

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del
Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**PROPUESTA ECO-CEM PARA LA REHABILITACIÓN SUSTENTABLE DEL
CEMENTERIO GENERAL DE LA APACHETA APLICANDO DISEÑO VERDE**

Tesis presentada por los Bachilleres:

Alvarez Tejada, Erik Miguel

Toni Bustamante, Brian Jimmy

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Asesor:

Dr. Roque Rodríguez Francisco Javier

Arequipa – Perú

2019



Universidad Católica de Santa María

☎ (51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350

AREQUIPA - PERU

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
INFORME DICTAMEN BORRADOR DE TESIS

VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

"PROPUESTA ECO-CEM PARA LA REHABILITACIÓN SUSTENTABLE DEL
CEMENTERIO GENERAL DE LA APACHETA APLICANDO DISEÑO VERDE"

Presentado por el (los) Bachiller (es):

- ALVAREZ TEJADA, ERIK MIGUEL

- TONI BUSTAMANTE, BRIAN JIMMY

Nuestro DICTAMEN es:

FAVORABLE PARA QUE CONTINÚE SU TRÁMITE

OBSERVACIONES:

Arequipa

DICTAMINADOR
H.Sc.Ing. *Andrés Chanaco Ojeda*
Cod. 9496

DICTAMINADOR
Dr. Bja. *Armando Arellano R.*
Cod. 2829

DICTAMINADOR
Dr. Ing. *Francisco J. Rosve Rodríguez*
Cod. 2028

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme fortaleza.

A mis padres Haydee y Freddy, por guiarme y apoyarme en cada una de mis metas, por su confianza, sacrificio y su ejemplo por hacerme cada día una mejor persona y profesional

A mis hermanos Edder y Pamela, por su apoyo y compañía incondicional

Brian Jimmy Toni Bustamante

A Dios, por acompañarme en este camino de la vida

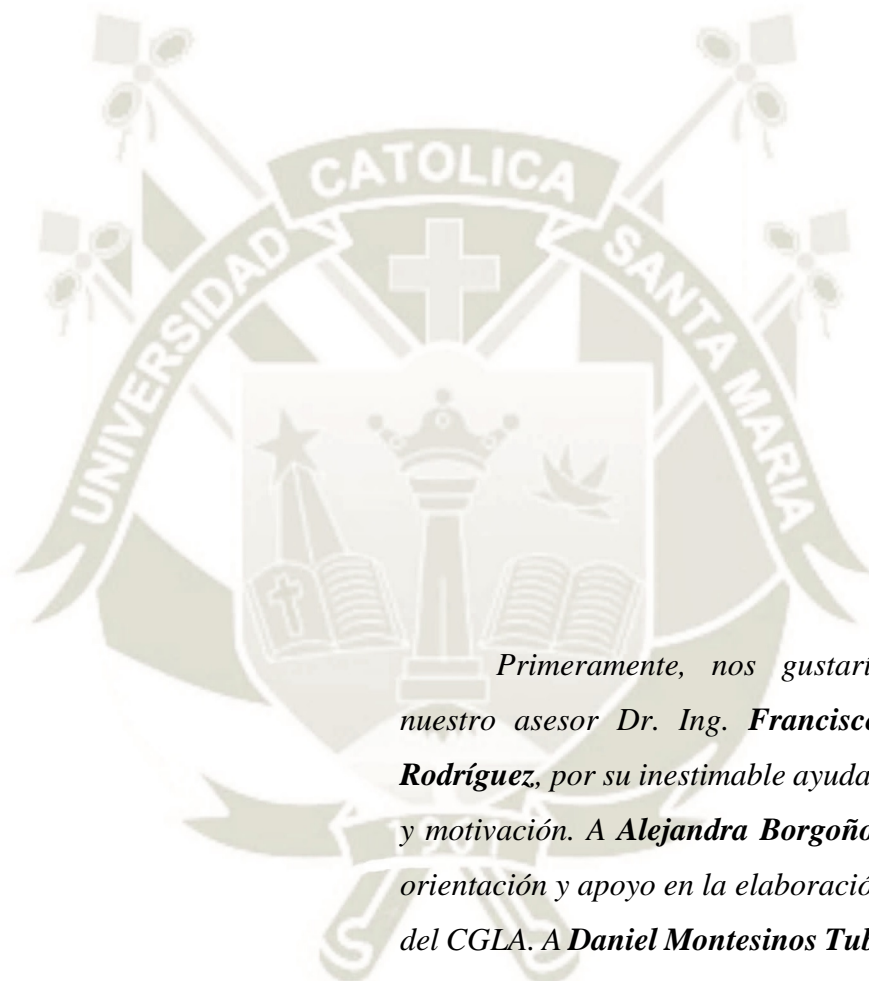
A mi madre Isabel (QEPD), y a mi padre Walter, por haber confiado en mí siempre y por mostrarme que todo se puede lograr con paciencia, dedicación y apoyo a nuestro prójimo.

A mis hermanas Fátima e Isabel, por su apoyo, y compañía incondicional

A mi primo Javier por ser como hermano y de quien aprendí mucho a temprana edad

Erik Miguel Alvarez Tejada

AGRADECIMIENTOS



*Primeramente, nos gustaría agradecer a nuestro asesor Dr. Ing. **Francisco Javier Roque Rodríguez**, por su inestimable ayuda, sabios consejos y motivación. A **Alejandra Borgoño Lozada**, por su orientación y apoyo en la elaboración del modelo 3D del CGLA. A **Daniel Montesinos Tubée**, por su apoyo en el diagnóstico de diversidad vegetal existente en el CGLA. A **Roberto Arivilca Espinoza** por su orientación en el estudio del potencial energético del CGLA. A **Lienzo 3D** con quienes realizamos la edición del vídeo de presentación final en software de visualización arquitectónica.*

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE DE CONTENIDOS	v
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE TABLAS	xi
INDICE DE ANEXOS	xii
LISTA DE ABREVIATURAS	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCION	xvii
1. CAPITULO PRIMERO: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.3. OBJETIVOS.....	2
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	2
2. CAPITULO SEGUNDO: FUNDAMENTO TEÓRICO	3
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN (Estado del Arte).....	3
2.1.1. Cementerio de Les Corts, primer equipamiento autosuficiente de la ciudad de Barcelona.....	3
2.1.2. Proyecto eficiencia energética en el Cementerio de Montjuïc.....	3
2.1.3. Potencial de cementerios como áreas de conservación de árboles urbanos en la metrópoli de Ibadan	4
2.1.4. Bio-conversión de residuos florales, compostaje usando hojas secas como agente de carga.....	5

2.1.5. El parque ecológico como un tipo emergente para una ciudad sostenible, una necesidad.	5
2.1.6. El rol de cementerios como espacios urbanos verdes, Introducción a una característica especial.	6
2.1.7. Dispositivos de energía renovable en parque ecológico, Veracruz, México.....	7
2.1.8. Sistema inteligente de monitoreo de basura para la gestión de residuos	7
2.1.9. Simulación de instalaciones fotovoltaicas con PV Syst.....	8
2.1.10. Desarrollo Sustentable, origen, evolución y su implementación para el cuidado del planeta.....	8
2.1.11. Herramientas de planeamiento urbano para incrementar la resiliencia de ciudades.	9
2.1.12. Recuperación y rehabilitación de espacios verdes para una valoración y preservación del patrimonio natural y cultural de una ciudad.	9
2.1.13. Daño ambiental y amenaza a la salud pública causado por los cementerios: una propuesta de ideal. Cementerios para la creciente expansión urbana.	10
2.1.14. Utilización de los desechos florales de templos para la extracción de productos valiosos: un enfoque de circuito cerrado hacia la sostenibilidad ambiental y la gestión de desechos.....	11
2.2. MARCO TEÓRICO	12
2.2.1. HISTORIA SUCINTA DEL CEMENTERIO GENERAL DE LA APACHETA..	12
2.2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO.....	13
2.2.3. LA SOCIEDAD DE BENEFICENCIA PÚBLICA DE AREQUIPA	16
2.2.4. NORMATIVIDAD Y REGLAMENTACIÓN RELACIONADA	18
2.2.5. ENERGÍA RENOVABLE, ENERGÍA SOLAR EN AREQUIPA	19
2.2.6. MANEJO Y MANTENIMIENTO DE UN CEMENTERIO	24
2.3. MARCO CONCEPTUAL	32
2.1.1. SISTEMA, SISTEMA AMBIENTAL Y UN CEMENTERIO COMO SISTEMA AMBIENTAL.....	32
2.1.2. EL CEMENTERIO COMO SISTEMA AMBIENTAL DISFUNCIONAL	33
2.1.3. EL BIOCENETRISMO Y SU SIGNIFICADO EN UN CEMENTERIO.....	34
2.1.4. EDUCACIÓN AMBIENTAL Y ECOTURISMO EN CEMENTERIOS.....	35

2.1.5. DEFINICIÓN DE ECOPARQUE Y DISEÑO VERDE APLICADO A CEMENTERIOS	37
3. CAPITULO TERCERO: METODOLOGIA.....	38
3.1. ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL DEL CGLA	38
3.1.1. DIAGNÓSTICO GENERAL DE ÁREAS VERDES	42
3.1.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS	43
3.1.3. DIAGNÓSTICO DE ESTRUCTURAS Y OTRAS CARACTERÍSTICAS	44
3.1.4. DIAGNÓSTICO DE RECURSO HÍDRICO EN EL CGLA.....	45
3.3. PRE DISEÑO DEL PARQUE FOTOVOLTAICO	45
4. CAPÍTULO CUARTO: RESULTADOS Y DISCUSION.....	46
4.1. DIAGNÓSTICO DE LÍNEA BASE AMBIENTAL.....	46
4.1.1 ÁREAS VERDES	49
4.1.2 RESIDUOS EN EL CGLA	60
4.1.3 ESTRUCTURAS Y OTRAS CARACTERÍSTICAS EN EL CGLA	67
4.1.4. RECURSO HÍDRICO EN EL CGLA	68
4.3. PROPUESTA Eco-Cem:	71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFÍA	94
ANEXOS	98

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Entrada principal del Cementerio General de la Apacheta.....	14
Figura 2 – Ubicación del CGLA (editado).....	14
Figura 3 – Organigrama de la SBPA.....	17
Figura 4 – Mapa de Radiación Global Horizontal Mundial, fuente: www.solargis.com ...	19
Figura 5 –Valores de radiación solar diaria horizontal promedio por mes para la ciudad de Arequipa, obtenidos del software RETScreen Expert.....	20
Figura 6 – Ángulos de inclinación del sol en Arequipa durante el año, según la carta solar cilíndrica de Arequipa lat 16° 24' 10" sur.....	21
Figura 7 – Sistemas de alimentación PV conectados a la red.(editado).....	21
Figura 8 – Sistema FV autónomo básico (Carta et al., 2009)	22
Figura 9 – Diagrama de flujo de un sistema de Bombeo Solar.....	22
Figura 10 – Evapotranspiración referencial mensual promedio de la estación “La Pampilla - Arequipa”.....	31
Figura 11 – Las 5 esferas ambientales	33
Figura 12 – Plano oficial (impreso) de sectorización del Cementerio General de la Apacheta.....	39
Figura 13 – Base en 2 dimensiones del Cementerio General de la Apacheta.....	40
Figura 14 – Modelado de Tumbas (altas y bajas)	40
Figura 15 – Modelado de Nichos	41
Figura 16 – Diferenciación Pavimento y áreas verdes.....	41
Figura 17 – Imagen Satelital del CGLA, proporcionada por el software SasPlanet.....	43
Figura 18 – Capa base de áreas verdes.....	43
Figura 19 – Mapa de Ubicación del CGLA.	46
Figura 20 – Plano digitalizado dividido en capas base con sectorización por Letras, según el plano oficial de sectorización del propio cementerio.	47
Figura 21 – Plano del CGLA elaborado en 2 dimensiones, con coordenadas UTM	48
Figura 22 – Vista Panorámica del CGLA	49
Figura 23 – Vista 3D de los pabellones “Estrella”.....	49
Figura 24 – Espacios destinados para áreas verdes en zonas uniformes en metros cuadrados.....	50

Figura 25 – Fotos de diagnóstico de áreas verdes	51
Figura 26 – Especies comunes de flores de venta en los exteriores del CGLA.....	58
Figura 27 – Distribución de recipientes de basura en diferentes sectores de pabellones del CGLA.	60
Figura 28 – Fotos de diagnóstico de Recipientes para depósito de basura	61
Figura 29 – Conjunto de pabellones denominado “cruz”, con el respectivo número de nichos por unidad de pabellón.....	62
Figura 30 – Gramos de masa vegetal total vs Porcentaje de nichos con ramos florales en el conjunto de pabellones denominado “Cruz”	63
Figura 31 – Pabellón de tipo rectangular, con el respectivo número de nichos por cara....	63
Figura 32 – Gramos de masa vegetal total vs Porcentaje de nichos con ramos en el pabellón de tipo de rectangular.	65
Figura 33 – Fotos de diagnóstico de residuos.	66
Figura 34 – Fotos de diagnóstico de espacios libres.	68
Figura 35 – Fotos de diagnóstico de espacios sistema de abastecimiento y distribución de recurso hídrico	69
Figura 36 – Ubicación de las bombas de agua subterránea.....	70
Figura 37 – A. Entrada principal del CGLA, B. Vista panorámica del parque fotovoltaico en pabellones delanteros.....	71
Figura 38 – A. Paneles solares propuestos sobre techos de los pabellones, B. Área de tratamiento de residuos florales y Sala de Control SCADA, C. Vista aérea del CGLA iluminado por la noche, D. Riego de áreas verdes por bombeo solar ..	72
Figura 39 – Sistema Eco-Cem.....	73
Figura 40 – Reactor de tambor giratorio a base de energía solar fotovoltaica,.....	76
Figura 41 – Pabellón de tipo rectangular en posición horizontal con respecto al Norte, con medidas exactas en metros.	77
Figura 42 – Pabellón de tipo rectangular en posición vertical con respecto al Norte, con medidas exactas en metros.	78
Figura 43 – Parte del conjunto de Pabellones de tipo “Cruz” (1), con medidas exactas en metros.	79
Figura 44 – Pabellón parte del conjunto de pabellones tipo “Cruz” (2), con medidas exactas en metros.	79

Figura 45 – Pabellón parte del conjunto de pabellones denominados “Estrella”, con medidas exactas en metros.80



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Datos meteorológicos de la estación automática “LA PAMPILLA”, de 2018.	15
Tabla 2 – Valores de Coeficientes de Microclima por Tipo de Vegetación.	28
Tabla 3 – Valores de Coeficiente de Densidad por Tipo de Vegetación	29
Tabla 4 – Formato de cabecera de tabla para el levantamiento de especies vegetales dentro del CGLA.	42
Tabla 5 – Registro de Especies Forestales	53
Tabla 6 – Registro de especies ornamentales	54
Tabla 7 – Registro de especies cubre suelos.	56
Tabla 8 – Registro de especies en venta.	57
Tabla 9 – Registro de especies invasoras.	59
Tabla 10 – Cálculos para la estimación de gramos de masa floral del pabellón denominado “Cruz”.	62
Tabla 11 – Cálculos para la estimación de gramos de masa floral de pabellón tipo rectangular.	64
Tabla 12 – PRESUPUESTO 01, 01 Sistema conectado a red de 20 kW.	83
Tabla 13 – PRESUPUESTO 02, 01 Sistema conectado a red de 20 kW.	84
Tabla 14 – PRESUPUESTO 03, 01 Sistema conectado a red de 20 kW.	84
Tabla 15 – PRESUPUESTO 04, 01 Sistema conectado a red de 20 kW.	85
Tabla 16 – PRESUPUESTO 05, 01 Sistema conectado a red de 15 kW.	86
Tabla 17 – PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO	86
Tabla 18 – Resumen total de kilowatts que se generarían de un estimado de 20 200 metros cuadrados de área total en superficies planas de techo.	87
Tabla 19 – Resumen total de energía generada en un año por un supuesto parque fotovoltaico instalado en el CGLA, completando la mayor parte de espacios libres.	87

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 – Caso: Cementerio de Les Corts, Barcelona, España	98
Anexo 2 – Caso “Cementerio de Montjuïc”, Barcelona, España.....	99
Anexo 3 – Mapa de centralidades de Arequipa Metropolitana.	100
Anexo 4 – Informe de ensayos de laboratorio de la muestra de residuo floral – parte I.	101
Anexo 5 – Informe de ensayos de laboratorio de la muestra de residuo floral – parte II	102
Anexo 6 – Formulario de solicitud presentado a la Autoridad Nacional del Agua (sin devolución).....	103
Anexo 7– Información de fuentes de agua subterránea con derecho de uso de agua en J.L.B y R.....	104
Anexo 8 – Tabla de Coeficientes de Especie (Ke) para especies de vegetación del CGLA.	104
Anexo 9 – Carta Solar Estereográfica de Arequipa	108
Anexo 10 – Imágenes satelitales históricas.....	109
Anexo 11 – Movimiento del Sol en la ciudad de Arequipa	110
Anexo 12 – Mapa de Agua subterránea ubicando al CGLA.....	111
Anexo 13 – Fotos Adicionales	112

LISTA DE ABREVIATURAS

- Ah:** Amperio-Hora
- AM:** Ante Meridiem – Antes del Mediodía
- CAD:** Computer Aided-Design – Diseño Asistido por Computadora
- CGLA:** Cementerio General de La Apacheta
- COES:** Comité de Operación Económica del Sistema
- DC/AC:** Direct Current / Alternate Current (Corriente Continua / Corriente Alterna)
- DRAE:** Diccionario de la Real Academia Española
- Eco-Cem:** Ecoparque-Cementerio
- ESRI:** Environmental Systems Research Institute
- ET:** Evapotranspiración
- ETr o ETo:** Evapotranspiración de referencia de la zona
- FV:** Fotovoltaico
- HSP:** Hora Solar Pico
- IGN:** Instituto Geográfico Nacional
- INEI:** Instituto Nacional de Estadística e Informática
- ISO:** International Standard Organization
- MINAM:** Ministerio del Ambiente
- MPA:** Municipalidad Provincial de Arequipa
- NTP:** Norma Técnica Peruana
- OMS:** Organización Mundial de la Salud
- OSINERGMIN:** Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
- PAHC:** Patrimonio Arquitectónico Histórico Cultural
- PM:** Post Meridiem – Después del Mediodía

RER: Recursos Energéticos Renovables

SBPA: Sociedad de Beneficencia Pública de Arequipa

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

SERVILAB: Laboratorio de Investigación y Servicios de la UNSA

SIMGR: Sistema Inteligente de Monitoreo para la Gestión de Residuos

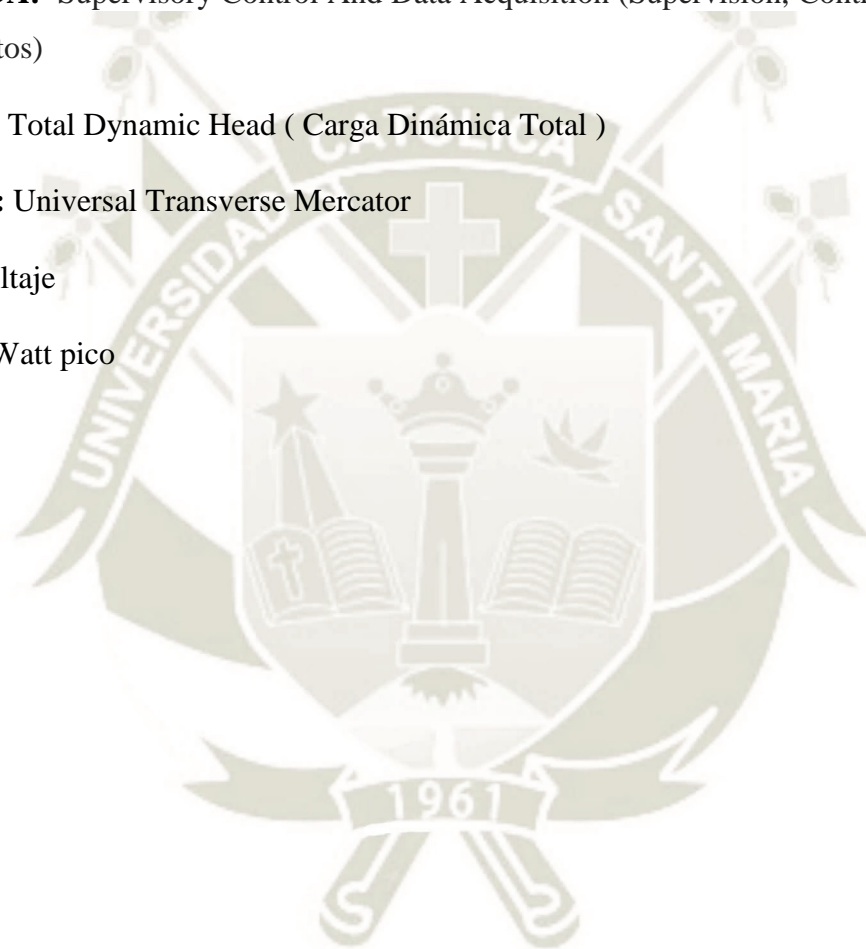
SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos)

TDH: Total Dynamic Head (Carga Dinámica Total)

UTM: Universal Transverse Mercator

V: Voltaje

WP: Watt pico



RESUMEN

La presente tesis es una propuesta Eco-Cem (Ecoparque-Cementerio) ante la situación ambiental actual que vive el Cementerio General de la Apacheta (Arequipa, Perú), el cual opera hace más de 180 años y que actualmente se encuentra situado en zona urbana, cercana al centro de la ciudad, dicho trabajo se dividió en 3 partes: A través de un diagnóstico de línea base ambiental (distribución y estado áreas verdes, sistema de abastecimiento, distribución y uso de recurso hídrico, sistema de distribución, recolección y destino final de residuos, espacios sin uso aparente) se conocieron las deficiencias y defectos presentes en el CGLA, luego hicimos un pre diseño del parque fotovoltaico en el CGLA, y finalmente se expone la propuesta Eco-Cem que utiliza energía renovable de tipo solar proveyendo energía a 5 sistemas básicamente (sistema de tratamiento de residuos florales, sistema alumbrado interno, sistema de bombeo solar, sistema de control para manejo de residuos y sistema de control de SCADA para el propio parque fotovoltaico que trabajaría con sistemas conectados a red y sistemas autónomos, utilizando unidades de 64 paneles policristalinos de 330W c/u , con lo que se lograría la rehabilitación sustentable del CGLA a mediano o largo plazo, y que lo podría convertir en un ejemplo en manejo ambiental sustentable para otros cementerios de similares características y para la ciudad de Arequipa.

Palabras Clave:

Ecoparque-Cementerio, diagnóstico ambiental, Cementerio General de la Apacheta, energía renovable, rehabilitación sustentable.

ABSTRACT

This thesis is an Eco-Cem proposal (Ecoparque-Cementerio) in view of the current environmental situation of the General Cemetery of Apacheta (Arequipa, Peru), which has been operating for more than 180 years and which is currently located in an urban area. , near the center of the city, this work was divided into 3 parts: Through a diagnosis of environmental baseline (distribution and state green areas, supply system, distribution and use of water resources, distribution system, collection and destination end of waste, spaces without apparent use) the deficiencies and defects present in the CGLA were known, then we made a pre-design of a photovoltaic park in CGLA, and finally the proposal is exposed Eco-Cem that uses renewable energy of solar type providing energy to 5 systems basically (floral waste treatment system, internal lighting system, solar pumping system, waste management control system and SCADA control system for the photovoltaic park itself that would work with systems connected to the grid and autonomous systems, using units of 64 polycrystalline panels of 330W each, which would achieve the sustainable rehabilitation of the CGLA in the medium or long term, and that could turn it into an example in self-sustainable environmental management for other cemeteries of similar characteristics and for the city of Arequipa .

Key Words:

Ecopark - cementery, environmental diagnosis, General Cemetery of the Apacheta, renewable energy, sustainable rehabilitation.

INTRODUCCION

La rehabilitación dentro del campo ingenieril-arquitectónico se enfoca en el patrimonio monumental, los edificios históricos, y otros espacios construidos que han estado en uso durante buen tiempo y que deben de adaptarse a las demandas del presente, aborda temas como diagnóstico, diseño, eficiencia energética, tecnologías de rehabilitación, restauración de espacios públicos y análisis de estudios de casos (Delgado, 2016).

El cementerio General de la Apacheta, un conjunto necro arquitectónico en el que descansan los restos humanos de personajes ilustres (presidentes del Perú, historiadores, poetas, músicos, educadores, etc.), que lleva más de 180 años de funcionamiento y que actualmente forma parte del patrimonio histórico de la localidad (Fuentes, 2016), merece atención de carácter ambiental por varios motivos descritos en este trabajo.

Se inició con un diagnóstico de línea base ambiental, seguido de un análisis de diagnóstico para declarar su estado y finalmente se planteó un sistema Eco-Cem (Ecoparque-Cementerio) aplicando diseño verde, que tiene como fuente energética un parque fotovoltaico, para así hacer de este sistema un ejemplo de sustentabilidad en la ciudad de Arequipa, maximizando los efectos ambientales para el propio cementerio como para su entorno.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

Los cementerios son lugares constantemente visitados por la gente, normalmente son considerados como potenciales contaminantes del medio ambiente por su naturaleza ya que albergan cuerpos de personas fallecidas (Uslu et al, 2009), el CGLA ha practicado distintos tipos de entierro: en tumba pabellón, en tumba en mausoleo grupal, en tumba en mausoleo individual, en tumba simple común, etc. (Fuentes, 2016), de esto derivan temas ambientales de interés, por ejemplo el de la generación de residuos (sobre todo florales), el uso de recurso hídrico para el riego de jardines y mantenimiento en general, el uso del recurso energético, etc. Resaltamos lo mencionado anteriormente ya que el CGLA abarca aproximadamente 13,3 hectáreas (Fuentes, 2016) y por información conseguida gracias a las propias visitas realizadas. Con más de 180 años de funcionamiento, ubicado en el distrito de José Luis Bustamante y Rivero de la ciudad de Arequipa (Perú), administrado directamente por la SBPA, actualmente es una centralidad urbana (Zeballos, 2016), El contorno perimétrico del CGLA está conformado por zona urbana de densidad media tipo 2 y zona de comercio zonal, el cementerio está catalogado como zona de uso especial (PDM, 2016), por lo que su relación con el medio que lo rodea tiene mucha relevancia en el tiempo actual, cuenta con 6,37 años de vida útil (Lazo & Perochena, 2018), y por tales motivo atrae también bastante la atención de carácter ambiental.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Por lo tanto, este campo santo de grandes dimensiones requiere de un diagnóstico ambiental actual y de alternativas de solución a los problemas ambientales que ya son perceptibles, para que pueda mantener sincronía con el desarrollo local urbano, y potenciar su conservación dado su carácter de patrimonio histórico local.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar una propuesta ECOPARQUE-CEMENTERIO (Eco-Cem) para la rehabilitación sustentable del Cementerio General de la Apacheta utilizando técnicas emergentes de diseño verde.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar una línea base ambiental del Cementerio General de la Apacheta.
- Diseñar la base de un parque fotovoltaico energéticamente sustentable para el Cementerio General de la Apacheta.
- Establecer las propuestas sustentables para el Eco-Cem.

