol disponible, rendimientos de los sistemas, entre otros datos técnicos.

kWh/ año	kWh/ año
Generación E. Piezoeléctrica	Generación E. Térmica por Biomasa
26711	1076736

Tabla 6.14 Potencial energías renovables.

Secciones	m		m ²	kWh/ año	kWh/ año	kWh/ año	m ³ / año
	Base	Altura	Área	Generación E. Fotovoltaica	Generación E. Eólica	Generación E. Térmica	Captación agua lluvia
1	4,7	5,5	25,85	11284	23	37612	8
2	25	5,5	137,5	60019	125	200063	42
3	8,8	5,5	48,4	21127	44	70422	15
4	8,8	5,5	48,4	21127	44	70422	15
5	35	5,5	192,5	84026	174	280088	59
6	3,6	2,8	10,08	4400	9	14666	3
TOTAL			463	201982	419	673272	141

Tabla 6.15 Potencial energías renovables en el tejado del Terrario.

DATOS E. Fotovoltaica	
Radiación solar diaria (W/m ²)	1000
Media horas de sol anual (h)	2425
Rendimiento de la placa (%)	18
DATOS E. Eólica	
Velocidad del viento media (m/s)	3,5
Horas de viento media anual (h)	1752
Rendimiento del aerogenerador (%)	30
Coefficiente de Beltz	0,5925
Área de barrido (m ²)	1,1310
Densidad del aire (Kg/m ³)	1,2

Tabla 6.16 Datos técnicos fotovoltaica y eólica.

DATOS E. Térmica	
Radiación solar diaria (W/m ²)	1000
Media horas de sol anual (h)	2425
Rendimiento de la placa (%)	60
Pérdidas del captador (W/ m ² * °C)	9
T ^a Salida agua (° C)	60
T ^a Entrada agua (° C)	25
DATOS Captación precipitaciones	
Precipitaciones anuales (L/m ² *año)	565
Rendimiento de la captación (%)	54

Tabla 6.17 Datos técnicos térmicos y de captación

DATOS E. Piezoeléctrica	
Potencia de las baldosas (W)	7
Nº de Visitantes medio al día	176
Generación media por pisada (Wh)	2,1
Media de pisadas por recorrido	198
DATOS E. Térmica por biomasa	
Biomasa disponible anual (Tn/año)	300
Biomasa óptima para combustión (%)	80
P.C medio de la madera (Kcal/ Kg madera)	4825
Conversión Kcal a J	4180
Rendimiento caldera de combustión (%)	80
Energía generada (kWh/ Kg madera)	5,608

Tabla 6.18 Datos técnicos piezoeléctrica y biomasa

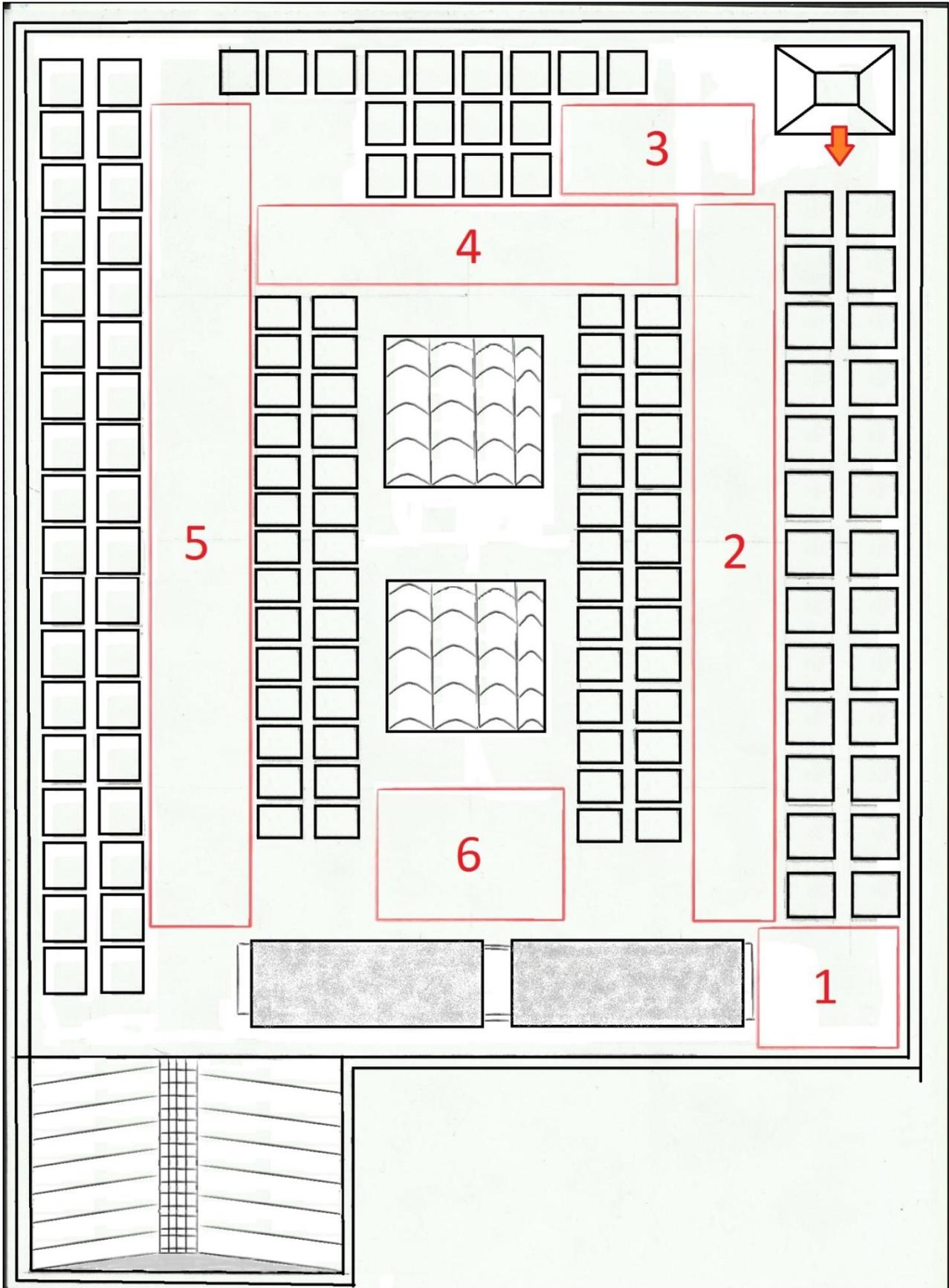


Figura 6.22 Mapa del tejado del Terrario con secciones de posible instalación de placas solares.

Energía Fotovoltaica

Como podemos ver en la Tabla 6.14, se estimó el potencial de aplicación de la energía fotovoltaica en el sistema. La zona 5, tiene el mayor potencial asequible (alrededor de los 35 kW de potencia) y la zona 2, el segundo mayor (alrededor de los 25 kW), esto se debe principalmente a que el área de aplicación de la zona 5 es mayor. La potencia asequible por la energía fotovoltaica en el tejado, oscila los 83 kW, por lo que estas dos zonas representan el 70 % de la potencia asequible.

Podemos ver que la generación de energía fotovoltaica, se estima en unos 202.000 kWh al año. Esta cantidad de energía podría suponer el 100%, de la demanda eléctrica anual del Terrario, pero en la realidad el cálculo de esta energía, varía mucho dependiendo de las horas de sol disponibles, las posibles sombras, la temperatura y la humedad máxima relativa. En este caso hablamos de todo el espacio disponible en el tejado, pero la aplicación de la energía fotovoltaica solo se podría aplicar en la zona 5, ya que es la zona más óptima para este tipo de instalación, característica por las pocas sombras que recibe, su orientación hacia el Sur y el tamaño de la zona. Como ya se ha comentado, en esta zona podemos alcanzar los 35 kW de potencia, lo que supondría una generación de energía fotovoltaica, alrededor de los 84.000 kWh al año, representando un ahorro en la demanda energética del Terrario, en un 43%.

Energía Eólica

Como vemos en la Tabla 6.14, se estimó el potencial de la aplicación de energía eólica en el sistema. En este aspecto, se planteó que cada 10 m² se podría instalar un aerogenerador, evitando así algunos errores de cálculo, debidos al apantallamiento de las aspas. Las zonas 2 y 5, son las más grandes, por tanto podrán albergar un número mayor de aerogeneradores, por lo que la potencia asequible en estas zonas será mucho mayor que las otras. Se calculó que la posibilidad de generar energía eólica era mínima, ya debido a la poca afluencia del viento y las características del espacio en el tejado, se llegaría a generar alrededor de los 420 kWh al año.

Energía Térmica

	2010	2011	2012	2013	Media Anual	Consumo kWh/año
m³ Gas Natural Terrario	82161	63612	-	82261	75637	883443
m³ Gas Natural por caldera	13694	10602	-	13710	12606	147241
m³ para 4 calderas	54774	42408	-	54841	50425	588962

Tabla 6.19 Consumo térmico en el Terrario.

En la Tabla 6.14, se observa la posibilidad de acumular energía en un fluido, a partir de captadores solares, que transmiten el calor de los rayos de luz al fluido. Esta energía se puede utilizar para calentar ACS o para su uso en la calefacción, en nuestro caso no se especifica el uso final de esta energía, pero se calcula el posible aporte térmico al sistema. Como ya se ha visto, las zonas con mayor superficie serán las que presenten el mayor potencial, en estos casos la 2 y 5, debido a las características ya comentadas, se prioriza este tipo de instalación en zonas orientadas al Sur, tales como la zona 5. La generación de energía térmica en todas las zonas del tejado oscila entre los 670.000 kWh térmicos al año, estos calores representan casi todo el aporte térmico de las calderas de Gas Natural, todo y que en la realidad, estos sistemas dependen de los factores climáticos, por lo que las pérdidas del sistema se tendrán que tener en cuenta. Si se aplicara este sistema en la zona 5, se llegaría a captar alrededor de 280.000 kWh térmicos, que representaría un ahorro del 46 % del consumo térmico del Terrario.

Captación de agua de lluvia

Se decidió contabilizar la posibilidad de almacenaje de las precipitaciones, a partir de la aplicación de un sistema de cañerías y depósitos, que transporten y almacenen el agua. Para maximizar la obtención del recurso y mejorar la eficiencia térmica del Terrario, se estableció que el suelo del tejado debería estar recubierto por una cubierta vegetal extensiva, que aumentaría la captación de las precipitaciones hasta un 54%. En la Tabla 6.14, se puede observar que en toda la planta del tejado se podrían almacenar alrededor de unos 141 m³ de agua al año, representando poco más del 4% del consumo anual. Considerando que el mayor gasto hídrico corresponde a la limpieza, el

agua capturada podría ahorrar el consumo total de alimentación o incluso el consumo de algunos estanques de menor tamaño.

Energía Piezoeléctrica

Este tipo de energía tiene su aplicación en zonas muy transitadas, donde las personas aportan energía al sistema con sus pisadas, por lo tanto esta aplicación se podrá realizar en las escaleras de la entrada y por toda la planta de exposición. Para poder calcular la generación de esta energía, se calculó la media de pasos que dan los visitantes a la hora de recorrer la planta de exposición, contabilizados alrededor de 200 pasos por recorrido. En el caso del Terrario se estableció que unas 176 personas acudían a visitarlo, por lo que este valor, será la referencia del potencial.

En la Tabla 6.13, podemos observar los resultados del potencial de esta energía. Se estimó que cada pisada genera unos 2,1 Wh de media y como cada una de las 176 personas diarias, realiza como mínimo 200 pasos, se estimó que la generación de energía piezoeléctrica rondará entre los 26.000 kWh al año, lo que representa un ahorro de la demanda energética del 13 %. Argumentar, que estos cálculos pueden variar mucho, ya que la electricidad generada por cada pisada depende del peso y la estatura de cada persona, que el recorrido de cada persona por la planta de exposición no es uniforme y la posibilidad de que cada visitante pise todas las baldosas.

Energía Térmica por combustión de la Biomasa

Se estudió la posibilidad de utilizar la biomasa residual, gestionada en el “Punt Verd” del Zoo, para su uso térmico a través de la combustión en calderas. Según los datos de los trabajadores de las oficinas, se estima que los residuos forestales y vegetales, rondan las 300 toneladas al año, de las cuales, hasta un 80 % se podría utilizar con el fin térmico. Se utilizaron valores como el poder calorífico de la biomasa, el rendimiento de la caldera y los factores de conversión de las unidades. Como se puede apreciar en la Tabla 6.13, si se utilizaran alrededor de 240 toneladas de biomasa (80 % del total), se podrían llegar a generar unos 1.076.736 kWh térmicos anuales, esto corresponde a más del 200% del consumo del Terrario, por lo que la consideración de utilizar este recurso como combustible es más que factible. Si el consumo térmico de nuestro sistema de estudio está alrededor de los 588.000 kWh térmicos al año,

solo con el 35 % de la biomasa anual (unas 105 toneladas), se podría llegar a autoabastecer, térmicamente al Terrario.

Por último, comentar que estos cálculos están destinados a calcular el posible potencial de las energías renovables en nuestro sistema de estudio y no muestran las especificaciones técnicas, tales como producción exacta por estructura, las pérdidas del sistema por las condiciones del ambiente o las propias pérdidas específicas del rendimiento de los sistemas. Por tanto, este estudio del potencial de aplicación de las renovables, sirve como referencia a la hora de aplicar acciones de mejora en el sistema, pero carece de veracidad si no se comprueban los resultados técnicamente.

6.2.12 Cálculos del consumo térmico del Terrario

Para realizar el cálculo del consumo térmico del Terrario, hemos utilizado los valores anuales presentados en el trabajo de (Applus, 2011), así como valores obtenidos por los responsables y técnicos del Zoo. Por suerte la contabilización térmica del Zoo, se distribuye según las diferentes zonas del Zoo, en nuestro caso, esta contabilización se hace solo para el edificio del Terrario, por lo que nos facilita el cálculo de este consumo. Nuestro sistema de estudio consta de seis calderas que distribuyen el Gas natural por todo el Terrario (Almacén + 2 Plantas), pero nuestro trabajo sólo contabiliza las 2 primeras plantas del Terrario, por lo que solo se contabilizarán cuatro calderas de Gas natural, las otras dos, dedicadas a aguas sanitarias, no tienen ninguna interacción con nuestro sistema. Los resultados se presentan en forma de kWh/ año, por lo que se substituirán los valores en m³ por valores energéticos y para facilitar los cálculos y los resultados, se han realizado medias anuales para calcular el consumo.

Se utilizó el siguiente dato correspondiente al poder calorífico superior: 11,68 kWh/m³.

Las emisiones equivalentes de CO₂ serán igual de representativas que los resultados obtenidos en el consumo, ya que esta equivalencia corresponde a un factor de conversión, igualitario para todos los casos (0,278 Kg CO₂/ kWh). Específicamente, las emisiones de CO₂ asociadas al consumo térmico representan un 75,19% de las emisiones totales del Terrario. Este dato confirma que el consumo térmico es un punto crítico dentro de nuestro ámbito de estudio.

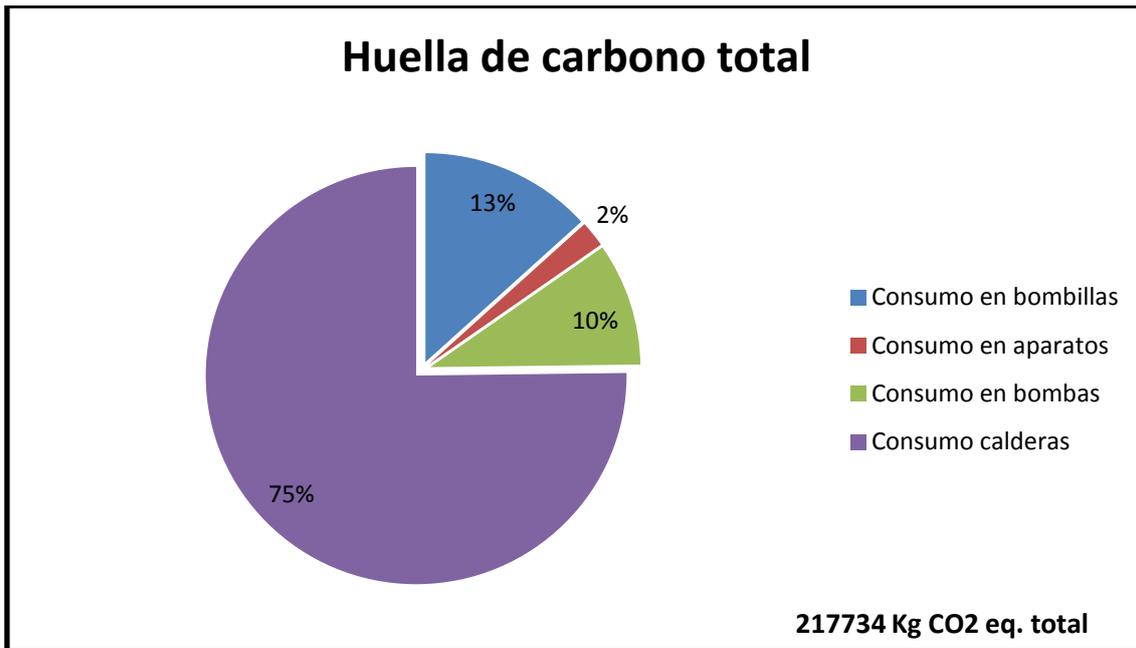


Figura 6.22 Gráfico de huella de carbono total en Terrario.

6.2.13 Diagnósis del consumo en Calderas de Gas Natural

Se realizó una aproximación del consumo de las calderas del Terrario y se estimó el consumo de m^3 de Gas Natural para nuestro sistema de estudio (planta de exposición y primera planta). La infraestructura del Terrario, dispone de seis calderas, dispuestas para dar calefacción al edificio y calentar el ACS de las duchas del almacén. El sistema de calderas del ACS del Terrario, se abastece con el trabajo de dos de estas seis calderas y los sistemas de calefacción a través de las cuatro restantes. Según datos del trabajo del (Applus, 2011) y los datos obtenidos por los empleados de las oficinas, se llegó a una media anual del consumo de Gas Natural y se observó la tendencia de consumo a lo largo de los últimos años. En la Tabla 6.16 se puede apreciar una bajada en el consumo de gas durante los años 2011 y 2012, mayoritariamente el 2011, que se logró reducir hasta un 44% su consumo anual, debido a las subidas de las tarifas de acceso. Poco a poco, esta tendencia ha vuelto a aumentar, hasta llegar otra vez hasta los valores anteriores al 2010. En la actualidad, se estima el consumo de Gas Natural de las calderas de nuestro sistema de estudio, a partir del trabajo que ejercen cuatro calderas para aclimatar las diferentes estancias del Terrario, consumiendo alrededor de unos $50.000 m^3$ de Gas Natural, que corresponden alrededor de $589.000 kWh/año$ de consumo térmico. Comentar que algunas de estas calderas son muy eficientes, mientras que otras se encuentran en proceso deterioro, a causa de los años o el mal estado, por lo que empiezan a ser menos eficientes. En este estudio, se adquirieron las características generales de las calderas, pero no se

revisaron sus estados personalmente, por tanto los datos generales del estado y rendimiento de la caldera están establecidos por los técnicos del Terrario, por los que se pretende calcular el potencial de utilización de la biomasa del Zoo para su uso en las calderas de calefacción, reduciendo así la necesidad de utilizar Gas Natural y dando la posibilidad de cambiar una de estas calderas ineficientes.

6.3 Inventario y diagnosis hídrica

6.3.1 Consumo hídrico en las vitrinas centrales

Vitrinas centrales	m			m ³	veces/mes	m ³ /mes
	Base	Altura	Profundidad	Volumen agua	Limpieza	Consumo por limpieza
2	2,1	5	0,4	2,1	3	6,3
3	2,1	5	0,4	2,1	3	6,3
4	4	1,2	0,4	1,9	3	5,8
5	4	1,2	0,4	1,9	3	5,8
6	4,5	5	0,4	4,5	3	13,5
7	2,2	5	0,4	4,4	3	13,2
8	2,3	1,5	0,4	0,7	3	2,1
9	2,4	4	0,4	1,9	3	5,8
10	2,4	4	0,4	1,9	3	5,8
Volumen total				21	Consumo total	64

Tabla 6.20 Consumo hídrico en vitrinas centrales.

	Volumen estanque	m ³ /vitrina	Consumo limpieza	m ³ /vitrina
	Volumen bajo	< 1,5	Consumo bajo	< 7,5
	Volumen moderado	1,6 – 4	Consumo moderado	7,5 – 12,5
	Volumen alto	> 4	Consumo elevado	> 12,5

Tabla 6.21 Tipificación de consumo hídrico en vitrinas centrales.

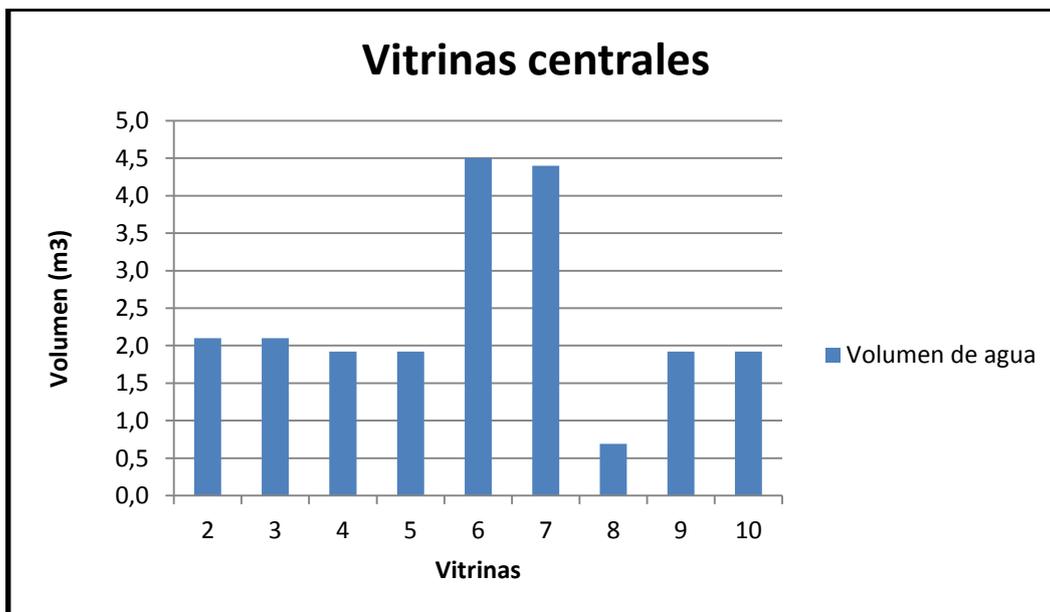


Figura 6.23 Gráfico de consumo de agua en vitrinas centrales.

6.3.2 Diagnósis del consumo hídrico en las vitrinas centrales

En la Figura 6.17 y Tablas 6.17 y 6.18 superiores, podemos ver una comparativa entre volúmenes de agua de cada una de las vitrinas centrales y su consumo mensual, siendo el consumo mensual 3 veces superior a su volumen como podemos ver en la Tabla 6.17.

El consumo en las vitrinas 2, 3, 4, 5, 9 y 10 es prácticamente idéntico debido a su morfología similar. Los puntos críticos a destacar son las vitrinas 6 y 7 que, como podemos ver en el Figura 6.17, son las que más volumen de agua tienen. Siendo su volumen, aproximadamente, de 4,5 m³ en cada una de ellas y sabiendo que el cambio de aguas se realiza con la misma frecuencia que las demás vitrinas (Tabla 6.17) el consumo final de agua de estas dos vitrinas supera el 40% del consumo hídrico total de este sector.

El volumen de agua y consumo de la vitrina número 8 es inferior al de cualquier otra vitrina y más de 6 veces menor comparado con las vitrinas numero 6 y 7, haciendo que su consumo, aunque no despreciable, tenga menos importancia en el análisis final y no sea necesaria una aplicación específica de medidas de mejora para esta vitrina.

Como parte final de esta diagnósis, destacar que el énfasis de las medidas de mejora en este sector tiene que ir dirigidos a las vitrinas con más consumo, concretamente en la reducción en los cambios de agua mensuales, que es donde realmente, se puede hacer una mejora en la eficiencia del uso del agua.

Vitrinas laterales	m			m ³	veces/mes	m ³ /mes
	Base	Altura	Profundidad	Volumen agua	Limpieza	Consumo por limpieza
1	2,1	2,1	0,4	1,764	15	26,5
2	1	1	0,03	0,015	15	0,2
3	1	1	0,03	0,030	15	0,5
4	1,2	1	0,03	0,018	15	0,3
5	1,6	0,7	0,03	0,034	15	0,5
6	0,7	1	0,03	0,011	15	0,2
7	0,7	1	0,03	0,011	15	0,2
8	1,2	1,2	0,03	0,022	15	0,3
9	1,2	1,2	0,03	0,022	15	0,3
10	1,2	1	0,03	0,018	15	0,3
11	1,2	1,2	0,03	0,043	15	0,6
12	0,7	0,4	0,03	0,004	15	0,1
13	1	0,5	0,03	0,008	15	0,1
14	2,2	0,8	0,4	0,704	15	10,6
15	2,2	0,8	0,4	0,704	15	10,6
16	1	1	0,03	0,015	15	0,2
17	0,8	0,8	0,03	0,010	15	0,1
18	0,8	0,8	0,03	0,010	15	0,1
19	1	1	0,03	0,015	15	0,2
20	0,5	1,8	0,03	0,014	15	0,2
21	0,8	0,8	0,03	0,010	15	0,1
22	4,6	0,8	0,4	1,472	15	22,1
23	0,8	1,8	0,03	0,022	15	0,3
24	0,4	1	0,03	0,012	15	0,2
25	Radio	0,5	0,03	0,008	15	0,1
			Volumen total	5	Consumo total	75

Tabla 6.22 Consumo hídrico en vitrinas laterales.

	Volumen estanque	m ³ /vitrina	Consumo limpieza	m ³ /vitrina
	Volumen bajo	< 1,5	Consumo bajo	< 7,5
	Volumen moderado	1,6 – 4	Consumo moderado	7,5 – 12,5
	Volumen alto	> 4	Consumo elevado	> 12,5

Tabla 6.23 Tipificación de consumo hídrico en vitrinas laterales.