1.4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- No se contó con información proveniente directamente de la administración de la SBPA. El trabajo se limitó a la información obtenida gracias a diversas fuentes bibliográficas, como con información obtenida in-situ.
- Se enfatiza en que no se hizo un diagnóstico sobre posible contaminación de agua y/o suelo subterráneo en el campo santo de la Apacheta así como un diagnóstico de calidad de aire sobre el CGLA, ya que requería de permisos institucionales. El diagnóstico ambiental actual se limitó a contar con una línea base de vegetación actual, sistema de distribución, recolección y generación de residuos, sistema de abastecimiento, distribución y uso de recurso hídrico, manejo de áreas verdes y de otras características.

CAPITULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN (Estado del Arte)

2.1.1. Cementerio de Les Corts, primer equipamiento autosuficiente de la ciudad de Barcelona

Con el objetivo de reducir el consumo de energía procedente de la red nacional y con la idea de establecer un sistema sustentable energéticamente, el cementerio de Les Corts ha sido dotado de una instalación fotovoltaica y térmica, para suministro eléctrico y para producción de agua caliente sanitaria respectivamente, con lo que se renovó el sistema de climatización e iluminación, consiguiendo la reducción del consumo energético global en un 30%, y evitando la emisión de 33,5 toneladas de CO₂/ año a la atmósfera. Las obras se hicieron con una inversión de 310 000 euros. La instalación fotovoltaica del cementerio de Les Corts proporciona el 90% de la demanda de electricidad del recinto funerario y funciona durante la mayor parte del tiempo de manera autónoma de la red eléctrica, Se han colocado hasta 217 módulos fotovoltaicos sobre ocho de las cubiertas de los bloques de nichos y de la del edificio de Brigadas. El parque fotovoltaico produce unos 74.500KWH/año y cubre el consumo eléctrico previsto: unos 69.000 KWH/año (CB. Cementiris de Barcelona, 2016).

2.1.2. Proyecto eficiencia energética en el Cementerio de Montjuïc.

En el cementerio de Montjuïc se instaló un sistema ingenieril para el aprovechamiento del calor residual obtenido en el proceso de cremación de los hornos, para producir la energía térmica necesaria para cubrir completamente la demanda de climatización (calefacción y refrigeración) y agua caliente sanitaria. El proyecto también incluye una intervención que consiste en la renovación de los sistemas de iluminación actuales por otros de última generación y alta eficiencia. Estas actuaciones permitirán reducir el consumo energético, evitando la emisión a la atmósfera de 76 toneladas de CO₂ al año. Las obras han supuesto una inversión de 380.000 euros. El sistema de

aprovechamiento de la energía residual proporciona el 100% de la demanda térmica del crematorio. Se ha diseñado un sistema que, mediante intercambiadores de calor y circuitos hidráulicos, captan esta energía y la transfieren hasta el acumulador central donde el agua se acumula a una temperatura de entre 80 y 85°C.

En el marco de su política de compromiso con el medio ambiente, Cementiris de Barcelona incorporó en 2010 dos filtros de dioxinas de la firma Facultatieve Technologies en el Crematorio de Montjuïc que consta de 4 hornos. La colocación de los nuevos filtros permitió reducir al mínimo la emisión de polvo, gases contaminantes y metales pesados, cumpliendo con los requerimientos más estrictos de la normativa europea. Esta disminución es posible gracias al control automatizado de todo el proceso de combustión y de inyección que consigue optimizar el sistema de filtraje. Así, la emisión de partículas al medio ambiente pasa de 50 mg/nm³ a 10 mg/nm³ (CB. Cementiris de Barcelona, 2016).

2.1.3. Potencial de cementerios como áreas de conservación de árboles urbanos en la metrópoli de Ibadan

Un cementerio, debido a su presunta santidad, está menos perturbado por otras actividades de uso de la tierra que en las áreas urbanas y, por lo tanto, sirve en muchos casos como el último remanente de vegetación y conservación de árboles en muchas ciudades grandes. En la metrópoli de Ibadan, se llevó a cabo un estudio para determinar los potenciales de los cementerios como áreas de conservación de árboles urbanos. Se tomaron muestras de ocho cementerios dentro de la metrópolis y se determinó la diversidad, densidad y población de las especies de árboles. También se determinaron sus áreas de tierra, y se clasificaron los árboles según su origen y usos. El tamaño de los cementerios varió entre 0.03 y 0.48 km². Hubo 48 especies de árboles de 22 familias diferentes representadas en los ocho cementerios, con 28 de estas especies nativas del ecosistema del bosque lluvioso de tierras bajas. La familia Fabaceae tuvo la mayor representación de especies. Los cementerios bajo administración gubernamental e institucional tenían una representación de árboles más grande que los privados y religiosos, con el mayor número de

árboles (399) que se encuentran en el cementerio de Ibadan Sudeste, Orita-Aperin, que tenía una densidad de árboles de 0.014 m⁻². El cementerio de la Universidad de Ibadan registró la diversidad de especies más alta (28) con una densidad de árboles de 0.03 m⁻². La zygia de Albizia tuvo el mayor número de usos identificados (15), mientras que la sombra y el refugio fueron los atributos más comunes de los árboles en los cementerios. Podrían ayudar a preservar la diversidad genética de los árboles y servir de refugio botánico para muchas especies amenazadas. Por lo tanto, la gestión de los cementerios de las ciudades modernas requiere información sobre la función de conservación que tales instalaciones podrían desempeñar en las zonas urbanas (Ajewole, 2015).

2.1.4. Bio-conversión de residuos florales, compostaje usando hojas secas como agente de carga

En la actualidad, en la India, el manejo de residuos sólidos se ha convertido en un desafío importante para las autoridades municipales. El compostaje de residuos orgánicos, puede ser una de las soluciones para abordar el problema del manejo de residuos sólidos. El presente estudio se centra en pilas agitadas de compostaje de residuos de flores (FW). Se prepararon cinco combinaciones de FW con hojas secas (DL) y estiércol de vaca (CD) para realizar el estudio. Se observaron cambios significativos debido a la adición de agente de carga. El material de carga ayuda a reducir la producción de lixiviado y también a mantener la condición aeróbica dentro de las pilas. La proporción adecuada de la mezcla de residuos desempeñó un papel importante al proporcionar condiciones favorables para la transformación microbiana de los residuos de flores en compost estabilizado. Finalmente, se encontró que FW con la combinación de CD y DL tuvo mayor éxito durante el compostaje de pila (Sharma & Yadav, 2017).

2.1.5. El parque ecológico como un tipo emergente para una ciudad sostenible, una necesidad.

Los parques grandes son sistemas complejos, y como tal, los parques con un área de más de 200 hectáreas dentro de las regiones metropolitanas contemporáneas requieren una consideración y un estudio especial. En

particular, los grandes parques plantean desafíos específicos para la sostenibilidad a largo plazo en términos de diseño, planificación, gestión y mantenimiento, principalmente debido a su biodiversidad real y potencial, junto con la complejidad inherente a su ecología y programa. De hecho, la "amplitud" es un criterio singularmente importante que exige un enfoque diferente para el diseño, la planificación, la gestión y el mantenimiento, que proporciona explícitamente la capacidad de resiliencia frente a la adaptación al cambio a largo plazo y, por lo tanto, a los cambios ecológicos, culturales y económicos (Kesarwani, 2017).

2.1.6. El rol de cementerios como espacios urbanos verdes, Introducción a una característica especial.

La base de esta característica especial es la noción de que las ciudades y las áreas están en constante transformación en términos de demografía, valor de atracción, necesidad de espacios públicos fácilmente disponibles, etc. Esta transformación también puede afectar a los cementerios urbanos. Si bien el objetivo principal de los cementerios es satisfacer la necesidad de espacio de entierro, los cementerios urbanos verdes abarcan una variedad de cualidades y funciones relacionadas con la historia cultural, la biodiversidad y los usos y preferencias de la gente. Con nuevas ideas para que las ciudades compactas ganen terreno, los parques y los cinturones verdes se están perdiendo o reduciendo de tamaño. También hay ejemplos históricos de cementerios fuera de uso que se han redefinido como parques públicos, y es posible que dichos cambios se aceleren. A medida que las áreas urbanas experimentan una densificación, todas las áreas urbanas verdes, incluidos los cementerios, pueden volverse (aún más) atractivas como espacios de acceso público destinados a una variedad de funciones. La escasez de espacios verdes urbanos y la introducción de nuevas formas de uso del espacio público pueden influir en cómo se utilizan y valoran los cementerios urbanos como parte de la infraestructura verde urbana en el futuro (Nordh & Swensen, 2018).

2.1.7. Dispositivos de energía renovable en parque ecológico, Veracruz, México.

El objetivo de este trabajo, es que el parque ecológico se convierta en un lugar en el que su operación y mantenimiento se realice en función del uso de energías renovables. Los estudios climatológicos demuestran la viabilidad en la implementación de la energía solar y eólica dentro del parque (irradiación solar global de 17,3 MJ / m² día y 4 m / s de velocidad del viento) por ese motivo, está destinado a llevar a cabo la instalación de sistemas fototérmicos, fotovoltaicos. y equipos de turbinas eólicas para satisfacer las demandas de energía en todas las áreas del parque; Se instalará algún otro equipo con fines demostrativos y educativos. Nuestro trabajo se realizó bajo la incertidumbre de no conocer los requisitos de energía de las instalaciones del parque. Fue hasta agosto de 2012, con la ayuda del diseño arquitectónico, que fue posible realizar las estimaciones para conocer el tamaño de los dispositivos requeridos. Se generarán un total de 180 kW de potencia a partir de sistemas fotovoltaicos y de turbinas eólicas (Ruiz et al, 2014).

2.1.8. Sistema inteligente de monitoreo de basura para la gestión de residuos

Las pilas de basura son uno de los principales problemas que enfrentan la mayoría de las personas en Malasia, especialmente las que viven en apartamentos, ya que la cantidad de contenedores es limitada y compartida entre todos los residentes. Puede causar contaminación, lo que puede provocar problemas sanitarios y enfermedades. Este proyecto presenta el desarrollo de un sistema inteligente de monitoreo de basura para medir el nivel de desechos en el contenedor de basura en tiempo real y alertar al municipio, en casos particulares, a través de SMS. El sistema propuesto está compuesto por el sensor ultrasónico para medir el nivel de desperdicio, el módulo GSM para enviar el SMS y un sistema Arduino que controla la operación del sistema. Se supone generar y enviar los mensajes de advertencia al municipio a través de SMS cuando la papelera está llena o casi llena, por lo que la basura se puede recolectar de inmediato (Yusof & Jídin, 2017).

2.1.9. Simulación de instalaciones fotovoltaicas con PV Syst

Existen multitud de aplicaciones informáticas auxiliares para el dimensionado de instalaciones fotovoltaicas. Este proyecto pretende analizar el proceso de diseño con de este tipo de software mediante la resolución de ejercicios prácticos. Este documento se centra en el uso del programa PVsyst ya que representa un buen ejemplo de este tipo de software, al reunir a la vez las características de universalidad y potencia. Es decir, permite un amplio espectro de uso y admite la incorporación de un extenso rango de variables. Para el análisis hemos recurrido al diseño de una serie de instalaciones bastante comunes, a la vez que variadas, con explicaciones detalladas de cada paso y de los resultados obtenidos (García, 2015).

2.1.10. Desarrollo Sustentable, origen, evolución y su implementación para el cuidado del planeta.

El desarrollo sustentable es un término acuñado desde el informe de Brundtland de 1987, redactado por la ONU, por la Doctora Gro Harlem Brundtland, y que se llamó originalmente “Nuestro Futuro Común”. Los tres pilares que se relacionan en el Desarrollo Sustentable son la economía, el medio ambiente y la sociedad. La finalidad de su relación es que exista un desarrollo económico y social respetuoso con el medio ambiente. Crecimiento y desarrollo son la biología básica del planeta y sus partes, la forma en que se avanza en un área afectará a las otras. Los cálculos de crecimiento pueden prever esto y la correcta distribución traerá una mayor equidad ambiental, social y económica. La sustentabilidad es un balance que debe comenzar por casa, desde nuestra relación puntual como individuos con el medio global. En su origen, como fue definido en el informe para la ONU, el Desarrollo Sustentable funciona como un concepto lógico, real, concreto y aplicable de un ideal sobre crecimiento a largo plazo. La base es no dañar el medio ambiente a nivel ecológico y no consumir los recursos de forma indiscriminada, sino desde un balance en relación a los elementos disponibles. La restricción activa sería partir de la base de que debemos hacer uso eficiente de los recursos, tanto renovables como no renovables. Para que realmente se logre implementar el desarrollo que se sostiene en el tiempo, los cambios

deben ocurrir tanto a nivel de instituciones y legislación, como en las conductas individuales (Larrouyet, 2015).

2.1.11. Herramientas de planeamiento urbano para incrementar la resiliencia de ciudades.

Arequipa es una ciudad favorecida con potencialidades importantes: un Centro Histórico patrimonio de la humanidad, un área agrícola que aún puede disfrutarse a solo pocos minutos del Centro Histórico y un crecimiento económico por encima del promedio en los últimos años. Sin embargo, comparte problemas comunes con muchas ciudades en el Perú: un ámbito urbano fragmentado que se extiende con una bajísima densidad, la depredación constante de su campiña, el enorme déficit de áreas verdes, alto desencuentro social y una población de bajos recursos que se asienta en la periferia, en condiciones precarias y expuesta a riesgos de desastre.

El presente artículo expone algunas de las estrategias tomadas en cuenta para el incremento de la resiliencia urbana, proponiendo la creación de un sistema de parques metropolitanos en la ciudad de Arequipa, que incluyen forestación con especies desérticas durante la elaboración del Plan de Desarrollo Metropolitano 2016-2025 de la ciudad, llevado a cabo en el Instituto Metropolitano de Planeamiento de la Municipalidad Provincial de Arequipa - IMPLA, buscando fomentar el desarrollo de una ciudad más humana, más preparada para asumir los posibles desastres a los que está expuesta y que permita su desarrollo ambiental, social, económico y cultural (Zeballos, 2016).

2.1.12. Recuperación y rehabilitación de espacios verdes para una valoración y preservación del patrimonio natural y cultural de una ciudad.

El Área Metropolitana del Gran Resistencia (A.M.G.R), como muchas ciudades, muestra fuerte tendencia a la expansión urbana enérgica y desequilibrada, reflejada en rápidos cambios en los usos del suelo, en una fuerte dinámica entre lo natural y lo artificial, entre lo urbano y lo rural y una indefectible pérdida de los ambientes naturales primigenios. Frente a este fenómeno, encierran gran interés -como patrimonio natural y cultural a preservar para las generaciones futuras- aquellos espacios verdes que quedan

dentro del conurbano, espacios fluvio-palustres relictuales encerrados por el área edificada, que subsisten en las interfases entre los espacios construidos y las tierras ocupadas por lagunas, terrenos bajos y ríos locales, ámbitos naturales degradados por la antropización, verdaderas herencias naturales y culturales correspondientes al difícil sitio donde se emplazó la ciudad capital. Al analizar y comparar imágenes satelitales del Área Metropolitana del Gran Resistencia (A.M.G.R.), con una década de diferencia, se corrobora el avance de la urbanización sobre estas áreas que deben ser protegidas, como la cuenca del río Negro y riacho Arazá, sistema lacunar y humedales, más si consideramos la condición de sitio Ramsar de la región que incluye al conurbano. El Parque Avalos, con una superficie de 57.361,80 m², integra este ámbito de interés y es digno de ser preservado, conforma uno de tantos espacios verdes existentes en el AMGR y es un relicto de las fisonomías vegetales del Chaco Oriental con sus zoocenosis asociadas, con un alto valor ecológico, sin dudas acompañado al ser recuperado y restaurado de una valoración científica-educativa, estética, lúdica (siempre que esta última no implique contaminación y/o degradación de la dinámica ecosistémica) (Alberto et al, 2016).

2.1.13. Daño ambiental y amenaza a la salud pública causado por los cementerios: una propuesta de ideal. Cementerios para la creciente expansión urbana.

El creciente desarrollo del suelo urbano ha llevado a una reducción en el espacio disponible para los cementerios y la yuxtaposición de áreas residenciales y de cementerio, lo que aumenta aún más el potencial contaminante de este último. El presente estudio de caso buscó evaluar los niveles de contaminación fisicoquímica y microbiológica en el Cementerio Central de Marau (RS / Brasil), y proponer el despliegue vertical de cementerios como una forma de reducir los impactos de contaminación vinculados con necroleachate. La siguiente información se recopiló de 43 cementerios rurales adicionales: número de tumbas, tumbas, capillas y pequeñas construcciones verticales con cajones, estado de conservación y limpieza y área total y perímetro del cementerio. Se entrevistó a ochenta

profesionales de planificación urbana ambientalmente sostenible de cuatro países (20 brasileños, 20 estadounidenses, 20 portugueses y 20 japoneses) sobre el "cementerio ideal". Se identificaron varios riesgos de contaminación del suelo del cementerio, en particular altas cantidades de microorganismos heterótrofos, especialmente coliformes fecales asociados con sitios de enterramiento. Para evitar riesgos de contaminación para el medio ambiente y la población, se propone la implementación de un modelo vertical de cementerio (Neckel et al, 2017).

2.1.14. Utilización de los desechos florales de templos para la extracción de productos valiosos: un enfoque de circuito cerrado hacia la sostenibilidad ambiental y la gestión de desechos

Este estudio presenta la recuperación del colorante natural de varios desechos biodegradables del templo y del hogar. La materia prima para la extracción de color consistió en flores residuales y guirnaldas de varios templos, así como cáscaras de cebolla y verduras de mercados de hortalizas, albergues universitarios y hogares, que se lavaron, secaron, trituraron y tamizaron. Los colores naturales extraídos se produjeron mediante ultrasonidos y se secaron en el secador por pulverización, caracterizándose por espectrofotómetros FT-IR y UV-Vis. Se utilizaron para teñir varios tejidos, como algodón, seda y lana, por no mencionar diferentes mordientes. Se descubrió que el residuo restante, que quedaba después de la extracción del tinte, era rico en nutrientes, por lo tanto, podría usarse más como material de recurso, en sí mismo. Como resultado, exploramos estos residuos residuales para la producción de vermicompostaje y biochar, que se pueden emplear como fertilizante orgánico para la agricultura. En general, el enfoque actual de gestión de residuos conducirá a una gestión ambiental de ciclo cerrado a través de la reducción de residuos y la reutilización. También proporcionará materiales de valor agregado para los beneficios económicos de los residuos. Por lo tanto, se puede promover como un mecanismo potencial para mantener la sostenibilidad ambiental en escalas más amplias (Singh et al, 2017).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. HISTORIA SUCINTA DEL CEMENTERIO GENERAL DE LA APACHETA

Según Fuentes (2016) La historia del Cementerio General de la Apacheta se divide en 3 períodos determinados por hechos que marcan su historia.

PRIMER PERÍODO (1833 – 1874)

Un 17 de Setiembre de 1833 es cuando por disposición del libertador Simón Bolívar, se inaugura el Cementerio General de la Apacheta, y para dar mayor solemnidad a la ceremonia de inauguración se trajeron los restos de Mariano Melgar, y se iniciaron los trámites para que pudiera recibir los cadáveres de cualquier parte de la población arequipeña. En este período es administrado por la Municipalidad Provincial de Arequipa (MPA). Uno de los motivos que impulsó a la aparición de este cementerio fue que se supo que en países como España y Francia del siglo XVIII se aplicaron medidas para evitar el peligro sanitario que significaban los entierros dentro de los espacios religiosos que había sido costumbre durante varios siglos, como sucedía también en nuestra ciudad en iglesias, conventos, monasterios, tal situación llevó a la necesidad de alejar los cementerios fuera del casco urbano de las ciudades, además que dado el aumento de la población, las iglesias no se dieron abasto para los entierros, sin embargo, las soluciones que se planteaban para la ubicación de nuevos cementerios solo obedecían a la lógica de alejarlos un poco sin calcular ni prever la ampliación de zona urbana. En este primer período el Cementerio General de la Apacheta soporta el terremoto de 1868 que causó varios estragos en la ciudad trayendo consigo una primera ola de muertos hacia el campo santo. Antes de la aparición del Cementerio General de la Apacheta, existía otro cementerio general en el distrito de Miraflores, específicamente en la zona denominada la Chavela, un cementerio que actualmente no existe (Fuentes, 2016).

SEGUNDO PERÍODO (1874 – 1963)

Para este período el Cementerio General de la Apacheta pasa a ser administrado por la Beneficencia Pública de Arequipa y se creó un reglamento de Cementerio que regule dicho servicio público, para 1935 ya se hablaba de un organigrama sólido que presentaba la SBPA, para la mejora en su administración, Aumentaron con esto los servicios en el cementerio tales como: servicio de Inspectoría, el servicio de Venta de boletos de entierro, el servicio de Mayordomo, el servicio de “Conductor de Carros”. El servicio de los acólitos, etc. En este período el cementerio se expandió en área, dada la aprobación de un proyecto planteado que le permitiría albergar a más difuntos, además se construyeron nuevos pabellones y canales para las arboledas, se realiza también la avenida principal con la plantación de cipreses a sus costados. En este período el cementerio si recibe daños serios, de sismos ocurridos en los años 1922, 1958 y 1960 (Fuentes, 2016).

TERCER PERÍODO (1963 – 2015)

En este tercer período podemos hablar de que la ciudad de Arequipa entra en un proceso de modernización e inmigración, por lo que nuevos proyectos aparecen, de infraestructura como de cambios administrativos para el cementerio. La Capilla que existe actualmente fue construida en 1963, nuevos mausoleos aparecieron con su ornamentación, así como nuevos pabellones. La demanda del cementerio iba en aumento por lo que en marzo de 1994 se aprueba la ley de Cementerios y Servicios Funerarios con la cual, existía un mejor control para los servicios y nuevas disposiciones respecto a que podían ser de tipo público o privado. Y es entonces cuando aparecen cementerios privados, como Jardín de Arequipa, y Parque de la Esperanza, cementerios que junto al Cementerio General de la Apacheta son los más grandes y trascendentales en la actualidad. El CGLA soporta además un nuevo terremoto ocurrido en 2001 con lo que nuevos daños se presentaron y que son incluso visibles en la actualidad (Fuentes, 2016).

2.2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO.

El cementerio general de la Apacheta se encuentra ubicado en el departamento de Arequipa, provincia de Arequipa, en el distrito de José Luis Bustamante y

Rivero, un cementerio público, que mezcla características de cementerio de tipo vertical y horizontal (Plazola, 2001), con un área total de 13,5 ha y un perímetro de 1580.83 m (Fuentes, 2016) con emplazamientos de suelo de tipo arenoso y pedregoso, seco y con buen drenaje. (Sociedad de Beneficencia Pública de Arequipa, 2014).



Figura 1 – Entrada principal del Cementerio General de la Apacheta.

(Pareja , 2016)



Figura 2 – Ubicación del CGLA (editado)

(MINEDU, 2012)

La ciudad de Arequipa llamada también ciudad Oasis, asentada en una depresión geográfica, rodeada por la cadena de volcanes, se encuentra en una zona desértica de las más áridas del mundo, con una elevación promedio de

2329 m.s.n.m, con clima catalogado como “Clima templado de tipo continental” es decir, semidesértico con escasez de precipitaciones, y temperaturas medias de (15-18°C). La ciudad recibe alta radiación solar, fuerte luminosidad, exceso de polvo y falta de humedad, Además Arequipa se encuentra en zona sísmica por la existencia de la interacción tectónica de las placas Sudamericana y Nazca. La radiación solar que cae sobre la ciudad es muy intensa durante el día (Llanque , 2007). A continuación se muestran datos meteorológicos del año 2018, de la estación más cercana al CGLA, siendo en este caso de la estación automática “LA PAMPILLA”

Tabla 1 – Datos meteorológicos de la estación automática “LA PAMPILLA”, de 2018

AÑO	MES	TMAX °C	TMIN °C	T PRO °C	Precipitación (mm)	Dirección del Viento	Velocidad del Viento m/s
2018	Enero	23.2	11.4	17.3	12.8	SW	8
2018	Febrero	22.6	11.7	17.15	5.6	SW	8
2018	Marzo	24	11.6	17.8	6.4	SW	8
2018	Abril	23.1	10.2	16.65	0.2	SW	7
2018	Mayo	23.8	7.8	15.8	0	SW	7
2018	Junio	23.6	8.4	16	0	SW	7
2018	Julio	23.2	8	15.6	0	SW	7
2018	Agosto	24	8.2	16.1	0	SW	7
2018	Setiembre	24.1	8	16.1	0	SW	8
2018	Octubre	23.8	9.8	16.8	0	SW	8
2018	Noviembre	24	10.2	17.1	0	SW	8
2018	Diciembre	24.2	11.4	17.8	0	SW	8

La tabla 1, nos muestra los datos meteorológicos de la estación automática “LA PAMPILLA” obtenidos directamente de la página web de SENAMHI, de Enero a Diciembre del 2018. De lo que obtenemos una temperatura promedio

anual de 16.68 °C, un total de precipitación acumulada de 25mm, una dirección predominante del viento SW (SurOeste) y una velocidad de viento promedio de 7.58 m/s.