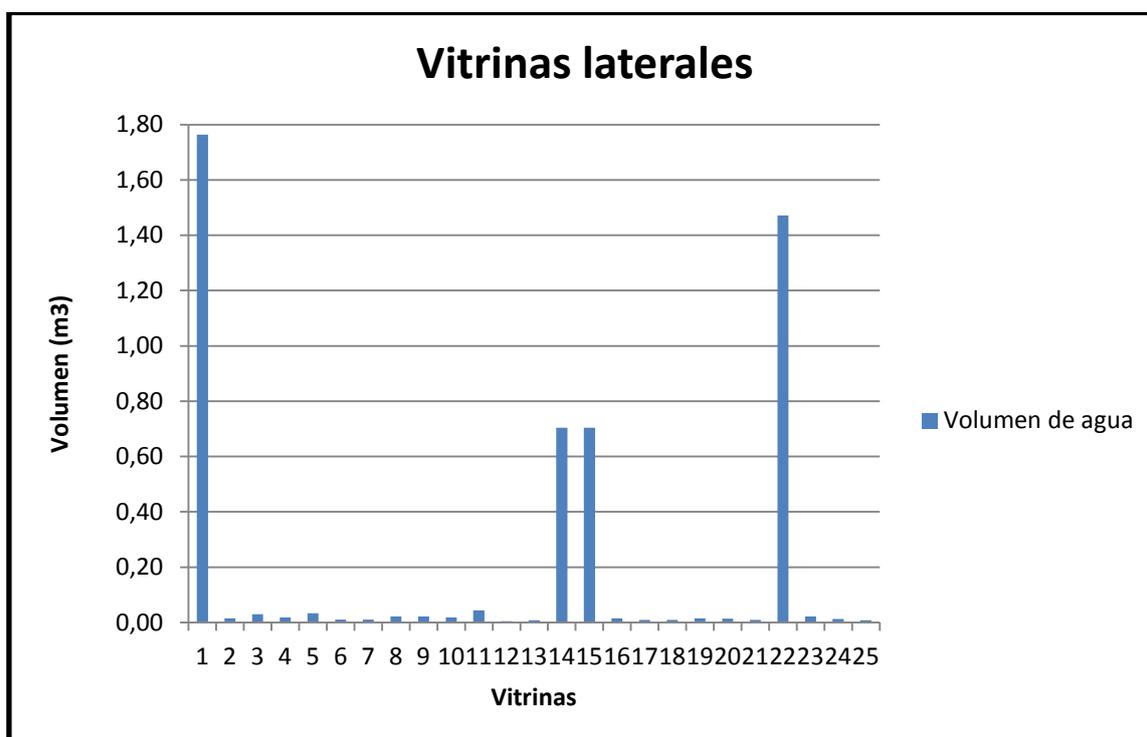


Figura 6.24 Gráfico de consumo de agua en vitrinas laterales.

6.3.3 Diagnósis del consumo hídrico en las vitrinas laterales

Las Tablas 6.19 y 6.20 y Figura 6.18 superiores a esta diagnóstico, hacen una comparativa del volumen de agua por vitrina y del consumo de agua mensual por cada una de ellas. Tanto en la Tabla 6.19 como en la Figura 6.18, se muestra que las vitrinas 1 y 22 son los dos elementos del sector que más volumen de agua y más consumo generan al mes. Las características morfológicas de estas vitrinas hacen que sean espacios parcialmente inundados y no espacios con pequeñas charcas que es aquello que se repite en el resto de vitrinas.

Punto a destacar son las vitrinas número 14 y 15 que, de morfología similar, se reparten el resto de consumo de la zona de vitrinas centrales.

El consumo total del resto de vitrinas no mencionadas es despreciable respecto al resto de vitrinas analizadas, no llegando a ser ni el 4% respecto al total del consumo de la zona.

El volumen de agua en las vitrinas es menor que en el de las vitrinas centrales, no obstante la frecuencia de cambios de agua, 15 al mes (Tabla 6.19), hace que el consumo de agua final sea incluso superior al de las vitrinas centrales. Este dato, da vital importancia a enfocar el énfasis de las medidas de mejora en aquellas que sean capaces de reducir la frecuencia de los cambios de agua en las vitrinas número 1, 14, 15 y 22.

6.3.4 Consumo hídrico en las vitrinas exteriores

Vitrinas exteriores	m			m ³	veces/mes	m ³ /mes
	Base	Altura	Profundidad	Volumen agua	Limpieza	Consumo por limpieza
Siamés	5	3,5	3	52,5	1	52,5
Anteojos	9	3,4	1	30,6	1	30,6
			Volumen total	83	Consumo total	83

Tabla 6.24 Consumo hídrico en vitrinas exteriores.

	Volumen estanque	m ³ /vitrina	Consumo limpieza	m ³ /vitrina
	Volumen bajo	< 1,5	Consumo bajo	< 7,5
	Volumen moderado	1,6 – 4	Consumo moderado	7,5 – 12,5
	Volumen alto	> 4	Consumo elevado	> 12,5

Tabla 6.25 Tipificación de consumo hídrico en vitrinas exteriores.

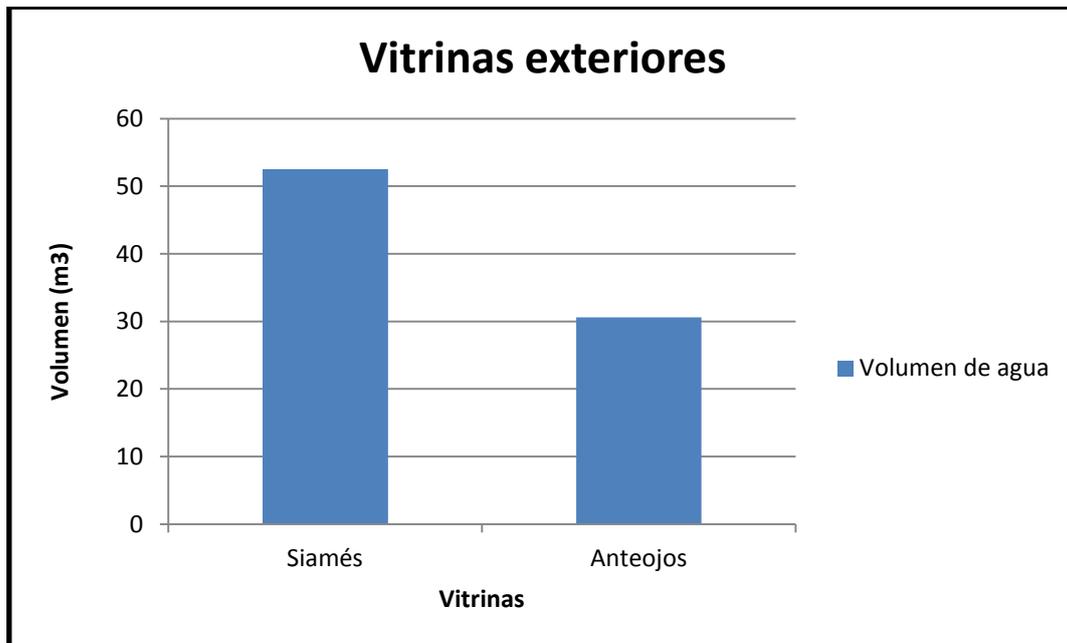


Figura 6.25 Gráfico de consumo de agua en vitrinas exteriores.

6.3.5 Diagnósis del consumo hídrico en las vitrinas exteriores

La Figura 6.19 y Tablas 6.21 y 6.22 superiores muestran la comparativa entre el volumen y consumo mensual de agua por vitrinas. Como se puede comprobar en la Tabla 6.21, el consumo mensual y el volumen de cada vitrina es idéntico, esto es debido a que solo se realiza un cambio de agua al mes. El sistema de bombas y filtros asociados a cada vitrina es idéntico al sistema de filtros y bombas asociados a las vitrinas centrales 6 y 7, por lo que no es entendible una diferencia tan grande en los cambios de agua entre ambas zonas.

Estas vitrinas son el hábitat de las dos especies animales más grandes del Terrario, el cocodrilo siamés y el caimán de anteojos, esto hace que su recinto, al igual que el volumen de agua asociado a este, sea el mayor de nuestro sistema, haciendo que estas vitrinas sean las que más consumo de agua asociado tengan.

6.3.6 Consumo hídrico de vitrinas primera planta

Vitrinas primera planta	m			m ³	Veces/mes	m ³ /mes
	Base	Altura	Profundidad	Volumen agua	Limpieza	Consumo por limpieza
6	0,8	0,3	0,1	0,02	10	0,24
9	1	0,4	0,1	0,04	10	0,40
11	0,8	0,5	0,1	0,04	10	0,40
13	1	0,4	0,1	0,04	10	0,40
14	0,8	0,5	0,9	0,36	10	3,60
16	1,3	0,45	0,2	0,12	10	1,17
17	0,8	0,3	0,06	0,01	10	0,14
23	0,4	0,3	0,03	0,004	10	0,04
Volumen total				0,6	Consumo total	6,4

Tabla 6.26 Consumo hídrico en vitrinas primera planta.

	Volumen estanque	m ³ /vitrina	Consumo limpieza	m ³ /vitrina
	Volumen bajo	< 1,5	Consumo bajo	< 7,5
	Volumen moderado	1,6 – 4	Consumo moderado	7,5 – 12,5
	Volumen alto	> 4	Consumo elevado	> 12,5

Tabla 6.27 Tipificación de consumo hídrico en vitrinas primera planta.

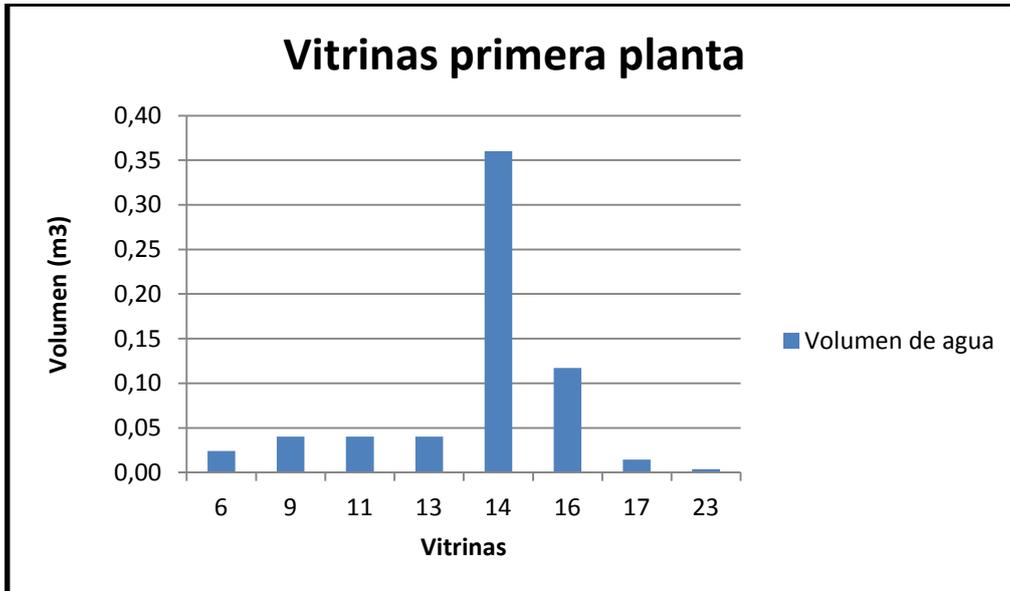


Figura 6.26 Gráfico de consumo de agua en vitrinas de primera planta.

6.3.7 Diagnósis del consumo hídrico en las vitrinas de la primera planta

Comparando las Tablas de consumo y volumen de agua de las vitrinas de la primera planta del Terrario, no abierta al público, y haciendo una comparativa de la Tabla 6.23 con cualquiera de las Tablas de consumo analizadas anteriormente, el consumo de estas vitrinas es despreciable en comparación al consumo de cualquiera de las vitrinas de la planta baja, no llegando ni a la 10ª parte del consumo que generan, por ejemplo, las vitrinas centrales.

La aplicación de propuestas de mejora en estas vitrinas no generaría un gran impacto positivo en la reducción del consumo de agua final, lo que concluye que el consumo de este sector del Terrario no es un punto crítico.

6.3.8 Consumo de agua por alimentación

	Nº elementos	m ³		Veces/mes	m ³ /mes
Tipo de platos	Cantidad	Capacidad	Volumen agua	Limpieza	Consumo por limpieza
Pequeño Cerámica	9	0,00005	0,00045	10	0,0045
Mediano Cerámica	18	0,00015	0,0027	10	0,027
Grande Cerámica	10	0,0003	0,003	10	0,03
Pequeño Metálico	28	0,0005	0,014	10	0,14
Mediano Metálico	15	0,00075	0,01125	10	0,1125
Grande Metálico	3	0,001	0,003	10	0,03
		Volumen total	0,034	Consumo total	0,34

Tabla 6.28 Tabla de consumo hídrico por alimentación.

	Volumen estanque	m ³ /vitrina	Consumo limpieza	m ³ / vitrina
	Volumen bajo	< 1,5	Consumo bajo	< 7,5
	Volumen moderado	1,6 – 4	Consumo moderado	7,5 – 12,5
	Volumen alto	> 4	Consumo elevado	> 12,5

Tabla 6.29 Tipificación de consumo hídrico por alimentación.

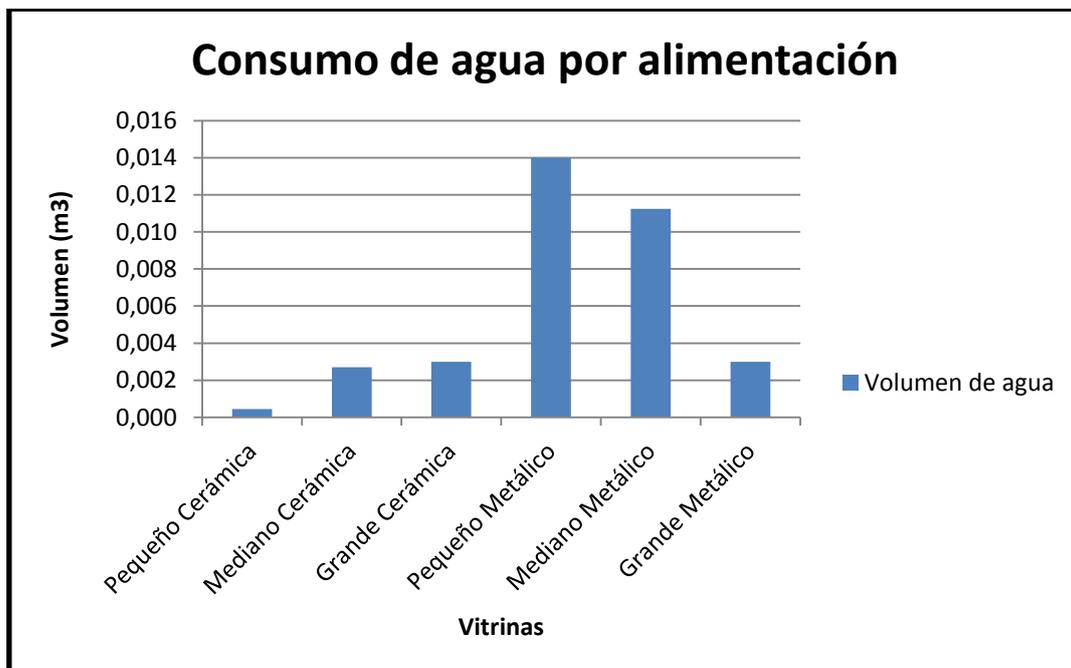


Figura 6.27 Gráfico de consumo de agua por alimentación de animales.

6.3.9 Diagnósis del consumo hídrico para alimentación

Los resultados obtenidos y expresados en forma de gráfico o Tabla, concluyen que el consumo de este sector de análisis es despreciable respecto a cualquier otro consumo hídrico

Cualquier medida de ahorro en el consumo llevada a cabo en este punto, no reduciría el consumo en una cantidad suficiente como para considerarla eficaz, este sector no es un punto crítico del consumo hídrico total.

6.3.10 Consumo hídrico total

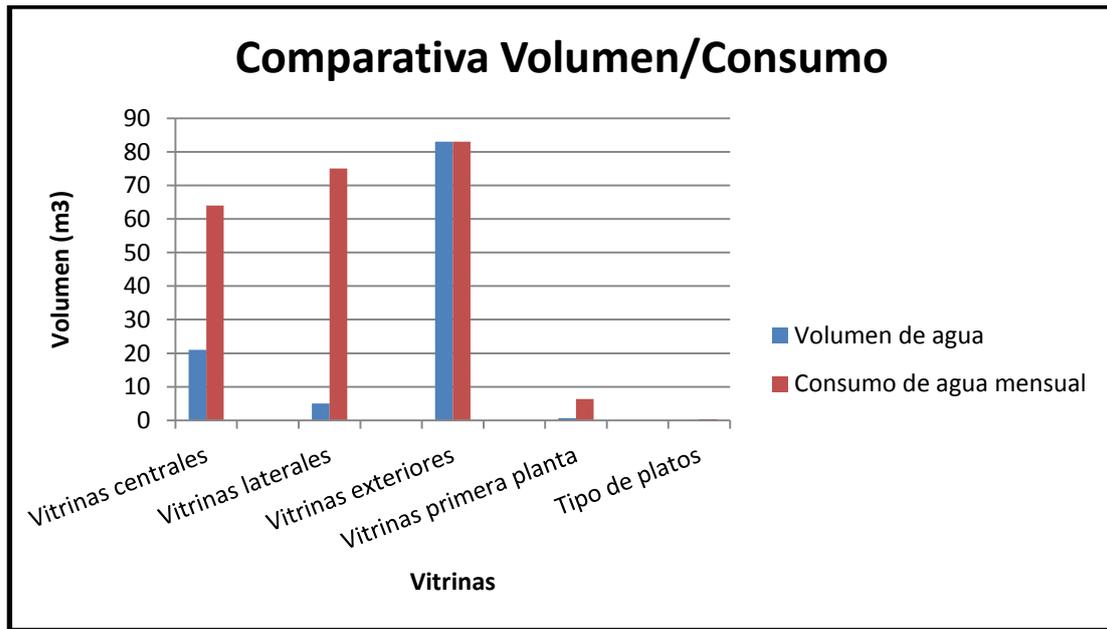


Figura 6.28 Gráfico de comparativa volumen/consumo por limpieza.

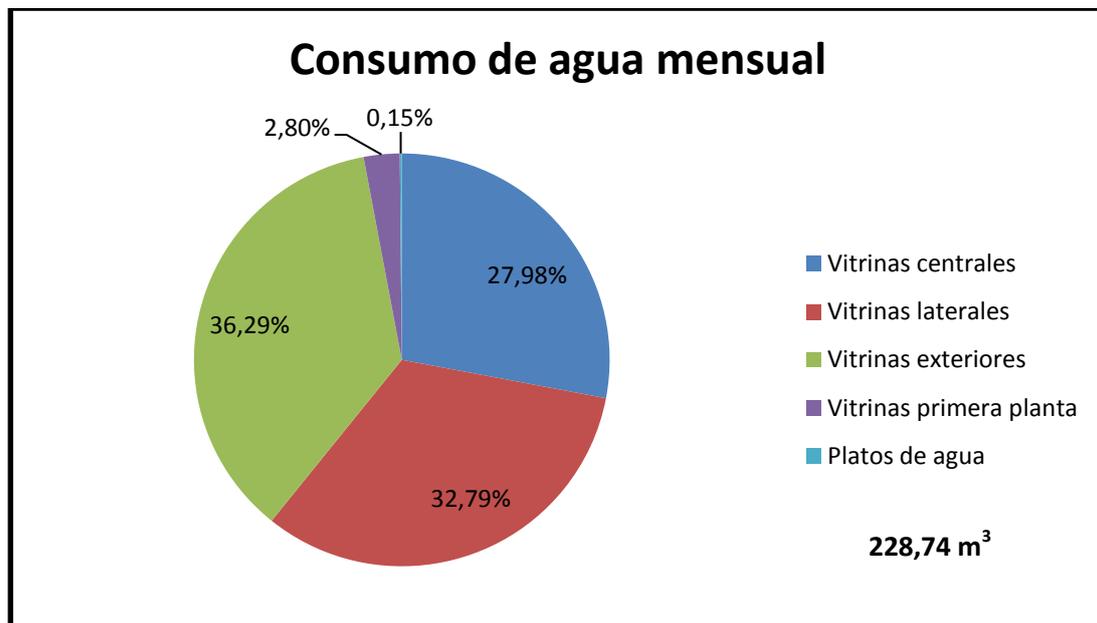


Figura 6.29 Gráfico de consumo total de agua mensual.

6.3.11 Diagnósis del consumo hídrico general

El consumo hídrico del Terrario se reparte en tres focos importantes, las vitrinas centrales, las vitrinas laterales y las vitrinas exteriores (Figura 6.23). El peso de estos tres focos es equiparable entre ellos (28, 33 y 36% respectivamente). Las medidas de mejora aplicadas en este sector hídrico vienen definidas por la premisa de reducir la frecuencia de los cambios de agua en las vitrinas, en estos 3 sectores.

Los otros dos aspectos hídricos, como son las vitrinas de la planta superior y el volumen de agua en los platos de las diferentes vitrinas, no es considerado importante respecto al grueso del consumo, por lo tanto, no es necesario aplicar medidas de corrección en el consumo en estos dos focos restantes.

Sería de vital importancia, tener un mejor control tanto del volumen de agua que hay en cada vitrina, como del consumo mensual de cada una de ellas. En las vitrinas más pequeñas, un control manual será suficiente, pero en las vitrinas más grandes, sería necesario un contador o un recuento hídrico del volumen real que se ha utilizado. Todo esto ayudaría a que, en futuras mejoras, los datos tengan una fiabilidad total y las propuestas de mejora vayan más enfocadas a los problemas más importantes.

El hecho de que no haya ningún turbidímetro (equipo encargado de la medición de la turbiedad del agua) hace que el cambio de agua se tenga que hacer sin saber si este cambio es necesario, lo que puede generar un consumo de agua innecesaria, y un consecuente derroche económico. Esto, junto a la instalación de filtros y pequeñas bombas de agua en otras vitrinas podría reducir el consumo de agua de manera significativa y conseguir junto a otras medidas, como la captación de agua, reducir a más de la mitad, el consumo anual actual del Terrario.

Instalar un sistema de escalera hídrica en el consumo del agua, ayudaría en el ahorro global del consumo en el Zoo. Entendemos por escalera hídrica un sistema piramidal del consumo de agua, siendo las cotas más altas agua de mayor calidad y la de cotas más bajas a de menor calidad. Con esto conseguimos que el agua a desechar de una zona concreta del Zoo, sirva como materia prima en otra zona del mismo Zoo.

6.4 Inventario y diagnóstico de alimentos/residuos

6.4.1 Alimentación

En este apartado tenemos recogidos los diferentes alimentos que entran en el Terrario y los residuos que se producen. También hemos hecho una estimación del impacto ambiental que supone traer ciertos alimentos desde otro país especialmente para nuestro equipamiento.

Los datos sobre la alimentación estaban repartidos en diferentes unidades como podían ser unidades semanales o kg año. Para una mayor facilidad a la hora de gestión y comparación de datos se ha aproximado la cantidad de alimentos en kg/semana, haciendo las aproximaciones convenientes.

Tipo de alimento	Peso (Kg/ semana)	Procedencia
Fruta y verdura	210	Española
Pinkies (Ratones Pequeños)	3	Española
Ratones	6	Española
Ratas	10	Española
Pienso	2	Estadounidense
Suplemento (Nekton)	0,1	Alemana
Saltamontes	7	Española
Grillos	20	Española
Zophobas	0,5	Española
Conejos	2,4	Española

Tabla 6.30 Tipo de alimentos de animales.

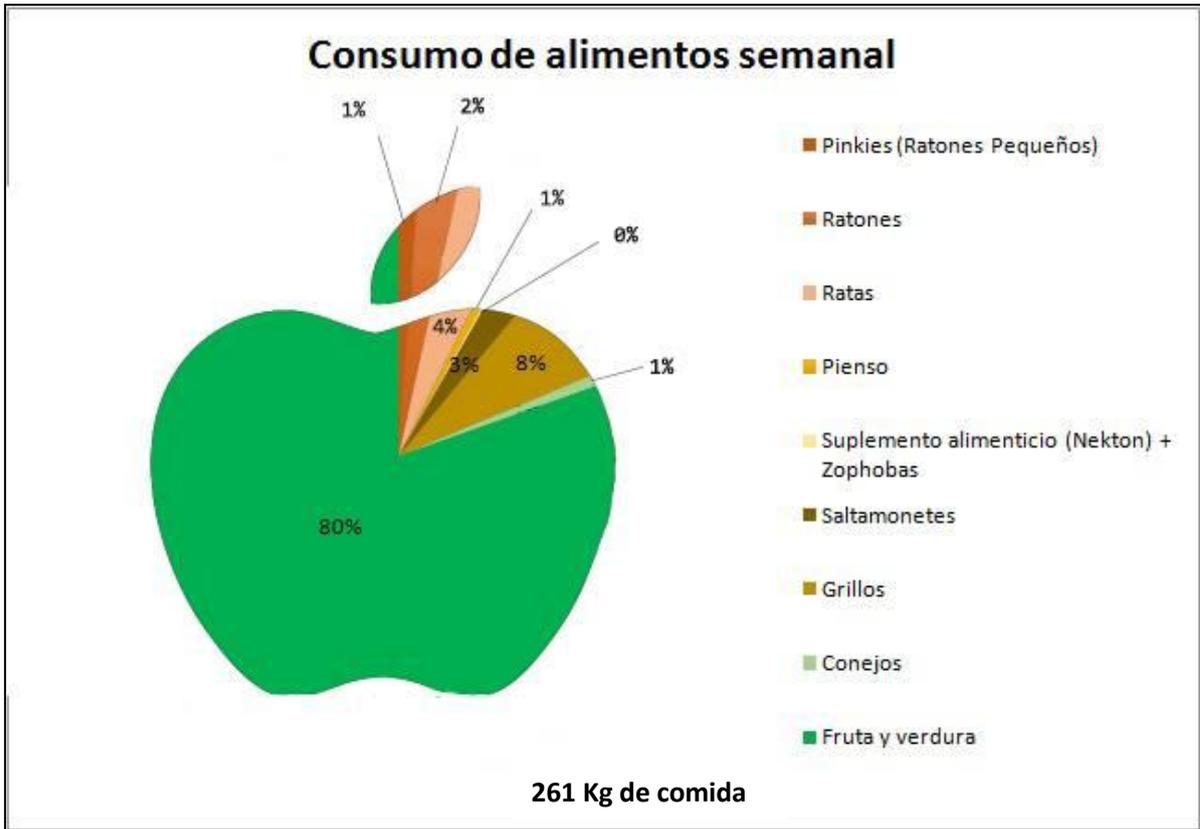


Figura 6.30 Gráfico de alimentación animales.