2.2.3. LA SOCIEDAD DE BENEFICENCIA PÚBLICA DE AREQUIPA

La SBPA tiene a su cargo la supervisión y administración del CGLA, ésta fue creada un 28 de Octubre de 1848, en sus inicios llevaba el nombre de Junta de Beneficencia Departamental de Arequipa, Tenía como funciones atender, en general, a la gente más necesitada de la región, por lo que se le entregó la administración de Instituciones que ya efectuaban labores sociales y benéficas en forma aislada, podemos mencionar por ejemplo: el Hospital San Juan de Dios, el Orfelinato Chaves de la Rosa (data de 1794). Escuela de Primeras Letras, El Cementerio General de la Apacheta (data de 1833), el Balneario de Jesús (data de 1802). En el segundo gobierno de Ramón Castilla (1858-1862), adquiere el nombre de Sociedad de Beneficencia Pública de Arequipa, y ésta se empieza a consolidar a lo largo del período (1900-1985). A continuación, se muestra el organigrama de la SBPA (Sociedad de Beneficencia Pública de Arequipa, 2014).

A continuación se muestra el organigrama de la SBPA.

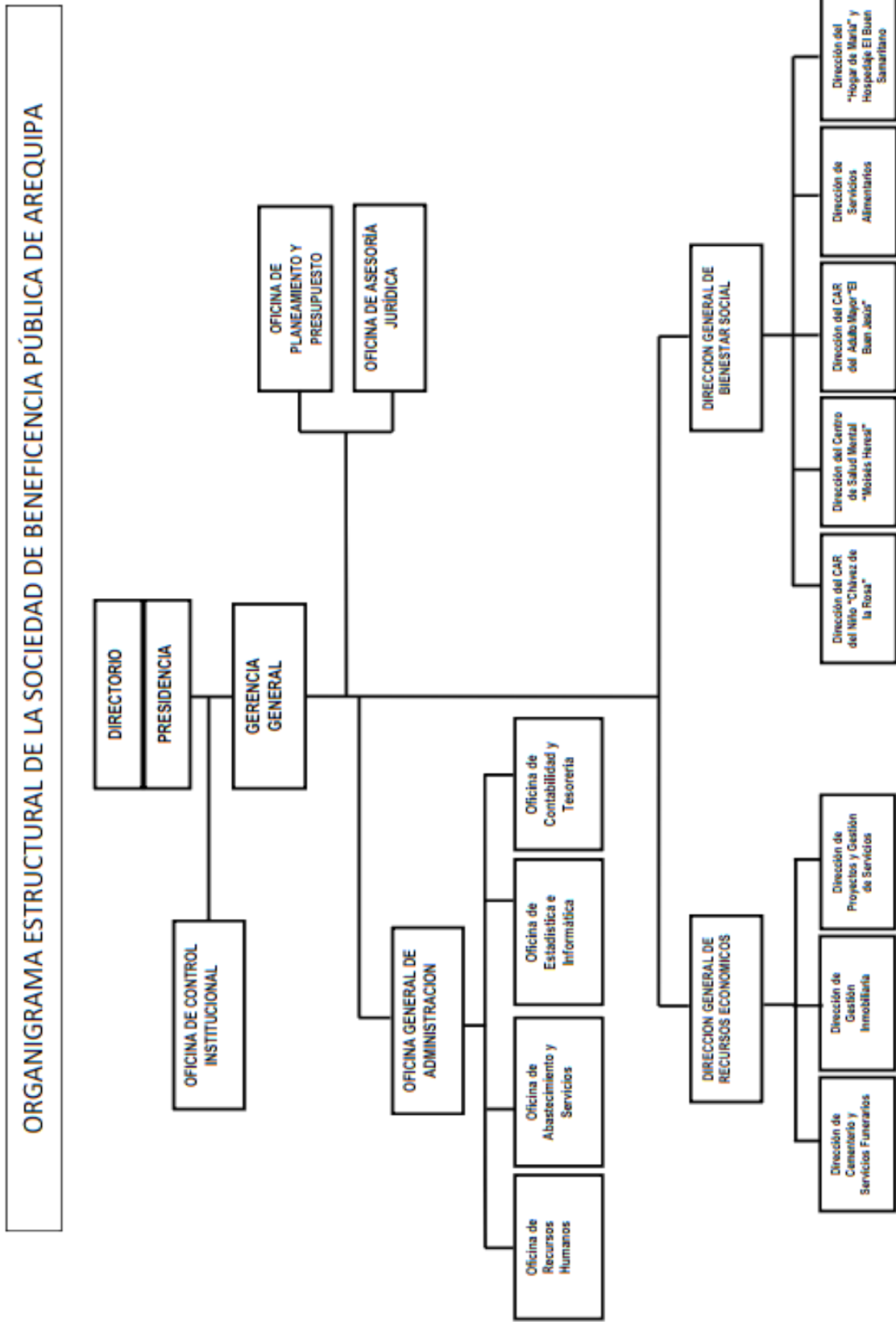


Figura 3 – Organigrama de la SBPA
(Sociedad de Beneficencia Pública de Arequipa, 2014)

2.2.4. NORMATIVIDAD Y REGLAMENTACIÓN RELACIONADA

- De acuerdo con el Decreto Supremo 009-09, referido a las medidas de ecoeficientes para el sector público y en el artículo Nro.7 inciso 4, nos habla acerca del plan de institucional que lo define como el “documento que contiene el conjunto de medidas de ecoeficiencia identificadas como viables en el diagnóstico de oportunidades, las que incluyen innovaciones tecnológicas y organizacionales para prestar un mejor servicio público. El ahorro de los recursos de forma viable basados en un costo y beneficio” (Decreto Supremo 009-2009, 2009).
- Ley de cementerios y servicios funerarios, Art. “4 Los terrenos calificados para cementerios deberán ser destinados única y exclusivamente a este objeto” (Ley 26298, 2001)
- Decreto Legislativo 1002, en el artículo Nro. 5 “La generación de electricidad a partir de RER (Recursos Energéticos Renovables) tiene prioridad para el despacho diario de carga efectuado por el Comité de Operación Económica del Sistema (COES), para lo cual se le considerará con costo variable de producción igual a cero (0). Para vender, total o parcialmente, la producción de energía eléctrica, los titulares de las instalaciones a los que resulte de aplicación el presente Decreto Legislativo deberán colocar su energía en el Mercado de Corto Plazo, al precio que resulte en dicho mercado, complementado con la prima fijada por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN)” (Decreto Legislativo 1002, 2008).
- La NORMA TÉCNICA PERUANA -NTP 900.058.2005. establece los colores a ser utilizados en los dispositivos de almacenamiento de residuos, con el fin de asegurar la identificación y segregación de los residuos.

Residuos Re-aprovechables

1.1 Residuos no Peligrosos

- Color amarillo para metales: latas de conservas, café, leche, gaseosa, cerveza. Tapas de metal, envases de alimentos y bebidas, etc.

- Color verde para vidrio: Botellas de bebidas, gaseosas, licor, cerveza, vasos, envases de alimentos, perfumes, etc.
 - Color azul para papel y cartón: Periódicos, revistas, folletos, catálogos, impresiones, fotocopias, papel, sobres, cajas de cartón, guías telefónicas, etc.
 - Color blanco para plástico: Envases de yogurt, leche, alimentos. etc. Vasos, platos y cubiertos descartables. Botellas de bebidas gaseosas, aceites comestibles, detergente, shampoo. Empaques o bolsas de fruta, verdura y huevos, entre otros.
 - Color marrón para orgánicos: Restos de la preparación de alimentos, de comida, de jardinería o similares.
- El reglamento interno del cementerio establece los lineamientos, procedimientos técnicos y otras disposiciones relacionadas con las actividades del CGLA, en concordancia de las disposiciones legales vigentes. (Sociedad de Beneficencia Pública de Arequipa, 2014)

2.2.5. ENERGÍA RENOVABLE, ENERGÍA SOLAR EN AREQUIPA

La energía renovable puede provenir de diversas fuentes como del sol, vientos, biomasa, oleaje oceánico, calor interno de la tierra, etc. (Ehrlich & Geller, 2018) . En el sur del Perú se encuentra la ciudad de Arequipa, donde en la mayor parte del año se alcanzan los más altos valores de radiación solar de todo el territorio nacional, así como en Moquegua y Tacna (SENAMHI, 2003).

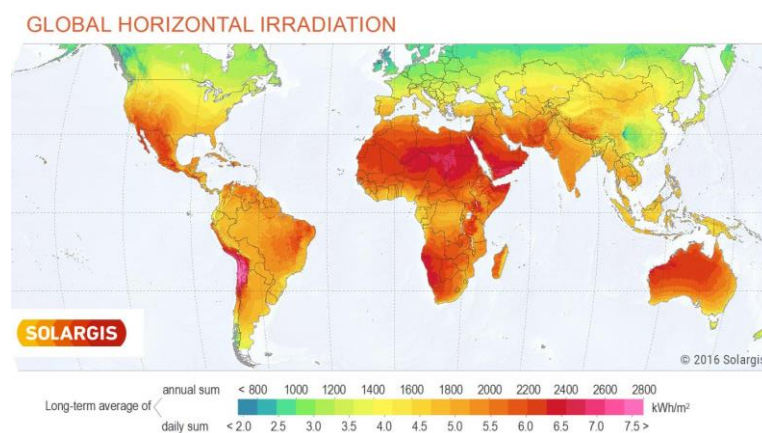


Figura 4 – Mapa de Radiación Global Horizontal Mundial, fuente:

www.solargis.com

En la figura 6 se aprecia que sobre la zona sur del Perú, en donde se encuentra la ciudad de Arequipa, los niveles de radiación global horizontal son elevados, estos están entre 2200 a 2400 kWh/m².

En la siguiente figura se muestran los valores de radiación solar diaria horizontal promedio por mes en la ciudad de Arequipa

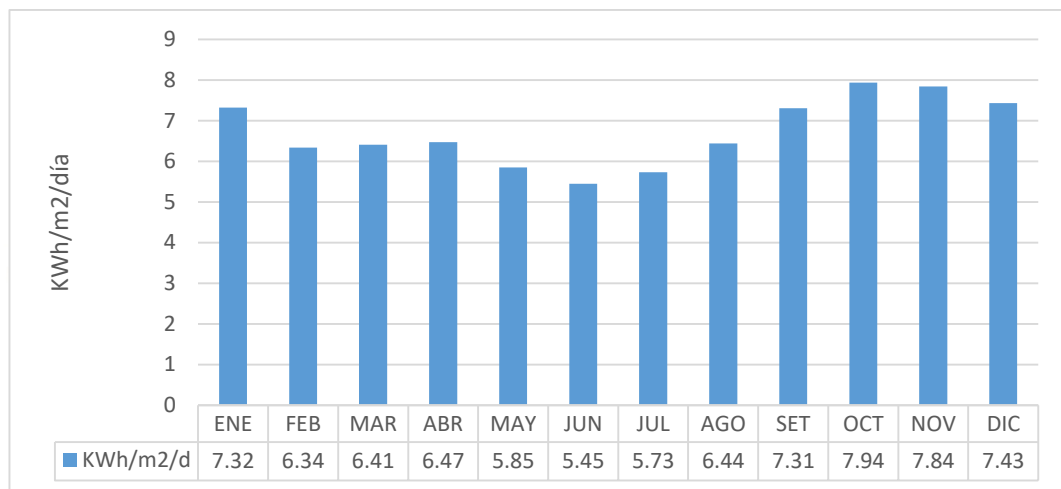
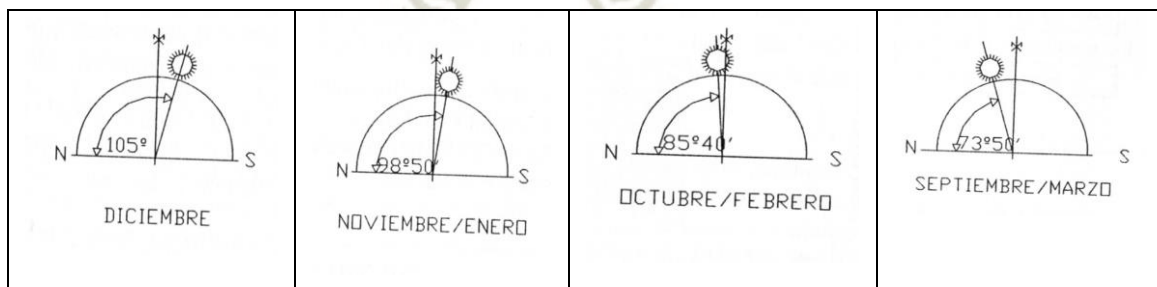


Figura 5 –Valores de radiación solar diaria horizontal promedio por mes para la ciudad de Arequipa, obtenidos del software RETScreen Expert.

Este gráfico muestra la radiación total mensual recibida en superficies planas e inclinadas en K_j/m² y es muy importante saber también el movimiento del sol en la ciudad durante el año, a continuación, se muestra la secuencia acorde el transcurso del tiempo durante el año. (extraído de la carta solar cilíndrica para Arequipa; Llanque, 2004).



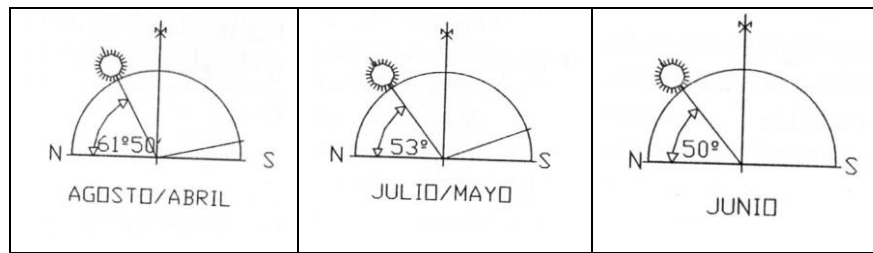


Figura 6 – Ángulos de inclinación del sol en Arequipa durante el año, según la carta solar cilíndrica de Arequipa lat $16^{\circ} 24' 10''$ sur. (Llanque, 2004), lo podemos ver también en la carta solar estereográfica Anexo 9

2.4.1.1. DISEÑO DE SISTEMAS FV Y TIPOS DE SISTEMAS FV

Para el diseño de sistemas FV, es necesario tener en cuenta que a este le antecede un prediseño, en el que se tiene en cuenta básicamente: características de la zona como también la ubicación específica del propio sistema fotovoltaico y el tipo de sistema que se desea, que puede ser conectado a red, o aislado. (Arivilca & Orbegozo, 2010). En el prediseño también se realizan las primeras evaluaciones de las dimensiones del sistema y sus componentes, producción aproximada del sistema calculada utilizando valores mensuales.

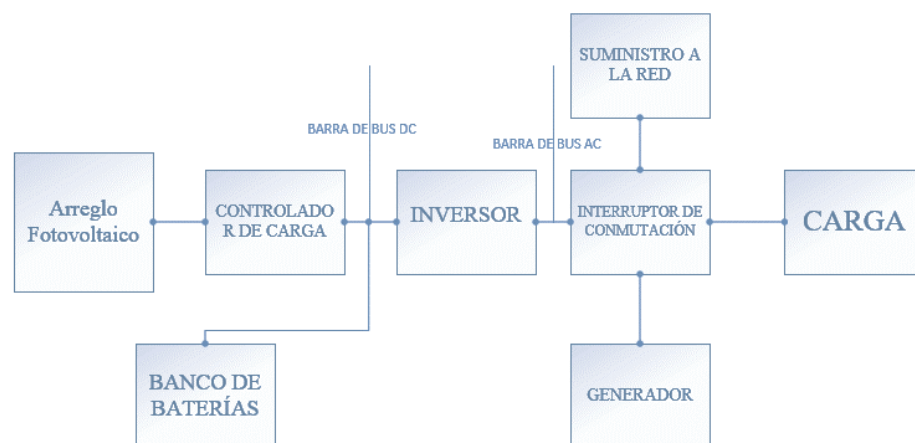


Figura 7 – Sistemas de alimentación PV conectados a la red.(editado)

(Tiwari & Tiwari, 2016)

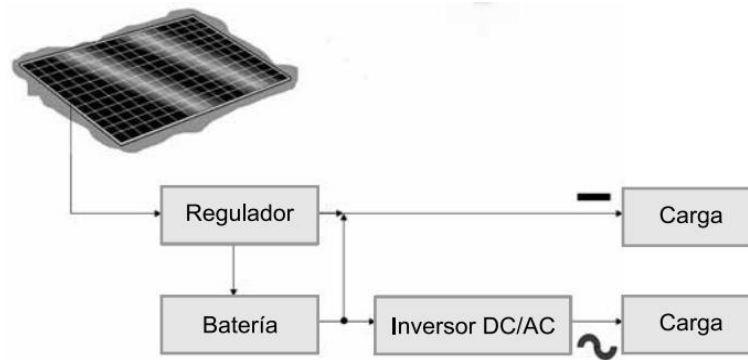


Figura 8 – Sistema FV autónomo básico (Carta et al., 2009)

Las tecnologías de célula solar se dividen en 3 generaciones: primera generación, segunda generación y tercera generación: Las células solares de primera generación utilizan obleas de Silicio monocristalino y policristalino. Las células solares de segunda generación usan silicio amorfo, la eficiencia es menor en estas células solares de segunda generación, pero su coste de producción es menor. Las células de tercera generación son aquellas que alcanzan niveles altos de eficiencia y están aún en procesos de investigación (Tiwari & Tiwari, 2016).

2.4.1.2. BOMBEO SOLAR Y BENEFICIOS

Un uso efectivo y sensato de la energía solar eléctrica, es el bombeo de agua. Durante los meses calurosos, cuando los requisitos de agua son más altos, una bomba solar se convierte en algo de mucha utilidad. (Energy Smart Information Centre, 2002).

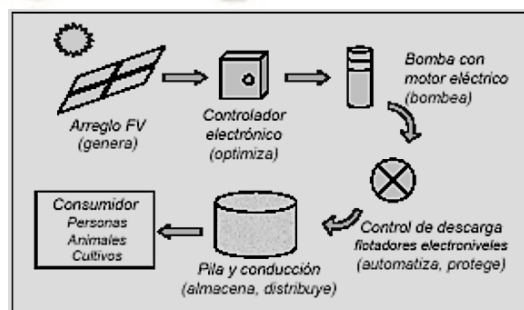


Figura 9 – Diagrama de flujo de un sistema de Bombeo Solar.

(Arivilca & Orbegozo, 2010)

Beneficios del Bombeo Solar:

- 1.- El bombeo solar utiliza una fuente de energía gratuita, de fácil acceso y renovable. Las facturas de energía son eliminadas.
- 2.- Con el bombeo solar se minimizan los costos de mantenimiento. Los módulos solares son fuertes, robustos y encapsulados en vidrio templado en un marco de aluminio resistente que durará incluso en condiciones ambientales adversas.
- 3.- El uso de la energía solar permite que se desarrollen animales, hortalizas, árboles y otros cultivos en áreas donde otras formas de bombeo no son prácticas.
- 4.- Los módulos solares no tienen partes móviles y tienen una vida útil prevista de al menos 20 años.
- 5.- Los sistemas de bombeo solar de agua requieren poca supervisión y solo requieren revisiones periódicas. Las bombas solares se inician automáticamente poco después del amanecer y continúan trabajando sin supervisión hasta el atardecer.
- 6.- Los sistemas de bombeo solar de agua funcionan todo el año, incluso en días nublados sin luz solar directa o con poca o ninguna luz solar directa.
- 7.- Los sistemas de bombeo solar de agua pueden diseñarse para ser transportados para su uso en varios sitios. Esto puede eliminar la necesidad de múltiples unidades de bombeo.

Fuente: (Energy Smart Information Centre, 2002)

2.4.1.3. DISEÑO DE SISTEMAS DE BOMBEO SOLAR.

Debido a que la energía solar varía de un lugar a otro y en el transcurso de un día, el diseño del sistema es importante. El tamaño correcto de la bomba, el motor y los dispositivos de control permitirán que el sistema funcione con la máxima eficiencia para garantizar un

bombeo económico del agua. (Energy Smart Information Centre, 2002)

Según (Morales & Busch, 2010), Los factores que afectan la selección de una bomba de energía solar son los siguientes:

- TDH (en pies).
- La fuente de agua (superficie vs. pozo).
- La potencia eléctrica disponible (pico potencia) y energía (energía total, es decir, potencia x tiempo) producida por el PV panel de matriz.
- El requerimiento de agua (caudal y / o volumen total en un tiempo determinado. período, incluido el almacenamiento requisito).
- La calidad del agua (incluyendo la cantidad de Sedimento, contenido orgánico, arena y total. sólidos disueltos) también puede ser un requisito consideración para la selección de una bomba, según las especificaciones del fabricante. Los parámetros pertinentes necesarios para la bomba.
- El diseño de sistema de superficie y de pozo.

2.2.6. MANEJO Y MANTENIMIENTO DE UN CEMENTERIO

2.4.2.1. RECURSO HÍDRICO

El agua es uno de los recursos fundamentales e indispensables para la vida en la tierra, pero hoy en día existe cierta preocupación por la escasez de agua para las generaciones futuras, lo que lleva a la gestión eficiente del recurso en medios públicos y privados a nivel mundial. (Singh V. , 2017).

El manejo eficiente de recurso hídrico consiste en hacer un uso razonable del agua, para abastecer la totalidad de la demanda, usando solo lo que es suficiente. En cementerios el agua puede provenir de

fuentes naturales como de sistemas civiles, básicamente para el abastecimiento hídrico de áreas verdes, como para uso ornamental en flores, además para servicios higiénicos u otros.

Las fuentes de recurso hídrico cercanas a un cementerio pueden verse afectadas si las prácticas de entierro no consideran aspectos sanitarios, según Neckel et al., (2017)

“Los cementerios representan una fuente de responsabilidad ambiental debido a su potencial para acumular y liberar grandes cantidades de contaminantes generados por la descomposición de los cadáveres. Los efluentes pueden transportar microorganismos y metales pesados a través del suelo a los recursos hídricos”

Se menciona a continuación un posible caso:

“Mientras Michigan todavía estaba en proceso de asentamiento a principios de la década de 1800, el Movimiento del Cementerio Rural ya había comenzado en el este de los Estados Unidos. Varios factores llevaron al desarrollo de este movimiento. Uno de estos factores fue la salud pública. El aumento de la urbanización y la densidad de la población que lo acompaña causaron problemas con el aire y el agua en las grandes ciudades y causaron epidemias de viruela, cólera, difteria y otras enfermedades que amenazan la vida. Se creía que los cementerios contribuían a la contaminación del suministro de agua. Así, los nuevos cementerios se ubicaron en las afueras de los centros urbanos. >> (Pautas para la conservación de cementerios históricos y cementerios de propiedad municipal, p. 6-7)” citado por King, (2004).

El agua puede provenir de diversas fuentes, en la ciudad de Arequipa hay escasez de precipitaciones debido al clima que es de tipo templado de tipo continental, durante el año las precipitaciones son periódicas en los meses de diciembre a marzo. (Llanque , 2007).

2.4.2.2. RESIDUOS

De acuerdo al Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2016), los residuos son clasificados en municipales (generados en viviendas y centros comerciales) y no municipales (generados en industrias, agricultura y salud) (MINAM, 2016). el manejo eficiente de residuos en un cementerio, correspondería a aprovechar los residuos para generar subproductos , en este caso podemos aprovechar los residuos orgánicos utilizando tecnología de digestión anaerobia como el compostaje a reacción, y respecto a los residuos inorgánicos correspondería simplemente a una correcta segregación tal como lo indica la normativa, aunque actualmente en otros países se están implementando sistemas inteligentes de distribución y recolección de basura en zonas urbanas que padecen problemas con los sistemas convencionales de distribución y recolección de basura (Ali et al., 2018), dado que un ecoparque supone ser un ejemplo en materia ambiental en una ciudad, requeriría de un manejo eficiente de sus residuos.

Los SIMGR (Sistemas Inteligentes de Distribución y Recolección de Residuos) miden el nivel de desechos en el contenedor de basura en tiempo real y alertan desde donde son controlados, para la gestión eficiente de los mismos.

La biodigestión anaerobia es la degradación de materia orgánica por microorganismos en ausencia de oxígeno, en donde la materia es tanto oxidada como reducida (Manahan, 2007), de acuerdo a Slater y Frederickson, (2001); Kurian, (2007) citados por Oviedo, et al., (2017) .

“El compostaje es una de las opciones con mayor aplicación para el aprovechamiento de biorresiduos<<. Según Scott (2010).>>El compost ayuda a tener un suelo sano, cambia la estructura física del suelo, regula el pH del suelo, agrega aire, reduce la necesidad de agua, es menor la necesidad de fertilizantes y pesticidas, es

menor la necesidad de cavar, hay secuestro de carbón, menos residuos, mayor microfauna, ahorra dinero”.

2.4.2.3. MANEJO DE ÁREAS VERDES Y SUELO

Las áreas verdes en cementerios, son un componente clave del ambiente, pertenecen al espacio natural que, así como las tumbas y nichos, estos también merecen respeto por el hombre, es necesario: disponibilidad de recurso hídrico, un riego controlado, el establecimiento de normas de educación para áreas verdes que eviten que sean maltratados, pisoteados, la selección de especies vegetales para áreas verdes que demanden poca agua, etc.

En su mayoría, los cementerios históricos no tienen sistemas de riego disponibles, por lo que suelen limitarse a las precipitaciones naturales. El costo de instalar un sistema de riego en un cementerio es a menudo prohibitivo. Se recomienda realizar una inspección de los árboles periódicamente para asegurarse de que los sistemas de raíces no interfieran con las lápidas, tumbas o pasadizos. Se debe hacer un esfuerzo para reemplazar un árbol que haya sufrido daños o que ya no sea viable. El plan ideal es reemplazar un árbol con el exacto (King, 2004).

Conocer el requerimiento hídrico de los jardines en los campos cementeriales es una cuestión importante, existen muchos cementerios con amplias áreas que, si no las completan las áreas verdes, lucen desérticas y no conllevan a que el lugar sea armonioso, con sombra dada por algún árbol, o sin la frescura que puede brindarle al ambiente, y otros beneficios que se podrían nombrar.

Según (Consejería de agricultura y pesca de la junta de Andalucía, 2003), las necesidades hídricas de un jardín están representadas por la suma de la evaporación directa desde el suelo y de la transpiración de las plantas, en lo que se denomina evapotranspiración (ET), y pues dentro de un jardín existen varios factores que hacen que la ET no sea constante.

Respecto al suelo, para la absorción de nutrientes por parte de las plantas, estos requieren que el PH esté dentro del rango 6 y 7, las pruebas de suelo se deben de hacer en un cementerio cada 3 o 4 años, se puede realizar fertilización de suelos pero hay que tener en cuenta los aspectos derivados de los mismos dependiendo de si estos fertilizantes son naturales o químicos. (King, 2004).

EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO DE REFERENCIA O DE REFERENCIA DE LA ZONA:

Evapotranspiración del Cultivo de Referencia: La evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o) se refiere a la pérdida de agua de una superficie cultivada estándar. Este parámetro depende de las condiciones climáticas (radiación solar, temperatura de humedad y el entorno donde se mida. (Allen et al., 2006; Consejería de agricultura y pesca de la junta de Andalucía, 2003).

COEFICIENTE DE JARDÍN:

El coeficiente de jardín (K_j) describe las necesidades hídricas en las plantas de jardín, teniendo en cuenta tres coeficientes: K_e (coeficiente de especie), K_d (coeficiente de densidad), K_m (coeficiente de microclima).

A continuación se muestran las tablas de Valores de Coeficientes de microclima y densidad.

Tabla 2 – Valores de Coeficientes de Microclima por Tipo de Vegetación.

Tipo de Vegetación	Coeficiente de Microclima		
	Alto	Medio	Bajo
Árboles	1,4	1,0	0,5
Arbustos	1,3	1,0	0,5
Tapizantes	1,2	1,0	0,5

Plantación mixta	1,4	1,0	0,5
Césped	1,2	1,0	0,8

1,4 (Evaporación aumentada)>1,0(sin alteración)>0,5(Evaporación disminuída), (Consejería de agricultura y pesca de la junta de Andalucía, 2003)

Tabla 3 – Valores de Coeficiente de Densidad por Tipo de Vegetación

Tipo de Vegetación	Coeficiente de Densidad		
	Alto	Medio	Bajo
Árboles	1,3	1,0	0,5
Arbustos	1,1	1,0	0,5
Tapizantes	1,1	1,0	0,5
Plantación mixta	1,3	1,1	0,6
Césped	1,0	1,0	0,6

1,3(jardines maduros o densos)>1,0(densidad media)>0,5(jardines recién instalados o con vegetación espaciada) (Consejería de agricultura y pesca de la junta de Andalucía, 2003)

Respecto al coeficiente de especie, pues un jardín puede albergar desde pocas a varias especies de vegetación, se obtiene basándonos en las especies que consumen mayor cantidad de agua, media y poca cantidad de agua, estos valores se multiplican, para sacar un ke intermedio (Consejería de agricultura y pesca de la junta de Andalucía, 2003).

Fórmulas, una para el cálculo del Coeficiente de Jardín

$$Kj = ke \times kd \times km$$

Kj = Coeficiente de Jardín

Ke = coeficiente de especie

Kd= coeficiente de densidad

Km = coeficiente de microclima

$$ET = K_j \times ET_r$$

ET= Evapotranspiración (mm/día)

K_j = Coeficiente de Jardín

ET_r = Evapotranspiración de referencia de la zona

La evapotranspiración es la combinación de evaporación y transpiración. La evapotranspiración se expresa normalmente en milímetros (mm) por unidad de tiempo. Esta unidad expresa la cantidad de agua perdida de una superficie cultivada en unidades de altura de agua (Allen et al.,2006).

Según Quevedo & Sánchez , (2013). “La Evapotranspiración de referencia representa la evapotranspiración de un cultivo hipotético de césped con un buen abastecimiento hídrico y con características específicas: una altura de 0,12 m, un albedo de 0,23 y una resistencia de superficie de 70sm^{-1} . Este cultivo de referencia se asemeja a una superficie de césped verde, bien abastecido de agua, de altura uniforme, en crecimiento activo y cubriendo completamente el suelo”

Estos valores varían respecto a la posición geográfica. En la ciudad de Arequipa tenemos como referencia los datos de Evapotranspiración referencial mensual que nos proporciona la estación meteorológica “La Pampilla” expresado en milímetros por día. (Quevedo & Sánchez, 2013).

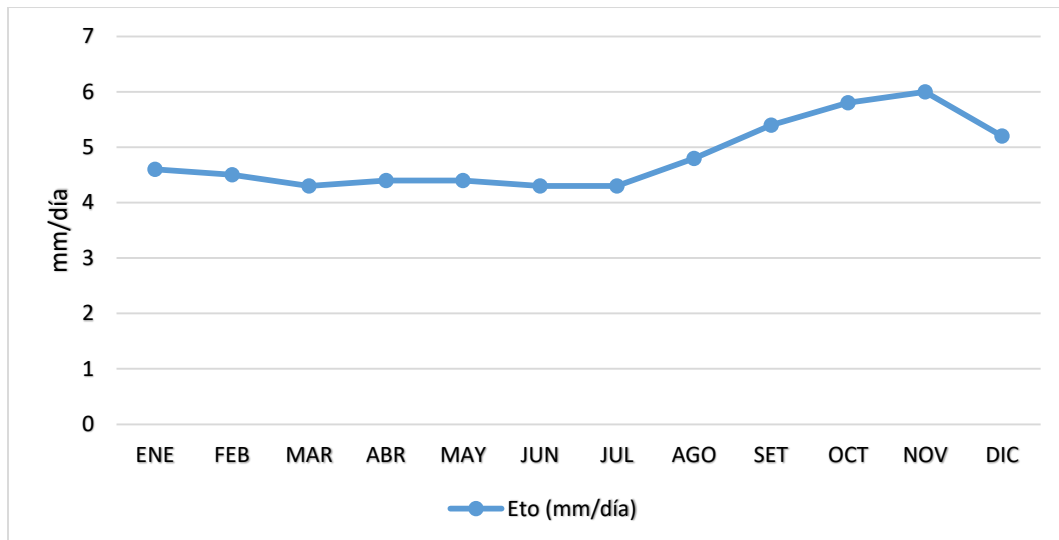


Figura 10 – Evapotranspiración referencial mensual promedio de la estación “La Pampilla - Arequipa”.
(Quevedo & Sánchez , 2013)

2.4.2.4. ESTRUCTURAS Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

Conocer las características históricas y arquitectónicas del cementerio es muy importante antes de comenzar cualquier trabajo. Problemas de seguridad pueden presentarse a las edificaciones del cementerio que no presenten alguna forma de conservación. En cementerios los caminos y pasadizos deben ser conservados, a través de limpieza de caminos, reparación de áreas pavimentadas, etc. El mantenimiento de los mismos depende de la frecuencia de uso del sitio, y debe permanecer tal cual como se plantearon originalmente, por otra parte la entrada de vehículos depende del diseño de las vías. La señalización en cementerios es importante, esta depende del tamaño del cementerio, para un cementerio grande se tiene que diseñar de una forma estratégica para que el visitante tenga idea de su localización dentro del cementerio, en cementerios pequeños, en su mayoría la señalización solamente se encuentra en la entrada del cementerio. Estas señales suelen ser de metal, madera o plástico, en algunos casos son colocados en los propios árboles, otros en las mismas estructuras que posee el cementerio (King, 2004).

En el siglo XIX los cementerios fueron construidos sin tener en cuenta el factor iluminación, hoy en día existen problemas de seguridad modernos, los expertos convergen en que la iluminación debe darse en lo mínimo, aunque esto depende de las dimensiones del cementerio, en cementerios históricos la instalación de un sistema de iluminación es un desafío por motivos de estética, costo, y conservación del patrimonio (King, 2004).

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1. SISTEMA, SISTEMA AMBIENTAL Y UN CEMENTERIO COMO SISTEMA AMBIENTAL.

El DRAE (Diccionario de la Real Academia Española) tiene varias definiciones para “sistema” tales como:

- Conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí. (Diccionario de la Lengua Española, 2018)
- Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto. (Diccionario de la Lengua Española, 2018)

La ISO 9000, 2015 define sistema como:

- Conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan (Organisation Internatinal de Normalisation (ISO) 9000, 2015)

Entonces un sistema ambiental es aquel conjunto de elementos de 1 o más esferas ambientales que interactúan entre sí para diversos fines. Según (Manahan, 2007) se dan continuos intercambios de materia y energía en 5 esferas ambientales las cuales son: hidrósfera, geósfera, atmósfera, biósfera y antropósfera.

Un cementerio es entonces un sistema ambiental, conformado por elementos de antropósfera (Pabellones, mausoleos, veredas, etc.), geosfera (minerales, rocas, suelo, etc.), atmósfera (Oxígeno, CO₂, vientos, etc.), biósfera (insectos, árboles, hierbas), con elementos de hidrósfera (humedad atmosférica, agua subterránea, etc.), que interactúan entre naturalmente.

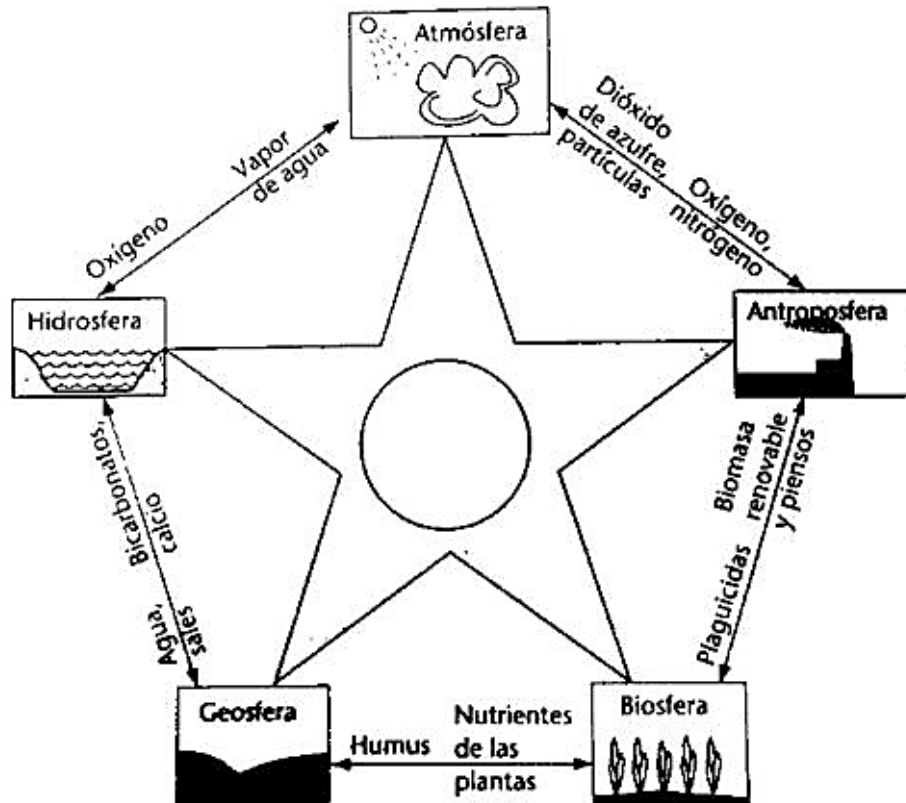


Figura 11 – Las 5 esferas ambientales

(Manahan, 2007)

2.1.2. EL CEMENTERIO COMO SISTEMA AMBIENTAL DISFUNCIONAL

Un cementerio va a ser casi siempre considerado con potencial contaminante del ambiente debido a su naturaleza de ser cementerio, los cuerpos de los muertos traen consigo una serie de sustancias fisicoquímicas y agentes microbiológicos. La descomposición de los cuerpos muertos libera elementos que prevalecen a base de carbono, amoníaco, cloruro, sulfatos, sodio y potasio. (Uslu et al., 2009). Así podemos mencionar entonces que existen factores desequilibrantes en un ambiente armónico.

El creciente desarrollo de las ciudades ha llevado a una reducción en el espacio disponible para los cementerios y pues existe una yuxtaposición de áreas residenciales y cementerios, lo que aumenta aún más el potencial contaminante de estos. (Neckel et al., 2017).

El cementerio como sistema ambiental se convierte en disfuncional cuando deja de existir equilibrio entre la esfera ambiental antroposférica y demás esferas ambientales, es decir, el ambiente del cementerio es vulnerado y degradado o en riesgo de degradarse por causas humanas principalmente (poseen estructuras que concentran polvo u otras sustancias, vegetación con estrés hídrico o vegetación muerta, han formado paisajes tétricos, han probablemente contaminado fuentes cercanas de agua, etc.) dicho de otra forma, ante la existencia de uno o más problemas ambientales y la incapacidad del medio para soportar tales, es inevitable que el equilibrio se rompa, el funcionamiento correcto es alterado negativamente presentando patología en sus relaciones sistémicas.

2.1.3. EL BIOCENTRISMO Y SU SIGNIFICADO EN UN CEMENTERIO

Una idea biocéntrica nos lleva a pensar inmediatamente en algo relativo a la vida por el sufijo bio. Según (Matthews, 2014) el biocentrismo o también llamado ecocentrismo, indica que:

“Los intereses de la humanidad no deben situarse por encima de los de otras especies, y que la existencia continua de la especie humana depende de tratar el medio ambiente con respeto, si no de humildad. Contrasta y proporciona un contrapeso a los excesos del antropocentrismo”.

El objetivo primario de los cementerios es el de cumplir la necesidad de espacios para entierros humanos, lo que guarda de cierta forma una idea antropocéntrica si pensamos en sólo cumplir dicha necesidad, sea cual sea la forma. lo cierto es que los cementerios también se relacionan bastante con el ambiente, es hábitat para ciertas especies de organismos vegetales o animales, de potencial de como áreas verdes para espacios urbanos en los que se están perdiendo o se ven reducidos (Nordh & Swensen, 2018) y pensar en estos temas es pensar en un sentido biocéntrico.

Hay varios motivos por lo que es importante preservar cementerios antiguos: representan recursos culturales de la época en la que se construyeron, paisajes históricos, representan un espacio donde también existen ecosistemas de flora

y/o fauna, representa un espacio estudiable de la ciencia histórica y ambiental (Strangstad, 2013).

King, (2004) menciona que “Encontrar nuevos usos para los cementerios históricos ayuda a asegurar que se mantendrán en buen estado y serán atendidos. Con una buena planificación, los cementerios históricos pueden mantener su servicio a los vivos y conmemoración a los muertos”, lo que nos da a entender que un cementerio puede perder atención ambiental al ser simplemente un espacio no biocéntrico.

Según Strangstad (2013) existe una serie de preguntas que debemos hacernos cuando pensamos en usos adicionales de sitios históricos, como cementerios, el mismo autor refiere lo siguiente:

“¿Qué cambios, si los hay, son éticos, ya que cualquier cambio realmente altera todo el sitio? ¿Cuándo podrían ser apropiados tales cambios? ¿Qué hay de agregar nuevos materiales en un esfuerzo de conservación? ¿Qué pasa con la eliminación de elementos deteriorados? ¿Qué pasa con la arqueología?”

Es muy importante tener siempre presente que nada se puede modificar sin antes analizar y deliberar las cosas que se plantean como alternativas para preservar, restaurar, proteger estos lugares que mucha gente los considera incluso sagrados como el caso de los cementerios.

2.1.4. EDUCACIÓN AMBIENTAL Y ECOTURISMO EN CEMENTERIOS

Según Ramirez & Santana (2018) “La educación ambiental puede entenderse como el proceso de toma de conciencia del mundo que nos rodea, con su belleza natural y sus recursos. Idealmente, esta comprensión no debería ser solo teórica. Debe llevar al individuo a valorar la naturaleza y buscar preservarla” .

Debemos tener presente la educación ambiental tanto para la población local como para turistas y para las futuras generaciones si hablamos en un contexto de ecoturismo, más aún si se tratase de lugares que son patrimonio histórico

de la localidad. Los turistas tienen una oportunidad única para descubrir in situ la belleza y la diversidad que ofrece el sitio. La población local, que debe aprender a explotar sus recursos naturales, recursos en formas que sean tanto productivas como sostenibles. Y se debe enseñar a las generaciones futuras la importancia de conservar el medio ambiente y las mejores formas de hacerlo. (Ramirez & Santana, 2018).

Autores como Fennel (2015) definen al Ecoturismo como turismo de naturaleza en el que el turista combina educación, recreación y, a menudo, aventuras, otros autores lo definen de manera similar, por ejemplo, Ramirez & Santana (2018) menciona que el ecoturismo en un sentido filosófico es un campo turístico que se diferencia por su preocupación ambiental y su aprecio por la naturaleza”.

King, (2004) menciona que "El ecoturismo practicado en un cementerio histórico puede encontrar en él muchos beneficios desde ser una herramienta de aprendizaje útil como puede convertirse también en un laboratorio al aire libre para el estudio de biología, geología, arte, historia, botánica, etc. como lo sería para diversos profesionales como no profesionales.”

El cementerio es un lugar donde la naturaleza está presente, donde la paz, la armonía, la tranquilidad deben acompañar los momentos en que los hombres vivos contemplan a sus seres queridos fallecidos y los recuerdan, por lo tanto, ver residuos presentes en veredas, al pie de mausoleos, junto a árboles, u observar paredes pintadas con garabatos, o quizás observar actos de conducta inapropiados en un lugar santo, muestran la falta de educación para con el ambiente cementerial , los malos olores producto la descomposición de desechos orgánicos (en los cementerios de muchas ciudades del mundo es una costumbre que los familiares de los difuntos les lleven ramos de flores, los cuales se convierten en desechos al cabo de una semana aproximadamente) intervienen en el momento de conformidad con el medio, por ello deben de ser dispuestos adecuadamente en sus recipientes correspondientes , la falta de señalización e incentivación de las buenas prácticas en materia ambiental

(carteles, paneles, cartillas, trifolios informativos, periódico mural, etc.) que logren cambiar la perspectiva de los asistentes.

2.1.5. DEFINICIÓN DE ECOPARQUE Y DISEÑO VERDE APLICADO A CEMENTERIOS

Según Refaat (2014), un ecoparque es un espacio que pertenece a un conjunto integrado urbano, en el cual ejerce una influencia ecológica, bajo el principio de sostenibilidad, para la gestión en la reducción de la explotación de recursos y producción de residuos.

Diseño verde se refiere al diseño que es beneficioso para el ambiente. (Manahan, 2007) Al hablar de diseño verde aplicado a cementerios, debemos considerar que estamos en un lugar que es parte de la fortaleza cultural de la religión e histórica de la localidad, por lo cual al innovar y diseñar procesos como también instalaciones no afectarán negativamente el patrimonio arquitectónico religioso e histórico porque diseño verde va de la mano con su conservación. Atender las falencias ambientales siempre requiere de ingenio, en el campo cementerial normalmente podemos tener problemas ambientales debido a la naturaleza del propio cementerio, un diseño verde conjugando lo antrópico y lo natural, permitirá maximizar sus efectos ambientales y volviéndolo auto-eficiente en lo que requiere para ser un sistema eco urbano.

CAPITULO III

METODOLOGIA

La metodología se divide en 3 partes:

- Elaboración de una línea base ambiental del CGLA.
- Diseño base de un sistema fotovoltaico como fuente energética para el Eco-Cem.
- Elaboración de las propuestas sustentables, sostenidas por el parque fotovoltaico propuesto.

3.1. ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL DEL CGLA

Para la elaboración de la línea base ambiental, es necesario contar con planos de ubicación y distribución para la planificación del diagnóstico y que a su vez este sea estratégico. Primeramente, elaboramos un mapa de ubicación en ArcGis 10.5, usando datos de IGN, el mapa se elaboró considerando el país, el departamento, la provincia y el distrito al que pertenecería el CGLA, con coordenadas UTM y escala de 1:40000 en formato jpg.

Para conocer la distribución de áreas o zonas del propio CGLA se hizo levantamiento de información arquitectónica realizando unas primeras visitas al camposanto para tener una primera idea asociada al trabajo de diagnóstico de línea base, tomamos fotos y grabamos videos, y así tuvimos las primeras percepciones respecto a la obtención de información arquitectónica y datos indispensables para el editado del plano digitalizado del Cementerio en 2D y posteriormente el modelado en 3D. El procedimiento a seguir fue el siguiente:

- Digitalización del plan de sectorización del CGLA, a partir de una imagen jpg.

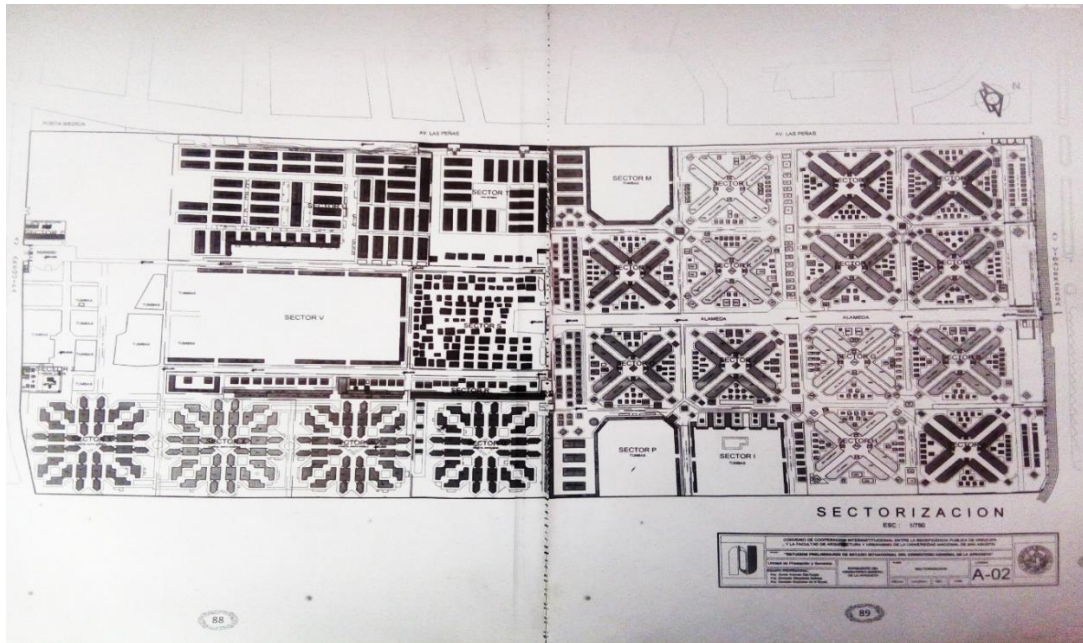


Figura 12 – Plano oficial (impreso) de sectorización del Cementerio General de la Apacheta.

(Fuentes, 2016)

Según indica el mismo, este fue elaborado en 2011 para estudios preliminares de estado situacional del cementerio y en el que se muestra una distribución de sectores en letras alfabéticas. A continuación, se mencionan los pasos siguientes para la elaboración del modelo en 2 dimensiones usando AutoCAD 2018

- Corrección y limpieza de aspectos de dibujo (Líneas, textos) (pabellones posteriores, pabellones delanteros, pabellones rectangulares, conjunto de tumbas, contexto).
- Constatado con la realidad y acotación de diferencias sustanciales (visitas de campo y trabajo de gabinete).
- Diferenciación de pavimentos y áreas verdes (cemento/pasto u otro tipo de vegetación).
- Agregado de vegetación (árboles, arbustos, plantas cubre-suelos, etc.) (visitas de campo y trabajo de gabinete).

- Levantamiento de medidas exactas de nichos y muros (visitas de campo y trabajo de gabinete).
- Georreferenciación UTM

Para el modelado en 3D, los pasos a seguir fueron los siguientes:

- Se importó el archivo 2D elaborado en AutoCAD 2018 en SketchUp 2018.

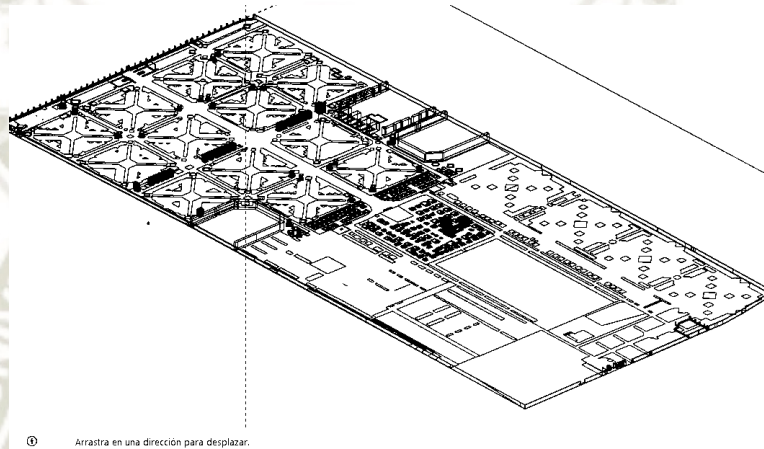


Figura 13 – Base en 2 dimensiones del Cementerio General de la Apacheta

- Modelado de tipologías de tumbas y nichos

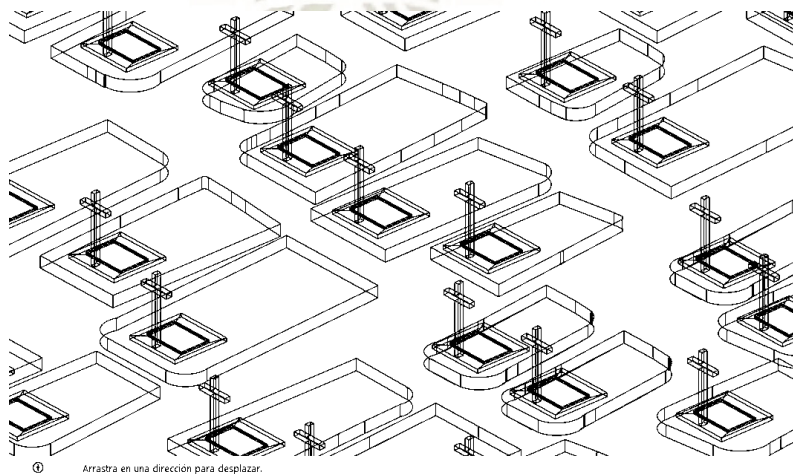


Figura 14 – Modelado de Tumbas (altas y bajas)



Figura 15 – Modelado de Nichos

- Reconocimiento y diferenciación pavimentos

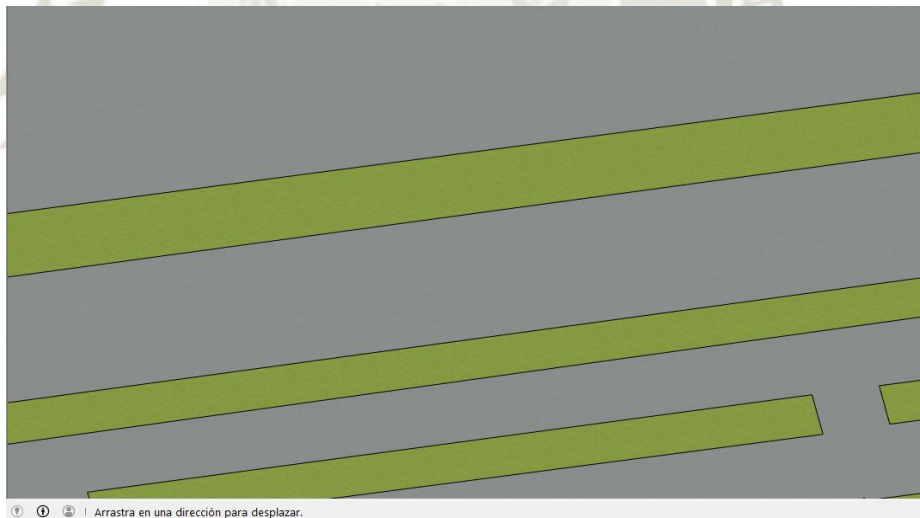


Figura 16 – Diferenciación Pavimento y áreas verdes

- Modelar terreno y elementos arquitectónicos
- Insertar bloques de tumbas, nichos, mobiliario y árboles

3.1.1. DIAGNÓSTICO GENERAL DE ÁREAS VERDES

Se hizo un recorrido completo dentro del CGLA con el especialista en botánica y flora andina del Perú, Daniel Montesinos Tubeé, anotamos en un cuaderno de campo el nombre común y científico de las especies encontradas, así como una serie de datos que nos ayudarían a completar un marco de información para la vegetación existente, se comenzó por hacer el diagnóstico en los primeros sectores: A, B, C,D, pasando luego a los sectores E,F,G,H, próximos a la entrada principal, llegando así hasta los sectores finales X,Y,Z,Z'.