6.4.2 Diagnósis de alimentación

En principio de este apartado no se puede extraer mucha más información que la que fue facilitada por los responsables del Terrario y el almacén del Zoo. Se obtiene que semanalmente se consumen por alimentación 261 Kg de comida. De estos 261 Kg predominan las frutas y verduras, representando más del 80%, pero esto no quiere decir que sea un punto crítico en este sistema o aquello más favorable, simplemente indica que hay una gran demanda de frutas y verduras debido a los animales herbívoros de nuestro sistema de estudio. Podemos apreciar que un 80% del total de alimentos son frutas y verduras, un 11% corresponden a los grillos y saltamontes, el 8% son roedores y el 1% restante son el pienso y el complemento alimenticio (0.8% y 0.2% respectivamente). Se puede concluir ya, que tenemos una mayoría de animales herbívoros en el Terrario y que la principal demanda de alimentos viene dada por estos. Además cabe hacer mención a que los animales herbívoros comen con una asiduidad mucho mayor a la de los insectívoros o los carnívoros. Los roedores, no representan un alimento diario en el Zoo, ya que algunas especies, que los consumen, como las serpientes y la tortuga aligátor, son características por comer grandes cantidades de alimento, pero en pocas ocasiones.

Con estos datos se puede extraer diversas cosas; se destinan 261Kg de alimento a la semana para el Terrario, que son unos 13.572Kg de alimento al año. Este número raramente cambiará, ya que las dietas de estos animales están muy controladas y son marcadas por sus correspondientes expertos, no es algo que se pueda cambiar con facilidad, decir que se está llevando a cabo una dieta incorrecta sería muy inconcluyente ya que no se han estudiado las dietas de los animales. Es decir, las dietas están marcadas ya y no será propuesto ningún tipo de cambio al respecto sobre este apartado.

De los 13.572Kg unos 10.857,6Kg son de fruta y verdura, otros 1.492,9Kg son insectos, 1.085,7Kg son roedores, 108,6Kg es pienso y que 27,2Kg son suplemento alimenticio. Estos datos son los que nos han proporcionado y que no se podrán variar. Lo que sí que se puede intentar cambiar o al menos proponer son medidas para que el coste económico que supone adquirir todos estos alimentos sea menor. Pero recordando que las dietas de los animales no serán cambiadas, esto es algo que en principio ya se está haciendo bien y no se puede variar sin realizar un estudio específico.

Las propuestas de mejora para este vector de estudio son principalmente intentar fomentar la autoproducción de los alimentos. Actualmente en el Terrario ya se realiza una pequeña cría de grillos, esto supone un ahorro en parte de la cantidad de grillos que se tienen que comprar para alimentación. La propuesta de mejora sería fomentar esta práctica lo máximo posible y aplicarla tanto para insectos como para los pequeños roedores que no suponen un gasto muy elevado ni ningún gran problema con los cuidados. Llevar a cabo esta tarea supondría un ahorro económico para el Zoo y tal vez se podría llegar a una autosuficiencia alimentaria en este sector dentro de la alimentación del Terrario si se consigue una gran autoproducción. En cuyo caso sólo sería necesaria la compra de frutas y verduras, pienso y del suplemento alimenticio. Lo que no supondría un ahorro muy elevado, teniendo en cuenta que el 80% de lo que se consumen son frutas y verdura.

También cabe destacar que tanto el pienso como el suplemento alimenticio son los únicos elementos de la alimentación que tienen un origen extranjero. Esto se debe valorar y en el apartado de metodología hay hecho el correspondiente cálculo sobre este factor. El resultado es prácticamente despreciable ya que es muy poco lo que se necesita y no supone un problema. Aún así, se podría estudiar la posibilidad de buscar una marca española que proporcionase el mismo pienso y el mismo suplemento alimenticio para tener que evitar realizar la compra de este producto al extranjero, ya no sólo para fomentar la compra/venta dentro de nuestro país, sino que principalmente así el pequeño impacto que supone realizar esta compra al extranjero se vería reducido.

6.4.3 Residuos

Tipo de residuo	Kg	Periodicidad
Cubo orgánico	15,6	1 vez por semana
Plástico	1,5	1 vez por semana
Rechazo	1,3	1 vez por semana
Cartón	2,7	1 vez por semana

Tabla 6.31 Residuos Terrario.

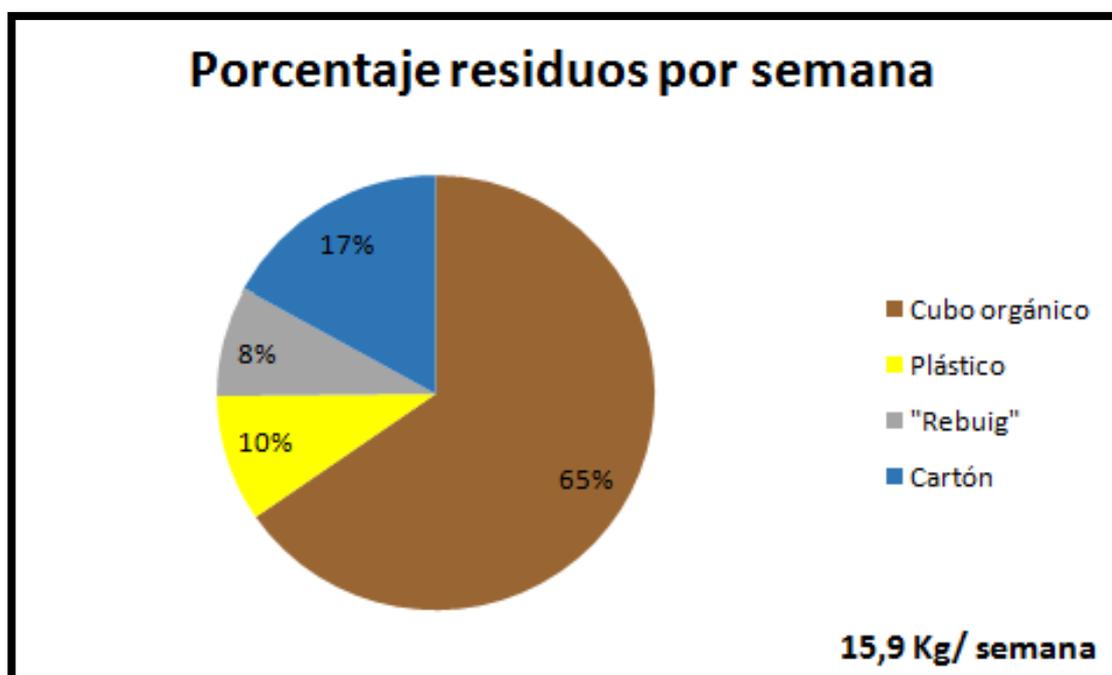


Figura 6.31 Gráfico de residuos por semana en Terrario.

6.4.4 Diagnósis de residuos

Se aprecia que la mayoría de los residuos producidos en el Terrario son de origen orgánico, con un porcentaje del 65% del total. Y que la cantidad de residuos totales que se producen en un año es bastante reducida, siendo esta de 826.8Kg al año. Si se compara este dato con el hecho de que una sola persona al año produce 500Kg de residuos sólidos urbanos, da a entender que en el Terrario la producción de residuos es mínima. Los residuos, como sucedía en el tema de alimentación, no suelen variar ya que los factores que condicionan la producción de residuos dentro del Terrario son los mismos durante todo el año.

6.5 Inventario y diagnóstico de Visitantes

Un punto importante en el estudio del Terrario, además de lo mostrado anteriormente, son las visitas que recibe la instalación. Se han recopilado los datos de visitantes por días y horas con el fin de conocer el número de personas que recibe el Terrario a diario, datos que a día de hoy no cuentan con registros previos.

Horario	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
10-11	37	25	-	30	64	40	45
11-12	18	12	-	23	17	25	25
12-13	52	75	-	25	29	45	51
13-14	15	35	23	20	19	39	31
14-15	21	18	27	21	18	25	28
15-16	-	17	15	18	37	22	28
16-17	-	13	10	16	23	36	26
TOTAL	143	195	75	153	207	232	228

Tabla 6.31 Recuento visitantes Terrario.

En la Tabla 6.29 se muestran los visitantes por día y hora del Terrario. La obtención de estos datos ha sido realizada por los integrantes del grupo in situ. Los valores en rojo corresponden a estimaciones realizadas en función de los datos ya obtenidos y teniendo en cuenta que los domingos la afluencia de público al Zoo es mayor.

Una vez completada la Tabla anteriores puede estimar una media de visitantes diarios al Terrario así como las horas con mayor y menor afluencia de visitantes, incluyendo sábados y domingos. Los resultados finales se muestran a continuación.

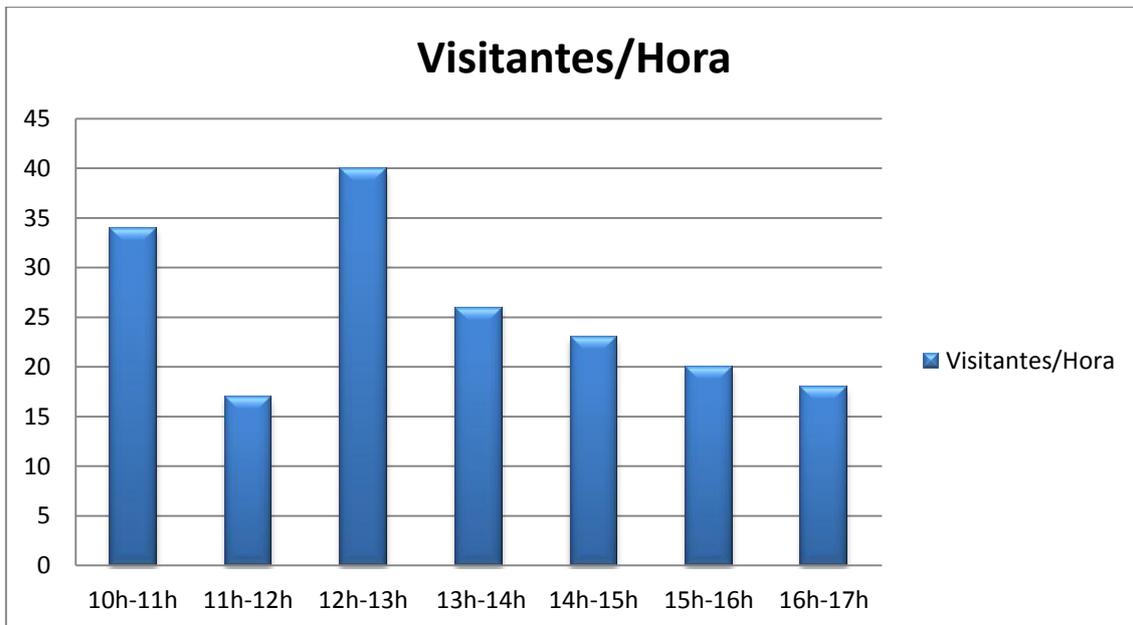


Figura 6.32 Gráfico de visitantes por hora en el Terrario.

Analizando la Figura 6.37, se observa que la media de los visitantes del Terrario sitúa su máximo en 40 visitantes en el rango horario de 12-13h. Mientras que curiosamente, la franja horaria anterior, comprendida entre las 11h-12h, es donde se registran los valores mínimos de visitantes, con 17 entradas.

Analizando el número de visitantes desde una perspectiva global, el total de personas que visitaron el Zoo de Barcelona en el año 2013 fueron 1.113.724. Mediante una media aritmética, y usando los datos anteriormente mostrados, se estima que el número de visitantes de forma diaria al Zoológico, 3.050 personas. De nuestro estudio de visitantes al Terrario se concluye que 176 personas lo visitan a diario. Por lo que podemos estimar que un 5,77% del total de visitantes diarios del Zoo de Barcelona visita el Terrario. Un dato cuanto menos bajo en relación a las dimensiones, gasto energético y económico del Terrario.

6.5.1 Diagnóstico de los Visitantes

Tras la elaboración de la Tabla de visitantes al Terrario, se observa que la afluencia de visitantes es desigual y existe una relación desproporcionada entre el consumo energético diario del Terrario y los visitantes. Como se muestra en la Tabla 6.29, son 176 personas las que visitan el Terrario diariamente, donde la hora con mayor afluencia corresponde a las 12:00h y los días con mayor público son sábados y domingos. Para conseguir un aumento de visitantes se proponen acciones que estimulen una mayor afluencia con el fin de reducir las

emisiones asociadas de CO₂ por visitante, que con los datos de afluencia y consumo energético actuales se establece en 3,4 kg de CO₂/visitante.

El Terrario es una de las estancias del Zoo con menor número de visitantes, aproximadamente un 5,77%. Para elevar este porcentaje proponemos las siguientes acciones de mejora:

1. Realización de actividades lúdicas o culturales para atraer a un mayor número de visitantes.
2. Mejorar la imagen externa de la edificación.
3. Formación de técnicos con el objetivo de mejorar la eficiencia energética de la instalación.

Esta serie de propuestas se han desarrollado con más detenimiento en el apartado de acciones de mejora mediante las fichas.

6.6 Huella de CO₂ equivalente

Uno de los objetivos del proyecto era cuantificar la huella de carbono de la zona de estudio. Actualmente, los valores de la huella de carbono se utilizan como indicativo del coste social y ambiental que provoca una organización, una empresa, o en este caso, el Terrario. Este dato permitirá definir las políticas de reducción de emisiones e iniciativas de ahorro energético, todo ello consecuencia de un mejor conocimiento de los puntos críticos para la reducción de emisiones, que pueden o no ser responsabilidad directa del Terrario.

Se quiere también asignar los valores de CO₂ que tiene cada vector ambiental estudiado por visitante y área de estudio, teniendo así una información más detallada del impacto que provoca cada vector por personas que visitan el Terrario (64.240 visitantes anuales) y por unidad de espacio (1.700m²).

Para una mejor comprensión de la información se han elaborado dos Tablas, una para cada vector ambiental, diferenciando entre eléctrico e hídrico y térmico.

6.6.1 Vector eléctrico e hídrico

Zona	Consumo anual (kWh/ año)	Kg CO ₂ Eq/año	% de Kg CO ₂	Kg CO ₂ Eq/visitante
Pasillos	16205	4505	2,1	0,07012
Vitrinas laterales	73624	20467	9,4	0,31860
Vitrinas móviles	11647	3238	1,48	0,05040
Eq. Eléctricos	15686	4361	2	0,06788
Despachos	2460	684	0,31	0,01064
Bombas	74635	20748	9,53	0,32297
TOTAL	194257	54003	24,72	0,84061

Tabla 6.32 Huella de carbono en electricidad por visitante y por m²

En la Tabla 6.28 se muestra el consumo anual en kWh de cada zona del vector eléctrico así como sus emisiones en kg de CO₂ eq. Se ha incluido en este apartado el vector hídrico (bombas), ya que el dato necesario para este cálculo es su coste energético en kWh, no su consumo, expresado con anterioridad en m³. Teniendo presente el número de visitantes de forma anual del Terrario mencionado previamente, se ha estimado las emisiones en Kg de CO₂ asociadas a los visitantes de forma anual así como las emisiones por unidad de área, m² de nuestro ámbito de estudio.

6.6.2 Vector térmico

El siguiente punto a analizar es el vector térmico, punto crítico en el consumo del Terrario. Se recuerda que los valores de consumo mostrados a continuación corresponden a una estimación para 4 de las 6 calderas disponibles. Se ha seguido el mismo procedimiento de la Tabla 6.29 para mostrar la información de este vector.

Zona	Consumo anual (kWh/año)	Kg CO ₂ Eq/año	% de Kg CO ₂	Kg CO ₂ Eq/visitante
Calderas	588962	163731	75,19	2,54873

Tabla 6.33 Huella de carbono en calderas por visitante y m²

Como muestra la Tabla 6.29 el consumo en kWh hora del vector térmico es muy elevado en comparación con los consumos del resto de vectores analizados. Como se ha mencionado a lo largo de este proyecto, uno de los motivos principales de este hecho son los requerimientos térmicos que requieren las mayorías de las especies que alberga el Terrario, en su mayoría de origen tropical. A este hecho se le debería añadir la ineficiente por parte de la edificación en cuanto a malgasto de esta energía se refiere, ya que se han encontrados varios puntos críticos a lo largo de la edificación por donde se perdía temperatura, aumentando así el consumo térmico. Dado al alto gasto energético, en consecuencia, la huella ecológica que causa este vector es bastante significativa, por lo que será en este vector donde habrá que actuar si se quiere reducir la huella de CO₂ del Terrario.

6.6.3 CO₂ y Visitantes

Para finalizar, se quiere cuantificar las emisiones de CO₂ asociadas a cada visitante del Terrario. Para ello, se ha dividido las emisiones totales generadas durante la fase de uso de la instalación, 217.734Kg CO₂ Eq. entre el número total de visitantes del Terrario por periodo de un año (64.240 personas). Se obtiene así un resultado aproximado de 3,4 Kg CO₂ Eq. de impacto por cada visitante del Terrario. Dada la poca afluencia de público así como el gasto energético de la instalación, se ha considerado esta cantidad bastante elevada, por lo que será necesario abordar este problema mediante una serie de mejoras presentadas más adelante por medio de fichas.

6.6.4 CO₂ por área de estudio

Para conocer con mayor detalle la distribución de CO₂ en nuestra área de estudio se ha querido cuantificar las emisiones en función de los m². Utilizando los datos mostrados anteriormente, donde las dimensiones de nuestra área de estudio son de 1.700m² y las emisiones de CO₂ totales estimadas oscilan entre los 217.734 KgCO₂ Eq. Haciendo la relación de m² con las emisiones de carbono totales se obtiene que anualmente, 128KgCO₂ Eq son destinados a cada metro².

6.7 Inventario y diagnosis arquitectónica

6.7.1 Fase 1 ACV Terrario

Se considera esta primera fase (materias primas, fabricación y transporte) de complejo cálculo, ya que la edificación fue inaugurada en 1972 y se carece de mucha información necesaria para el cálculo de esta fase, además se emplearon sistemas de construcción y transporte diferentes a los actuales, por lo que se basó en documentación ya existente.

En relación al impacto ocasionado por las materias primas empleadas, se han estimado los metros cuadrados de todas las estancias y pisos del Terrario mediante cálculo de áreas, obteniendo una estimación del área total de 4.160 m². Tras obtener el área y tomando como fuente la tesis “La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: la construcción modular ligera aplicada a la vivienda” y su estudio sobre emisiones de CO₂ asociadas a la obtención de 1 m² de materiales para la edificación de una estructura convencional se obtiene una aproximación de las emisiones asociadas de los materiales. (Wadel Raina, Gerardo, 2009).

Basándose en el estudio anteriormente nombrado se toma como dato de partida una estimación de 500 kg de CO₂ para cada m² de materiales. Dicha estimación del impacto esta realizada para los siguientes materiales: mortero, cal, grava, aluminio, madera, PVC, cerámica, acero hormigón prefabricado y aditivos, que son los principales materiales usados para la construcción del Terrario.

Realizando los cálculos para una planta de 4.160 m² se estiman unas emisiones de 2.080.000 kg de CO₂.

En relación al transporte de dichos materiales hasta la zona de obra, se estima que el lugar de origen de los materiales se localiza a no más de 80 km de distancia del Zoo de Barcelona, basándose un modelo de camión de la época, PEGASO modelo SAVA 511 con tara máxima de 10T y un consumo de 20 L cada 100 km. Estimando los viajes que deberá realizar el camión, aproximadamente 45 viajes, deberá recorrer 3.600 km, con un consumo total aproximado de 720 litros de gasoil.

Basándose en Tablas publicadas por “La Guía Práctica Para el Cálculo de Emisiones de Efecto Invernadero (GEI)” (Generalitat de Catalunya, 2010), que sitúa el factor de emisión de gasoil en 2,79 kg CO₂/L. Tras una serie de cálculos se obtiene la estimación de las emisiones de CO₂ asociadas a la fase de transporte de esta etapa del ACV.

Como resultado las emisiones asociadas al transporte fueron de 2000 kg de CO₂.

6.7.2 Fase 2 ACV Terrario

Esta segunda etapa de construcción del edificio se basa en la estimación realizada por el *Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos (CIRCE)*, el cual estima un consumo de energía aproximado de 1600 kWh para la edificación de 1m². Basándose en este dato y teniendo en cuenta el área de 4.160 m² se estima que fueron necesarios 6.656.000 kW para la edificación de nuestro edificio. De acuerdo con el *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)*, el factor de emisión nacional en el año 2008 es de 385 g CO₂/kWh

Se realiza la estimación de emisiones totales de esta etapa. El valor aproximado es de 2.562.560 kg de CO₂.

6.7.3 Fase 3 ACV Terrario

Para esta fase se han utilizado los datos recopilados por nuestro equipo. Se han utilizado las emisiones totales de CO₂ de todos los sistemas utilizados a diario en el Terrario, desde bombas, equipos eléctricos, calderas... Con el fin de obtener una estimación media de las emisiones de CO₂ de toda la fase de uso que ha tenido el Terrario, desde su inauguración hasta día de hoy, concretamente 42 años. El impacto que ha tenido el Terrario durante sus años de vida ha sido de 9.144.828 kg de CO₂ aproximadamente. Concretamente, de forma anual las emisiones asociadas han sido de 217.734 kg CO₂ Eq/año.

6.7.4 Fase 4 ACV Terrario

Para esta última fase de un ACV no hay datos objetivos que mostrar, ya que no se sabe con exactitud si el edificio analizado será derribado, se le dará otro uso o se procederá al reciclado de sus componentes. Por lo tanto una estimación de esta fase sería en vano hasta no saber que se pretende con la edificación.

Cuando se decide terminar con la vida útil de un edificio, y tras las pertinentes valorizaciones de materiales aun aprovechables, el material restante debe tener un correcto depósito en el medio natural. Para ello, se debe tener en

cuenta características físico-químicas de los mismos y tomar medidas para evitar efectos negativos del material desechado sobre el entorno.

Se estima que la edificación continuara operativa un mínimo de 10 años, teniendo en cuenta las estimaciones de vida para edificios de características similares. Pero para lograr aumentar la vida útil de un edificio y sobre todo, reducir el impacto ambiental que causa se debe incluir una serie de mejoras o pequeñas reformas para maximizar su rendimiento de una forma progresiva.

Una vez realizada esta aproximación del ACV, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

En los 42 años que el Terrario lleva en funcionamiento, ha supuesto unas emisiones de 9.144.820 Kg CO₂ y se estima que para una construcción de este tipo, con vida útil de 50 años, las emisiones serán 10.886.700 Kg de CO₂ en total.

Tomando las emisiones originadas en la fase 1 y 2 del ACV del Terrario, suman un total de 4.644.560 Kg de CO₂ de emisiones atmosféricas.

Para mostrar el impacto del edificio se usará los datos de emisiones atmosféricas de las diferentes etapas analizadas: obtención de materiales, etapa de construcción y la etapa de uso de la edificación, teniendo en cuenta su vida útil de 50 años. Los resultados son los siguientes:

Impacto del edificio = 2.082.000 Kg CO₂ + 2.562.560 Kg CO₂ + (217.734 Kg CO₂/año x 50 años) = 15.531.260 Kg CO₂

Tras obtener el impacto total del edificio se pretende calcular el impacto de la fase de obtención de materiales, transporte y edificación. Para ello se realiza un sencillo cálculo matemático:

$$(4.644.560 \text{ Kg CO}_2 / 15.531.260 \text{ Kg CO}_2) \times 100 = 29,9\%$$

En conclusión el impacto de los materiales y de la construcción en un 30%.

6.7.5 Diagnósis de los elementos arquitectónicos

Tras el análisis del ciclo de vida del Terrario, de sus materiales y del impacto que ha tenido y continúa teniendo, se comprueba que existe una estrecha relación entre todas las etapas analizadas, desde la extracción de materiales, el diseño de la edificación, su construcción, uso, mantenimiento y disposición final.

Del análisis de los materiales empleados para la construcción del Terrario, se destaca la importancia del diseño. En función del diseño, los materiales utilizados pueden aumentar o disminuir su cantidad, dato ligado con el coste energético y el impacto medioambiental. Se ha elaborado una estimación de las emisiones asociadas a los principales materiales empleados teniendo en cuenta el diseño del Terrario así como sus diferentes plantas. Los resultados de las emisiones ocasionadas por los materiales para un área de 4.160 m² fueron de 2.080.000 kg de CO₂.

En relación a la etapa de edificación, destacar la antigüedad de la edificación, de 45 años, por lo que se presupone que no se emplearon las medidas más eficientes para su construcción ni para el posterior reciclaje de los materiales sobrantes. Se ha estimado un gasto energético de 1600 kWh por cada metro cuadrado de edificación.

Dicho gasto energético corresponde a datos actuales, por lo que realmente la cantidad de energía empleada fue superior. Se obtuvo un valor de emisiones de 2.562.560 kg de CO₂.

En relación a la fase de uso del Terrario, la que mayor incidencia ambiental causa a día de hoy, el grupo del trabajo ha elaborado un inventario con una posterior diagnosis y proposiciones de mejora de cada vector involucrado en dicha fase. La intención es clara, reducir la huella ecológica que causa el Terrario. Actualmente las emisiones asociadas al uso del Terrario son de 217.734 kg CO₂ Eq/año.

Con todos los datos mencionados anteriormente, se realizó una estimación del impacto que han tenido los materiales y la edificación del Terrario, aproximadamente un 30% del total. Este dato indica que el impacto de uso es mayor que el impacto de materiales y construcción, en relación 70-30, por lo que la ineficiencia de la instalación en cuanto a su etapa de uso es evidente.

6.8 Diagnosis final

En este apartado se pretende hacer una primera visión de lo que será nuestra diagnosis de este proyecto.