Con dicha información se procedió a hacer el inventario en una tabla de Microsoft Excel, conteniendo los siguientes campos: familia, nombre científico, nombre común, estado, estatus, origen, ambiente, zonificación y número de ejemplares (solo para especies forestales). Dicho trabajo tomó una semana para ser realizado, a continuación, se muestra la cabecera de la tabla generada.

Tabla 4 – Formato de cabecera de tabla para el levantamiento de especies vegetales dentro del CGLA.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado	Importancia	Estatus	Ambiente	Zonificación	# De Ejemplares (SOLO ESPECIES FORESTALES)
XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

Sugerida por D. Montesinos-Tubée.

En base a imágenes satelitales y a visitas al propio cementerio, se comprobó el estado actual de áreas verdes.



Figura 17 – Imagen Satelital del CGLA, proporcionada por el software SasPlanet.
ESRI, ArcGis Imagery.

Esta figura contiene una vista panorámica y una vista acercada a su lado inferior derecho

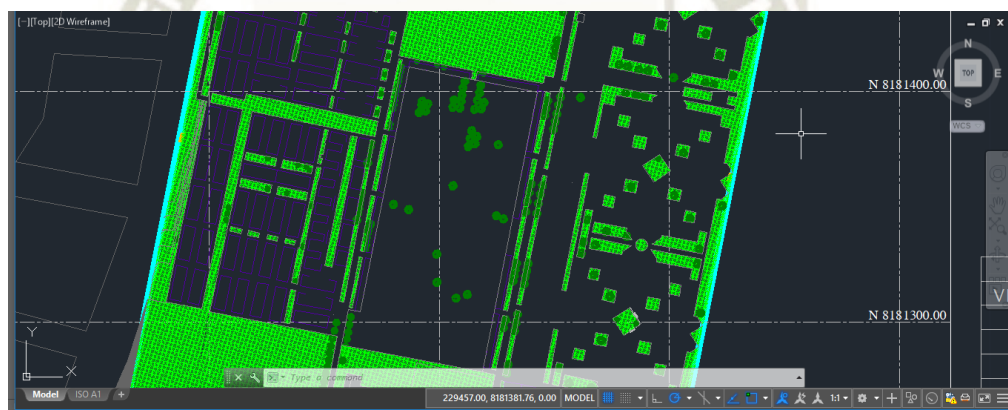


Figura 18 – Capa base de áreas verdes

En esta figura se muestra el área verde aproximada ya que en ese caso están unidas zonas que corresponden a áreas sin vegetación y algunas pavimentadas.

3.1.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS

Realizamos una serie de visitas al CGLA, para recoger la información sobre el manejo de los residuos, de la misma manera empezamos por los pabellones próximos a la entrada principal: A, B, C, D. hasta el final. Se verificó la distribución de los recipientes que son usados para el depósito de basura en cada sector, se apuntaron características de los mismos considerando (el color, la etiqueta que estos llevan, lo que se encuentra en el interior de ellos, la altura,

diámetro y su estado), a medida que recogíamos los datos de los recipientes de basura nos fijábamos en las normas de educación ambiental dentro del camposanto, tomamos fotos e hicimos una serie de preguntas a algunos trabajadores internos en el CGLA, respecto al recojo, transporte y destino final de los residuos florales.

Posteriormente, se hizo un conteo del número de nichos de los pabellones que se encuentran de la mitad hacia la parte posterior, debido a que estos son los más visitados, (no tomamos en cuenta los pabellones de la primera mitad debido a que es muy poco frecuentado por la antigüedad de los mismos, hay contados arreglos florales por cara en cada pabellón). Con esos datos hicimos unos cálculos en Microsoft Excel, para estimar las cantidades de residuos florales que se pueden llegar a generar en cada pabellón, en tiempos determinados.

Finalmente hicimos un muestreo de residuo floral, con el fin de obtener los parámetros de Nitrógeno y Carbono como base otros estudios, (en este caso se trata de carbono puramente orgánico). De acuerdo al inventario levantado de vegetación actual, pudimos conocer las especies florales que tienen más demanda para la ornamentación de los nichos, según esto, adquirimos una muestra fresca de las florerías locales, la cual se convertiría en nuestra muestra representativa. De las especies que obtuvimos, escogimos un tallo de cada una sin quitarle flores ni hojas, lo picamos hasta tener pequeños trozos de 1cm con tijera podadora, juntamos todo y lo pesamos, llevamos la muestra al laboratorio de análisis fisicoquímico “SERVILAB” de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, donde esperaríamos el tiempo de 1 semana para recoger la muestra analizada.

3.1.3. DIAGNÓSTICO DE ESTRUCTURAS Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

En base al plano en 2D levantado, observamos los espacios que se encontrarían sin usos, en el área total del CGLA, programamos unas visitas para reconocer las mismas y tomar fotos y anotar otras características (exposición a la luz solar, material que compone la superficie, buen o mal estado de las estructuras, presencia de alumbrado dentro del CGLA, etc.)

3.1.4. DIAGNÓSTICO DE RECURSO HÍDRICO EN EL CGLA

De acuerdo al plano 2D levantado, programamos visitas en las que reconoceríamos los sistemas actuales de distribución y abastecimiento de recurso hídrico, consultamos a algunos trabajadores internos, sobre el tipo de agua usada, la procedencia, el uso, y cantidades que se manejan dentro del CGLA, etc.). Tomamos algunas fotos de las fuentes y sistema de riego empleado.

3.3. PRE DISEÑO DEL PARQUE FOTOVOLTAICO

Para la elaboración del sistema base FV, tomamos en cuenta las características solares del lugar (horas de sol durante el día, horas que dura el día, la variación de la posición del sol en el cielo visible, ayudados por la carta solar estereográfica de Arequipa y con el software GeoSol 2.0 para Windows (2003), el ángulo óptimo de la inclinación del panel solar propuesto, etc.) además de conocer las dimensiones de la superficie(s) sobre las que se propone el parque FV, y la estimación del potencial energético posible, con la ayuda del software PVsyst 6.7 (Mermoud, A; Wittmer, B, 2014).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. DIAGNÓSTICO DE LÍNEA BASE AMBIENTAL

Primeramente mostramos el mapa de ubicación del CGLA elaborado en ArcGis 10.5

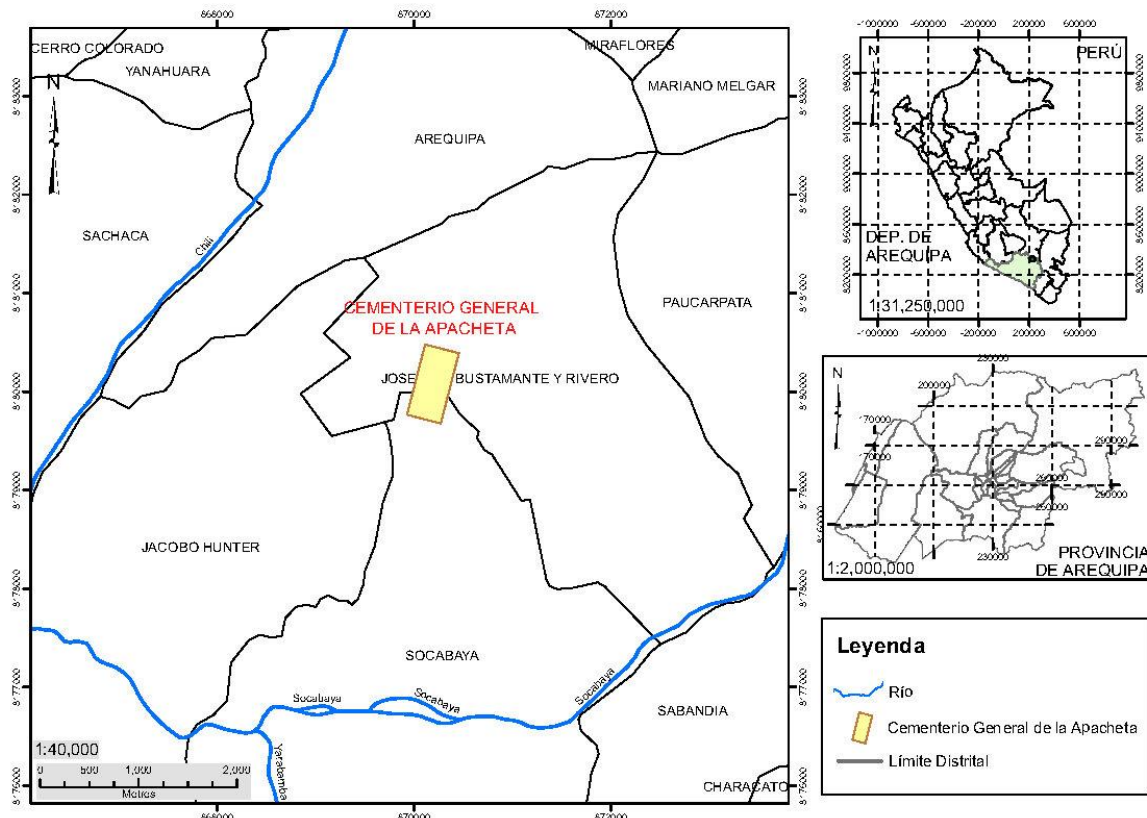


Figura 19 – Mapa de Ubicación del CGLA.

Elaborado en ArcGis 10.5 con datos de IGN.

Como se ve en el mapa elaborado, mostrado en la Figura 51, en la provincia de Arequipa, departamento de Arequipa(Perú) se encuentra ubicado el CGLA, dentro de la jurisdicción del distrito de José Luis Bustamante y Rivero, y una parte yace dentro de los límites del distrito de Socabaya, pero que sin embargo la SBPA lo declara perteneciente al distrito de José Luis Bustamante y Rivero. A continuación se muestra el resultado del plano digitalizado con variaciones y diferenciación de capas

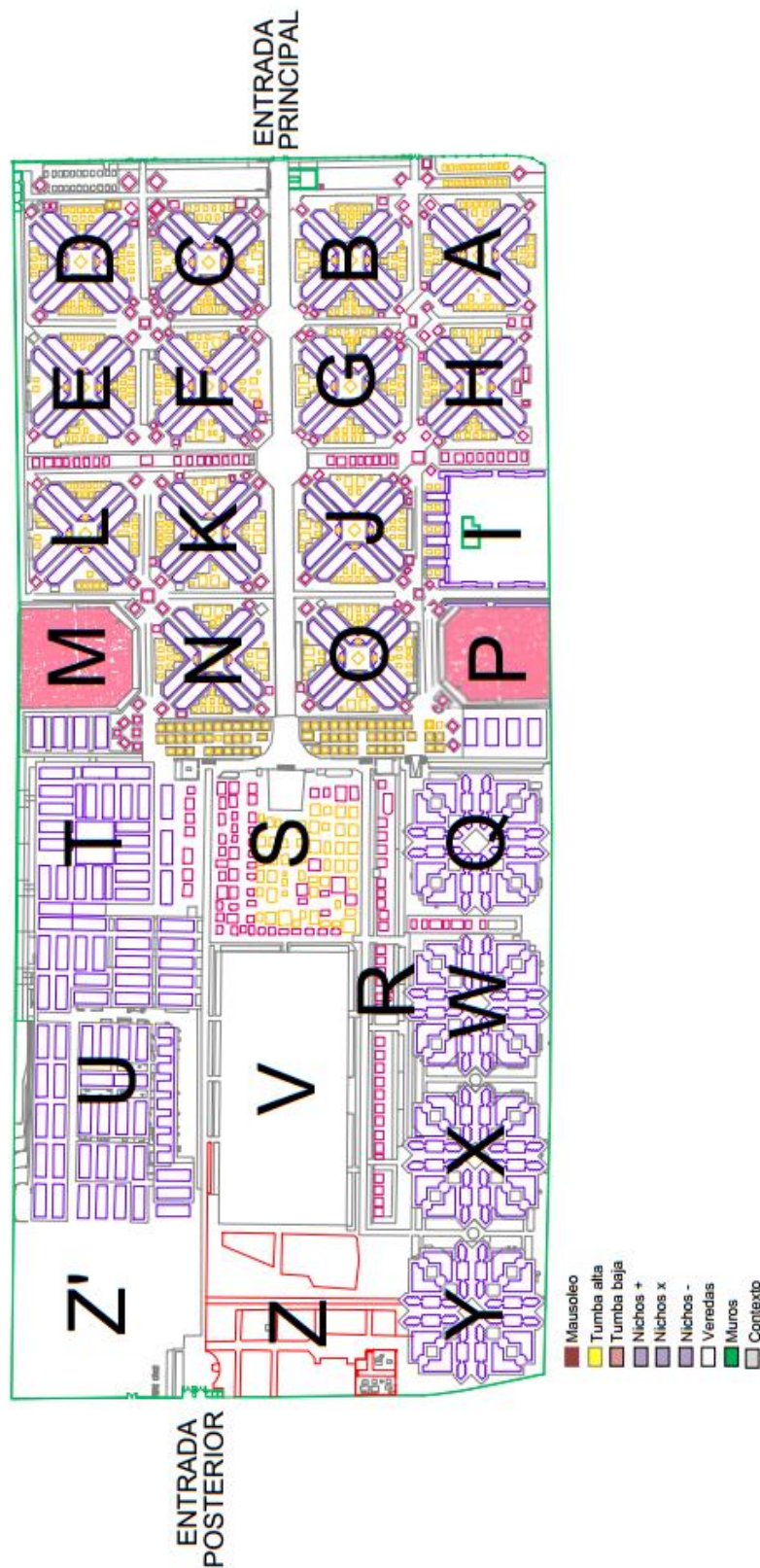


Figura 20 – Plano digitalizado dividido en capas base con sectorización por Letras, según el plano oficial de sectorización del propio cementerio.

A continuación se muestra el plano final en 2 dimensiones del CGLA, con coordenadas UTM y dividido en capas.

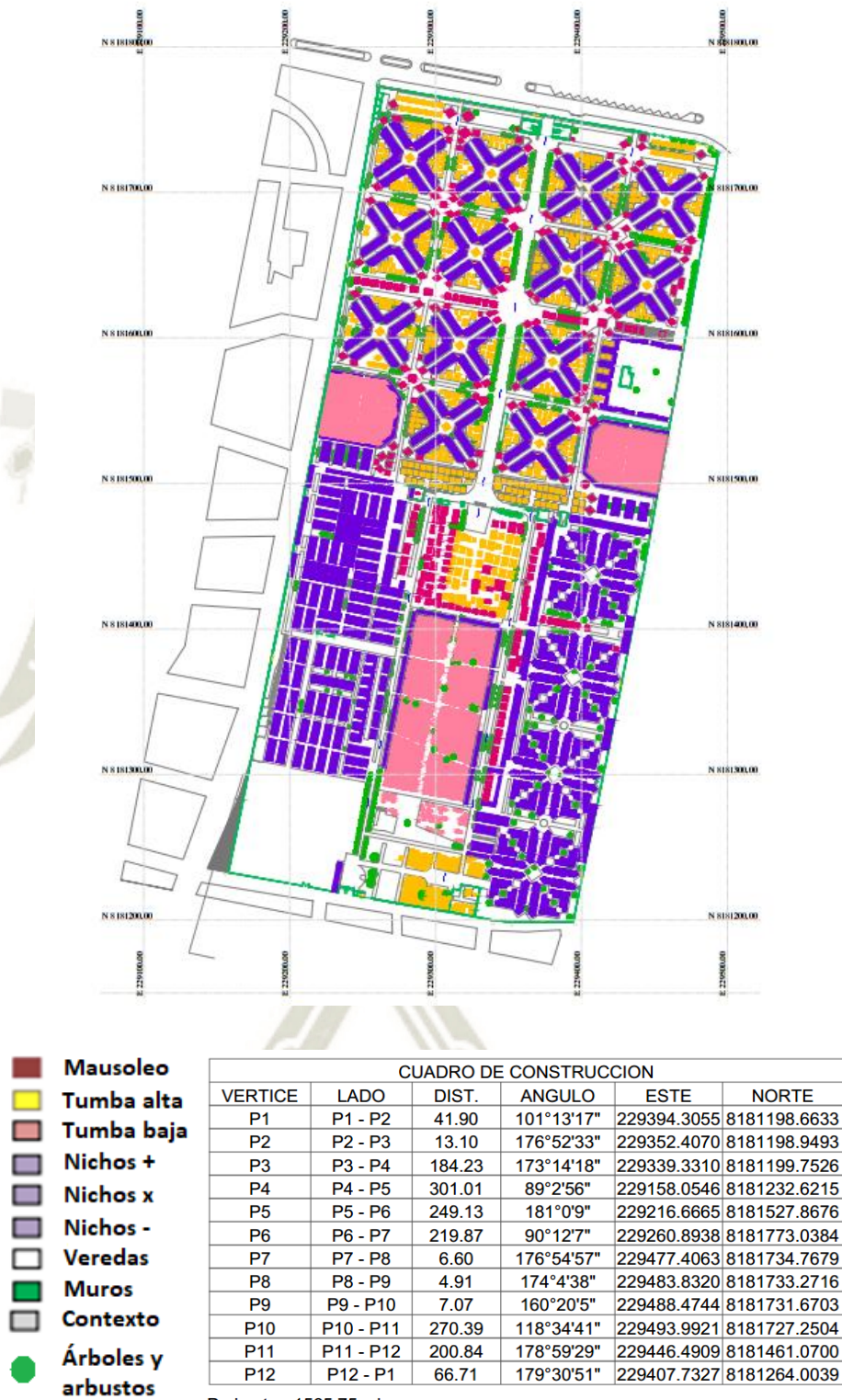


Figura 21 – Plano del CGLA elaborado en 2 dimensiones, con coordenadas UTM

El modelo en 3 dimensiones del CGLA se obtuvo gracias al modelo 2D, se muestra a continuación algunas capturas del modelo 3D

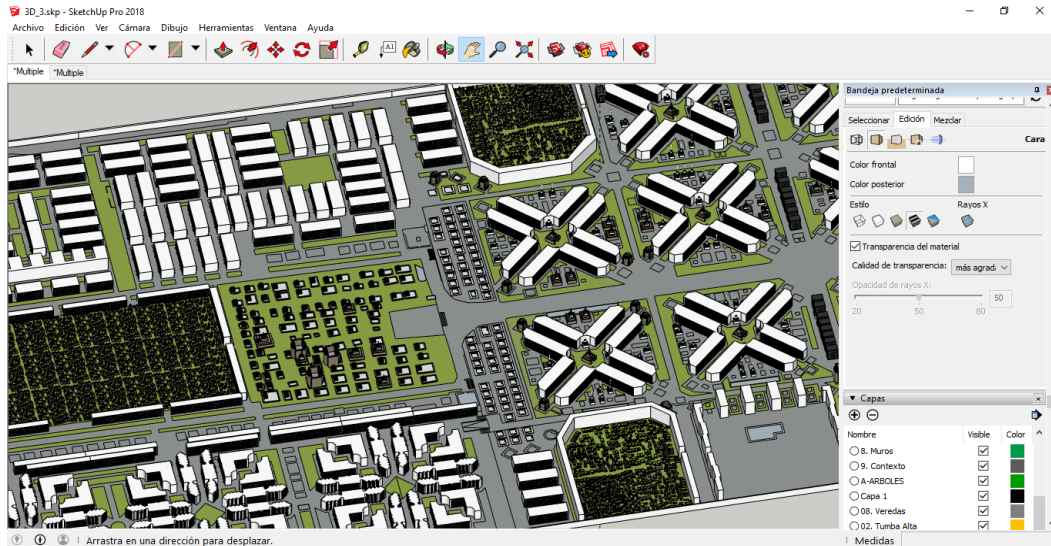


Figura 22 – Vista Panorámica del CGLA

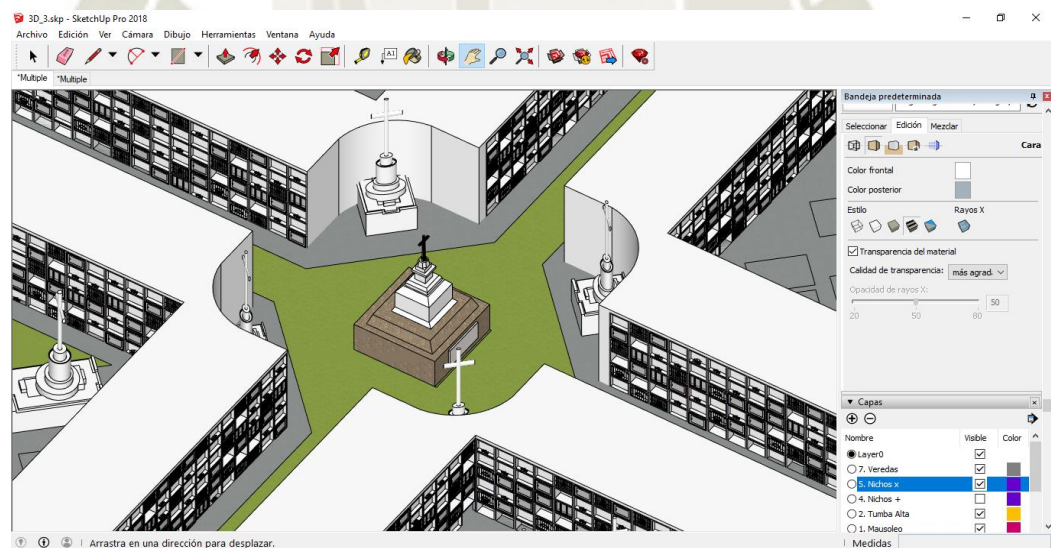


Figura 23 – Vista 3D de los pabellones “Estrella”

4.1.1. ÁREAS VERDES

Tomando en cuenta que se requeriría hacer un estudio minucioso de áreas verdes para obtener valores muy cercanos al valor real necesario de requerimiento hídrico, en este trabajo de tesis sólo mostramos un ejemplo real

de cómo estimarlo para un área de jardín, usando un K_e de 0,3; considerando solo una especie de pasto en un jardín del cementerio de 550 metros cuadrados (suponiendo sea el caso de *Aptenia cardifolia* que es un tipo de especie cubre suelos existente en el CGLA), expuesto al sol, al viento y sin sombra, entonces tendríamos un k_d mínimo de 0,5 y al estar su microclima alterado por estar cerca de estructuras, su k_m sería de 1,2, por lo que reemplazando en la ecuación obtendríamos el valor de Coeficiente de Jardín de:

$$K_j = k_e \times k_d \times k_m$$

$$K_j = 0,3 \times 0,5 \times 1,2$$

$$K_j = 0,18$$



Figura 24 – Espacios destinados para áreas verdes en zonas uniformes en metros cuadrados

La figura 25 muestra de forma representativa las áreas verdes que presentan uniformidad en el CGLA, se muestra en ellas la suma total aproximada de área verde.

La Evapotranspiración referencial mensual promedio que proporciona SENAMHI en Arequipa por la estación “LA PAMPILLA” es superior a 4 (Quevedo & Sánchez, 2013), siendo 4,8 un valor medio anual, pero refiriéndonos específicamente al mes de noviembre como para poner un ejemplo, en el que este alcanza un valor máximo de 6, el resultado sería el siguiente:

$$ET = 0,18 \times 6$$

$$ET = 1,08 \frac{mm}{día}$$

1,08 mm/día es el resultado final, es decir, se requeriría 1,08 litros por metro cuadrado de *Aptenia cardifolia* presente en el jardín seleccionado para un día, en el mes de Noviembre.

Anexamos una lista de Ke para especies vegetales del CGLA, (ver Anexo 8)

A continuación, se muestran algunas fotos del estado actual de áreas verdes del CGLA:



Figura 25 – Fotos de diagnóstico de áreas verdes

Foto A: Áreas sin vegetación producto de la falta de riego y erosión antrópica por los sectores Y,X,W,Q

Foto B: Zona de tumbas, sin vegetación cubresuelos

Foto C: Contorno interno superior derecho del CGLA

Foto D: vegetación cubresuelos, con pérdida de color por falta de nutrientes y riego.

A continuación se muestran tablas de registros florales del CGLA, clasificadas en especies forestales, ornamentales, cubre suelos, especies en venta y especies invasoras.