	Zonas	Consumo anual	Consumo total	% consumo área de estudio
Consumo Eléctrico kWh/año	Pasillos	16205	194257	8,4
	Vitrinas laterales	73624		38,2
	Vitrinas móviles	11647		5,3
	Eq. Eléctricos	15686		8,1
	Despachos	2460		1,3
	Bombas	74635		38,7
Consumo Hídrico m ³ /año	Estanques	122	3300	3,7
	Limpieza	3178		96,3
	Platos	0,034		0,001
Consumo Térmico kWh/año	Calderas	588962	588962	100

Tabla 6.34 Consumos anuales Terrario

En la Tabla 6.34, podemos observar un resumen de los cálculos realizados anteriormente, en el cual se presentan los valores totales de los consumos anuales por zonas, el total del consumo del vector y el tanto por ciento, que representa la zona respecto al total. Estos datos se utilizarán más adelante para valorizar las aproximaciones de los consumos a los datos reales y ver si se aproximan o se alejan de la realidad.

Vectores	Consumos	2010	2011	2012	2013
Consumo eléctrico (kWh/ año)	Consumo zona	670082	642264	-	663273
	Consumo Zoo	2852778	2856058	-	3198334
	% consumo	23	22	-	21
Consumo hídrico (m3/ año)	Consumo zona	515	319	-	9450
	Consumo Zoo	285257	289080	-	372592
	% consumo	0,2	0,1	-	2,5
consumo térmico (m3 GN/ año)	Consumo zona	82161	63612	-	82261
	Consumo Zoo	135643	147500	-	163363
	% consumo	61	43	-	50

Tabla 6.35 Consumos anuales Terrario/Zoo y su relación.

	Tipo de valores
	Reales
	Excesivo

Tabla 6.36 Valoración de los datos anteriores

Esta Tabla 6.35, nos muestran una serie de valores, tales como el consumo de la zona, el consumo de todo el Zoo y el tanto por ciento que representa el consumo de la zona respecto al Zoo obtenidos a partir de estudios realizados anteriormente “Estudi energètic del parc Zoològic de Barcelona” realizado por el Applus (valores del 2010 y 2011), así como los valores obtenidos por los trabajadores de las oficinas (valores del 2013). Comentar, que estos valores, exceptuando el consumo hídrico (valores 2010 y 2011), corresponden no solo a nuestra zona de estudio, sino a la zona de Primates, que engloba las zonas del Terrario, las focas y los mismos primates. Los datos de 2012 se han estimado a partir de las tendencias de crecimiento o decrecimiento del consumo de los vectores y en el caso de los datos de 2013, los valores hídricos están calculados para la zona de Cantina, que engloba un espacio similar a la zona de primates.

Se intentará demostrar que nuestros valores son correctos, para esto, realizaremos una división de nuestra zona en tres (Primates, Edificio Terrario y plantas del Terrario) y a través de factores de corrección ir aproximando los valores de la zona de primates a nuestro sistema de estudio (1ª y 2ª planta de Terrario). En la siguiente imagen, se muestra de forma simplista, la metodología para realizar la verificación de los resultados.

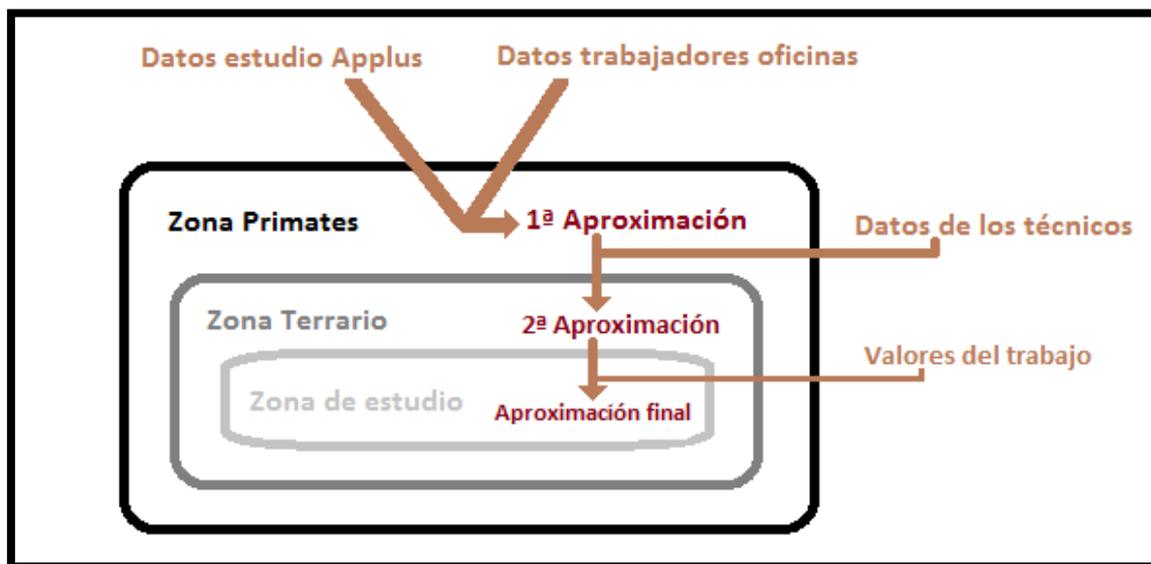


Figura 6.32 Diagrama de verificación

7. Conclusiones

Sistema eléctrico

El consumo anual de nuestro sistema de estudio, después de los diferentes análisis y cálculos realizados a partir de los datos obtenidos con los muestreos, es de aproximadamente 195.000 kWh.

El consumo más elevado corresponde a la iluminación, próximo al 54% respecto al consumo eléctrico total. Las vitrinas laterales, aquellas que se encuentran en el perímetro de las paredes de la planta de exposición, son las que tienen un mayor consumo eléctrico en iluminación, dado que deben de ser vitrinas visibles por el público asistente y la luz natural que disponen es escasa. Las vitrinas centrales son las únicas que realmente disponen de luz natural, por lo que representan un coste mínimo de la iluminación. La luz natural se filtra a través de las claraboyas semitransparentes del tejado, pero a causa del deterioro y la falta de mantenimiento de las mismas, la filtración de luz disminuye.

Los pasillos de la planta de exposición consumen el doble que los pasillos de la primera planta. Esto se debe a que la planta superior dispone de luz natural, motivo por el cual requiere menos iluminación artificial que planta baja. Se propone realizar un cambio de aquellas claraboyas en mal estado, por otras transparentes, que permitan aumentar la luz natural que incide en las estancias del Terrario.

El tipo de iluminación más frecuente son las luces fluorescentes, representado un 70% del total de luces. Estas se localizan, principalmente, en las vitrinas laterales y en las vitrinas móviles. Los fluorescentes, todo y ser el tipo de luz más frecuente, no representa el mayor consumo por iluminación. El tipo de iluminación que más consume, son los focos de luz UVA, representando un 34 % del consumo eléctrico en iluminación. Para contribuir en la mejora de la eficiencia y la reducción del consumo, se propone la instalación de placas fotovoltaicas y sistemas piezoeléctricos, para reducir entre un 20-30 % el consumo total en este concepto.

El otro foco importante de consumo eléctrico, tras la iluminación, es el consumo que realiza el sistema de bombas y filtros del Terrario, siendo este de 38,4 % respecto al consumo eléctrico. Algunas de las especies del Terrario cuentan con un sistema de bombeo de agua constante en su vitrina y por lo tanto este consumo es lógico.

Sistema térmico

Se realizó una estimación del consumo térmico, a partir de auditorías anteriores (Applus, 2011). Este consumo oscila en los 589.000 kWh (50.426 m³ de gas natural) al año. Este consumo es debido, en parte, a los requisitos térmicos de las especies animales existentes y por el bajo grado de aislamiento del Terrario. El consumo térmico es por lo tanto el punto más importante del ámbito de estudio.

Si lo comparamos con el consumo anual de gas natural del propio Zoo, este representa el 31% del total del consumo total.

Como medida, y ya que el “Punt Verd” del Zoo realiza una buena gestión de los residuos generados en los diferentes recintos, se propone el uso de los residuos vegetales como biomasa para poder cubrir, a través de calderas de biomasa, la demanda térmica del propio sistema.

Sistema hídrico

El consumo de agua en el Terrario se estima en 3.300 m³ al año. Este gasto se debe principalmente a la limpieza de las vitrinas y los estanques de los animales. Se comparó el consumo del Terrario, con los consumos de otras zonas, a través de los datos de consumo obtenidos por los técnicos y trabajadores de las oficinas. El consumo total de agua del Zoo, en 2013 fue alrededor de 372.592 m³, por lo que comparado con los resultados obtenidos, en nuestro ámbito de estudio, podemos concluir que el consumo de agua en el Terrario es insignificante, ya que supone solo un 0,9 % del consumo total del Zoo. Esto es debido a que el Zoo dispone de instalaciones con un gran consumo hídrico, tales como el Aquarama o el hábitat de las focas. Para disminuir el consumo de agua, se proponen una serie de acciones, destinadas a mejorar los protocolos de limpieza de vitrinas por parte de los trabajadores.

Para esto se pueden usar sistemas de reutilización de las aguas de los estanques para la limpieza o controlar los parámetros físico-químicos para gestionar mejor los cambios del agua. Un estudio para establecer un sistema de cascada hídrica en el Zoo ayudaría a un ahorro global del agua.

Alimentación y Residuos

El consumo de alimentos en el Terrario es de 261 Kg a la semana, unos 13.572 Kg al año. La mayor parte corresponde a frutas y verduras, representando más del 80% de la dieta de los animales. El segundo alimento más consumido, son los insectos (11%) que corresponden a los grillos y los saltamontes, esto se debe a que muchos animales son insectívoros, como los lagartos y las ranas. La alimentación por roedores (8%), tiene un mayor peso de lo esperado, en la estadística, debido al tamaño del alimento. Los roedores, no representan un alimento diario en el Zoo, ya que algunas especies, que los consumen, como las serpientes y la tortuga aligátor, se caracterizan por comer grandes

cantidades de alimento, pero en pocas ocasiones. La alimentación se mantendrá estable, puesto que las especies del Terrario tienen unas dietas muy concretas y poco sujetas a modificaciones. En este aspecto, solo se plantea la posibilidad de aumentar la producción local de grillos y saltamontes, llegando a reducir el consumo de alimentos alrededor de los 1404 Kg al año

En el estudio de la gestión de los residuos, se observó que el Terrario genera una media de 21,1 Kg de residuos por semana, lo que supone, unos 1097 Kg al año. El Terrario prioriza una separación de residuos por orgánico, cartón, plástico y rechazo. La mayor parte de los residuos, son de tipo orgánico y de cartón, llegando a representar un 74% (15,6 Kg) el orgánico y un 13% el cartón (15,6 Kg). El Zoo gestiona estos residuos a través del "Punt Verd", por lo que su tratamiento no resulta un problema, y se facilita su posterior provecho. El resto de residuos son prácticamente despreciables, por lo que no son representativos para su estudio detallado. El Zoo genera una media de 199 toneladas de materia orgánica, así como 70 toneladas de cartón y 35 toneladas de plástico, por lo tanto, la generación de residuos que produce el Terrario, es insignificante respecto al total del Zoo, que es del orden de 1.446 toneladas anuales. Con tal de utilizar mejor la buena gestión de los residuos, se estudió la posibilidad de crear una bolsa de subproductos, que facilitara la reutilización y valorización de los diferentes tipos de residuos.

CO₂grafía

Debido a la complejidad de su ejecución y el poco tiempo disponible para realizar esta trabajo, no se ha podido llevar a cabo este apartado, no obstante, para futuros proyectos es recomendable realizar un estudio de este tipo para reconocer fácilmente, las zonas que más huella de carbono producen dentro del propio Zoo.

8. Fichas de acciones

En este apartado se presentarán una serie de acciones de mejora, con las cuales, se pretenden estudiar las diferentes posibilidades a la hora de aplicar los escenarios de futuro. Las acciones de mejora, se presentan en forma de fichas explicativas que describen la acción en sí, el plazo de aplicación, el objetivo a cumplir, la meta a conseguir, los indicadores de progreso y temporal para poder seguir los resultados de la acción, la ubicación de la acción y los responsables con su función.

Para los plazos de aplicación y funcionamiento de las medidas presentadas a continuación se ha seguido esta regla: Corto plazo (1 año), Medio plazo (1-5 años), Largo plazo (5 años o superior).

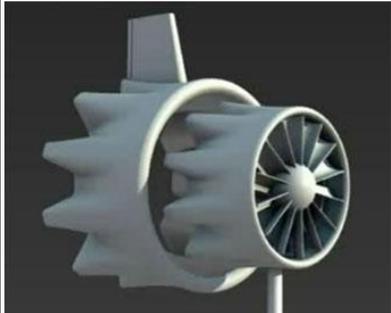
La numeración de las fichas se ha realizado a través de acrónimos, que dividen las acciones de mejora en los siguientes apartados:

Vectores ambientales	ER	Acciones que derivan de la aplicación de sistemas de Energía Renovable.
	H	Acciones que derivan de posibles mejoras en sistemas Hídricos.
	GR	Acciones basadas en la mejora de la Gestión de los Residuos.
Edificio	AR	Acciones basadas en aplicaciones arquitectónicas en el edificio.
	GI	Acciones basadas en la mejora del mantenimiento del edificio.
Sensibilización y Monitoraje	SC	Acciones basadas en la sensibilización de los visitantes, la formación de los técnicos y la mejora visual del edificio.
	GM	Acciones basadas en la mejora de la gestión de la Monitoraje y control de la actividad.

Tabla 8.1 Clasificación de las fichas de mejoras.

ER.01	Aplicación de Sistemas Fotovoltaicos	Largo Plazo
<p><u>Descripción:</u> Instalación de sistemas de energía fotovoltaica, capaces de generar una cantidad óptima de electricidad. Estos sistemas deberán estar orientados hacia sur para maximizar la producción de energía. Estos sistemas pueden considerarse productores primarios (la energía que producen se consume en el momento) o recolectores de energía en baterías (la energía producida se almacena en baterías para su posterior uso).</p>	<p><u>Imagen:</u></p> 	
<p><u>Objetivo:</u> El objetivo de esta acción, es la reducción del consumo eléctrico por iluminación de las estancias del Terrario o la posibilidad de acumular energía en baterías para los momentos de máximo consumo.</p>		
<p><u>Meta:</u> La meta de esta aplicación es la reducción del consumo eléctrico de la iluminación aproximadamente en un 20%.</p>	<p><u>Indicador de progreso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - kWh producidos/mes - % de ahorro en consumo por iluminación. <p><u>Medida temporal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cada mes se revisará el consumo. - Anualmente se revisará el ahorro. 	
<p><u>Área de aplicación:</u> La instalación de un sistema fotovoltaico, se tendría que situar en alguna zona orientada al sur, sin grandes sombras y con una superficie mínima de 190 m².</p> <p>Según el estudio del espacio disponible en el tejado, se fijaron seis posibles zonas de aprovechamiento, en este caso, la zona más conveniente es la número 5, que dispone del espacio suficiente para la aplicación, está orientada al sur del Zoo y no presenta grandes sombras.</p>	<p><u>Presupuesto:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 130.000€ de inversión inicial. - Entre 300-700€ para baterías solares. <p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 2.715€ de ahorro anual. <p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación: Personal de Oficinas. - Mantenimiento: Personal técnico Terrario. - Monitoraje: Técnico responsable. 	

ER.02	Aplicación de Sistemas Fototérmicos	Largo Plazo
<p><u>Descripción:</u></p> <p>Instalación de sistemas de energía fototérmica, capaces de generar una cantidad óptima de ACS para calefacción o uso personal. Estos sistemas deberán estar orientados hacia sur para maximizar la producción de energía. Estos sistemas son capaces de aumentar la temperatura del agua, lo cual, permitiría reducir el consumo de Gas Natural por la calefacción.</p>	<p><u>Imagen:</u></p> 	
<p><u>Objetivo:</u></p> <p>El objetivo de esta acción, es la reducción del consumo de Gas Natural de las calderas del Terrario, dando la posibilidad de acumular ACS en los termostatos o utilizar el agua caliente para los radiadores y aerotermos.</p>		
<p><u>Meta:</u></p> <p>La meta de esta aplicación es la reducción del consumo de Gas Natural de las calderas del Terrario. Se requiere un estudio técnico sobre el dimensionamiento de los captadores, la viabilidad de este recurso y las especificaciones técnicas para integrarla en la red del Terrario.</p>	<p><u>Indicador de progreso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - m³ de Gas Natural ahorrados. - L de ACS acumulados <p><u>Medida temporal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cada mes se revisará el consumo. - Anualmente se revisará el % de ahorro. 	
<p><u>Área de aplicación:</u></p> <p>La instalación de un sistema fotovoltaico, se tendría que situar en alguna zona orientada al sur, sin grandes sombras y con una superficie mínima de X m².</p> <p>Según el estudio del espacio disponible en el tejado, se fijaron seis posibles zonas de aprovechamiento, en este caso, la zona más conveniente es la numero X, que dispone del espacio suficiente para la aplicación, está orientada al sur del Zoo y no presenta grandes sombras.</p>	<p><u>Presupuesto:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Entre 600-800€ por cada m² de captador. <p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Se estima que el ahorro estará entre los 15-20€ / mes por m². <p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación: Personal de oficinas. - Mantenimiento: Personal técnico Terrario. - Monitoraje: Técnico responsable. 	

ER.03	Aplicación de Sistemas Eólicos	Largo Plazo
<p><u>Descripción:</u></p> <p>Instalación de sistemas de energía eólica, capaces de generar una cantidad óptima de electricidad. Estos sistemas deberán estar orientados hacia la dirección con más disponibilidad de viento para maximizar la producción de energía. Estos sistemas pueden considerarse productores primarios (la energía que producen se consume en el momento) o recolectores de energía en baterías (la energía producida se almacena en baterías para su posterior uso).</p>	<p><u>Imagen:</u></p> 	
<p><u>Objetivo:</u></p> <p>El objetivo de esta acción, es la reducción del consumo eléctrico del Terrario, dando la posibilidad de acumular energía en baterías para los momentos de máximo consumo.</p>		
<p><u>Metas:</u></p> <p>La meta de esta aplicación es la reducción del consumo eléctrico del Terrario, aproximadamente en un 5-10%</p>	<p><u>Indicador de progreso</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - kWh producidos/mes - % ahorro consumo eléctrico. <p><u>Medida temporal</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cada mes se revisará el consumo. - Anualmente se revisará el % de ahorro. 	
<p><u>Área de aplicación:</u></p> <p>La instalación de un sistema eólico, se tendría que situar en alguna zona orientada hacia la dirección con más disponibilidad de viento y con una superficie mínima para la colocación de aerogeneradores horizontales o verticales.</p> <p>Según el estudio del espacio disponible en el tejado, se fijaron seis posibles zonas de aprovechamiento, en este caso, la zona más conveniente es la número4, que dispone del espacio suficiente para la aplicación, está orientada hacia la máxima disponibilidad de viento y no presenta grandes apantallamientos.</p>	<p><u>Presupuesto de la acción:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - La inversión inicial, rondaría a más de 2.500€, para cada aerogenerador. <p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ahorro de unos 130€ anuales, para cada aerogenerador. <p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación: Personal de oficinas. - Mantenimiento: Personal técnico Terrario. - Monitoraje: Técnico responsable. 	

ER.04	Aplicación de Sistemas Piezoeléctricos	Medio Plazo
<p><u>Descripción:</u> Instalación de sistemas de captura de presión, capaces de generar una cantidad óptima de electricidad. Estos sistemas deberán estar situados en escaleras o suelos con mucha afluencia de visitantes, para maximizar la producción de energía. Estos sistemas pueden considerarse productores primarios (la energía que producen se consume en el momento) o recolectores de energía en baterías (la energía producida se almacena en baterías para su posterior uso).</p>	<p><u>Imagen:</u></p> 	
<p><u>Objetivo:</u> El objetivo de esta acción, es la reducción del consumo eléctrico del Terrario, dando la posibilidad de acumular energía en baterías para los momentos de máximo consumo.</p>		
<p><u>Metas:</u> La meta de esta aplicación es la reducción del consumo eléctrico del Terrario, aproximadamente en un 5%</p>	<p><u>Indicador de progreso</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - kWh producidos/mes - % ahorro consumo eléctrico. <p><u>Medida temporal</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cada mes se revisará el consumo. - Anualmente se revisará el % de ahorro. 	
<p><u>Área de aplicación:</u> La instalación de un sistema piezoeléctrico, se tendría que situar en alguna zona con escaleras o con una gran afluencia de visitantes.</p>	<p><u>Presupuesto de la acción:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Alrededor de unos 2300€ de inversión. 	
<p>Dentro del sistema de estudio, se priorizaría la instalación del sistema en los 21 escalones de la escalera de entrada y alrededor de los pasillos de la planta baja. Para cumplir con la meta se aplicarán un total de 50 baldosas de 45x60cm, que suponen un área de 675m².</p>	<p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - En dos años y medio. 	
		<p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación: Personal de oficinas. - Mantenimiento: Personal técnico Terrario. - Monitoraje: Técnico Responsable.

ER.05	Aplicación Caldera de Biomasa	Corto Plazo
<p><u>Descripción:</u> Instalación de una caldera de biomasa que sustituya a las calderas convencionales de Gas Natural. Estos sistemas deberán utilizar los recursos vegetales del Zoo como materia principal, aprovechando así la buena gestión de los residuos que tiene el Zoo. Estos sistemas serían de gran ayuda a la hora de cerrar el ciclo, ya que los mismos residuos del Zoo pueden utilizarse para la producción de energía térmica.</p>		<p><u>Imagen:</u></p> 
<p><u>Objetivo:</u> El objetivo de esta acción, es la reducción del consumo de Gas Natural de las calderas del Terrario, dando la posibilidad de utilizar residuos vegetales reciclados para satisfacer parte de la demanda térmica.</p>		
<p><u>Meta:</u> La meta de esta aplicación es la reducción del consumo de Gas Natural de las calderas del Terrario, aproximadamente en un 80-90%</p>	<p><u>Indicador de progreso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - kWh producidos/Kg biomasa*mes - % ahorro consumo eléctrico. <p><u>Medida temporal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cada mes se revisará el consumo y biomasa utilizada. - Anualmente se revisará el % de ahorro. 	
<p><u>Área de aplicación:</u> La instalación de una caldera de biomasa se situará en el cuarto de las calderas, substituyendo una de las calderas de Gas Natural más antigua.</p>	<p><u>Presupuesto de la acción:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - La inversión inicial de la adquisición y el montaje de 2 calderas está alrededor de los 7.000€. 	
<p>Con una cantidad media del 35-40% de la biomasa gestionada en el punto verde (unas 105 Tn), se podría cumplir el objetivo. Los residuos vegetales o la biomasa disponible se gestionarán desde el punto verde del Zoo, ayudando así a una mejor Monitoraje del sistema. La biomasa utilizada, será en forma de palets o directamente derivada de la gestión del residuo.</p>	<p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Suponiendo que se suprime el uso del Gas Natural, se ahorrará más de 70.000€. 	
<p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación: Personal de oficinas. - Mantenimiento: Personal técnico Terrario. - Monitoraje: Técnico Responsable. 		

AR.01	Aplicación Cubierta Vegetal	Medio Plazo
<p><u>Descripción:</u> Colocación de una cubierta vegetal alrededor de los 1.700m² de infraestructura, aumentando así el aislamiento y reduciendo las pérdidas térmicas del edificio. Esta medida no solo mejora el aislamiento, sino que favorece también la imagen externa del Terrario, dándole un aspecto más natural. La cubierta vegetal mejora la calidad del aire de los alrededores, mejora algunos aspectos ambientales y es más duradera.</p>	<p><u>Imagen:</u></p> 	
<p><u>Objetivo:</u> El objetivo de esta acción es la mejora del aislamiento del edificio, la imagen externa, así como su percepción por el público y los aspectos ambientales del Terrario.</p>		
<p><u>Meta:</u> La meta de esta acción es la reducción del uso de sistemas de calefacción y mejorar la percepción de los visitantes. Esta acción puede llegar a mejorar el aislamiento en un 20%.</p>	<p><u>Indicador de progreso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Tª del Terrario sin uso de calefacción. - % ahorro consumo térmico. <p><u>Medida temporal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Diariamente se revisará la Tª media - Anualmente se revisará el % de ahorro en calefacción. 	
<p><u>Área de aplicación:</u> La aplicación de esta cubierta se realizaría alrededor de la fachada exterior, así como en las zonas no utilizadas del tejado.</p> <p>Se abstendrá de colocar estas cubiertas en las ventanas o zonas que aporten luz natural al interior del Terrario, evitando también, aquellas zonas del tejado que sirven para la aplicación de otra acción de mejora.</p>	<p><u>Presupuesto de la acción:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Inversión inicial, alrededor de los 100.000€. <p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Entre 8 – 21 años. <p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aprobación: Dirección del Zoo. - Aplicación: Personal de Oficinas. - Mantenimiento: Jardineros del Zoo. - Monitoraje: Técnicos del Terrario. 	

AR.02	Aislamiento térmico en muros, ventanas y puertas	Medio Plazo
<p><u>Descripción:</u> Proceder al aislamiento térmico de muros interiores, ventanas y puertas mal aisladas o con problemas de mantenimiento. Esto afecta a diferentes puntos del sistema de estudio que afectan a la conservación de la temperatura idónea.</p> <p>Algunos aislamientos requieren el cambio íntegro del material, otros solo requieren una pequeña modificación en los márgenes de las estructuras.</p>		<p><u>Imagen:</u></p> 
<p><u>Objetivo:</u> Aumentar la eficiencia energética del edificio, a través del aumento del aislamiento térmico, que de manera indirecta, permite ahorrar algunos recursos en los costes térmicos del Terrario.</p>		
<p><u>Meta:</u> Evitar las fugas de energía térmica en todos los puntos críticos del Terrario (puertas, ventanas, claraboyas...), para así poder mantener un estado de confort permanente.</p>	<p><u>Indicador de progreso:</u> - Ahorro de m³ de Gas Natural.</p> <p><u>Medida temporal:</u> - Revisión mensual o trimestral del gasto de gas destinado al Terrario.</p>	
<p><u>Área de aplicación:</u> Instalación de un material aislante térmico en los tabiques interiores o en los tabiques de separación entre las diferentes estancias del Terrario.</p> <p>Sustitución de vidrios defectuosos y ventanas por otras más eficientes y de mayor calidad, capaces de evitar fugas de calor.</p>	<p><u>Presupuesto de la acción:</u> - Se requiere un presupuesto, por parte de alguna empresa especializada.</p> <p><u>Amortización:</u> - Se requiere un estudio técnico para la valorización y cuantificación de los resultados.</p> <p><u>Responsable:</u> - Aplicación: Dirección del Zoo.</p>	

AR.03	Construcción de un depósito de aguas pluviales	Medio Plazo
<p><u>Descripción:</u> Construcción de uno o más depósitos, capaces de almacenar agua procedente de las precipitaciones, reduciendo en menor caso los posibles gastos hídricos como el riego de la vegetación o la limpieza de las jaulas móviles.</p> <p>Si estas aguas se utilizan para el uso personal, deberán pasar todos los controles sanitarios, referentes al saneamiento del agua.</p>		<p><u>Imagen:</u></p> 
<p><u>Objetivo:</u> Reducir el consumo hídrico en los usos de jardinería, alimentación y en pequeña parte, en limpieza.</p>		
<p><u>Meta:</u> Según el volumen recolectado anualmente, se ahorrara, aproximadamente un X % del consumo de agua.</p>	<p><u>Indicador de progreso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ahorro de m³ de agua en los diferentes usos. <p><u>Medida temporal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión mensual de gasto hídrico destinado a los usos de alimentación, limpieza y jardinería. 	
<p><u>Área de aplicación:</u> Esta construcción se podría construir en el tejado de la zona de los cocodrilos (siamés y anteojos), que presenta una forma de cuña perfecta para captar y almacenar el agua de las precipitaciones.</p>	<p><u>Presupuesto de la acción:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Instalación cubierta vegetal: 100.000€. - Canalización del agua y depósitos: alrededor de los 3.200€. 	
	<p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ahorro aproximado de 1.300€ anuales. 	
	<p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación: Dirección del Zoo. - Mantenimiento: Técnicos del Zoo. 	

GR.01	Fomentar la cría de presas vivas	Corto Plazo
<p><u>Descripción:</u> Instalación de pequeñas jaulas para poder llevar a cabo en ellas la cría tanto de insectos como de roedores en el propio Terrario. Produciendo así el alimento necesario para los animales.</p>	<p><u>Imagen:</u></p> 	
<p><u>Objetivo:</u> El objetivo de esta acción es la reducción de costes debidos a la compra de alimentos. Reducción de residuos.</p>		
<p><u>Meta:</u> Llegar lo más cerca posible de una autosuficiencia alimentaria, en este caso, referente a grillos y roedores. También se produciría una reducción de residuos.</p>	<p><u>Indicador de progreso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - % de ahorro con la autoproducción en contra al coste de compra. <p><u>Medida temporal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cada mes se cuantificará la producción de grillos y roedores. - Anualmente se calculará el porcentaje ahorrado. 	
<p><u>Área de aplicación:</u> Las instalaciones necesarias serían pequeñas jaulas de cría, no ocuparían mucho espacio, pero todo dependería de las cantidades que se quieran llegar a satisfacer, a más cantidad más volumen de jaulas.</p> <p>Se propone la utilización de parte de las estancias de la primera planta, así como una pequeña parte en la sala de reproducción asistida, para mostrarlo al público.</p>	<p><u>Presupuesto de la acción:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mínimo. 	
<p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Inmediata. 		
<p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación: Técnicos del Terrario. - Mantenimiento: Cuidadores del Terrario. 		

GR.02	"Borsa de subproductos"		Corto Plazo
<p><u>Descripción:</u></p> <p>Consistiría en la instalación a nivel de todo el Zoo de una "borsa de subproductos". En la que todas las instalaciones del Zoo tengan fácil acceso y que esté siempre disponible. Con un responsable para el fácil control de todo lo que entra y sale de ella y para que la gente pueda comunicarse con un responsable.</p>	<p><u>Imagen:</u></p> 		
<p><u>Objetivo:</u></p> <p>El objetivo de esta acción es reducir la creación de residuos. En alguna parte del Zoo puede que algo sea un residuo en cierto momento pero para otra instalación puede ser un recurso muy beneficioso, se quiere potenciar este intercambio y aprovechamiento de los recursos.</p>			
<p><u>Meta:</u></p> <p>La meta de esta aplicación es la reducción de la producción global de residuos en el Zoo el máximo posible. Un residuo no tiene porque ser siempre desechado, puede ser un recurso en otra situación.</p>	<p><u>Indicador de progreso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Los Kg de material revalorizado. - El % de reducción de los residuos. <p><u>Medida temporal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Total de material revalorizado al mes. - El % de la reducción anual. 		
<p><u>Área de aplicación:</u></p> <p>Sería una acción a nivel completo del Zoo, para potenciar el máximo de intercambios posibles, posiblemente la gestión se realizaría desde las oficinas del Zoo mediante un responsable. Todas las instalaciones del Zoo estarían dentro de esta acción y se deberán hacer Protocolos Normalizados de Trabajo para que los trabajadores de cada instalación sepan qué hacer cuando se encuentren en necesidad de encontrar cierto elemento o deshacerse de este.</p>	<p><u>Presupuesto:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mínimo, la instauración del nuevo PNT y el nuevo trabajador responsable de la "Borsa de subproductos". <p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Corto plazo. <p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación: Responsable del punto verde. - Nuevo empleado al cargo. 		

GI.01	Reparación de las Claraboyas	Corto Plazo
<p><u>Descripción:</u></p> <p>En el estudio del espacio disponible en el tejado, se estimó que alrededor del 50-60% de las claraboyas se encontraban rotas, en mal estado o simplemente sucias. Estas claraboyas son un elemento muy importante en la iluminación del Terrario, ya que son los principales aportadores de luz natural del edificio.</p> <p>Se priorizarían las formas esféricas, ya que su geometría ayuda a preservar el calor.</p>	<p><u>Imagen:</u></p> 	
<p><u>Objetivo:</u></p> <p>El objetivo de esta acción, es aumentar el máximo posible la iluminación de las diferentes estancias del Terrario con luz natural y durante el mayor tiempo posible.</p>		
<p><u>Meta:</u></p> <p>No es posible proponer una meta en esta acción, ya que los resultados pueden variar mucho dependiendo de los factores climatológicos del año.</p>	<p><u>Indicador de progreso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Los kWh ahorrados en iluminación. - El % de la reducción del consumo. <p><u>Medida temporal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cada mes se revisará el consumo. - El % reducido en el consumo se revisará en cada periodo. 	
<p><u>Área de aplicación:</u></p> <p>Esta acción se localiza en los diferentes puntos del tejado en los cuales encontramos claraboyas antiguas o en mal estado.</p>	<p><u>Presupuesto de la acción:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cambiar un total de 75 claraboyas, supone una inversión de unos 7.000€. 	
	<p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Corto plazo, requiere un estudio lumínico. 	
	<p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación: Empleados mantenimiento. - Monitoraje: Oficinas del Zoo. 	

SC.01	Realización de actividades lúdicas o culturales para atraer a un mayor número de visitantes	Corto-Medio Plazo
<p><u>Descripción:</u></p> <p>Implantación de programas y/o actividades dirigidas a niños y adultos para hacer más atractiva la visita al Terrario.</p> <p>Elaboración de cursos de aprendizaje sobre las especies más características del Terrario.</p> <p>Es un aumento también, del contacto entre visitante y animal.</p>		<p><u>Imagen:</u></p> 
<p><u>Objetivo:</u></p> <p>El objetivo de esta acción es ampliar la oferta que ofrece el Terrario con el fin de atraer a un mayor número de visitantes logrando así, una disminución de las emisiones asociadas a ellos.</p>		
<p><u>Meta:</u></p> <p>La meta de esta aplicación es la reducción de las emisiones de CO₂ asociadas a cada visitante.</p>	<p><u>Indicador de progreso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aumento del número de visitantes a la instalación. <p><u>Medida temporal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mediciones periódicas de las emisiones asociadas a cada visitante. 	
<p><u>Área de aplicación:</u></p> <p>El área de aplicación sería el propio Terrario, concretamente la segunda planta donde hay espacio suficiente para realizar los diferentes cursos y talleres.</p>	<p><u>Presupuesto de la acción:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Alrededor de 600€, repartidos entre el sueldo del monitor y los materiales necesarios. 	
	<p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dependiendo del aumento del número de visitantes. 	
	<p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación: Personal de oficinas. - Control y seguimiento: Técnicos del Terrario y cuidadores. - Realizador de la acción: Monitores. 	

SC.02	Mejora de la imagen externa de la edificación	Corto-Medio Plazo
<p><u>Descripción:</u></p> <p>Realzar el atractivo del Terrario a través de su imagen externa, concretamente su fachada. Una imagen o un dibujo atractivo, supone un impacto mayor en los visitantes y por tanto una mayor percepción de la infraestructura en sí.</p>	<p><u>Imagen:</u></p> 	
<p><u>Objetivo:</u></p> <p>El objetivo de esta acción de mejora es atraer un mayor número de visitantes, logrando una disminución de las emisiones asociadas a ellos.</p>		
<p><u>Meta:</u></p> <p>Mejorar la imagen externa de la edificación por medio de imágenes, carteles, colores vivos, sonidos, etc.</p>	<p><u>Indicador de progreso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aumento del número de visitantes a la instalación. <p><u>Medida temporal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mediciones periódicas de las emisiones asociadas a cada visitante. 	
<p><u>Área de aplicación:</u></p> <p>El área de aplicación será la propia fachada del Terrario. Algunos ejemplos serían: elaboración de un mural en la fachada, carteles a lo largo del Zoo promocionando el Terrario.</p>	<p><u>Presupuesto de la acción:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 1.000€ en conceptos de materiales. <p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dependiendo del aumento del número de visitantes. <p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación: Dirección del Zoo. 	

SC.03	Formación de técnicos	Medio Plazo
<p><u>Descripción:</u></p> <p>Ofrecer cursos a los empleados del Terrario con el fin de conseguir una mayor eficiencia en todas las áreas implicadas. Estas formaciones estarían basadas en la formación de los diferentes PNT, asociados a las diferentes actividades que realiza el Terrario.</p> <p>Con esta formación se pretende mejorar los conocimientos de los técnicos, para mejorar la gestión y el mantenimiento del Terrario.</p>		<p><u>Imagen:</u></p> 
<p><u>Objetivo:</u></p> <p>Aumentar la eficiencia energética del Terrario a través del aprendizaje de los trabajadores.</p>		
<p><u>Meta:</u></p> <p>Ampliar el nivel de conocimiento en temas de eficiencia energética de los trabajadores y responsables del Terrario.</p>	<p><u>Indicador de progreso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - El % de ahorro en las emisiones asociadas al Terrario, debidas a la mejora de los PNT. <p><u>Medida temporal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mediciones semestrales de las emisiones asociadas al Terrario. 	
<p><u>Área de aplicación:</u></p> <p>Elaboración de cursos formativos acerca de cómo aumentar la eficiencia energética en el ámbito de los trabajadores, ya sea desde el correcto manejo de los diferentes sistemas energéticos presentes en el Terrario como pequeños detalles que eviten pérdidas o fugas de energía.</p>	<p><u>Presupuesto de la acción:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sueldo base de un formador. - Material docente. 	
	<p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - A partir del primer año se podrá calcular el ahorro de esta nueva gestión. 	
	<p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Formación: Asesores y formadores. - Aplicación de los PNT: Técnicos del Terrario. 	

SC.04	Información de los aspectos ambientales del Terrario	Corto Plazo
<p><u>Descripción:</u> Comunicación de aspectos ambientales dentro de las instalaciones. La comunicación de algunos de estos aspectos, suponen una buena forma de realizar conceptos de Educación Ambiental, tratables por los mismos técnicos del Terrario. Estas acciones educativas pueden atraer un mayor número de visitas escolares, que representan un gran porcentaje de las visitas del Terrario.</p>	<p><u>Imagen:</u></p> 	
<p><u>Objetivos:</u> Aumentar la comunicación de los aspectos ambientales, que ejerce la función del Terrario, así como conseguir un mayor impacto en la sensibilidad de los visitantes.</p>		
<p><u>Meta:</u> Conseguir realizar una comunicación sana entre los diferentes actores, realizando así acciones educativas destinadas al aprendizaje de los aspectos ambientales del Terrario.</p>	<p><u>Indicador de progreso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora en las relaciones de los actores. - Nivel de satisfacción de los visitantes (Encuestas y valoraciones). <p><u>Medida temporal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Al finalizar cada período temporal, se revisaran las acciones realizadas y se cambiarán por otras si es necesario. 	
<p><u>Área de aplicación:</u> Esta acción se podría realizar en cualquier zona del Zoo y para cualquier caso. En nuestro caso, se colocarían carteles con mensajes educativos con temas ambientales por las instalaciones del Terrario. Estos carteles consistirán en mensajes sobre consumos, biodiversidad, ecología, etc.</p>	<p><u>Presupuesto:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Salario de los educadores ambientales del Zoo. - Carteles informativos, con mensajes educativos: 250€. <p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - A través del aumento del número de visitantes o del número de actividades educativas que ejerce el Terrario. <p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación: Educador Ambiental. - Seguimiento: Oficinas del Zoo. - Revisión y propuestas: Dirección y Educadores ambientales. 	

GM.01	Monitoraje térmica	Medio Plazo
<p><u>Descripción:</u></p> <p>Monitorizar el actual sistema térmico. Supondría una actualización de gran valor para la instalación ya que ahora se tendría un control exhaustivo y actualizado de los valores térmicos del ámbito de estudio.</p>	<p><u>Imagen:</u></p> 	
<p><u>Objetivo:</u></p> <p>Obtener un control y registro sobre el ámbito térmico del edificio. Una buena gestión supondrá un ahorro económico.</p>		
<p><u>Meta:</u></p> <p>Conseguir un control exhausto de los factores térmicos que actúan en la instalación, hacer un registro y ahorrar el máximo dinero posible con ello haciendo una buena gestión.</p>	<p><u>Indicador de progreso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Obtener registros. - Ahorro económico con la buena gestión. <p><u>Medida temporal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Registro mensual y anual. 	
<p><u>Área de aplicación:</u></p> <p>Se podría colocar el monitor en los despachos del Terrario y que en él se puedan apreciar diferentes valores para cada zona deseada.</p>	<p><u>Presupuesto:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Requiere un estudio técnico para cuantificar el coste. <p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - A partir del primer año se podrá calcular el ahorro de esta nueva gestión. <p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación: Empleados de mantenimiento. - Seguimiento: Técnicos del Terrario. 	

GM.02	Control eléctrico	Corto Plazo																																																																																																																							
<p>Descripción:</p> <p>Hacer un recuento y localización de todos los elementos eléctricos que se encuentran en el Terrario. Con eso se tendrá siempre un inventario hecho y disponible. Se podrá hacer un control de lo que es necesario cambiar con facilidad.</p>	<p>Imagen:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Part number</th> <th>Description</th> <th># pes avail</th> <th>cost each</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>510-01-M20-0A-M</td><td>HANDLE</td><td>12 570</td><td>50.77</td></tr> <tr><td>500-10-M15-2B-M</td><td>HANDLE</td><td>21 495</td><td>30.63</td></tr> <tr><td>622-29-M01-2B-M</td><td>WING TURN CRS,ZINC</td><td>10 390</td><td>50.49</td></tr> <tr><td>H2-101-018B-M</td><td>PULL HANDLE</td><td>4 271</td><td>50.58</td></tr> <tr><td>209-11-M01-2B</td><td>WINGE PIN,CRS, ZINC</td><td>29 000</td><td>30.08</td></tr> <tr><td>500-12-M01-2B-M</td><td>HANDLE</td><td>3 174</td><td>53.33</td></tr> <tr><td>510-15-M20-0A-M</td><td>HANDLE, LARGE CRS</td><td>3 000</td><td>50.58</td></tr> <tr><td>622-22-M12-SA</td><td>Wing turn- last inventory</td><td>1 087</td><td>51.40</td></tr> <tr><td>H2114503-0A-M</td><td>CATCH, SS</td><td>15 207</td><td>50.68</td></tr> <tr><td>PC2218T43-M</td><td>CATCH, WELD PROUL, CRS</td><td>26 665</td><td>50.06</td></tr> <tr><td>C115</td><td>Latch, no holes- last inventory</td><td>1 058</td><td>51.03</td></tr> <tr><td>622-01-M01-2B-M</td><td>WING TURN</td><td>1 523</td><td>51.09</td></tr> <tr><td>137-30-M01-2B-M</td><td>CORNER</td><td>4 600</td><td>50.23</td></tr> <tr><td>SRI180-M14-4FP0CBLA</td><td>SPRING RETAINER</td><td>1 366</td><td>50.68</td></tr> <tr><td>206-34-M01-2B-M</td><td>HASP ASSEMBLY</td><td>2 379</td><td>50.42</td></tr> <tr><td>622-13-M14-CEOD-M</td><td>WING TURN 41 30 CEOD SS COMP BP</td><td>246</td><td>53.53</td></tr> <tr><td>H21051AS2EY-M</td><td>CATCH, W/LATCH ZINC</td><td>1 374</td><td>50.59</td></tr> <tr><td>H21051PSS-M</td><td>CATCH, BEV BASE, HIL,140, SS</td><td>1 498</td><td>50.83</td></tr> <tr><td>V2-TR2-M12-SA-M</td><td>COMPRESSION LATCH</td><td>87</td><td>57.63</td></tr> <tr><td>348-45-M01-0A-M</td><td>CORNER</td><td>5 558</td><td>50.12</td></tr> <tr><td>H2152E-M</td><td>LATCH</td><td>5 000</td><td>50.12</td></tr> <tr><td>D4-213E</td><td>DRAW LATCH, HIGH LEV,SPEC HOOK</td><td>1 082</td><td>50.55</td></tr> <tr><td>S801-M</td><td>STRIKE, NO HILS, CRS</td><td>7 546</td><td>50.07</td></tr> <tr><td>H2152E-M</td><td>Strike- last inventory</td><td>3 586</td><td>50.15</td></tr> <tr><td>SC02060-102E</td><td>STRIKE 1375A/S4 DRUP,NO GUIDE</td><td>500</td><td>50.91</td></tr> <tr><td>H977-1015SC/P</td><td>HASP ASSEMBLY</td><td>2 000</td><td>52.16</td></tr> <tr><td>605-12-01-M12-SP</td><td>STRIKE, C1N-PASSIVATE</td><td>7 400</td><td>30.50</td></tr> <tr><td>615-30-M14-4P</td><td>LEVER ASSEMBLY</td><td>540</td><td>58.86</td></tr> <tr><td>621-33-M12-SA</td><td>LATCH, SNAP (SPECIAL BASE)</td><td>2 360</td><td>50.87</td></tr> </tbody> </table>	Part number	Description	# pes avail	cost each	510-01-M20-0A-M	HANDLE	12 570	50.77	500-10-M15-2B-M	HANDLE	21 495	30.63	622-29-M01-2B-M	WING TURN CRS,ZINC	10 390	50.49	H2-101-018B-M	PULL HANDLE	4 271	50.58	209-11-M01-2B	WINGE PIN,CRS, ZINC	29 000	30.08	500-12-M01-2B-M	HANDLE	3 174	53.33	510-15-M20-0A-M	HANDLE, LARGE CRS	3 000	50.58	622-22-M12-SA	Wing turn- last inventory	1 087	51.40	H2114503-0A-M	CATCH, SS	15 207	50.68	PC2218T43-M	CATCH, WELD PROUL, CRS	26 665	50.06	C115	Latch, no holes- last inventory	1 058	51.03	622-01-M01-2B-M	WING TURN	1 523	51.09	137-30-M01-2B-M	CORNER	4 600	50.23	SRI180-M14-4FP0CBLA	SPRING RETAINER	1 366	50.68	206-34-M01-2B-M	HASP ASSEMBLY	2 379	50.42	622-13-M14-CEOD-M	WING TURN 41 30 CEOD SS COMP BP	246	53.53	H21051AS2EY-M	CATCH, W/LATCH ZINC	1 374	50.59	H21051PSS-M	CATCH, BEV BASE, HIL,140, SS	1 498	50.83	V2-TR2-M12-SA-M	COMPRESSION LATCH	87	57.63	348-45-M01-0A-M	CORNER	5 558	50.12	H2152E-M	LATCH	5 000	50.12	D4-213E	DRAW LATCH, HIGH LEV,SPEC HOOK	1 082	50.55	S801-M	STRIKE, NO HILS, CRS	7 546	50.07	H2152E-M	Strike- last inventory	3 586	50.15	SC02060-102E	STRIKE 1375A/S4 DRUP,NO GUIDE	500	50.91	H977-1015SC/P	HASP ASSEMBLY	2 000	52.16	605-12-01-M12-SP	STRIKE, C1N-PASSIVATE	7 400	30.50	615-30-M14-4P	LEVER ASSEMBLY	540	58.86	621-33-M12-SA	LATCH, SNAP (SPECIAL BASE)	2 360	50.87
Part number	Description	# pes avail	cost each																																																																																																																						
510-01-M20-0A-M	HANDLE	12 570	50.77																																																																																																																						
500-10-M15-2B-M	HANDLE	21 495	30.63																																																																																																																						
622-29-M01-2B-M	WING TURN CRS,ZINC	10 390	50.49																																																																																																																						
H2-101-018B-M	PULL HANDLE	4 271	50.58																																																																																																																						
209-11-M01-2B	WINGE PIN,CRS, ZINC	29 000	30.08																																																																																																																						
500-12-M01-2B-M	HANDLE	3 174	53.33																																																																																																																						
510-15-M20-0A-M	HANDLE, LARGE CRS	3 000	50.58																																																																																																																						
622-22-M12-SA	Wing turn- last inventory	1 087	51.40																																																																																																																						
H2114503-0A-M	CATCH, SS	15 207	50.68																																																																																																																						
PC2218T43-M	CATCH, WELD PROUL, CRS	26 665	50.06																																																																																																																						
C115	Latch, no holes- last inventory	1 058	51.03																																																																																																																						
622-01-M01-2B-M	WING TURN	1 523	51.09																																																																																																																						
137-30-M01-2B-M	CORNER	4 600	50.23																																																																																																																						
SRI180-M14-4FP0CBLA	SPRING RETAINER	1 366	50.68																																																																																																																						
206-34-M01-2B-M	HASP ASSEMBLY	2 379	50.42																																																																																																																						
622-13-M14-CEOD-M	WING TURN 41 30 CEOD SS COMP BP	246	53.53																																																																																																																						
H21051AS2EY-M	CATCH, W/LATCH ZINC	1 374	50.59																																																																																																																						
H21051PSS-M	CATCH, BEV BASE, HIL,140, SS	1 498	50.83																																																																																																																						
V2-TR2-M12-SA-M	COMPRESSION LATCH	87	57.63																																																																																																																						
348-45-M01-0A-M	CORNER	5 558	50.12																																																																																																																						
H2152E-M	LATCH	5 000	50.12																																																																																																																						
D4-213E	DRAW LATCH, HIGH LEV,SPEC HOOK	1 082	50.55																																																																																																																						
S801-M	STRIKE, NO HILS, CRS	7 546	50.07																																																																																																																						
H2152E-M	Strike- last inventory	3 586	50.15																																																																																																																						
SC02060-102E	STRIKE 1375A/S4 DRUP,NO GUIDE	500	50.91																																																																																																																						
H977-1015SC/P	HASP ASSEMBLY	2 000	52.16																																																																																																																						
605-12-01-M12-SP	STRIKE, C1N-PASSIVATE	7 400	30.50																																																																																																																						
615-30-M14-4P	LEVER ASSEMBLY	540	58.86																																																																																																																						
621-33-M12-SA	LATCH, SNAP (SPECIAL BASE)	2 360	50.87																																																																																																																						
<p>Objetivos:</p> <p>Obtener un inventario eléctrico que facilite al control y gestión de todos los elementos con consumo eléctrico dentro del Terrario. Beneficiará la gestión interna del Terrario y los posibles cambios de elementos estropeados u obsoletos.</p>																																																																																																																									
<p>Meta:</p> <p>Conseguir un inventario actualizado de los elementos eléctricos del Terrario.</p> <p>Facilitar la gestión de estos elementos.</p>	<p>Indicador de progreso:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obtener el inventario y que sea actualizado si se sufre cualquier cambio. <p>Medida temporal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Registro de los elementos, mínimo anualmente. 																																																																																																																								
<p>Área de aplicación:</p> <p>Recuento de los elementos con consumo eléctrico en todo el Terrario.</p>	<p>Presupuesto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El salario del técnico encargado de elaborar y gestionar el inventario. <p>Amortización:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desde el primer momento que se elabora el inventario. <p>Responsable:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seguimiento: Técnicos del Terrario o mantenimiento. - Realización: Técnicos del Terrario o mantenimiento. 																																																																																																																								

GM.03	Aplicación de un SGMA	Corto-Medio Plazo
<p><u>Descripción:</u> Aplicación de un Sistema de Gestión Medioambiental en el sistema Terrario o a nivel general. Los SGMA nos permiten establecer registros, pautas y datos de consumo a partir de auditorías y seguimientos.</p> <p>Estos sistemas nos aportan procedimientos y metodologías para realizar acciones de mejora que aumenten la gestión medioambiental de la actividad.</p>	<p><u>Imagen:</u></p> 	
<p><u>Objetivo:</u> La aplicación de un SGMA que aporte métodos para la mejora continuada de la gestión ambiental de la actividad.</p>		
<p><u>Meta:</u> Conseguir aplicar un SGMA, conseguir certificarlo y aplicar los conceptos de la mejora continuada.</p>	<p><u>Indicador de progreso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ahorro en % de los diferentes vectores ambientales. - El aumento de los protocolos de gestión. <p><u>Medida temporal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cada seis meses se revisarán los resultados obtenidos. 	
<p><u>Área de aplicación:</u> Esta aplicación se puede llevar a cabo de forma singular, plural o general. Se puede desarrollar solo en el sistema del Terrario, en diferentes sistemas, aplicando un SGMA para cada sistema, o un SGMA para todo el Zoo.</p>	<p><u>Presupuesto:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Entre los 8.000€ y los 12.000€. <p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora continuada desde la aplicación de la certificación. <p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación: Técnicos certificados para la aplicación de un SGMA. - Certificación: Empresas certificadoras del ENAC. - Seguimiento: Responsables del Terrario o del Zoo. 	