Identificación de especies basadas en Montesinos-Tubee, (2012), (2013)

Tabla 5 – Registro de Especies Forestales en el CGLA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTADO	IMPORTANCIA	ESTATUS	AMBIENTE	ZONIFICACIÓN	# DE EJEMPLARES
Adoxaceae	<i>Sambucus peruviana</i>	Sauco	cultivada	forestal	Nativo	áreas verdes	Perímetro CGLA	1
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Molle	cultivada	forestal	Nativo	áreas verdes	Perímetro CGLA	154
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	Laurel rosa	cultivada	forestal	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA	
Araucariaceae	<i>Araucaria heterophylla</i>	Pino araucaria	cultivada	forestal	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA	2
Arecaceae	<i>Washingtonia robusta</i>	Palmera	cultivada	forestal	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA	20
Asparagaceae	<i>Agave americana</i>	Agave, maguey	cultivada	forestal	Nativo	áreas verdes	Perímetro CGLA	
Asparagaceae	<i>Yucca guatemalensis</i>	Yuca ornamental	cultivada	forestal	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA	3
Bignoniaceae	<i>Jacaranda obtusifolia</i>	Jacaranda	cultivada	forestal	Nativo	áreas verdes	Perímetro CGLA	21
Bignoniaceae	<i>Tecoma fulca subsp arequipensis</i>	Cahuato	cultivada	forestal	Endémico	áreas verdes	Perímetro CGLA	13
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Huaranguay	cultivada	forestal	Nativo	áreas verdes	Perímetro CGLA	20
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	cultivada	forestal	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA	7
Cupressaceae	<i>Cupressus macrocarpa</i>	Ciprés	cultivada	forestal	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA	64
Cupressaceae	<i>Thuja occidentalis</i>	Tuja	cultivada	forestal	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA	
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Vilco	cultivada	forestal	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA	220
Fabaceae	<i>Paraserianthes lophanta</i>	Quillay	cultivada	forestal	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA	
Fabaceae	<i>Prosopis laevigata var. andicola</i>	Yara	cultivada	forestal	Endémico	áreas verdes	Perímetro CGLA	1
Moraceae	<i>Morus nigra</i>	Mora	cultivada	forestal	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA	14
Myoporaceae	<i>Myoporum laetum</i>	Mioporo	cultivada	forestal	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA	73
Oleaceae	<i>Fraxinus americana</i>	Fresno	cultivada	forestal	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA	4
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i>	Grevillea	cultivada	forestal	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA	
Solanaceae	<i>Brugmansia arborea</i>	Floripondio	cultivada	forestal	Nativo	áreas verdes	Perímetro CGLA	1
Solanaceae	<i>Cestrum auriculatum</i>	Hierba santa	silvestre	forestal	Nativo	áreas verdes	Perímetro CGLA	

Elaborada por autores bajo asesoría de D.Montesinos-Tubée

Esta tabla muestra a las especies forestales con nombre común, nombre científico y familia presentes en la actualidad en el CGLA, además se hizo el conteo total de las especies forestales principales, estado, ambiente, zonificación y estatus. Las más abundantes son Molle (154) , Vilco (220), Mioporo (73) Ciprés (64).

Tabla 6 – Registro de especies ornamentales en el CGLA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTADO	IMPORTANCIA	ESTATUS	AMBIENTE	ZONIFICACIÓN
Aizoaceae	<i>Glottiphyllum longum</i>	-	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Amaryllidaceae	<i>Hippeastrum vittatum</i>	Crino, lirio	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	
Araceae	<i>Xanthosoma robustum</i>	Filodendrón	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Araceae	<i>Zantedeschia aethiopica</i>	Cala	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Araliaceae	<i>Schefflera arboricola</i>	Chiflera	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Asparagaceae	<i>Chlorophytum vittatum</i>	Cinta de novia	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Asparagaceae	<i>Sansevieria trifasciata</i>	Lengua de suegra	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Asphodelaceae	<i>Aloe arborescens</i>	Sabila arbórea	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Asteraceae	<i>Argyranthemum frutescens</i>	Crisantemo	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Asteraceae	<i>Calendula officinalis</i>	Calendula	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Asteraceae	<i>Gazania rigens</i>	Gazania	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Asteraceae	<i>Helianthus annuus</i>	Girasol	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Asteraceae	<i>Osteospermum fruticosum</i>	Margarita china	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Asteraceae	<i>Santolina chamaecyparissus</i>	Santolina, ciprés chino	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Brassicaceae	<i>Alyssum maritimum</i>	Lágrima de virgen	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Brassicaceae	<i>Matthiola incana</i>	Alhelí	cultivada	ornamental	Nativo	áreas verdes	Perímetro CGLA
Cactaceae	<i>Austrocylindropuntia subulata</i>	Cactus	cultivada	ornamental	Nativo	áreas verdes	Perímetro CGLA
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Tuna	cultivada	ornamental	Nativo	áreas verdes	Perímetro CGLA
Cannaceae	<i>Canna edulis</i>	Achira	cultivada	ornamental	Nativo	áreas verdes	Perímetro CGLA
Caryophyllaceae	<i>Dianthus barbatus</i>	Clavel chino	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA

Crassulaceae	<i>Aeonium arboreum</i>	Siempreviva	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Crassulaceae	<i>Crassula arborescens</i>	Crasula	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Crassulaceae	<i>Kalanchoe sexangularis</i>	Kalanchoe	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Didiereaceae	<i>Portulacaria affra</i>	Pata de elefante	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia ingens</i>	Candelabro, falso cactus	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Fabaceae	<i>Tipuana tipu</i>	Tipa	cultivada	ornamental	Nativo	áreas verdes	Perímetro CGLA
Geraniaceae	<i>Pelargonium domesticum</i>	Geranio elegante	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Geraniaceae	<i>Pelargonium hortorum</i>	Geranio común	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Cucarda	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Ficus	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Plantaginaceae	<i>Antirrhinum majus</i>	Boca de sapo	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Plumbaginaceae	<i>Limonium fruticans</i>	Papelillo	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Pasto kikuyo	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Primulaceae	<i>Primula vulgaris</i>	Primula	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Rosaceae	<i>Rosa canina</i>	Rosa	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i>	Ruda	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Verbena	cultivada	ornamental	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA

Elaborada por autores bajo asesoría de D.Montesinos-Tubée

Esta tabla muestra a las especies ornamentales (no confundir con especies en venta) con nombre común, nombre científico y familia presentes en la actualidad en el CGLA, además se hizo el conteo total de las especies forestales principales, ambiente, zonificación, estado y estatus.

Tabla 7 – Registro de especies cubre suelos en el CGLA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTADO	IMPORTANCIA	ESTATUS	AMBIENTE	ZONIFICACIÓN
Aizoaceae	<i>Aptenia cordifolia</i>	El Rocío	cultivada	cubre suelos	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Aizoaceae	<i>Lampranthus multiradiatus</i>	Flor de sol o rayito de sol	cultivada	cubre suelos	Introducido	áreas verdes	Perímetro CGLA
Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	Gramma salada	silvestre	cubre suelos	Nativo	descampados	Perímetro CGLA
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Kikuyo	silvestre	Cubre suelos	Introducido	Áreas verdes	Perímetro CGLA

Elaborada por autores bajo asesoría de D.Montesinos-Tubée

Esta tabla muestra a las especies cubre suelos con nombre común, nombre científico y familia presentes en la actualidad en el CGLA, además se hizo el conteo total de las especies forestales principales, ambiente, zonificación, estado, estatus y algunas observaciones. Las 4 especies son abundantes, 2 de tipo cultivada, y dos de tipo silvestre.

Tabla 8 – Registro de especies en venta en el CGLA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTADO	IMPORTANCIA	ESTATUS	AMBIENTE	ZONIFICACIÓN
Alstroemeriaceae	<i>Alstroemeria aurea</i>	Alstroemeria, lirio peruano	-	venta: alta demanda	Nativo	ventas exteriores CGLA	Venta ornamental
Arecaceae	<i>Dypsis lutescens</i>	Palmera	-	Venta	Introducido	ventas exteriores CGLA	Venta ornamental
Asparagaceae	<i>Asparagus setaceus</i>	Esparrago ornamental	-	venta: alta demanda	Introducido	ventas exteriores CGLA	Venta ornamental
Asparagaceae	<i>Aspidistra elatior</i>	-	-	venta: alta demanda	Introducido	ventas exteriores CGLA	Venta ornamental
Asteraceae	<i>Chrysantemum spp.</i>	Crisantemo	-	Venta	Introducido	ventas exteriores CGLA	Venta ornamental
Caryophyllaceae	<i>Dianthus caryophyllus</i>	Clavel	-	venta: alta demanda	Introducido	ventas exteriores CGLA	Venta ornamental
Caryophyllaceae	<i>Gypsophila paniculata</i>	Ilusión	-	venta: alta demanda	Introducido	ventas exteriores CGLA	Venta ornamental
Iridaceae	<i>Gladiolus</i>	Gladiolo	-	venta: alta demanda	Introducido	ventas exteriores CGLA	Venta ornamental
Moraceae	<i>Ficus elastica</i>	Caucho	-	Venta	Introducido	ventas exteriores CGLA	Venta ornamental
Myrtaceae	<i>Luma chequen</i>	Arrayán	-	Venta	Introducido	ventas exteriores CGLA	Venta ornamental
NN	<i>Planta no identificada (hojas ovadas)</i>	-	-	Venta	-	ventas exteriores CGLA	Venta ornamental
Plumbaginaceae	<i>Limonium sinuatum</i>	Papelillo	-	Venta	Introducido	ventas exteriores CGLA	Venta ornamental
Plumbaginaceae	<i>Limonium</i>	Papelillo	-	Venta	Introducido	ventas exteriores CGLA	Venta ornamental



Figura 26 – Especies comunes de flores de venta en los exteriores del CGLA.

Esta tabla muestra a las especies en venta con nombre común, nombre científico y familia presentes en la actualidad en el CGLA, además se hizo el conteo total de las especies forestales principales, su ubicación, estado. La tabla anterior muestra el registro de las especies florísticas comunes en el CGLA, que sirvieron además para la toma de muestra de Carbono orgánico y nitrógeno.

Tabla 9 – Registro de especies invasoras en el CGLA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTADO	IMPORTANCIA	ORIGEN	AMBIENTE	ZONIFICACIÓN
Amaranthaceae	<i>Amaranthus dubius</i>	Bledo	silvestre	-	Nativo	descampados	Perímetro CA
Asteraceae	<i>Conyza hispidula</i>	-	silvestre	-	Nativo	áreas verdes	Perímetro CA
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	Kanacho	silvestre	invasora	Introducido	áreas verdes	Perímetro CA
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	silvestre	invasora	Introducido	áreas verdes	Perímetro CA
Brassicaceae	<i>Sisymbrium irio</i>	Nabo silvestre	silvestre	invasora	Introducido	áreas verdes	Perímetro CA
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia peplus</i>	Leche-leche	silvestre	-	Nativo	áreas verdes	Perímetro CA
Poaceae	<i>Bromus catharticus</i>	Pasto silvestre	silvestre	-	Nativo	áreas verdes	Perímetro CA
Poaceae	<i>Eleusine indica</i>	Pasto silvestre	silvestre	-	Introducido	áreas verdes	Perímetro CA
Poaceae	<i>Polypogon interruptus</i>	Pasto silvestre	silvestre	-	Nativo	áreas verdes	Perímetro CA
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	-	silvestre	-	Nativo	áreas verdes	Perímetro CA

Esta tabla muestra a las especies invasoras con nombre común, nombre científico y familia presentes en la actualidad en el CGLA, además se hizo el conteo total de las especies forestales principales, su ubicación, estado, origen, de si presentan alelopatía y algunas observaciones.

Las tablas para inventario de especies vegetales fue realizado con ayuda de D.B. Montesinos-Tubée.

4.1.2 RESIDUOS EN EL CGLA

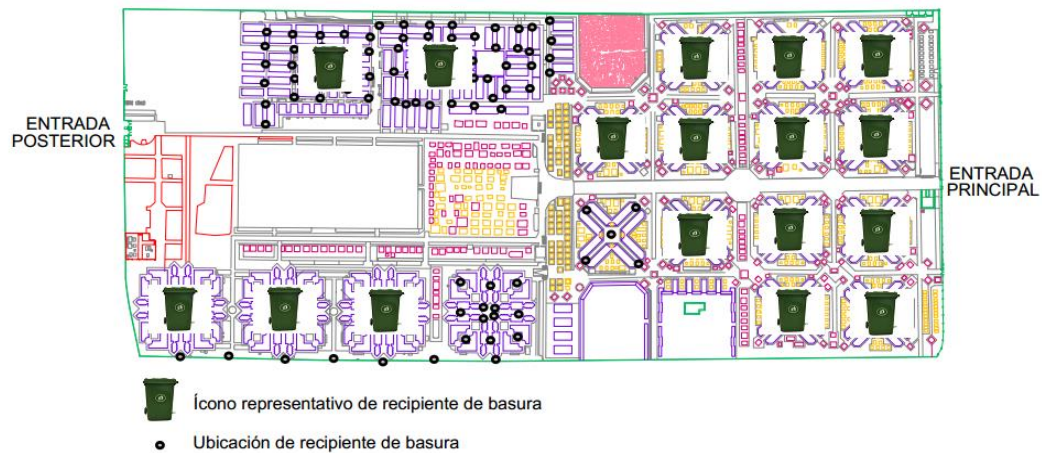


Figura 27 – Distribución de recipientes de basura en diferentes sectores de pabellones del CGLA.

Como se muestra en la figura 27, si existe una distribución que guarda un nivel de uniformidad en las zonas que presentan patrones arquitectónicos repetitivos, hay otras zonas que también presentan recipientes de basura pero con menos uniformidad, lo cual es un aspecto positivo porque los recipientes parecen ser suficientes en los sectores en los que se encuentran, lo que si representa un problema es la segregación y se muestran las siguientes fotos con su respectiva descripción





Figura 28 – Fotos de diagnóstico de Recipientes para depósito de basura

Foto A y F: Recipiente convencional de basura sin especificación sobre su uso

Foto B: Recipiente fijo para residuos comunes con residuos florales ligeramente frescos

Foto C: Recipiente para residuos generales pintado de color plomo

Foto D: Recipiente para residuos comunes pintado de color amarillo

Foto E: Recipiente de basura pintado de color amarillo para plásticos y metales, pero que contiene residuos orgánicos

Todos son tachos de metal, algunos de 40 cm de diámetro, otros de 60 cm de diámetro, de alturas 45 cm y 69 cm, con etiquetas que no reflejan su verdadero uso.

A continuación se muestran cálculos para la estimación de producción de residuos florales por forma de pabellón

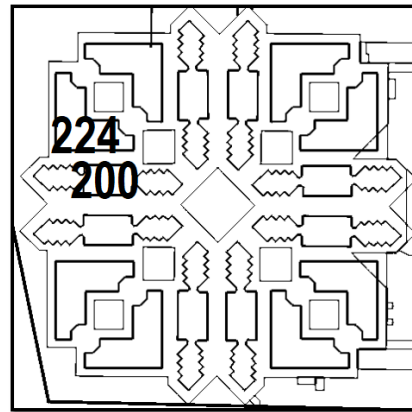


Figura 29 – Conjunto de pabellones denominado “cruz”, con el respectivo número de nichos por unidad de pabellón.

Tabla 10 – Cálculos para la estimación de gramos de masa floral del pabellón denominado “Cruz”.

# NICHOS POR PABELLÓN	224	200	424	PESO DE UN RAMO DE FLORES TOMADO COMO MUESTRA = 400gr con humedad, sin humedad = 350gr
REP	8	8	8	
TOTAL, DE NICHOS	1792	1600	3392	
Gramos de Masa floral - 100% DE NICHOS CON RAMOS	627200	560000	1187200	350gr
Gramos de Masa floral - 75% DE NICHOS CON RAMOS	470400	420000	890400	
Gramos de Masa floral - 50% DE NICHOS CON RAMOS	313600	280000	593600	
Gramos de Masa floral - 25% DE NICHOS CON RAMOS	156800	140000	296800	

La siguiente tabla muestra los cálculos de gramos de masa floral con y sin humedad, para los pabellones denominados “Cruz”, se contaron 224 nichos para la primera forma, y 200 nichos para la segunda forma, sumando un total de 424 nichos, juntando estas 2 formas en una sola, obtenemos 8 repeticiones en un conjunto de estos pabellones, mostrado en la figura 29.

Los resultados finales se muestran en gramos y representan el total de gramos florales que se podrían generar en una simulación, en la que se suponen todos los nichos de ese conjunto mostrado, con un porcentaje de 0%, 25%, 50%, 75%, 100% de gramos de masa floral.

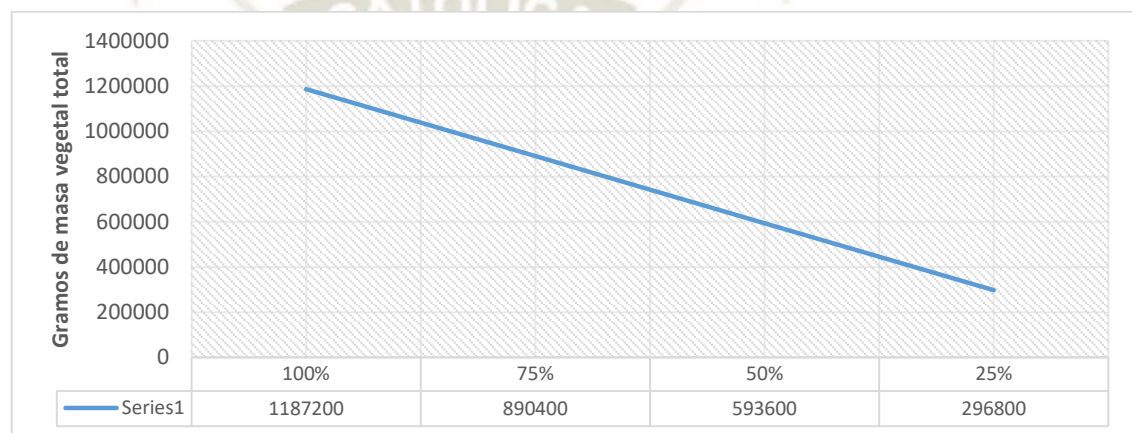


Figura 30 – Gramos de masa vegetal total vs Porcentaje de nichos con ramos florales en el conjunto de pabellones denominado “Cruz”

El gráfico de la figura 30 es un resumen de la tabla 9, con valores en gramos (series 1) para diferentes porcentajes de llenado

A continuación se muestra otra forma de pabellón común en el CGLA, de forma rectangular, que presenta 25 nichos y 75 nichos por cara.

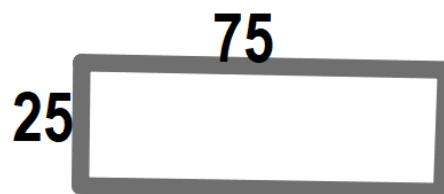


Figura 31 – Pabellón de tipo rectangular, con el respectivo número de nichos por cara

Los cálculos hechos para este tipo de pabellón se muestran a continuación en una tabla

Tabla 11 – Cálculos para la estimación de gramos de masa floral de pabellón tipo rectangular.

# NICHOS	200	PESO DE UN RAMO DE FLORES TOMADO COMO MUESTRA = 400gr con humedad, sin humedad = 350gr
REP	82	
TOTAL, DE NICHOS	16400	
Gramos de Masa vegetal - 100% DE NICHOS CON RAMOS	2870000	
Gramos de Masa vegetal - 75% DE NICHOS CON RAMOS	2152500	350
Gramos de Masa vegetal - 50% DE NICHOS CON RAMOS	1435000	
Gramos de Masa vegetal - 25% DE NICHOS CON RAMOS	717500	

La siguiente tabla muestra los cálculos de gramos de masa floral con y sin humedad, para los pabellones de tipo rectangular se contaron 25 nichos en 2 caras y 75 nichos en 2 caras sumando un total de 200 nichos, juntando estas 2 formas en una sola, obtenemos 8 repeticiones en un conjunto de estos pabellones, mostrado en la figura 29.

Los resultados finales se muestran en gramos y representan el total de gramos florales que se podrían generar en una simulación, en la que se suponen todos los nichos de ese conjunto mostrado llenándose a su vez en una semana y alcanzando un porcentaje de 25%, 50%, 75%, 100% de gramos de masa floral.

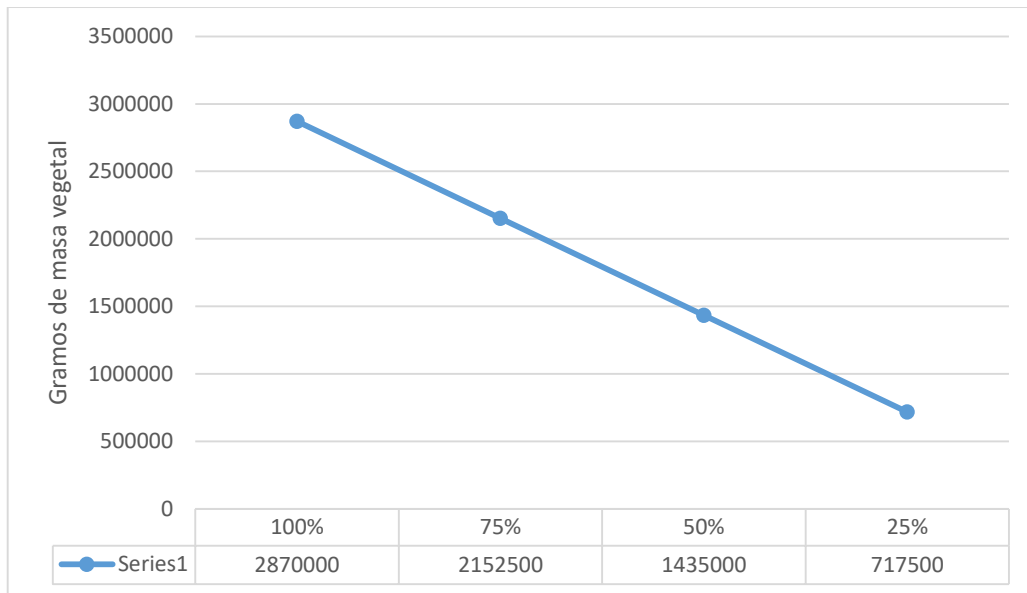


Figura 32 – Gramos de masa vegetal total vs Porcentaje de nichos con ramos en el pabellón de tipo de rectangular.

El gráfico mostrado en la figura 32 es un resumen de las cantidades de gramos de masa floral alcanzados en una simulación, en la que se considera que todos los nichos están sin ramos florales, es decir en un 0%, y el nivel de residuos florales que se alcanzaría al estar en los porcentajes de 25%, 50%, 75%. 100% de gramos de masa floral (Series 1)

Se consultó además a algunos jardineros cada cuánto tiempo se recogen las flores de sus nichos, y es que las mismas tienen aproximadamente una semana ahí hasta que se empiezan a secar y marchitar, para evitar la proliferación de mosquitos, se tienen que recoger 1 o 2 veces por semana, lo hacen en carretillas, juntan los residuos florales y luego los llevan a un sector destinado para la acumulación de los mismos, que queda a lado de la entrada posterior del cementerio, cada 2 veces por semana un camión recoge los residuos florales, y esta es llevada según nos indicaron, al Consejo Municipal, donde se convierte en ceniza para usarla como abono de suelos. Según fuentes periodísticas se conoce además que el CGLA viene teniendo problemas con la proliferación de insectos, con lo que se realizan fumigaciones cada cierto tiempo, de no ser así, el CGLA podría ser cerrado hasta erradicar las plagas.



Figura 33 – Fotos de diagnóstico de residuos.

Foto A : Zona de depósito final de los residuos florales en el cementerio antes de ser llevado al Consejo Municipal, ésta tiene un área aproximada de 286 metros cuadrados, con una altura de 1 metro de residuos florales aproximadamente.

Foto B: Cartel situado a las afueras de la Capilla del CGLA en el que se indica que sólo está permitido colocar flores artificiales para los pabellones de 2 niveles, para evitar la proliferación de mosquitos.

Foto C y E: Se evidencia que no hay educación ambiental dentro del cementerio

Foto D: Existen letreros pintados en las paredes sobre cuidar el ambiente en varias zonas del cementerio, pero muchos de ellos no son muy notorios en un cementerio grande como este.

Foto F: Las flores artificiales se ven cada vez más en el CGLA y no solo en pabellones de 2 niveles.

4.1.3 ESTRUCTURAS Y OTRAS CARACTERÍSTICAS EN EL CGLA





Figura 34 – Fotos de diagnóstico de espacios libres.

Foto A : El CGLA no cuenta con iluminación, se observa el anochecer en los pabellones de tipo rectangular, además se observan ciertas características del techo de estos pabellones (prácticamente vacíos con polvo y algunas basuras), son superficies cementadas de dimensiones 5x15metros, con un cerco de cemento de aproximadamente 10 cm de alto. Se aprecia además que algunas zonas cuentan con mallas rashell, las cuáles son adquiridas por los usuarios y colocadas con permiso de la administración del CGLA.

Foto B: Techos del conjunto de pabellones denominados “Cruz”, se aprecian las 2 formas de pabellón presentes en este conjunto denominado “Cruz”

Foto C: Otra vista de los Techos del conjunto de pabellones denominados “Cruz”, con los techos libres con algo de basura.

Foto D: Otra vista del estado del techo de los techos de los pabellones , algunos presentan ciertas rajaduras con algo de basura.

Foto E y F: Paredes sin estucado, se encuentran en todo el perímetro interno y algunos sectores divididos por paredes.

4.1.4. RECURSO HÍDRICO EN EL CGLA

A continuación, mostramos el circuito que recorre el agua subterránea.



Figura 35 – Fotos de diagnóstico de espacios sistema de abastecimiento y distribución de recurso hídrico

Foto A: Caseta de bombeo, aquí se encuentra una bomba que succiona agua subterránea a 25 metros aproximadamente (dato fue brindado por trabajadores internos en el CGLA).

Foto B: Pozo de almacenamiento de agua subterránea, de uso público, para llenar con agua los recipientes para las flores, se restringen otros usos debido a su naturaleza subterránea

Foto C: Bomba suministradora a sistema de tuberías.

Foto D: Bombas suministradoras por sectores

Foto E: Grifos por sectores

Foto F: Riego de áreas verdes por gravedad

Se muestra a continuación la ubicación de las bombas de agua en el CGLA:

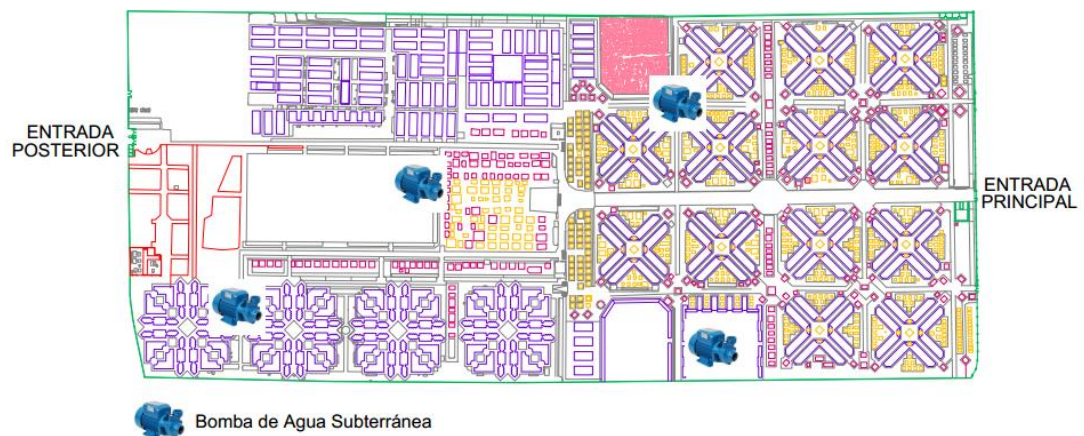


Figura 36 – Ubicación de las bombas de agua subterránea

Se supo que el abastecimiento es de 2 tipos, agua subterránea para el riego de jardines, y agua potable pero solamente disponible para los baños (existen 3), según los trabajadores, se dice que se usaba agua potable para el riego de jardines, pero el consumo era excesivo.

El agua subterránea es bombeada desde una profundidad de 25 metros aproximadamente (dato brindado por trabajadores internos del CGLA). mediante sistemas de bombas de agua convencionales, que en total son 4 en todo el cementerio, ubicadas estratégicamente para poder llegar a todos los sectores del CGLA. El riego de jardines es diario, pero en época de verano el riego disminuye dependiendo de la cantidad de lluvia que caiga, el tipo de riego empleado es de rociado por sectores en base a tiempos determinados por

los mismos jardineros, no hay una medida del agua usada para regar, lo hacen a su criterio, en la figura 16 se muestra el mapa de agua subterránea de la zona del CGLA.

4.3. PROPUESTA Eco-Cem:

Planteamos un sistema sustentable denominado Eco-Cem (ecoparque-cementerio) basado en las prioridades que este cementerio requiere, dado el resultado del diagnóstico y que se podría aplicar al CGLA. A continuación se muestra el sistema Eco-Cem propuesto en un diagrama de flujo que resume el mismo, descrito en las siguientes páginas.

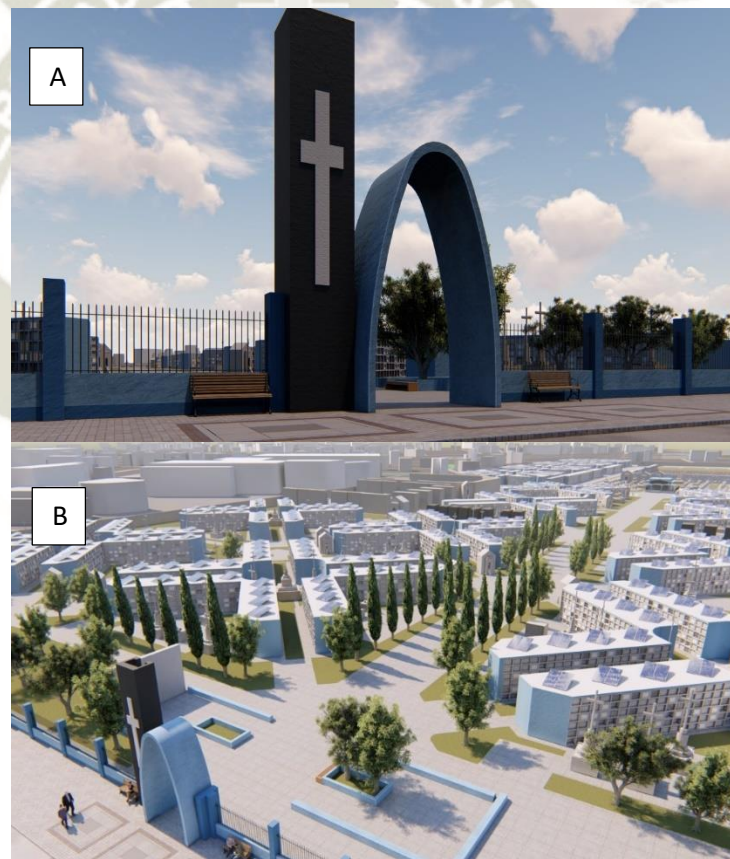


Figura 37 – A. Entrada principal del CGLA, B. Vista panorámica del parque fotovoltaico en pabellones delanteros



Figura 38 – A. Paneles solares propuestos sobre techos de los pabellones, B. Área de tratamiento de residuos florales y Sala de Control SCADA, C. Vista aérea del CGLA iluminado por la noche, D. Riego de áreas verdes por bombeo solar

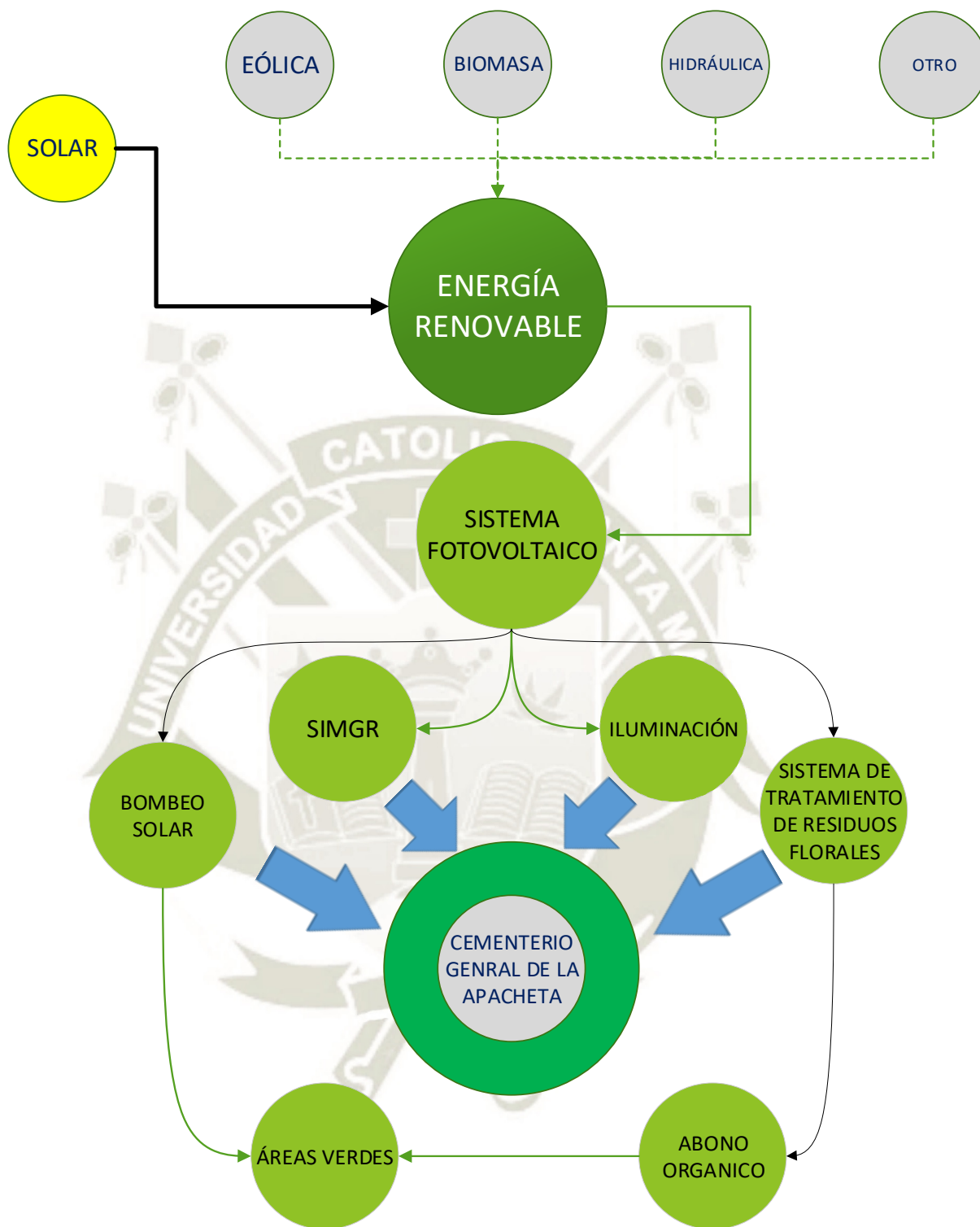


Figura 39 – Sistema Eco-Cem

Elaboración propia

La fuente de energía renovable utilizable por el CGLA es la energía solar, podrían utilizarse otras fuentes de energía dependiendo de la ubicación geográfica del cementerio u otro sitio histórico al que se pretenda este sistema, las características de la radiación solar en la ciudad de Arequipa son favorables por las largas horas que dura el día, el cual en la ciudad de Arequipa en su mayor parte del año se encuentra bañado de radiación solar, el cual es el factor positivo más importante para la instalación de un parque fotovoltaico como principal fuente de energía en el CGLA.

La potencia alcanzable del parque fotovoltaico propuesto no estaría lejos de 1MW, este alcanza según los estudios hechos para las zonas que presentan alta uniformidad, un total de 757,24KW utilizando paneles solares policristalinos de 330w c/u, que en su mayor parte dispondría de energía conectada a red, la cual generaría ingresos económicos a la administración del CGLA al venderse a un coste más económico a las tiendas o casas de su cercanía con cableado propio, ya que no se puede interferir con el sistema de red nacional, y que para los sistemas menores (Bombeo Solar, SIDRR, alumbrado, Reactor) bastaría con el uso de unas pocas unidades de 20KW conformadas por un arreglo de 64 paneles solares c/u. Para la seguridad, y control del parque FV se propone la instalación de una sala de control utilizando sistema SCADA (Supervisión, control y adquisición de datos). Que se podría ubicar en la parte superior de la Oficina de la SBPA que se halla al frente del CGLA, o sino dentro del mismo CGLA consumiendo al menos unos 35m² de terreno.

El CGLA cuenta con 4 bombas de agua convencionales situadas estratégicamente utilizadas para regar los jardines, que de encontrarse encendidas durante al menos 2 horas al día para abastecer la mayor parte de jardines posibles, estarían generando un consumo energético probablemente elevado, que como entidad pública debería apoyarse con energía renovable como una medida de ecoeficiencia que el Ministerio del Ambiente sugiere; la propuesta que se hace es el remplazo de las mismas por bombas solares de 3000W de potencia c/u que es suficiente para bombear el agua subterránea que se halla a una profundidad de 25m, estas bombas solares se abastecen con un sistema de 6 paneles solares de 330 w.

La uniformidad que guardan las edificaciones dentro del CGLA ha permitido que sea fácilmente detectable la ubicación de los recipientes de basura, la cual es aceptable pero en los tiempos modernos requerimos de sistemas inteligentes, los cuales puedan ser fácilmente controlables, el CGLA como ecoparque al disponer de un SIMGR, se convertiría en un ejemplo para la ciudad de Arequipa, ya que la misma sufre fuertemente este problema. Se propone un sistema con sensores ultrasónicos para medir el nivel de desperdicio, módulos GSM para enviar SMS y sistema Arduino para controlar la operación del sistema. Se supone generar y enviar los mensajes de advertencia a la sala de control a través de SMS cuando el depósito de basura está lleno o casi lleno, por lo que la basura se puede recolectar de inmediato por el personal. Además, se espera que contribuya a mejorar la eficiencia de la gestión de eliminación de residuos sólidos.

Se propone la instalación de alumbrado en los pasadizos interiores del CGLA, los cuáles funcionarían con un sistema de baterías cargados con energía solar durante el día, con focos led de 30w para piso distanciados lo más razonablemente, ya que la puesta de postes representaría la colocación de los mismos con estudios minuciosos de luminosidad por la sombra que generan muchos árboles y estructuras.

Proponemos además un sistema de tratamiento para los residuos florales a base de un reactor aerobio giratorio para compostaje, ésta área de tratamiento requerirá, de un espacio para la recepción de residuos, espacio de selección y acondicionamiento, centro de maduración, espacio de tratamiento final, un almacén y un laboratorio de análisis físico-químico, en un emplazamiento de 400m², en la parte posterior del CGLA dónde se encuentran ubicados los depósitos de residuos florales, que son terrenos alejados de los lugares de entierro, la energía para el funcionamiento del reactor provendría del parque fotovoltaico, con lo que se generarían subproductos como bioabonos siendo estos fertilizantes para los propios jardines del campo santo.

El reactor está diseñado bajo el concepto de tambor giratorio y fue propuesto en la tesis “Diseño de un reactor aeróbico a nivel de laboratorio para producir compost a partir de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios en el distrito

de Chupaca” (Mendoza, 2010).y sus especificaciones técnicas se muestran en la siguiente figura.

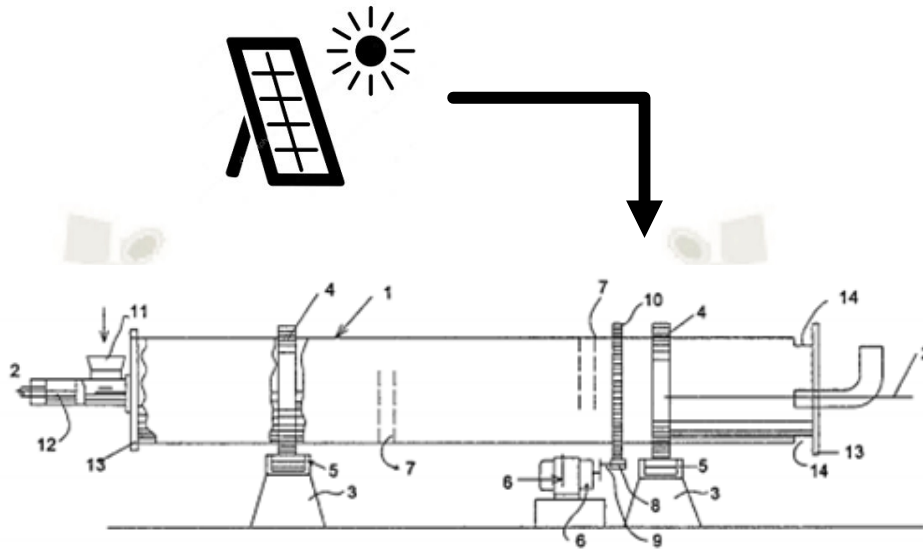


Figura 40 – Reactor de tambor giratorio a base de energía solar fotovoltaica
(editado)

(Mendoza, 2010).

DESCRIPCIÓN

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| 1.- Tambor cilíndrico | 8.- Piñon |
| 2.- Eje Longitudinal | 9.- Eje |
| 3.- Soporte | 10.- Tren de anillos anular |
| 4.- Carriles de Anillo | 11.- Tolva estacionaria |
| 5.- Rodillos | 12.- Pistón hidráulico |
| 6.- Motor | 13.- Tabiques transversales |
| 7.- Deflectores | 14.- Descarga |

Con esto se completa lo que denominamos Eco-Cem,

El CGLA es un conjunto necro arquitectónico local, y está considerado como patrimonio histórico cultural de la ciudad, que pretende ser patrimonio Cultural de la Nación. (Fuentes, 2016), como ecoparque podría alcanzar tal reconocimiento al convertirse un centro ejemplo en materia ambiental, atendiendo todos sus campos eficientemente. A continuación se detalla la base del parque FV propuesto con el presupuesto por sistema:

Se estimó un área total de techos de 20 200 m². Cada unidad de rectángulo dentro del área de techo representa un panel solar de 330 w de 2mx1m.

A continuación se muestra la distribución, en las distintas formas de techo existentes.

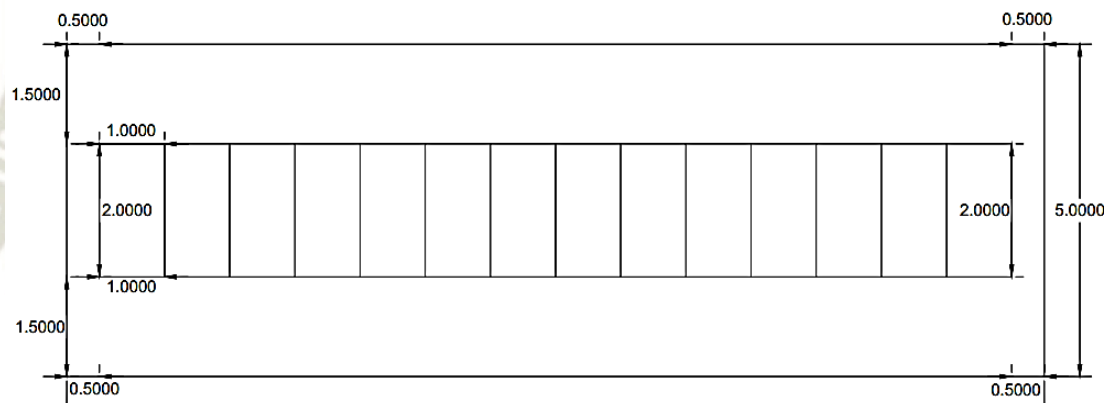


Figura 41 – Pabellón de tipo rectangular en posición horizontal con respecto al Norte, con medidas exactas en metros.

Se podrían generar 4,62 Kw de un total de 14 paneles solares por techo de pabellón de este tipo. De los cuales hay 20, que daría 92 Kw producidos.

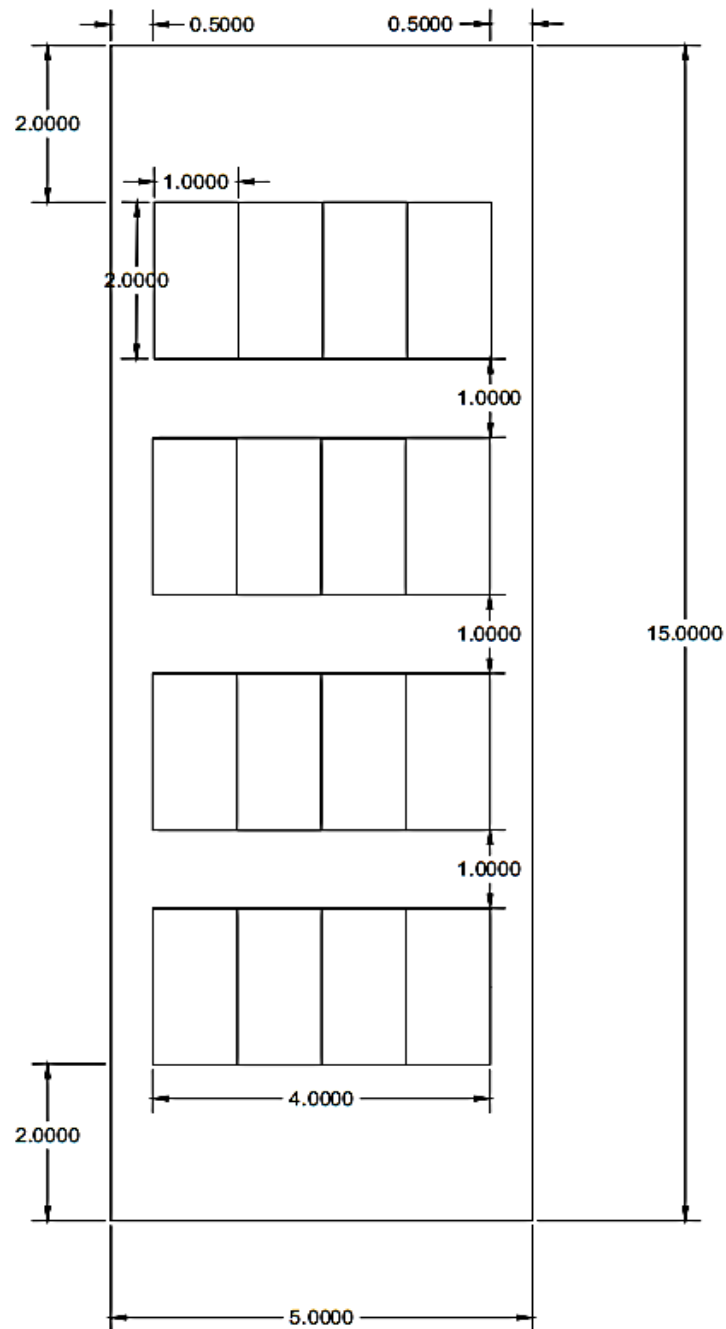


Figura 42 – Pabellón de tipo rectangular en posición vertical con respecto al Norte, con medidas exactas en metros.

Se podrían generar 5,28 Kw de un total de 16 paneles solares por techo de pabellón de este tipo, de los cuales hay 48, que nos daría 253 Kw producidos.

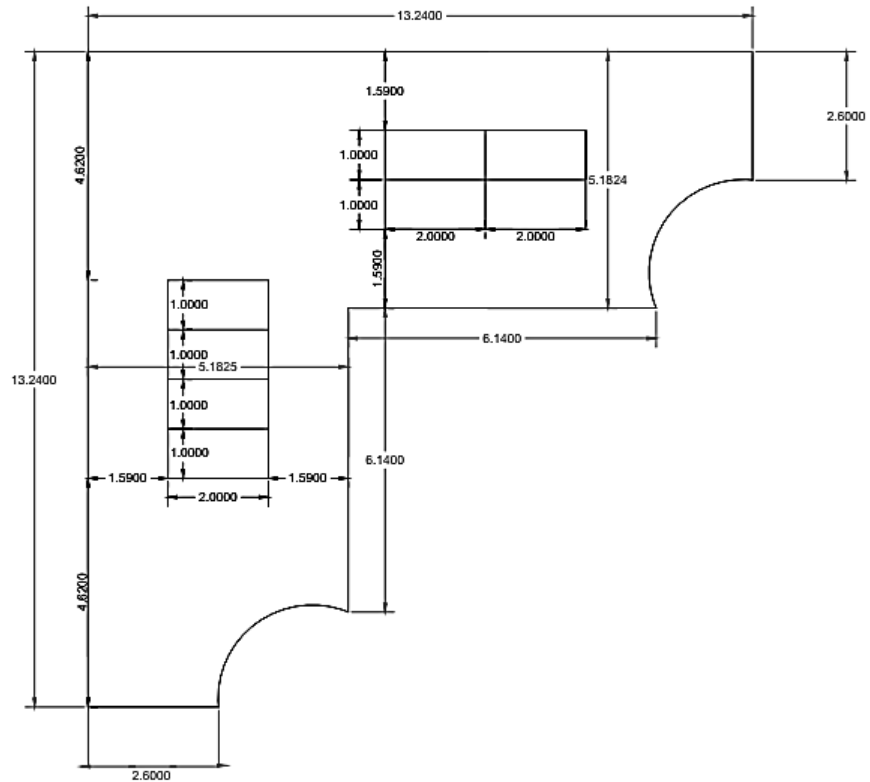


Figura 43 – Parte del conjunto de Pabellones de tipo “Cruz” (1), con medidas exactas en metros.

Se podrían generar 2,64 Kw, de un total de 8 paneles solares por techo de pabellón de este tipo. De los cuales hay 32, que nos daría 84.48 Kw producidos.

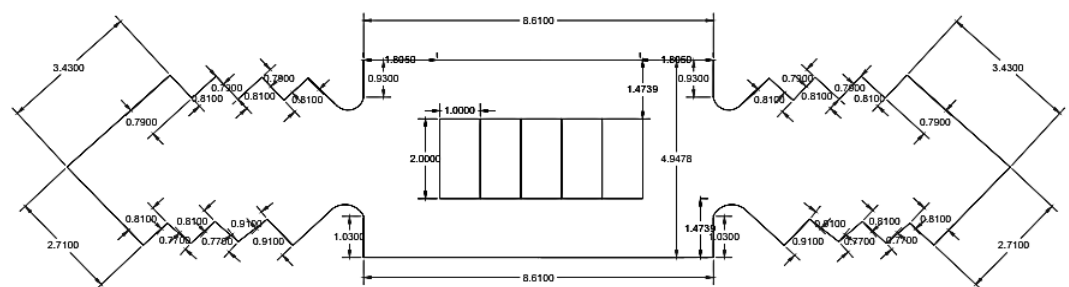


Figura 44 – Pabellón parte del conjunto de pabellones tipo “Cruz” (2), con medidas exactas en metros.

Se podrían generar 1,65 Kw, de un total de 5 paneles solares por techo de pabellón de este tipo, de los cuales hay 32, que daría 52.8 Kw producidos.