H.01	Caracterización del sistema hídrico	Corto Plazo
<p><u>Descripción:</u></p> <p>La forma más eficiente es la de contabilizar en la cantidad de agua residual que sale del propio sistema, para ello proponemos la incorporación de un contador hídrico independiente para el consumo hídrico de la planta baja y primera planta del edificio del Terrario.</p>	<p><u>Imagen:</u></p> 	
<p><u>Objetivos:</u></p> <p>El objetivo de esta acción es saber de forma precisa el consumo en m³ del sistema Terrario.</p>		
<p><u>Metas:</u></p> <p>La ejecución de la propuesta en el sistema permite un mayor control sobre el consumo de agua y permite ver con rapidez, los meses críticos en el consumo y proponer con garantías, propuestas de ahorro y mejora para estos momentos</p>	<p><u>Indicador de progreso</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Control inmediato del consumo hídrico y porcentajes de ahorro. <p><u>Medida temporal</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Control cada 6 meses. 	
<p><u>Área de aplicación:</u></p> <p>La medida consiste en la colocación de un contador de agua, en la salida del sistema que está compuesto por la planta baja y primera planta del Terrario. Actualmente no se dispone de dicho contador y es crucial tenerlo para el control del consumo de agua, sobre todo para una instalación tan antigua.</p>	<p><u>Presupuesto:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 75€ - 150€ <p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - A partir del ahorro generado por la mejora de la gestión. <p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Personal de mantenimiento. 	

H.01B	Caracterización del sistema hídrico por vitrina	Corto-Medio Plazo
<p><u>Descripción:</u></p> <p>La forma más eficiente es la de contabilizar en la cantidad de agua residual que sale del propio sistema, para ello proponemos la incorporación de un contador hídrico independiente para el consumo hídrico de la planta baja y primera planta del edificio del Terrario para las vitrinas que contengan un consumo de agua elevado. (Centrales y exteriores).</p>	<p><u>Imagen:</u></p> 	
<p><u>Objetivos:</u> Saber de forma precisa el consumo en m³ del sistema Terrario (por vitrina).</p>		
<p><u>Metas:</u></p> <p>La ejecución de la propuesta en el sistema permite un mayor control sobre el consumo de agua y permite ver con rapidez, los meses críticos en el consumo y proponer con garantías, propuestas de ahorro y mejora para estos momentos.</p>	<p><u>Indicador de progreso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Control inmediato del consumo. <p><u>Medida temporal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Control cada 6 meses. 	
<p><u>Área de aplicación:</u></p> <p>La medida consiste en la colocación de un contador de agua, en la salida del sistema que está compuesto por la planta baja y primera planta del Terrario. Actualmente no se dispone de dicho contador y es crucial tenerlo para el control del consumo de agua, sobre todo para una instalación tan antigua. En este caso sería recomendable instalar un contador de agua en las canalizaciones de las vitrinas que más consumen.</p>	<p><u>Presupuesto:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 500€ 	<p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - A partir del ahorro generado por la mejora de la gestión.
		<p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Personal de mantenimiento.

H.02	Mejora del “timing” de los cambios de agua	Corto Plazo
<p><u>Descripción:</u> Actualmente, los cambios de agua se hacen de manera manual y en los mismos períodos para la mayoría de vitrinas. Para un mayor control, se propone la compra de un turbidímetro (aparato para medir la turbiedad del agua) y un calendario para apuntar los cambios de agua y la vitrina correspondiente.</p>	<p><u>Imagen:</u></p> 	
<p><u>Objetivos:</u> Tener una medida objetiva para el control de los cambios de aguas a las vitrinas.</p>		
<p><u>Meta:</u> El uso de un turbidímetro para la medición, permite la estimación de un valor numérico para el cambio de agua, haciendo este más útil y promoviendo el ahorro de agua dentro del propio sistema.</p>	<p><u>Indicador de progreso:</u> - Porcentaje de ahorro hídrico</p> <p><u>Medida temporal:</u> - Diario.</p>	
<p><u>Área de aplicación:</u> Este aparato es portátil y fácil de usar a la vez que da una estimación muy precisa de la cantidad de partículas en suspensión. Teniendo una medida estándar, podemos conseguir que los cambios de agua se produzcan cuando realmente sean necesarios ya que disponemos de un dato objetivo. El rango donde se puede aplicar esta medida es en cualquier vitrina.</p>	<p><u>Presupuesto de la acción:</u> - 300€</p>	<p><u>Amortización:</u> - A partir del ahorro generado por la mejora de la gestión.</p>
		<p><u>Responsable:</u> - Responsable del Terrario.</p>

H.O3	Sistema de bombas y filtros	Medio Plazo
<p><u>Descripción:</u></p> <p>Colocar un sistema de bombas y filtros en todas las vitrinas centrales y las vitrinas laterales más voluminosas y mantener así el agua en circulación y libre de partículas durante más tiempo.</p>	<p><u>Imagen:</u></p> 	
<p><u>Objetivos:</u></p> <p>Mejorar el sistema de bombas y filtros (vitrinas centrales y laterales).</p>		
<p><u>Metas:</u></p> <p>El tiempo de residencia del agua en la vitrina aumenta, ya que tarda más tiempo en aumentar su turbiedad. Esto, disminuye los cambios de agua y en consecuencia, la cantidad de agua desechada por el Terrario.</p>	<p><u>Indicador de progreso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - El porcentaje de ahorro en el consumo de agua. <p><u>Medida temporal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Anual. 	
<p><u>Área de aplicación:</u></p> <p>Solo es necesario en aquellas vitrinas que necesiten un volumen de agua elevado, ya que realmente son las que permitirán un ahorro significativo del consumo de agua.</p>	<p><u>Presupuesto de la acción:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 300€ por bomba y filtro colocados. <p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Hace falta un estudio técnico. <p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Personal de mantenimiento. 	

H.O4	Cascada de aguas residuales	Corto Plazo
<p><u>Descripción:</u></p> <p>Valorar si el agua del propio Terrario puede servir para otros usos.</p>	<p><u>Imagen:</u></p> 	
<p><u>Objetivo:</u></p> <p>Implantar un sistema de cascada hídrica en el Zoo.</p>		
<p><u>Meta:</u></p> <p>Ahorro de agua global del Zoo, el agua residual a tratar del Terrario se reduce. Acercamos el aspecto hídrico a residuo cero.</p>	<p><u>Indicador de progreso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducción del consumo de agua global de Zoo (%). <p><u>Medida temporal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Anual 	
<p><u>Área de aplicación:</u></p> <p>Se puede aplicar a cualquier sistema hídrico del Zoo, no solo al Terrario.</p>	<p><u>Presupuesto:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Hace falta un estudio 	
	<p><u>Amortización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Hace falta un estudio 	
	<p><u>Responsable:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Personal de mantenimiento. 	

9. Coste del trabajo

La totalidad de los costes de transporte y el impacto asociado a este, van ligado al transporte en ferrocarril y en metro. Debido a la complejidad que conlleva el cálculo real del impacto de estos transportes, ya que este varía según el recorrido, el tipo de vía, la cantidad de pasajeros, la cantidad de coches que tiene y el modelo de transporte, haremos una aproximación de este impacto a partir de una estandarización de datos.

Tipo de gasto	Gasto total (euros)	Otras unidades
Ferrocarril	120€	3,65 Kg de CO₂
Horas de trabajo	3600€	300h de trabajo
Horas trabajo de campo	540€	45h de trabajo
Horas de trabajo totales	4140€	345h de trabajo
Comidas	100€	-
Materiales	50€	-
Total otros gastos	150€	-
Total	4410€	3,65 Kg de CO₂

Tabla 9.1 Costes del trabajo

Los datos para los cálculos pertinentes se detallan a continuación. Para el cálculo de la huella de carbono del transporte se utilizó el documento Consumo de energía y emisiones del tren de alta velocidad en comparación con otros modos" utilizando de este el dato de que un tren convencional consume, aproximadamente, 0,042 kWh/plaza*km en 78 minutos. Aproximamos el consumo de ese tren al nuestro, haciendo la variación del tiempo, (en nuestro caso 30 minutos) y la distancia, siendo esta de unos 20 km aproximadamente. Cabe destacar que hay un partícipe del proyecto del cual no se tienen en cuenta su huella de transporte, ya que en un viaje inferior a 5 minutos en metro, se considera despreciable respecto las de ferrocarril. Para pasar el consumo de kWh/plaza*km a huella de carbono, se utiliza el número de 0,287 Kg de CO₂/kWh equivalente.

En el caso del importe económico en el campo del transporte, el billete estándar de Rodalies para un viaje de 2 zonas es de 2,5€ ida y lo mismo la vuelta, 4 de los componentes del grupo hicieron uso de esta tarifa. El billete estándar del metro de Barcelona, vale 2€ ida y lo mismo la vuelta, 1 componente del grupo utilizaba esta tarifa. No se usó ningún otro tipo de transporte.

Se han dedicado 20h semanales para la consecución de este trabajo a lo largo de 15 semanas lo que hace un total de 300h en la redacción del trabajo que se presenta. El trabajo de campo ha concluido con un cómputo total de 45h que sumadas al cómputo total de horas de redacción y consecución del trabajo, supone un total de 345h de trabajo grupal. El resto de gastos derivan de comidas y compra de materiales.

10. Artículo científico

Metabolismo de los vectores ambientales del Terrario del Parque Zoológico de Barcelona.

Grupo Solfamidas

Adrián Calventos, Jonathan Casanova, Yeray Nievas, Marc París, Víctor Villalba

Ciències Ambientals, Universitat Autònoma de Barcelona, 2015

RESUMEN: Se realizó un estudio sobre la cuantificación y valorización de los principales vectores ambientales (Energía, Agua, Alimentos y residuos), así como los impactos derivados del uso de estos vectores en del Terrario del parque Zoológico de Barcelona. El estudio se realizó durante el periodo de Septiembre y Enero, 2014-2015, para poder determinar, clasificar y cuantificar los vectores ambientales, así como los posibles impactos que derivan del uso y la gestión de los recursos en la actividad. Se estudió el impacto ambiental que ha ejercido el Terrario, desde su construcción, hasta el final de su vida útil (50 años, según el CTE). Se calculó, la huella de carbono equivalente al impacto total de la vida útil del Terrario, contabilizado alrededor de las 15.531 toneladas de CO₂. Se analizaron más detalladamente, los consumos eléctricos (194.257 kWh/año), hídricos (3.330 m³), térmicos (588.900 kWh/año) y se contabilizaron el consumo de los alimentos anuales (261 Kg) y la generación de residuos (21.1 Kg).

El estudio se llevó a cabo en las primeras plantas, correspondientes a la zona de exposición de las especies y la zona de mantenimiento (1ª Planta), donde se realizan las actividades de educación ambiental del centro. Según la tipología y las características, tanto de la infraestructura como de las especies, encontramos un sistema único, complejo y específico, que engloba los ámbitos sociales, ambientales y económicos. Se observaron una serie de puntos críticos, encontrados en los diferentes vectores ambientales estudiados. Algunos de estos puntos críticos corresponden al alto consumo lumínico, debido a la falta de luz natural, los altos costes térmicos, debidos a las exigencias de temperatura de las diferentes especies, los altos consumos de la limpieza de las vitrinas, debido a la falta de protocolos normalizados, el gran impacto que ejerce la fase de uso del Terrario, debido al alto consumo de recursos y la baja afluencia de visitantes, causados por el bajo atractivo de la instalación. Se describieron, cuantificaron y valorizaron, las diferentes acciones que representan una mejora para el sistema y que plantean modelos de mejora continuada, gradual o sistemática.

RESUM: Es va realitzar un estudi sobre la quantificació i valoració dels principals vectors ambientals (Energia, Aigua, Aliments i residus), així com els impactes derivats de l'ús d'aquests vectors, en el Terrari del parc Zoològic de Barcelona. L'estudi es va realitzar durant el període de Setembre i Gener, 2014-2015, per poder determinar, classificar i quantificar els vectors ambientals, així com els possibles impactes que deriven de l'ús i la gestió dels recursos en l'activitat. Es va estudiar l'impacte ambiental que ha exercit el Terrari, des de la seva construcció, fins al final de la seva vida útil (50 anys, segons el CTE). Es va calcular, la petjada de carboni equivalent a l'impacte total de la vida útil del Terrari, comptabilitzat al voltant de les 15.531 tones de CO₂. Es van analitzar més detalladament, els consums elèctrics (194.257 kWh/any), hídrics (3.330 m³), tèrmics (588.900 kWh/any) i es van comptabilitzar el consum dels aliments anuals (261 kg) i la generació de residus (21.1 kg).

L'estudi es va dur a terme a les primeres plantes, corresponents a la zona d'exposició de les espècies i la zona de manteniment (1ª Planta), on es realitzen les activitats d'educació ambiental del centre. Segons la tipologia i les característiques, tant de la infraestructura com de les espècies, trobem un sistema únic, complex i específic, que engloba els àmbits socials, ambientals i econòmics. Es van observar una sèrie de punts crítics, trobats en els diferents vectors ambientals estudiats. Alguns d'aquests punts crítics corresponen a l'alt consum lumínic, a causa de la falta de llum natural, els alts costos tèrmics, deguts a les exigències de temperatura de les diferents espècies, els alts consums de la neteja de les vitrines, a causa de la manca de protocols normalitzats, el gran impacte que exerceix la fase d'ús del Terrari, a causa de l'alt consum de recursos i la baixa afluència de visitants, causats pel baix atractiu de la instal·lació. Es van descriure, quantificar i valoritzar, les diferents accions que representen una millora per al sistema i que plantegen models de millora continuada, gradual o sistemàtica.

ABSTRAC: It performed study on the quantification and valuation of the main environmental vectors (Energy, Water, Food and waste), as well as impacts from the use of these vectors in the Terrarium Zoo Barcelona. The study was conducted during the September and January, 2014-2015, to identify, classify and quantify the environmental vectors as well as potential impacts arising from the use and management of resources in the activity. The environmental impact made by the Terrarium, from its construction until the end of its useful life (50 years, according to CTE) was studied. It was calculated carbon footprint equivalent to the total impact of the life of Terrarium, posted around 15,531 tons of CO₂. It were analyzed in more detail, electricity consumption (194,257 kWh / year), water (3,330 m³), thermal (588,900 kWh / year) and the annual food consumption (261 kg) and waste generation (21.1 Kg) were counted. The study was conducted on the first floors, corresponding to the exhibition area of the species and the maintenance area (1st Floor), where environmental education activities are held downtown. Depending on the type and characteristics of both the infrastructure and species found only a specific complex system, which includes social, environmental and economic fields. A number of critical points, found in different environmental vectors studied were observed. Some of these critical points corresponding to high light consumption, due to the lack of natural light, high thermal costs, due to the temperature requirements of the different species, high consumption of cleaning cabinets, due to lack of standard protocols, the great impact that the use phase of Terrarium, due to high resource consumption and low influx of visitors, caused by the low attractiveness of the facility. They were described, quantified and valued on the different actions that represent an improvement for the system and pose models continued, gradual and systematic improvement.

Keywords: *Metabolismo, Vectores ambientales, Eficiencia energética, Huella de Carbono, Terrario, Parque Zoológico de Barcelona.*

Introducción

El presente estudio ha sido realizado en el Zoológico de Barcelona, concretamente en la instalación del Terrario. Dicha instalación da acogida a un singular número de especies, la mayoría de ellas de origen tropical, con gran valor desde el punto de vista conservacional, pedagógico y económico.

La importancia de este trabajo recae sobre los responsables del Zoológico, los cuales son conscientes de la necesidad de mejora de los consumos energéticos actuales así como la utilización de fuentes de energía alternativas a las tradicionales, menos agresivas con el medio ambiente. Estas son algunas de las medidas adecuadas para cumplir con los compromisos de reducción de las emisiones de CO₂, el ahorro de energía y la mejora de la eficiencia energética. Importantes desafíos que se tienen que afrontar en los próximos años.

El Terrario es una instalación de diseño rectangular de tres plantas con un área total aproximada de 4.100 m². Nuestra zona de estudio se centra en la planta de exposición, en ella es donde se localizan la mayoría de vitrinas de expuestas al público y una primera planta donde se concentran los despachos de los diferentes responsables del Terrario así como una parte del almacenamiento de alimentos y lugar para la realización de las diferentes actividades pedagógicas con las que cuenta el Terrario. Destacar la poca afluencia de visitantes que recibe el Terrario, entorno un 6% de los visitantes totales del Zoológico. Los motivos principales son la falta de atractivo de la instalación en sí.

Como antecedente a la realización de este estudio se consultaron trabajos publicados con anterioridad (Applus, 2011). En dicho informe se estudió el balance energético de toda la instalación del Zoológico así como sus correspondientes propuestas de mejora. Tomando como referencia dicho estudio, se ha llevado a cabo una obtención de datos, mapas y características del edificio, que nos permitirá evaluar el estado del Terrario, su eficiencia y sus posibilidades de mejora.

El presente estudio, tiene como objetivo mostrar los resultados de la valoración y cuantificación de las diferentes variables ambientales estudiadas, que pueden incidir directa o indirectamente en el uso y funciones del Terrario. Esta cuantificación, será el inicio del principal objetivo, que es conseguir aplicar técnicas de ahorro de los recursos y mejorar los sistemas de gestión del sistema. Las propuestas de mejora, son una forma de establecer y cumplir con los objetivos, destinados a la reducción del consumo, mejora de la eficiencia energética, mejora del mantenimiento de la infraestructura, mejora de la percepción social, creación de nuevas actividades educativas, aplicación de energías renovables, formación de los técnicos y la aplicación de la certificación ambiental, que establezca la función del Terrario, como una actividad, responsable con el medio ambiente.

Concretamente, los vectores analizados han sido: vector energético, hídrico, alimentación y residuos. Los resultados presentados tienen como fin conocer el consumo actual y presentar medidas de mejora para los sistemas más críticos.

Vector Energético: Los resultados referentes a este vector se presentan divididos en dos subapartados; vector eléctrico y vector térmico.

- Vector Eléctrico: En este vector se han estudiado los elementos que poseen un consumo eléctrico. Se ha elaborado un inventario de los elementos energéticos de iluminación diferenciando los tipos de bombillas de las que dispone el Terrario: Uva, fluorescentes grandes, medianos y pequeños, incandescentes, infrarrojos, bajo consumo. En el contenido del estudio se indica el número de elementos, la distribución en las distintas localizaciones de los puntos de luz, las horas de funcionamiento y las potencias. También se consideró otros elementos que tienen un consumo eléctrico pero que no son de iluminación, como ordenadores, refrigeradores, sistemas de aire acondicionado, etc.
- Vector Térmico: Aunque la cuantificación de este consumo se calculo a partir de m^3 se presentaron los resultados en unidades de vector eléctrico (kWh/año). Principalmente los elementos que consumen electricidad son las mantas térmicas y los focos de calor (IR) localizados en algunas vitrinas, mientras que el resto de elementos térmicos corresponden a las diferentes calderas térmicas, localizadas en nuestro sistema. Destacar el alto consumo del vector térmico debido principalmente a las necesidades fisiológicas específicas de las especies del Terrario.

Vector Hídrico: Se ha elaborado un estudio de todo consumo hídrico que se realiza en el Terrario. Principalmente, se puede dividir en tres grandes bloques; consumo de los animales, los estanques de las instalaciones y finalmente el que se utiliza para la limpieza. Para una mejor gestión de este vector sería aconsejable un mayor control sobre los protocolos de limpieza y el uso responsable del agua.

Vector Alimentos: Se analizó la cantidad y tipo de alimentos que recibe el Terrario así como su procedencia. Destacar sobretodo de los alimentos el pienso y el suplemento alimenticio, productos que son importados desde el extranjero, EEUU y Alemania por lo que el coste energético es más elevado. El resto de alimentos proceden de Mercabarna o del propio Zoo, ocasionando un impacto mínimo.

Vector residuos: Tras una cuantificación y valorización de los diferentes residuos del Terrario, atendiendo a su naturaleza, se concluyo que este vector tiene una incidencia mínima en los aspectos generales del estudio.

Para la realización de este trabajo se abordaran una serie de cuestiones con tal de cumplir y poder valorar el alcance de los objetivos planteados. Algunas de estas cuestiones se plantearan a través de los temas de debates planteados:

2. Eficiencia energética.
3. Mejora de los protocolos y de mantenimiento.
4. Monitorización del sistema.
5. Mejora de aspectos visuales y educativos del Terrario.

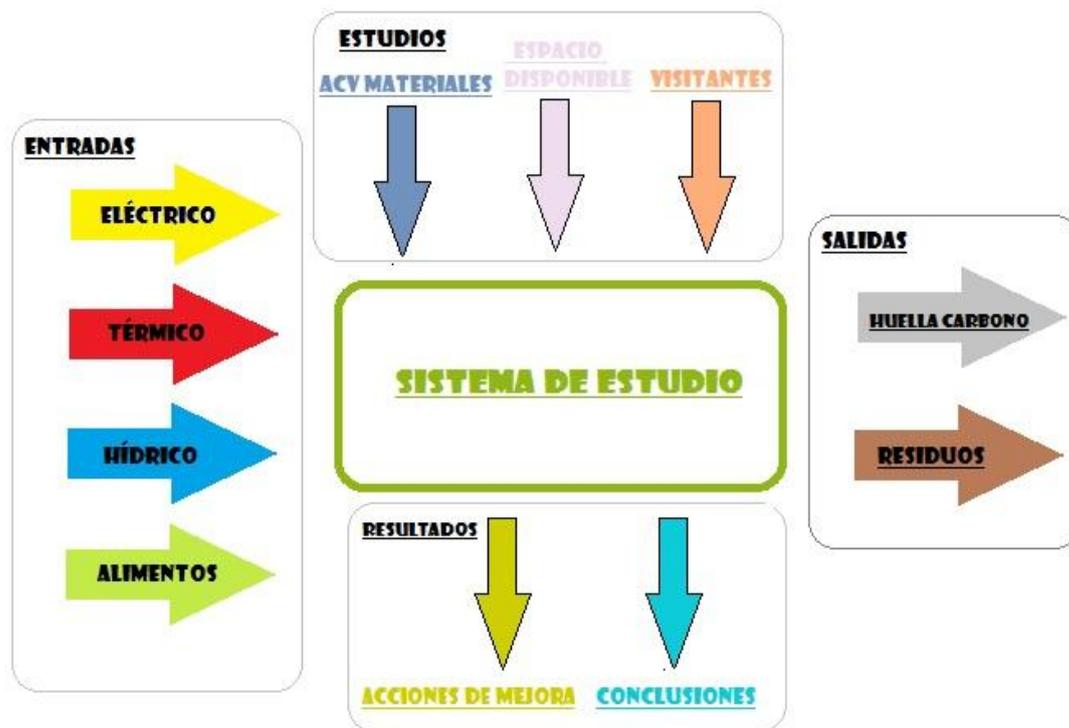


Figura.1 Diagrama de flujo del sistema de estudio.

En la Figura 1., se observa un diagrama de flujos de la zona de estudio. Se han diferenciado las entradas de los vectores ambientales descritos con anterioridad, así como también las salidas identificadas en forma de residuos y emisiones de CO₂. Se recogen también los diferentes estudios realizados a la par, necesarios para una mayor contextualización de los resultados, expresados en forma de acciones de mejora y conclusiones finales del trabajo.

Materiales y métodos

Para la realización de este estudio fue necesaria una documentación inicial de toda la información disponible sobre el Zoo de Barcelona así como de otros Zoológicos para poder tener algo en lo que fijarnos. Así como también elaborar un inventario sobre los diferentes vectores de estudio comentados anteriormente; energético, hídrico, alimentos/residuos. Además se elaboró un Análisis del Ciclo de Vida (ACV) del Terrario, así como la cantidad de visitantes que día a día recibe esta instalación. Es por esto que se ha realizado una programación que incluye tanto el trabajo de campo como el trabajo de búsqueda de información, con el posterior trato de los datos obtenidos.

La realización del inventario y el estudio específico de los vectores se caracteriza por la carencia de registros concretos de cada ámbito, se dispone de un control claro de la

monitorización de los vectores del Zoo pero no se dispone de un registro actualizado del Terrario.

Para la realización del inventario eléctrico se han empleado unas fichas donde se diferencia el tipo de bombillas, el consumo, las horas de funcionamiento, la cantidad y la ubicación dentro del Terrario. Así pues se ha elaborado un recuento para las diferentes zonas del Terrario, teniendo en cuenta todos elementos con un consumo energético (ya sean bombillas, bombas u otros elementos). Este inventario se elaboro de forma autónoma con la ayuda y el apoyo de los diferentes empleados y técnicos, responsables al cargo. Las horas de funcionamiento de los diferentes elementos lumínicos, corresponde al horario de apertura del Zoo, variables durante los diferentes periodos del año. Se han diferenciado 6 periodos de tiempo distintos utilizando los diferentes horarios en los que el Zoo permanece abierto a lo largo del año. Otros elementos de consumo, tales como las bombillas ultravioletas, se mantienen en funcionamiento durante todo el año. Además se realizo un estudio del espacio disponible o útil en el tejado y elaborado un inventario del estado y el numero de las claraboyas presentes.

Se elaborado un mapa del Terrario por zonas, que representa todos los elementos que se han encontrado en dichas zonas, con su consumo correspondiente. Para la realización de dicho mapa, ha sido necesario emplear los programas autoCAD® y ArcGIS® como también Adobe Photoshop® para la mejora gráfica del diseño.

Se realizo el correspondiente inventario hídrico a través de los recuentos de las zonas que presentes un consumo hídrico debido a usos tales como; alimentación, limpieza y los estanques de las vitrinas. Dada la imposibilidad de entrar en las vitrinas para cuantificar los m³ de agua que se disponen en cada una, se realizo una estimación de dichas cantidades mediante la medición de la profundidad, ancho y largo de cada vitrina. Con este dato y mediante el uso de las correspondientes fórmulas geométricas, se pudo aproximar el valor estimado al valor real. La metodología seguida para la cuantificación del consumo hídrico se baso en la toma de datos físicos o “mediciones” necesarias para la visualización de la forma de los estanques así como su cálculo geométrico correspondiente.

También se calculo el consumo de agua de los diferentes platos, donde los animales disponen del agua de consumo, se contabilizaron los platos atendiendo a su tipología (volumen y materiales). Además de estos datos, se ha obtenido la información del tiempo de limpieza empleado por parte de los responsables del Terrario.

Esta información se obtuvo mediante el uso de un cronómetro para obtener el tiempo empleado por cada sector y se estimo el caudal, a partir del llenado de una botella de un litro, teniendo en cuenta el tiempo de llenado. Se obtuvieron las diferentes características técnicas sobre: vitrinas que se limpian diariamente, el cambio del agua destinada a la alimentación así como cada cuanto se realiza la limpieza de las mismas vitrinas, fue proporcionada por los diferentes técnicos del Zoo.

Para el inventario sobre los alimentos consumidos por el Terrario fue necesaria una entrevista con el responsable del almacén del Zoo, Jorge Cerón, ya que es el lugar de

almacenaje, manipulación y preparación de todos los alimentos del Zoológico, que son distribuidos por las diferentes instalaciones. Dicha información ha proporcionado datos sobre los diferentes tipos de alimento que van destinados al Terrario a diario, así como las cantidades de cada uno de ellos. También se ha estimado el posible impacto que supone traer ciertos alimentos del extranjero, en este caso un pienso especial y un complemento alimenticio. Para la realización de dicho impacto se ha supuesto que todo proviene de la capital del país de origen y que son transportados mediante barco y camión, viendo las especificaciones técnicas de dichos vehículos y los km recorridos desde el lugar de origen hasta Zoo, pudiendo así estimar el impacto asociado a estos alimentos. En este caso, el transporte de estos alimentos es prácticamente ínfimo, por lo que no se le dará más importancia.

En lo referente al vector residuos, se pesaron los diferentes cubos de las fracciones de residuos disponibles en el Terrario. Se clasificó según su naturaleza en 4 fracciones; orgánica, plástica, cartón y residuos. Para la cuantificación, se utilizó una báscula y se pesaron uno a uno los diferentes cubos con y sin residuos. Para saber la periodicidad de producción de residuos se consultó a los diferentes técnicos responsables y el resultado obtenido se mantiene constante, ya que la producción es similar durante todo el año, debido a que no varían en fechas concretas, así pues, se puede multiplicar la cantidad de residuo obtenida a lo largo de una semana para ver cuanto supone en un año natural.

Para el análisis del ciclo de vida se siguió la metodología utilizada por “Sustainability of Construction Works” del comité Técnico Europeo de Normalización 350. (Zabala; et al., 2014)

Cabe destacar el recuento de visitantes que se ha realizado con este estudio, ya que el Zoológico dispone de un recuento global de visitantes diarios, pero no lo dispone para las diferentes instalaciones. Es por esto que se ha realizado un recuento de los visitantes que asistían a nuestro ámbito de estudio para poder asociar las emisiones de CO₂ a los visitantes. El estudio se realizó a lo largo de la semana que se elaboró el trabajo de campo, donde se dividió en dos ámbitos, el trabajo de recolección de información de los otros vectores y el recuento de los visitantes, dándose en paralelo. Se han contado las personas que asistían al Terrario sin hacer diferencia al género o edad, y se ha subdividido este recuento en función de las horas en las que el Zoo está abierto.

Resultados

Se ha estudiado el sistema Terrario a partir de 3 vectores importantes: hídrico, energético y el vector de alimentos-residuos. El vector energético es analizado a partir de dos sistemas, el sistema eléctrico, ligado al consumo eléctrico de bombas, bombillas y otros aparatos, y el sistema térmico, expresada en kWh en referencia a la cantidad de electricidad necesaria para alcanzar la misma temperatura que con el gas. Todos estos vectores, completan el alcance de este estudio. Todos estos resultados, se expresan de forma numérica y si no se analizan en relación a una unidad como el número de visitantes, carecen de sentido. Una de las principales funciones del Zoo es recuperar especies y mostrarlas al público. Sin este público, los objetivos de sensibilización y educación ambiental carecerían de importancia.

La planta del Terrario, tiene una superficie aproximada de 800 m². En el estudio, analizamos el sistema compuesto por la planta de exposición y la primera planta del Terrario. Contando que cada una de las plantas mide aproximadamente lo mismo, añadiendo al estudio la zona exterior donde se encuentran los cocodrilos siameses (100m²). Como resultado final, tenemos un sistema de estudio de 1.700m². En la tabla siguiente, se muestran los resultados

En el último punto a analizar de estos resultados es su relación al consumo por visitante (no olvidemos que el Zoo tiene una función importante de cara al público) para hacer una valoración de la rentabilidad del sistema, aquí los resultados.

Sistema térmico	Consumo anual en kWh
Total	588962
Sistema térmico	kWh/m ² *año
Total	346,45
Sistema térmico	kWh/visitantes*año
Total	56,92

Tabla 1. Resultados sistema térmico

En la Tabla 1. se muestran los resultados obtenidos en los diferentes puntos de análisis sobre el consumo térmico. Es el punto de consumo más significativo del Terrario, siendo más del 75% del consumo energético de nuestro sistema.

Sistema eléctrico	Consumo anual en kWh
Despachos	19046
Primera Planta	33330
Planta Baja	73010
Pasillos	15872
Exteriores	17459
Total	158717
Sistema eléctrico	kWh/m ² *año
Total	93,36
Sistema eléctrico	kWh/visitantes*año
Total	15,34

Tabla 2. Resultados sistema eléctrico

En la Tabla 2. se muestran los resultados obtenidos en los diferentes puntos de análisis sobre el consumo eléctrico. Es el segundo punto crítico de consumo por detrás del térmico. Para su mejor comprensión y estudio, se presentan los datos divididos por zonas igual que en el grueso del trabajo. La planta de exposición, la planta baja, es el foco de consumo más elevado del sistema eléctrico.

Vector hídrico (Zona analizada)	Consumo anual en m ³
Vitrinas centrales	768
Vitrinas laterales	864
Vitrinas exteriores	996
Vitrinas primera planta	77
Platos de agua en vitrinas	4
Total	2709
Vector hídrico	m³/m²*año
Total	1,59
Vector hídrico	m³/visitantes*año

Tabla 3. Resultados sistema hídrico

En la Tabla 3. se muestran los resultados obtenidos en los diferentes puntos de análisis sobre el consumo hídrico. Es el tercer punto crítico, no obstante, el vector hídrico dentro del sistema del Zoo, es despreciable. Para su mejor comprensión y estudio, se presentan los datos divididos por zonas igual que en el grueso del trabajo.

Vector alimentos y residuos (Total)	Consumo anual en Kg
Alimentos	652
Residuos	832
Vector alimentos y residuos	Kg/m²*año
Total alimentos	1,56
Total residuos	0,49
Vector alimentos y residuos	Kg/visitantes*año
Total alimentos	0,26
Total residuos	0,08

Tabla 4. Resultados sistema alimentos y residuos

En la Tabla 4. se muestran los resultados obtenidos en los diferentes puntos de análisis sobre el consumo de alimentos y la producción de residuos. La cantidad anual generada es despreciable.

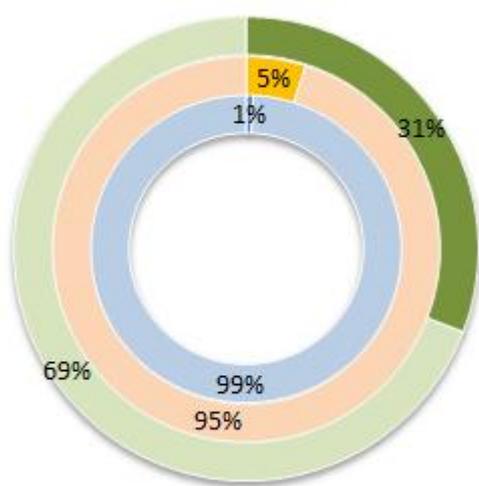
Visitantes (Franja horaria)	Nº de visitantes anuales
10-13h	5512
13-17h	4836
Total	10348
Visitantes	Visitantes/m²*año
Total	6,09

Tabla 5. Resultados sistema alimentos y residuos

En la Tabla 5. se muestran los resultados obtenidos sobre el número de visitantes que acuden al Terrario, siendo mayor la afluencia en las primeras horas de la mañana. No obstante, el número de visitantes del Terrario en comparación a todos los visitantes que acuden al Zoo es alarmante.

El análisis de los puntos críticos es fundamental para aplicar medidas de ahorro o mejora en el sistema. Comparando estos puntos críticos desde una perspectiva alejada del propio Terrario es posible acotar el rango de búsqueda. Mejorando la percepción si se presentan los resultados de nuestro ámbito de estudio, respecto al Zoo.

En el siguiente gráfico se representan tres gráficos de anillos que marcan el porcentaje de consumo de nuestro sistema respecto al consumo de la totalidad del Zoo. Los colores representados en el gráfico y en la tabla de datos son correspondientes, es decir, el color verde representa el consumo de gas, el amarillo el consumo eléctrico y el azul el consumo hídrico, siendo los colores más vivos los que hacen referencia a nuestro sistema de estudio y los colores de tonalidad más clara, el resto del Zoo. Los datos que se representan en la tabla son los mismos que los representados en el gráfico.



	Hídrico	Eléctrico	Gas
Sistema de estudio	2709	158717	50428
Resto del Zoo	369886	3039617	112935

Figura.2 Tabla.4. Comparativa del consumo de nuestro sistema con el consumo del Zoo

Discusión

La tabla.1, muestra los resultados finales del estudio, después de haber realizado todos los cálculos y aproximaciones pertinentes. El punto crítico del consumo es el gas, ya que el Terrario sirve de hábitat a animales exóticos o tropicales, que necesitan unas condiciones de temperatura específicas.

El segundo punto crítico es el consumo de energía eléctrica. El consumo de la electricidad puede tener diferentes usos, tales como; iluminación, equipos y aparatos térmicos. Las bombillas infrarrojas y las mantas térmicas, ejercen la función térmica auxiliar en algunos casos específicos. El resto de bombillas, se utilizan solo para la iluminación de las estancias, comentar que algunas de estas bombillas, se podrían sustituir por otras de menor consumo y mayor eficiencia, como son las bombillas LED. El consumo eléctrico restante, corresponde al sistema de bombas y filtros, así como otros aparatos eléctricos de menor incidencia en el consumo eléctrico.

La planta de exposición, es la que presenta un mayor consumo, en todos sus vectores ambientales. Esto se debe a que entre sus características, como podrían ser las necesidades térmicas de los reptiles y anfibios, los componentes pedagógicos o los conceptos estéticos que facilitan la visualización de las especies.

La totalidad del consumo hídrico se reparte entre vitrinas centrales, laterales y exteriores, siendo las exteriores las que más volumen de agua consume anualmente, debido a que las especies de mayor tamaño (Cocodrilos), deben tener grandes estanques en su localización. El consumo hídrico en las vitrinas de la primera planta, es prácticamente inapreciable, debido a que el volumen del agua de las vitrinas y de los platos de consumo, son mínimos.

El vector alimentos y residuos, es el que menos incidencia tiene en el estudio, debido a la escasa cantidad que se generan.

En esta tabla.2, se analizan los consumos totales referentes a la superficie de nuestro sistema de estudio. Podemos valorar la cantidad de consumo e impacto por unidad de superficie, y así tener una unidad de medida estándar a la hora de hacer otras comparaciones con otros sistemas.

Este último punto analiza los consumos según el número de visitantes anuales del Terrario (suponiendo que todo el año se trabajará en período de invierno). Este aspecto, se visualiza en la tabla.3 y es de vital importancia, ya que el Terrario tiene una función educativa, lúdica y de sensibilización, por lo que la falta de afluencia de gente haría que el sistema fuera ineficiente. Tanto el consumo asociado a los visitantes, en los vectores eléctrico y térmico, superan la media del consumo del Zoo. En el caso del consumo térmico, se entiende debido a lo comentado al inicio de la diagnosis. En cambio, el consumo eléctrico por visitante es exorbitado debido a la poca afluencia de visitas en el sistema.

Uno de los puntos clave es la comparativa del consumo de nuestro ámbito de estudio respecto al Zoo de Barcelona, representado en la Tabla.4 y la Figura.1. El apartado térmico representa el 31% por ciento del consumo total del Zoo. Esto permite ver con claridad, que las propuestas de mejora han de ir dirigidas al ámbito térmico, para producir un ahorro considerable en el consumo de este elemento.

El consumo eléctrico aunque no es importante respecto a la totalidad del Zoo (5%), es un importante punto de acción, ya que hay un gran margen de mejora en el consumo del Terrario en cuanto a este factor se refiere.

El consumo hídrico (1%) es prácticamente despreciable respecto la totalidad del Zoo. Los animales que suelen vivir en un Terrario de Zoológico hacen muy poco consumo de agua, más allá de los estanques o charcas que haya en las propias vitrinas. También, son animales que pueden vivir con cierto nivel de turbiedad en el agua, sin tener requisitos muy específicos en ella. Lo que permite hacer cambios de agua con holgados espacios de tiempo.

El resto de vectores o puntos a tratar, visitantes, alimentación y residuos, son despreciables respecto a la totalidad del Zoo, no superando en ninguno de los casos, el 1% respecto el valor total.

Conclusiones

Sistema eléctrico

Se calculó el consumo eléctrico anual del Terrario alrededor de los 195.000 kWh. El consumo más elevado, corresponde a la iluminación, con un consumo del orden de 53,5 % respecto al consumo eléctrico total. Las vitrinas laterales, aquellas que se encuentran en el perímetro de las paredes de la planta de exposición, son las que tienen un mayor consumo eléctrico en iluminación, dado que deben de ser vitrinas visibles por el público asistente y la luz natural que disponen es escasa. Las vitrinas centrales son las únicas que realmente disponen de luz natural, por lo que representan un coste mínimo de la iluminación. La luz natural se filtra a través de las claraboyas semitransparentes del tejado, pero a causa del deterioro y la falta de mantenimiento, no permiten el buen uso de esta luz.

Los pasillos de la planta de exposición consumen el doble que los pasillos de la primera planta, esto se debe a que la planta superior dispone de luz natural, motivo por el cual requiere menos iluminación artificial que planta baja. Se propone realizar un cambio de aquellas claraboyas en mal estado, por otras transparentes, que permitan aumentar la luz natural en las estancias del Terrario.

El tipo de iluminación más frecuente son las luces fluorescentes, representado un 70% del total de luces, localizadas principalmente, en las vitrinas laterales perimetrales y en las vitrinas móviles. Los fluorescentes, todo y ser lo más frecuentes, no representan el mayor consumo por iluminación. El tipo de iluminación que más consume, son los focos de luz UVA, con un consumo del 34 % respecto al eléctrico en iluminación. Para contribuir en la mejora de la eficiencia y la reducción del consumo, se propone la instalación de placas fotovoltaicas y sistemas piezoeléctricos, para reducir entre un 20-30 % el consumo por iluminación.

Otro consumo eléctrico considerable, tras la iluminación, era el consumo que realizan las bombas y filtros del sistema de aguas del Terrario, llegando a representar un consumo del 38,4 % respecto al consumo eléctrico. Esto se debe a la continua depuración y bombeo de las aguas de los estanques y de las vitrinas.

Sistema térmico

Se realizó una estimación del consumo térmico, a partir de auditorías anteriores (B. Aubets; J.Cerón. *Estudi energètic del Parc Zoològic de Barcelona*. APPLUS). Este consumo oscila entre los 588.900 kWh (50.426 m³ de gas natural) al año, en parte, debido a los requerimientos térmicos de las especies animales existentes y por el bajo grado de aislamiento del Terrario. El consumo térmico es por lo tanto el punto más importante del ámbito de estudio, ya que supone hasta un 31% del consumo total del Zoo. El “Punt Verd” del Zoo, ejerce una buena gestión sobre los residuos generados en

las diferentes zonas, en este aspecto, la potencialidad y la viabilidad de utilizar los recursos forestales o vegetales del propio Zoo, para el uso térmico es más que viable. Este estudio no ha planteado las bases para cuantificar la cantidad de energía térmica que podría generar la biomasa del Zoo.

Sistema hídrico

El consumo de agua en el Terrario se encuentra alrededor de los 3.300 m³ al año. Este gasto se debe principalmente a la limpieza de las vitrinas y los estanques de los animales. Se comparó el consumo del Terrario, con los consumos de otras zonas, a través de los datos de consumo obtenidos por los trabajadores de las oficinas. El consumo total de agua del Zoo, en 2013 fue alrededor de 372.592 m³, por lo que comparado con los resultados obtenidos, en nuestro ámbito de estudio, podemos concluir que el consumo de agua en el Terrario es insignificante, ya que supone apenas un 0,9 % del consumo del Zoo. Esto se debe a que el Zoo dispone de instalaciones de gran consumo hídrico, tales como el Aquarama o el hábitat de las focas. Para disminuir el consumo de agua, se proponen una serie de acciones, destinadas a mejorar los protocolos de limpieza de las vitrinas, usando sistemas de reutilización de las aguas de los estanques para la limpieza o controlar los parámetros químicos del agua para calcular mejor la renovación del agua en los estanques.

Alimentación y Residuos

El consumo de alimentos en el Terrario es de 261 Kg a la semana, unos 13.572 Kg al año. La mayor parte corresponde a frutas y verduras, representando más del 80% de la dieta de los animales. El segundo alimento más consumido, son los insectos (11%) que corresponden a los grillos y los saltamontes, esto se debe a que muchos animales son insectívoros, como los lagartos y las ranas. La alimentación por roedores (8%), tiene un mayor peso de lo esperado, en la estadística, debido al tamaño del alimento. Los roedores, no representan un alimento diario en el Zoo, ya que algunas especies, que los consumen, como las serpientes y la tortuga aligátor, se caracterizan por comer grandes cantidades de alimento, pero en pocas ocasiones. La alimentación se mantendrá estable, puesto que las especies del Terrario tienen unas dietas muy concretas y poco sujetas a modificaciones. En este aspecto, solo se plantea la posibilidad de aumentar la producción local de grillos y saltamontes, llegando a reducir el consumo de alimentos alrededor de los 1404 Kg al año

En el estudio de la gestión de los residuos, se observó que el Terrario genera una media de 21,1 Kg de residuos por semana, lo que supone, unos 1097 kg al año. El Terrario prioriza una separación de residuos por orgánico, cartón, plástico y rechazo. La mayor parte de los residuos, son de tipo orgánico y de cartón, llegando a representar un 74% (15,6 kg) el orgánico y un 13% el cartón (15,6 kg). El Zoo gestiona estos residuos a través del “Punt Verd”, por lo que su tratamiento no resulta un problema, y se facilita su posterior aprovechamiento. El resto de residuos son prácticamente inapreciables, por lo que no son representativos para su estudio detallado. El Zoo genera una media de 199 toneladas de materia orgánica, así como 70 toneladas de cartón y 35 toneladas de plástico, por lo tanto, la generación de residuos que produce el Terrario, es

insignificante respecto al total del Zoo, que es del orden de 1.446 toneladas anuales. Con tal de utilizar mejor la buena gestión de los residuos, se estudió la posibilidad de crear una bolsa de subproductos, que facilitara la reutilización y valorización de los diferentes tipos de residuos.

Impacto del Terrario: Huella de Carbono

La huella de carbono, referente al impacto que ejerce el Terrario es del orden de 15.531 toneladas totales de CO₂, teniendo en cuenta la fase de uso y la de construcción. En este análisis de la huella de CO₂, el 30% corresponde al impacto asociado a los materiales y a la construcción y el 70% corresponde a la fase de uso. Esto nos indica que la instalación no es muy eficiente, puesto que el caso ideal, la asignación de cargas correspondería a una huella de carbono igual para ambos usos. Esto se debe a la antigüedad del Terrario, que data de 1.972 y la falta de técnicas de mejora de la eficiencia energética que reduzcan la huella producida por la utilización de la instalación estudiada. Para reducir las cargas en la fase de uso, se pretende potenciar el número de personas que visitan el Terrario, disminuyendo de forma significativa, las cargas asociadas a cada visitante.

Las estimaciones realizadas en este trabajo indican que cerca del 6% del total de los visitantes del Zoo, alrededor de los 1.115.000 visitantes, que frecuentan el Terrario. Se ha utilizado el flujo de visitantes, no como un vector de estudio, si no como un parámetro de cálculo complementario, destinado a medir la eficiencia del Terrario en los vectores. Este parámetro de cálculo permite establecer el impacto generado por cada visitante (3,4 Kg CO₂ por visitante), pudiendo así establecer si el uso de la instalación es eficiente o no. Se concluye que este es un punto crítico del Terrario, puesto que al ser una instalación con un flujo de visitantes bajo, demuestra la poca eficiencia de la función del Terrario. Se utilizan una elevada serie de recursos, para un número de personas muy reducido, que pone en peligro el valor pedagógico de la instalación, así como su función.

Agradecimientos:

Especial agradecimiento a la entidad del Parque Zoológico de Barcelona, la posibilidad de realizar este estudio, así como a los empleados de las oficinas, que han ayudado a la obtención de datos bibliográficos, procedimientos y contactos. Agradecer especialmente, a Eulalia Bohigas, Rafael Cebrián, Héctor López y Raquel Hernández, por el tiempo dedicado a responder las dudas que se plantearon a lo largo del estudio y por su gran aportación en sus diferentes puntos de vista, sobre objetivos relevantes, procedimientos y acciones. También agradecer a los técnicos del Terrario, su dedicación a la hora de aportar datos y características del Terrario, así como el tiempo dedicado a mostrarnos todas las partes de la instalación. Por último agradecer al profesorado responsable de la coordinación del Trabajo Final de Grado, al Dr. Joan Rieradevall, Dra. Almudena Hierro, Dr. Martí Boada y al profesor Jordi Duch, por los conocimientos aportados, las correcciones y críticas constructivas, así como, los procedimientos y los puntos de vista aportados.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Perales Benito, Tomás. *El universo de las energías renovables*. Barcelona: Marcombo, 2012. ISBN: 978-84-267-1776-4.
- González Velasco, Jaime. *Energías renovables*. Barcelona: Reverté. 2009. ISBN: 978-84-291-7912-5.
- Gipe, Paul. *Energía Eólica Práctica*. Sevilla: Progensa, 2000. ISBN: 84—86505-88-7.
- de Garrido, Luis. *Arquitectura. Energía-Cero*. Barcelona: Monsa, 2014. ISBN: 978-84-15829-54-6.
- de Garrido, Luis. *Sustainable architecture. Green in Green*. Barcelona: Monsa, 2011. ISBN: 978-84-15223-41-2.
- de Garrido, Luis. *Arquitectura para la felicidad. Ecológica, sostenible, Bioclimática*. Barcelona: Monsa, 2013. ISBN: 978-84-15223-93-1.
- de Garrido, Luis. *Arquitectura. Bioclimática Extrema*. Barcelona: Monsa, 2014. ISBN: 978-84-15829-55-3.
- de Garrido, Luis. *Self Suficient. Green Architecture*. Barcelona: Monsa, 2012. ISBN: 978-84-15223-76-4.
- de Pro Bueno, Antonio. *La energía: uso, consumo y ahorro energético en la vida cotidiana*. Barcelona: Graó, 2014. ISBN: 978-84-9980-535-1.
- Servei Meteorològic de Catalunya. *El Clima de Barcelona*. Disponible en: http://w1.bcn.cat/temps/es/climatologia/clima_barcelona.
- Mitjà i Sarvisé, Albert; Esteve, Joan; et al. *Atlas de Radiació Solar a Catalunya*. Generalitat de Catalunya, Departament de d'Indústria i comerç, 2001. Disponible en: http://www20.gencat.cat/docs/icaen/02_Energies%20Renovables/Documents/Arxius/Atlas%20de%20radiacio%20solar.pdf
- Gastón, Martín; et al. *Wind resources map of Spain at Mesoscale. Methodology and validation*. Navarra: CENER (Centro Nacional de Energías renovables), 2005. Disponible en: <http://secure.cener.com/documentos/wind-resources-map-mesoscale-PaperEwec08.pdf>
- CENER. *Mapa Eólico Nacional*. Navarra, 2008. Disponibles en: <http://www.cener.com/es/energia-eolica/mapas-viento.asp>

- AEMET. *Datos velocidades del viento en Barcelona*. Disponibles en: http://www.aemet.es/es/eltiempo/observacion/ultimosdatos?k=cat&l=0201D&w=0&datos=img&x=&f=vel_viento
- AEMET. *Resumen mensual de la Radiación Solar*. Departamento de Producción. Servicio de Redes Especiales y Vigilancia Atmosférica. Centro Radiométrico Nacional, Diciembre de 2012. Disponible en: http://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/radiacion_ozono/radiacion_solar/2012/InformeRad_Solar_2012_12.pdf
- Generalitat de Catalunya. *Col·lecció de quaderns pràctics sobre el sector energètic*. Institut Català d'Energia, 2008. Disponibles en: http://icaen.gencat.cat/ca/pice_serveis/pice_publicacions/pice_colleccio_quadern_practic/index.html
- Zabala Bribian, Ignacio; et al. *Impacto de los materiales de construcción, análisis del ciclo de vida*. CIRCE (Centro de investigación de Recursos y Consumos Energéticos), 2014. disponible en: <http://www.ecohabitar.org/impacto-de-los-materiales-de-construccion-analisis-de-ciclo-de-vida/>
- Gobierno de España. *Código técnico de Edificación*. Ministerio de Fomento, 2006. Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/web/cte/historia/>
- Generalitat de Catalunya. *Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)*. Comisión Interdepartamental del Cambio Climático, 2012. Disponible en: http://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/home/politiques/politiques_catalanes/la_mitigacio_del_canvi_climatic/guia_de_calcul_demissions_de_co2/120301_guia_practica_calcul_emissions_rev_es.pdf
- *Ministerio de industria, energía y turismo. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)*. Versión 03/03/2014. Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España. http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/propuestas/Documents/2014_03_03_Factores_de_emision_CO2_y_Factores_de_paso_Efinal_Eprimaria_V.pdf
- Martínez, Oscar, (13 de octubre de 2013). *En la trastienda del Terrario*

del Zoo de Barcelona. [Mensaje en un blog]. Disponible en:
<http://reptilsmartinezllado.blogspot.com.es/2013/10/en-la-trastienda-del-Terrario-del-zoo.html>

- Guía del programa cartográfico arquitectónico. AutoCAD©. Disponible en: <http://www.autodesk.es/products/autocad/overview>
- Guía del programa cartográfico. ArcGIS©. Disponible en: <http://www.arcgis.com/features/>

12. Anexos

Consumo por bombilla y vitrina en horario de 7h 30min.

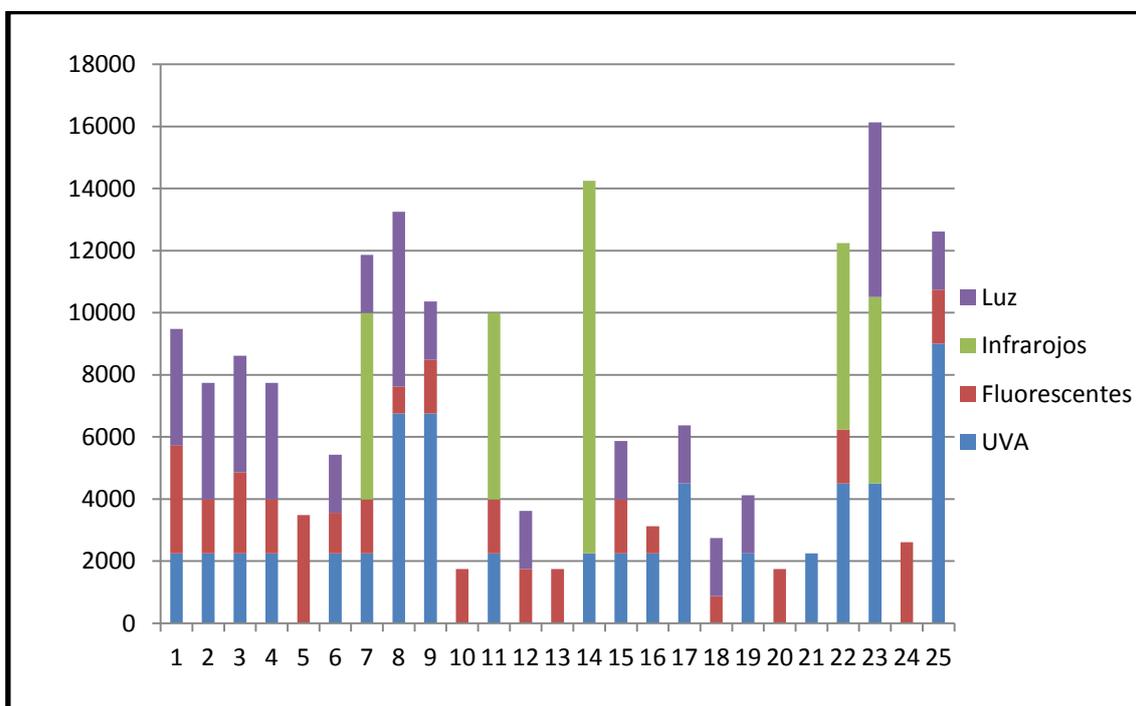


Figura 12.1 Gráfico de consumo por bombilla y vitrina lateral en horario 7h 30'.

Consumo por bombilla y vitrina en horario de 10h.

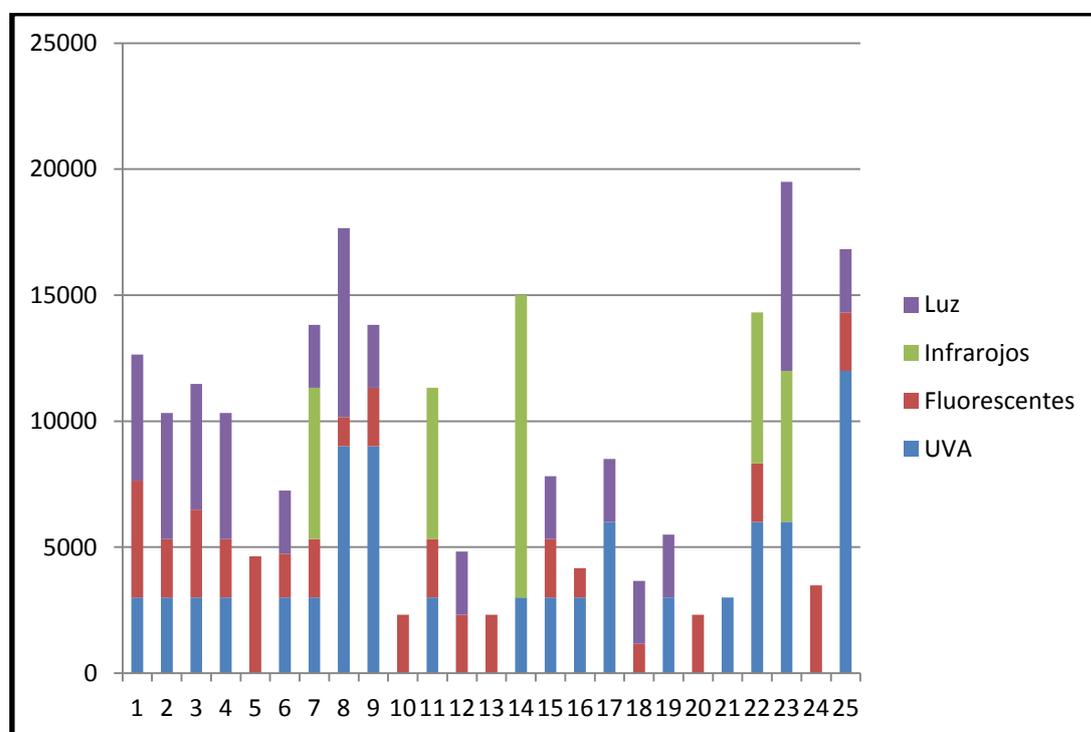


Figura 12.2 Gráfico de consumo por bombilla y vitrina lateral en horario 10 h.

Consumo por bombilla y vitrina en horario de 9h.

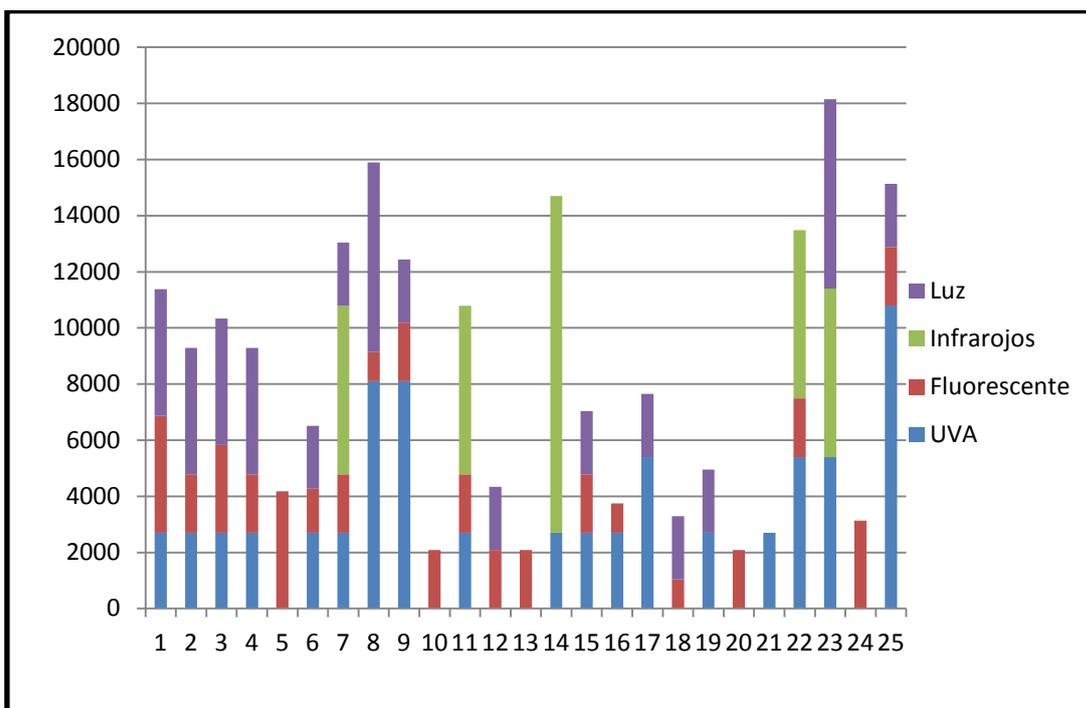


Figura 12.3 Gráfico de consumo por bombilla y vitrina lateral en horario 9h.

Consumo por bombilla y vitrina en horario de Navidad, 2h.

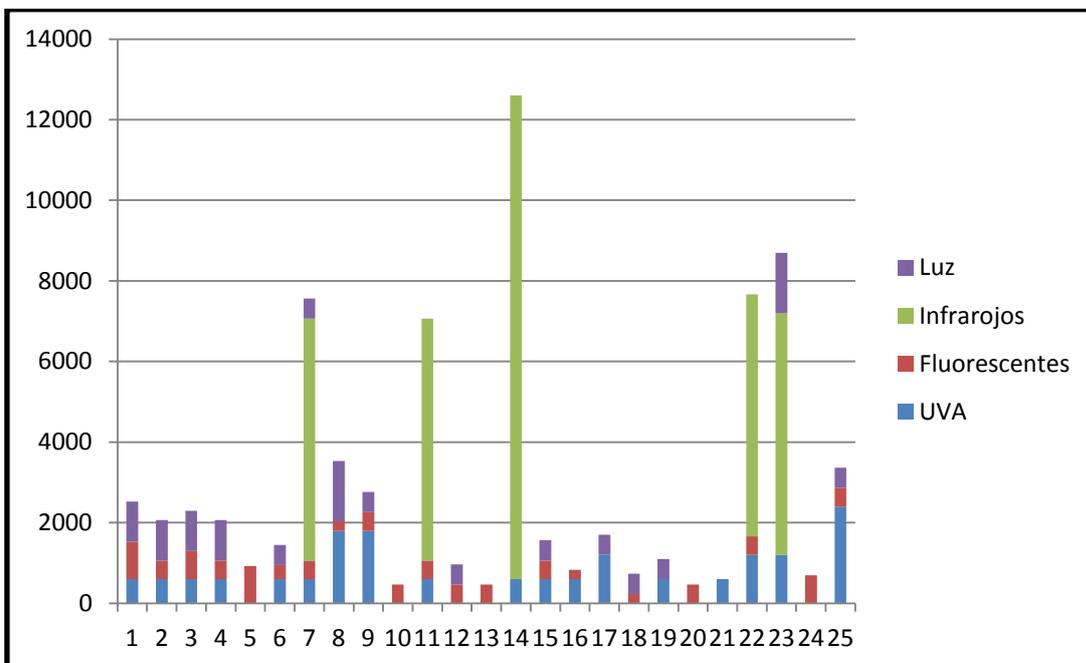


Figura 12.4 Gráfico de consumo por bombilla y vitrina lateral en navidad (2h).

Consumo en iluminación diario por periodo en vitrinas laterales

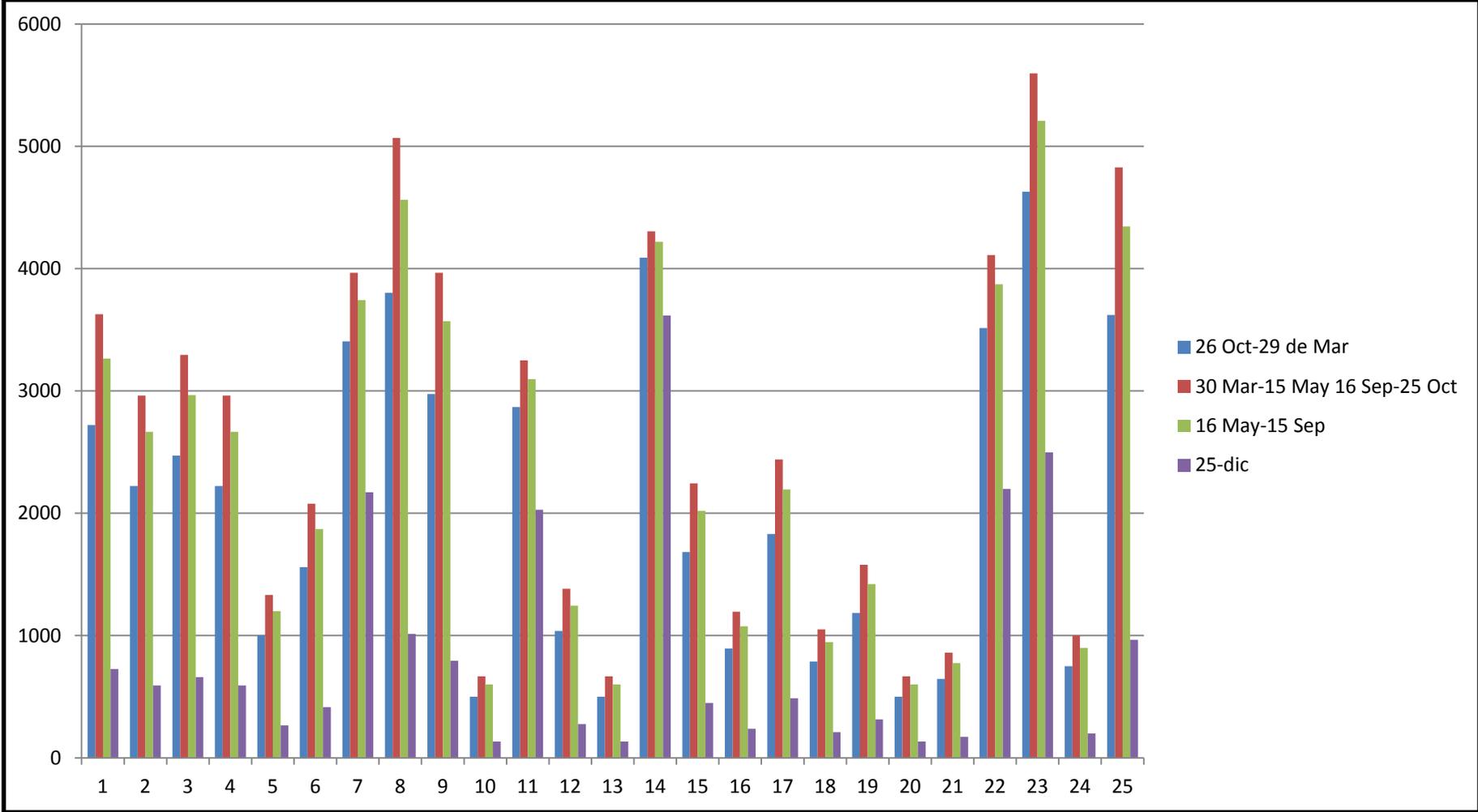


Figura 12.5 Gráfica de consumo en iluminación por periodo en vitrinas laterales.

Mapa de localización de la planta baja y sus consumos por colores

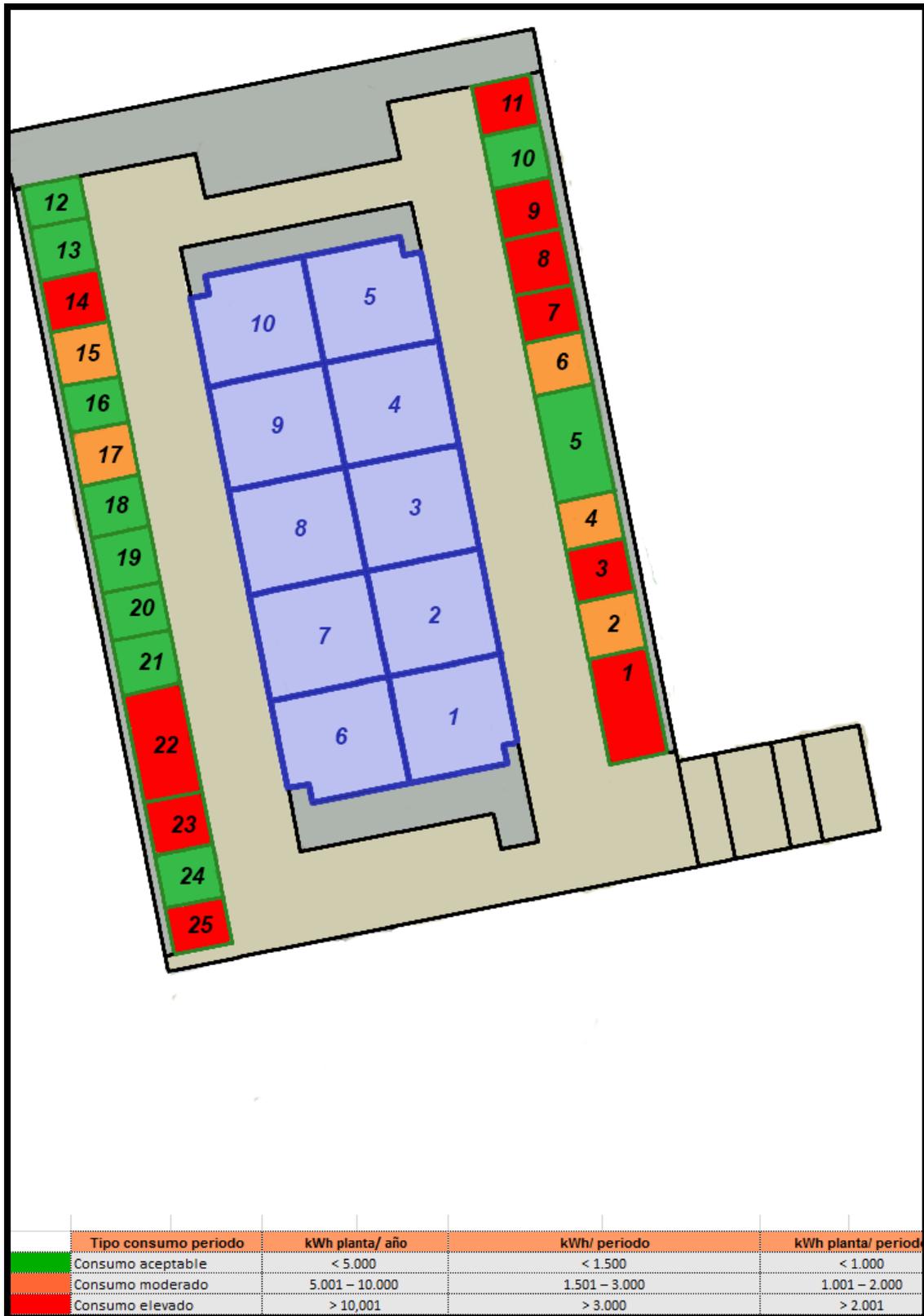


Figura 12.6 Mapa planta baja del Terrario y consumo de vitrinas laterales por colores.

Mapa de localización de la primera planta

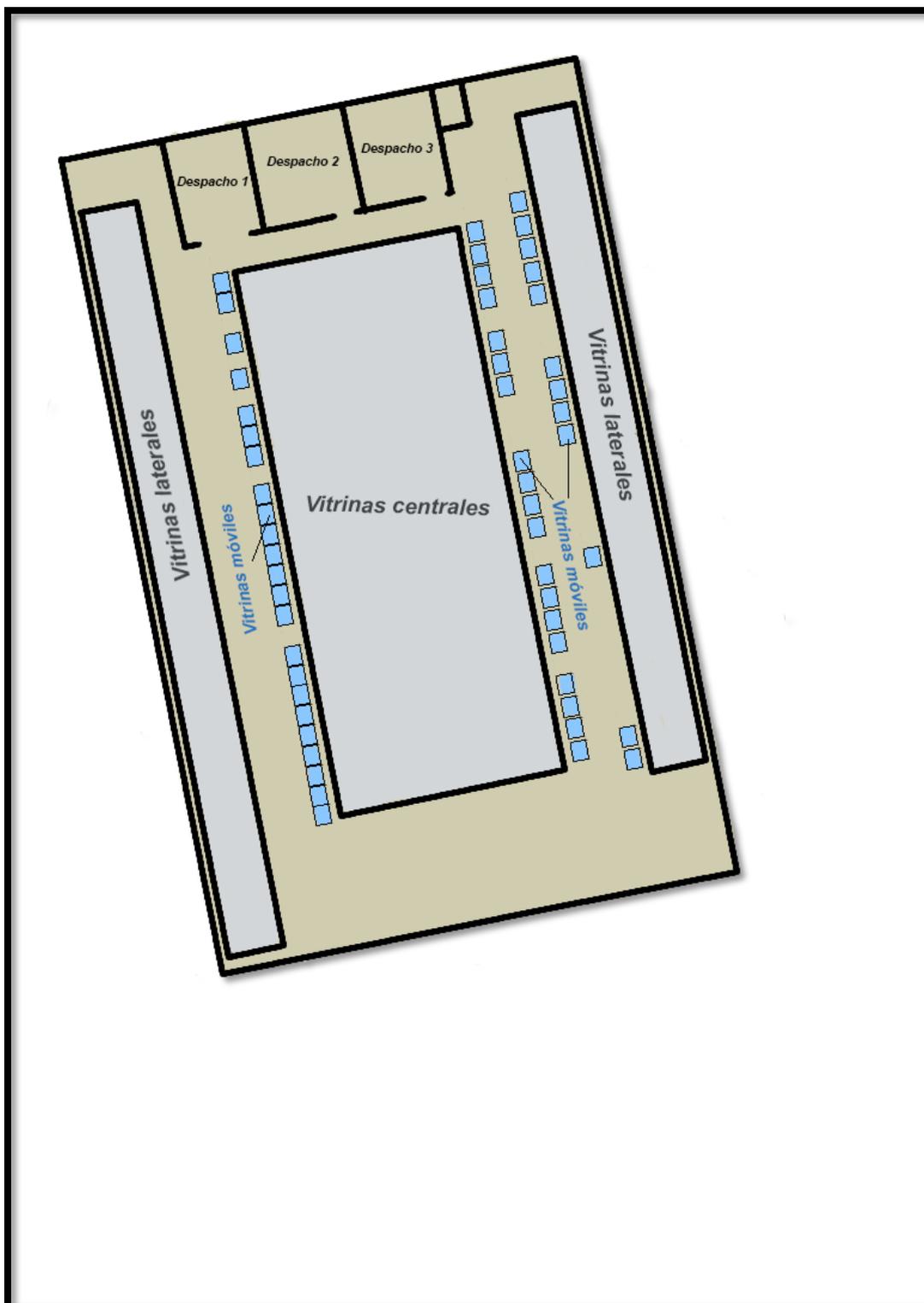


Figura 12.7 Mapa de primera planta del Terrario y tipificación por tipo de vitrina.

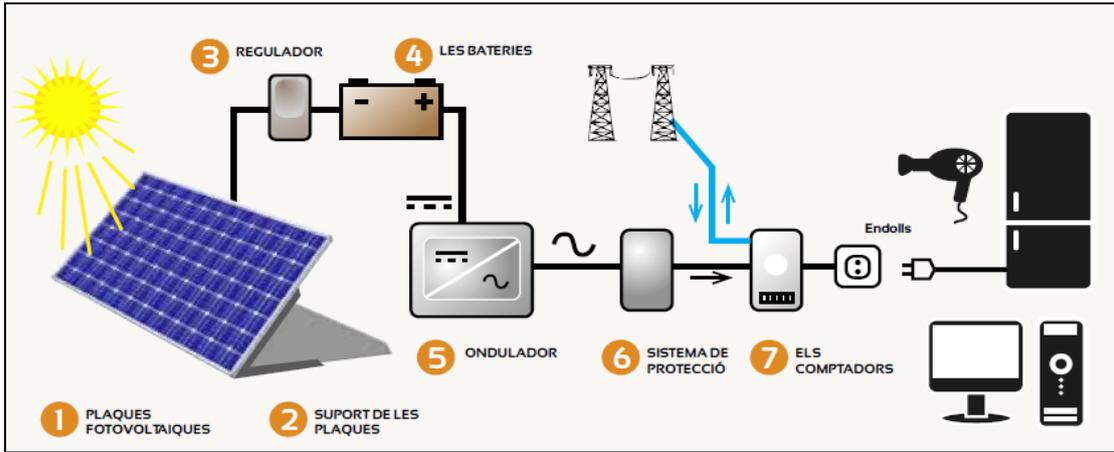


Figura 12.8 Procedimiento energía fotovoltaica.

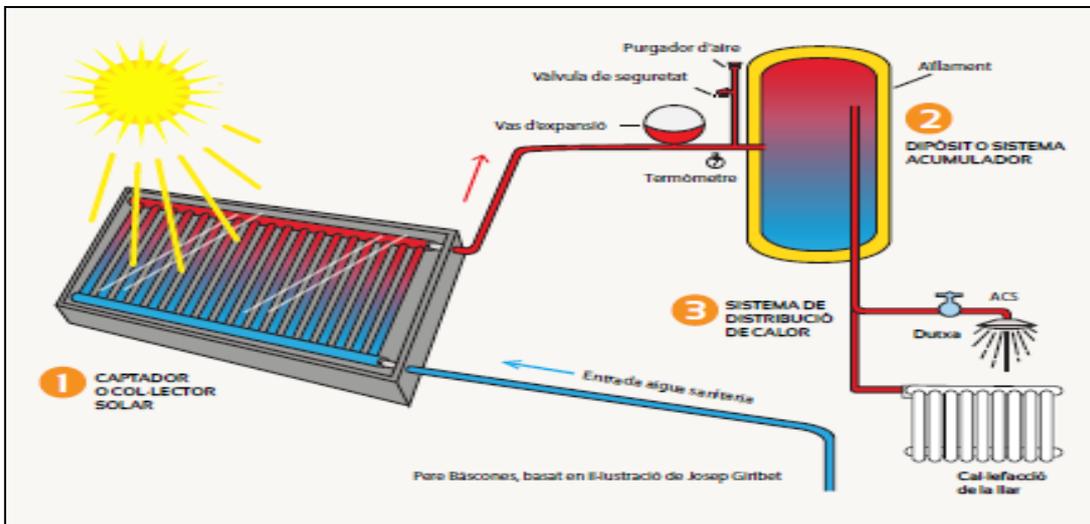


Figura 12.9 Procedimiento energía fototérmica.

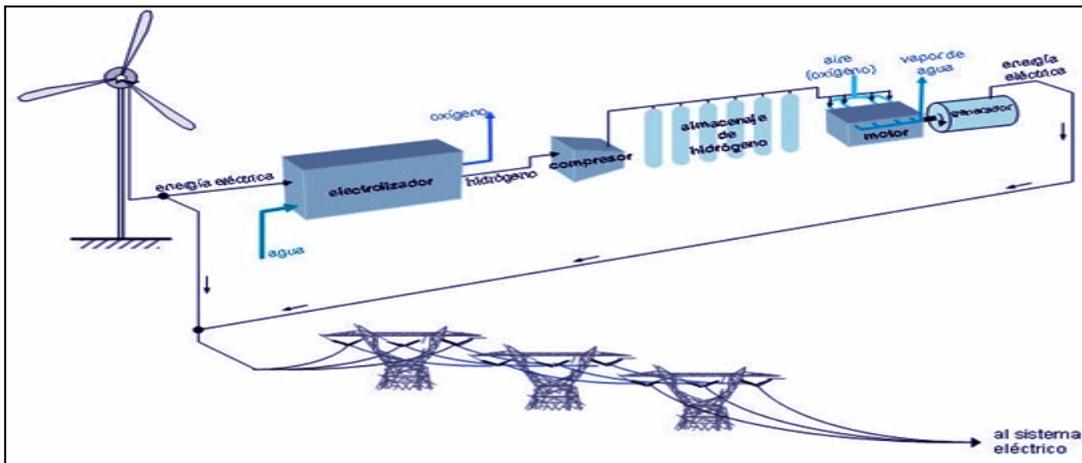


Figura 12.10 Procedimiento energía eólica.