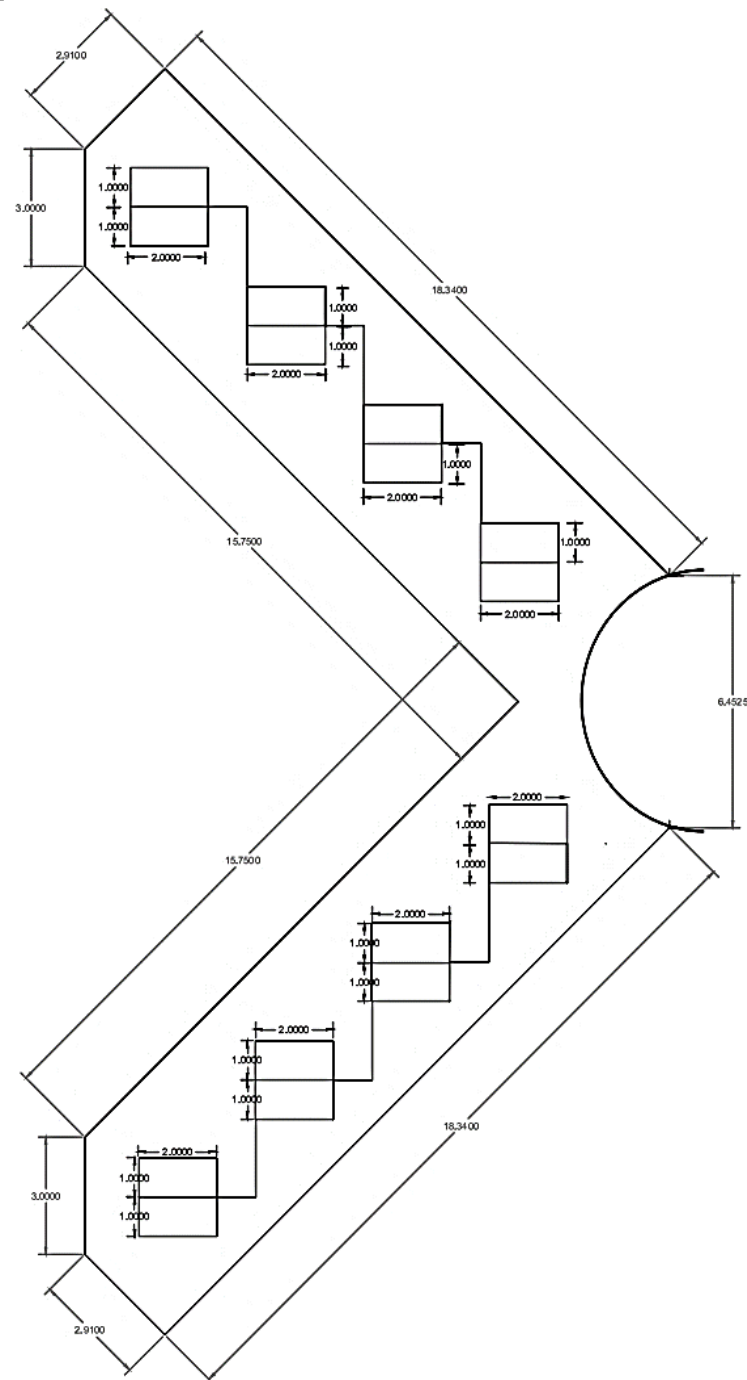


Figura 45 – Pabellón parte del conjunto de pabellones denominados “Estrella”, con medidas exactas en metros.

Se podrían generar 5,28 Kw, de un total de 16 paneles solares por techo de pabellón de este tipo, de los cuales hay 52, que daría 274.56 Kw producidos.

ESTIMACIÓN DE ENERGÍA PRODUCIDA POR LOS SISTEMAS CONECTADOS A RED

- **CALCULO DE ENERGÍA A PRODUCIR POR EL SISTEMA**

➤ Para un 01 sistema de 64 paneles de 330Wp:

Energía a producir:

$$1x \frac{\#paneles \times Wp \text{ del panel} \times HSP \times \text{Eficiencia} \%}{1000} = KWh/d$$

$$1x \frac{64 \times 330 \text{ Wp} \times 5 \times 83 \%}{1000} = 87,648.00KWh/d$$

$$87,648 \frac{KWh}{d} \times 365 \text{ d} = 31,991.52KWh/año$$

Donde:

- ❖ # paneles = Numero de paneles del todo el arreglo solar
- ❖ Wp = Potencia de panel solar seleccionado
- ❖ Hora solar pico = 5 HSP (considerando el peor mes del año)
- ❖ Eficiencia de corrección = 83%
 - 97% inversores
 - 90% perdidas por temperaturas
 - 98% cableado
 - 97.5% panel solar

➤ Para un 01 sistema de 70 paneles de 330Wp:

Energía a producir:

$$1x \frac{\#paneles \times Wp \text{ del panel} \times HSP \times \text{Eficiencia \%}}{1000} = KWh/d$$

$$1x \frac{70 \times 330 \text{ Wp} \times 5 \times 83 \%}{1000} = 95,865.00KWh/d$$

$$95,865 \frac{KWh}{d} \times 365 \text{ d} = 34,990.73KWh/año$$

Donde:

- ❖ # paneles = Numero de paneles del todo el arreglo solar
- ❖ Wp = Potencia de panel solar seleccionado
- ❖ Hora solar pico = 5 HSP (considerando el peor mes del año)
- ❖ Eficiencia de corrección = 83%
 - 97% inversores
 - 90% perdidas por temperaturas
 - 98% cableado
 - 97.5% panel solar

PRESUPUESTO DETALLADO DE LOS SISTEMAS SOLARES.

Tabla 12 – Presupuesto 01, 01 Sistema conectado a red de 20 kW.

Interconectado a red para el pabellón de forma Rectangular vertical del cementerio:

Ítem	Descripción	Especificaciones técnicas	Cant.	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Panel solar	Arreglo solar de potencia instalada de 21 KW (64 paneles de 330 Wp)	64	Unid.	980,00	62,720.00
2	Inversor Fronius	Inversor Interconexión Symo 20.0.3-S WLAN/LAN/WEBSERVE R – Trifásico	01	Unid.	21.000.00	21,000.00
3	Accesorios Fronius	Smart Meter de 50kA-3	01	Unid.	1,904,00	1,904.00
4	Materiales de instalación	Cables, cajas de paralelo, material de sujeción	01	Unid.	12,500.00	12,500.00
5	Soporte metálico	Soporte para el arreglo solar	01	Unid.	12,000.00	12,000.00
6	Instalación	Instalación del todo el sistema	01	Unid.	8,800,00	8,800.00
PRECIO TOTAL EN SOLES						118,924.00

Tabla 13 – Presupuesto 02, 01 Sistema conectado a red de 20 kW.

Interconectado a red para el pabellón de forma Rectangular Horizontal del cementerio:

Ítem	Descripción	Especificaciones técnicas	Cant.	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Panel solar	Arreglo solar de potencia instalada de 23 KW (70 paneles de 330 Wp)	70	Unid	980,00	68,600.00
2	Inversor Fronius	Inversor Interconexion Symo 20.0.3-S WLAN/LAN/WEBSERVER – Trifásico	01	Unid	21.000.00	21,000.00
3	Accesorios Fronius	Smart Meter de 50kA-3	01	Unid	1,904,00	1,904.00
4	Materiales de instalación	Cables, cajas de paralelo, material de sujeción	01	Unid	12,500.00	12,500.00
5	Soporte metálico	Soporte para el arreglo solar	01	Unid	12,000.00	12,000.00
6	Instalación	Instalación del todo el sistema	01	Unid	8,800,00	8,800.00
PRECIO TOTAL EN SOLES						124,804.00

Tabla 14 – Presupuesto 03, 01 Sistema conectado a red de 20 kW.

Interconectado a red para el conjunto de pabellones en forma de “Estrella” del cementerio:

Ítem	Descripción	Especificaciones técnicas	Cant.	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Panel solar	Arreglo solar de potencia instalada de 21 KW (64 paneles de 330 Wp)	64	Unid.	980,00	62,720.00

2	Inversor Fronius	Inversor Interconexión Symo 20.0.3-S WLAN/LAN/WEBSERVER – Trifásico	01	Unid.	21.000.00	21,000.00
3	Accesorios Fronius	Smart Meter de 50kA-3	01	Unid.	1,904,00	1,904.00
4	Materiales de instalación	Cables, cajas de paralelo, material de sujeción	01	Unid.	12,500.00	12,500.00
5	Soporte metálico	Soporte para el arreglo solar	01	Unid.	12,000.00	12,000.00
6	Instalación	Instalación del todo el sistema	01	Unid.	8,800,00	8,800.00
PRECIO TOTAL EN SOLES						118,924.00

Tabla 15 – Presupuesto 04, 01 Sistema conectado a red de 20 kW.

Interconectado a red para el pabellón de forma de “Cruz” (1) del cementerio:

Ítem	Descripción	Especificaciones técnicas	Cant.	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Panel solar	Arreglo solar de potencia instalada de 21 KW (64 paneles de 330 Wp)	64	Unid.	980,00	62,720.00
2	Inversor Fronius	Inversor Interconexión Symo 20.0.3-S WLAN/LAN/WEBSERVER – Trifásico	01	Unid.	21.000. 00	21,000.00
3	Accesorios Fronius	Smart Meter de 50kA-3	01	Unid.	1,904,0 0	1,904.00
4	Materiales de instalación	Cables, cajas de paralelo, material de sujeción	01	Unid.	12,500. 00	12,500.00
5	Soporte metálico	Soporte para el arreglo solar	01	Unid.	12,000. 00	12,000.00
6	Instalación	Instalación del todo el sistema	01	Unid.	8,800,0 0	8,800.00
PRECIO TOTAL EN SOLES						118,924.00

Tabla 16 – Presupuesto 05, 01 Sistema conectado a red de 15 kW.

Interconectado a red para el pabellón de forma de “Cruz” (2) del cementerio:

Ítem	Descripción	Especificaciones técnicas	Cant.	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Panel solar	Arreglo solar de potencia instalada de 13 KW (40 paneles de 330 Wp)	40	Unid.	980,00	39,200.00
2	Inversor Fronius	Inversor Interconexion Symo 15.0.3-S WLAN/LAN/WEBSERVER – Trifásico	01	Unid.	11.500.00	11,500.00
3	Accesorios Fronius	Smart Meter de 50kA-3	01	Unid.	1,904,00	1,904.00
4	Materiales de instalación	Cables, cajas de paralelo, material de sujeción	01	Unid.	12,500.00	12,500.00
5	Soporte metálico	Soporte para el arreglo solar	01	Unid.	12,000.00	12,000.00
6	Instalación	Instalación del todo el sistema	01	Unid.	8,800,00	8,800.00
PRECIO TOTAL EN SOLES						85,904.00

Tabla 17 – Presupuesto total del proyecto

Ítem	Descripción	Cant.	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
1	PRESUPUESTO 01: 01 Sistema conectado a red de 20 kW Interconectado a red para el pabellón de forma Rectangular vertical del cementerio	12	Unid.	118,924.00	1,427,088.00
2	PRESUPUESTO 02: 01 Sistema conectado a red de 20 kW Interconectado a red para el pabellón de forma Rectangular Horizontal del cementerio	04	Unid.	124,804.00	499,216.00

3	PRESUPUESTO 03: 01 Sistema conectado a red de 20 kW Interconectado a red para el pabellón de forma de “Estrella” del cementerio	13	Uni d.	118,924. 00	1,546,012.00
4	PRESUPUESTO 04: 01 Sistema conectado a red de 20 kW Interconectado a red para el pabellón de forma de “Cruz” (1) del cementerio	04	Uni d.	118,924. 00	475,696.00
	PRESUPUESTO 05: 01 Sistema conectado a red de 15kW Interconectado a red para el pabellón de forma “Cruz” (2) del cementerio.	08	Uni d.	85,904.0 0	687,232.00
PRECIO TOTAL EN SOLES					4,635,244.00

Tabla 18 – Resumen total de kilowatts que se generarían de un estimado de 20 200 metros cuadrados de área total en superficies planas de techo.

Pabellón Horizontal	Pabellón Vertical	Pabellón Cruz (1)	Pabellón Cruz (2)	Pabellón “Estrella”	Total
92,4 Kw	253 Kw	84.48 Kw	52.8 Kw	274.56 Kw	757.24 Kw

La tabla 18 nos muestra que son 757.24 Kw de potencia alcanzable por todo el sistema, (sin haber contado los pabellones que no cumplían la característica de uniformidad en el estudio hecho, con lo que este valor podría incrementarse, sin embargo según (Fuentes, 2016), son 9 pabellones que requieren reparación por daños serios en sus estructuras.

Tabla 19 – Resumen total de energía generada en un año por un supuesto parque fotovoltaico instalado en el CGLA, completando la mayor parte de espacios libres.

Sistemas FV	Energía/año
Sistema 13 Unidades	415 889 760 KWh/año
Sistema 12 Unidades	383 898 240 KWh/año
Sistema 4 unidades	139 962 900 KWh/año
Sistema 4 unidades	127 966 080 KWh/año
Total, KWh/año	1 067 716 980 KWh/año
Total, MWh/año	1 067 716.98 MWh/año

DISCUSIÓN:

El presente trabajo es una propuesta encaminada a hacer que el CGLA se convierta en un sistema sustentable utilizando energía solar fotovoltaica para el abastecimiento de un sistema de bombeo de agua, iluminación, sistema de tratamiento de residuos, sistema de monitoreo para la gestión de residuos, y sistema de control automático del propio parque fotovoltaico, a comparación de ello, en Barcelona tenemos por ejemplo el cementerio de Les Corts, que es el primer sistema autosuficiente de Barcelona que utiliza un sistema solar fotovoltaico y un sistema solar térmico, para aplicarlo al sistema de climatización y sistema de iluminación Led del propio cementerio. (CB. Cementiris de Barcelona, 2016). De forma semejante, el Cementerio de Montjuic que se encuentra también en Barcelona, posee un sistema fotovoltaico y un sistema de aprovechamiento de calor residual, que además posee un sistema de tratamiento de dioxinas con filtros. (CB. Cementiris de Barcelona, 2016). Comparando ello con nuestra propuesta, en el CGLA no existe crematorio, más bien proponemos un área de tratamiento de residuos florales que al igual que en el cementerio de Montjuic, este se encontraría dentro de su perímetro.

En Nigeria, en la metrópoli de Ibadán se llevó a cabo un estudio para determinar el potencial que los cementerios tienen como áreas de conservación de vegetación de árboles urbanos (Ajewole, 2015), de acuerdo a nuestro diagnóstico de especies vegetales presentes en el CGLA se corrobora que existe una alta diversidad de especies tanto endémicas, nativas como introducidas y que a proyección, el campo santo cumpliría el papel de área de conservación de estas en la localidad arequipeña, y es un tema de discusión hoy en día la reducción o falta de áreas verdes en las zonas urbanas. (Nordh & Swensen, 2018)

Nuestra propuesta es un Eco-Cem, esta palabra proviene de los términos eco-parque y cementerio y a su vez el término eco-parque deriva de los términos ecología y parque, según Kesarwani (2017) *“los parques plantean desafíos específicos para la sostenibilidad a largo plazo”*, esto quiere decir que no es tan sencillo proyectarse nuevos lugares para ser áreas ecológicas en una zona urbana, pero que una vez establecidas estas cumplen un rol ambiental sostenible muy importante; en la ciudad de Arequipa tenemos más de 1 millón de habitantes (INEI, 2018), según Zeballos (2016), nuestra ciudad de Arequipa no cuenta con un parque metropolitano, y tiene déficit de áreas verdes por habitante, dicho esto, el CGLA teniendo un área aproximada de 13.5 ha (Sociedad de Beneficencia Pública de Arequipa, 2014), con un porcentaje estimado de 40% para área verde, cumple como espacio verde en el área

metropolitana de Arequipa, pudiendo potenciar esta cualidad. Sumado a esto, la introducción de tecnologías renovables a estos espacios verdes (Ruiz et al, 2014), se tendría como resultado un sistema sustentable que es justamente lo establecido en nuestra propuesta. (Bai, 2019)

Con respecto a la gestión de residuos el CGLA no cuenta con tecnología que ayude a gestionar los residuos producidos en general, el trabajo de Yusof & Jídin (2017) presenta una propuesta de sistemas con sensores ultrasónicos para medir el nivel de desperdicio en cada recipiente, este utiliza sistema arduino , el cual es software y hardware que permiten ser programados para gestionar el manejo de residuos mediante la alerta rápida del límite de llenado de los recipientes con residuos, esta propuesta está enfocada en gestión de residuos urbanos, nosotros planteamos implementarla en el CGLA, utilizando parte de la energía fotovoltaica producida en el propio cementerio. A futuro, de ser eficiente y eficaz el sistema propuesto, podría ser aplicado en diferentes distritos de la ciudad de Arequipa partiendo del modelo establecido.

La línea base ambiental obtenida es un modo básico del tipo de línea de base ambiental que se elaboran al inicio de un proyecto para conocer el estado actual, en los estudios de impacto ambiental por nombrar un ejemplo (estos son mucho más detallados) (MINAM, 2018), la presente propuesta en su elaboración necesitó al menos un conocimiento básico del entorno, por ese motivo desarrollamos una línea base ambiental acorde a lo constatado in situ, ya que contamos con problemas para el acceso de información de la SBPA.

Sobre la determinación de la disfuncionalidad patológica, nos basamos en considerar el cementerio dentro del campo ambiental, dividiéndolo en 5 esferas ambientales (Manahan, 2007), para así hacer el diagnóstico de c/u concluyendo con resultados negativos en la mayor parte del análisis.

Ya se han visto casos de cementerios que empiezan a cumplir nuevas funciones y aportes a su localidad, pero sin embargo, es importante discutir el tema, patrimonial, religioso, cultural que estos espacios representan al adquirir nuevas funcionalidades.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El diagnóstico de línea base ambiental realizado fue clave para poder determinar la situación actual ambiental del CGLA, ya que con los resultados obtenidos del diagnóstico pudimos determinar que el campo santo se encuentra ambientalmente deteriorado.

El diagnóstico de vegetación mostró la existencia de 22 especies forestales, 40 especies ornamentales, 4 especies cubre suelos, 13 especies en venta, 10 especies invasoras; de las cuáles se contabilizaron sólo las especies forestales dando un resultado de 618, dónde el Vilco (*Anadenanthera colubrina*), Molle (*Schinus molle*), Mioporo (*Myoporum laetum*) y Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) son las especies forestales de mayor abundancia, con 220, 154, 73 y 64 ejemplares respectivamente; con ello podemos decir que el campo santo tiene alto valor forestal urbano y que tiene potencial para albergar un número mayor de especies forestales.

El diagnóstico ambiental actual del CGLA permitió reconocer falencias en su sistema de gestión de residuos, tanto orgánicos como inorgánicos, estos tienen la prioridad de atención.

En la actualidad debemos evitar productos sintéticos, como el caso de las flores artificiales, ya que generan mayor impacto al ambiente, estos al momento de su elaboración requieren más recursos para su fabricación y al término de su vida útil, su biodegradación es mayor comparada con los residuos florales naturales, este trabajo afirma que esta medida aplicada para disminuir de alguna forma los residuos florales de origen natural no es del todo correcta.

El pre-diseño fotovoltaico dio “luz verde” para establecer la propuesta de carácter sustentable en el CGLA, ya que mostró el alto potencial energético existente, con lo que dispondríamos de energía suficiente para el abastecimiento de cada sistema conformante al Eco-Cem.

Respecto a otras propuestas hechas a la SBPA por terceros, las desconocemos, más si se sabe de algunos proyectos actuales propios de la SBPA para el CGLA, uno de ellos es el conjunto de 3 pabellones de nichos para adultos con características ecológicas, que está en un 80% de avance según visitas propias realizadas, además se tiene proyectado un nuevo cementerio denominado metropolitano y estaría ubicado en el cono norte, Arequipa; al

parecer por el poco espacio que le va quedando al CGLA en los años venideros, se estima que son 6,37 años los que le quedarían de servicio de entierro al CGLA, es decir hasta 2023 (Lazo & Perochena, 2018).



RECOMENDACIONES

La utilización de la totalidad de superficies de techo en los sectores de alta uniformidad arquitectónica, permitiría alcanzar alto potencial de energía, la inversión es elevada, por lo que se podrían trabajar por unidades en el tiempo, a través del financiamiento de entidades públicas y privadas interesadas, incluso con financiamiento del Banco Mundial.

Refiriéndonos al suelo, hubiera sido muy importante realizar un monitoreo de calidad de suelo, para conocer si este se encuentra contaminado y a qué profundidad, debido principalmente a las prácticas de entierro en fosa común que antes se realizaban, además hubiese sido interesante realizar un análisis de fertilidad de suelos, drenaje. Etc. Pero todo esto requiere de permisos institucionales y nosotros no efectuamos el trabajo de diagnóstico en conjunto con la SBPA. Se evidenció la presencia de suelo de textura arenosa y pedregosa tal como indica el reglamento interno del CGLA. Así mismo sería interesante hacer una comparación de la calidad de aire sobre el CGLA y a sus alrededores, ya que es una zona urbana con niveles altos de circulación vehicular y cercanía a restaurantes y pollerías.

La información sobre riego de jardines y mantenimiento de áreas verdes es muy útil para el manejo racional del recurso hídrico, en nuestros resultados se muestra el inventario de vegetación actual existente, y en anexos los valores de coeficiente de especie para algunos tipos de especie encontrados en bibliografía, esta tabla de valores de coeficiente de necesita irse actualizando ya que no está completo, este listado se encuentra en el Anexo 8.

El modelo del Cementerio elaborado en 3 dimensiones, además de brindar una visión más detallada del cementerio, puede ser una herramienta aplicable en futuros proyectos del CGLA al ser perfeccionado.

La implementación un parque fotovoltaico en la CGLA es recomendado, ya que generaría una economización de recursos a largo plazo.

Se podrían hacer comparaciones respecto a la energía producida por las bombas solares y la energía consumida por las bombas convencionales, con lo que seguramente se obtendrían resultados positivos en rentabilidad y en medidas de ecoeficiencia.

La presente tesis se centra en la propuesta de un Eco-cem, y sirve como base para el desarrollo de nuevas investigaciones que se desdoblán de este tema, siendo la presente propuesta, pionera y emergente en la localidad y en Latinoamérica.

Las propuestas de carácter sustentable fueron establecidas no necesariamente para que puedan ser aplicadas estrictamente según éstas indican, sino que pueden sufrir variaciones para su mejora.

El presupuesto de sistemas conectados a red es referencial, y además no hizo presupuesto para sistemas aislados (que usan batería) ya que para ello se necesitó contar con un estudio en base a la demanda energética para los mismos.



BIBLIOGRAFÍA

- Ajewole, O. (2015). Potentials of cemeteries as urban tree conservation areas in Ibadan. *Nigerian Journal of Forestry*, 45(1&2), 48-59.
- Alberto, J., Inda, M., & Alberto, J. (2016). Recuperación y rehabilitación de espacios verdes para una valoración y preservación del patrimonio natural y cultural de una ciudad, el caso del Parque Ávalos, Resistencia, Chaco, Argentina. *Revista Geográfica Digital*, 26, 1-20.
- Ali, N., Awais, M., Muzammul, M., & Zafar, A. (2018). Intelligent System for Garbage collection:IoT technology with Ultrasonic sensor and Arduino Mega. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security.*, 18(9).
- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del Cultivo, Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma, Italia: FAO.
- Arivilca, R., & Orbegozo, C. (2010). *Energía Solar Fotovoltaica, Manual Técnico para instalaciones domiciliarias*. Green Energy.
- Bai, K. (2019). A Study on the Application of Green Design Theory in Environmental Art Design. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 484(012051), 1-5. doi:10.1088/1757-899X/484/1/012051
- Carta, J., Calero, R., Colmenar, A., & Castro, M. (2009). *Centrales de Energías Renovables: generación eléctrica con energías renovables*. España: Pearson Education.
- CB. Cementiris de Barcelona. (2016). Especial Cementerios. *Revista Funeraria*(VI), 33-34.
- Cementiris de Barcelona. (2015). *El Cementerio de Les Corts, el primer equipamiento autosuficiente de la Ciudad*. Barcelona, España: Ajuntament de Barcelona.
- Consejería de agricultura y pesca de la junta de Andalucía. (2003). *MANUAL DE RIEGO DE JARDINES*. Andalucía, España: Junta de Andalucía.
- Decreto Legislativo 1002. (2008). Promoción de la Inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables. *OSINERGMIN*.
- Decreto Supremo 009-2009. (2009). MEDIDAS DE ECOEFICIENCIA PARA EL SECTOR PÚBLICO. *MINAM*.
- Delgado, J. (2016). *Case Studies of Building Pathology in Cultural Heritage*. Porto, Portugal: Springer.
- Diccionario de la Lengua Española. (2018). <http://www.rae.es/>, 23.2. Retrieved from <https://dle.rae.es/?id=Y2AFX5s>
- Ehrlich, R., & Geller, H. (2018). *Renewable Energy a First Course*. Boca Ratón, USA: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Energy Smart Information Centre. (2002). *Solar Water Pumping*. Sydney, Australia: SEDA.
- Fennel, D. (2015). *Ecotourism*. New York: Routledge, Taylor and Francis Group.

- Fuentes, H. (2016). *Historia del Cementerio General de la Apacheta* (Primera ed.). Arequipa: Sociedad de Beneficencia Pública de Arequipa.
- Gamarra , C., Diaz, M., Vera, M., Galeano, M., & Cabrera, A. (2018). Relación carbono-nitrógeno en suelos de sistemas silvopastoriles del Chaco paraguayo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(46), 4-26.
- García, C. (2015). Simulación de Instalaciones Fotovoltaicas con PVsyst. *Trabajo de fin de grado*. Universidad de Jaén, Escuela Politécnica Superior, Jaén, España.
- GBR. Green Burial Council . (2016). *The Science Behind Green and Conventional Burial*. California: GBC.
- GeoSol 2.0 para Windows. (2003). Estimación de Irradiación Solar y cálculo de coordenadas solares. Argentina.
- Gevorkian , P. (2006). *Sustainable Energy Systems in Architectural Design a Blueprint for Green Building*. Usa: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Haque, M. (2017). Frontiers, opportunities, and challenges in perovskite solar cells. *Journal of Photochemistry and Photobiology C*, 35(2018), 1-24.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jphotochemrev.2017.11.002>
- INEI. (2018). *Perú: Crecimiento y distribución de la población*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Kesarwani, C. (2017). Ecological Park as an Emerging Type For Sustainable City-A Need. *International Journal of Advance Research and Innovation*, 5(1), 42-45.
- King, G. (2004). *Historic Cemeteries Preservation Guide*. Michigan, USA: McNaughton and Gunn Inc.
- Larrouyet, C. (2015). Desarrollo sustentable : origen, evolución y su implementación para el cuidado del planeta. *Trabajo final Integrador*. Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina.
- Lazo, L., & Perochena, M. (2018). "Arquitectura funeraria en zonas áridas: Parque cementerio metropolitano en cono norte, Arequipa-2023". *Tesis de grado*. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.
- Ley 26298. (2001). Reglamento de Ley de Cementerios y Servicios Funerarios. *MINSA*.
- Llanque , J. (2007). *Planificación Urbano Ambiental, Estrategias para un entorno histórico sostenible*. Arequipa: Unsa.
- Llanque, J. (2004). *Planificación y Diseño Bioclimático, estrategias para la recuperación del espacio público*. Arequipa: Editorial UNSA.
- Manahan, S. (2007). *Introducción a la Química Ambiental*. España: Editorial Reverté.
- Matthews, J. (2014). *Encyclopedia of Environmental Change* (Vol. 1). London, United Kingdom: SAGE Publications.

- Mendoza, J. (2010). "Diseño de un reactor aeróbico a nivel de laboratorio para producir compost a partir de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios del distrito de Chupaca". *Tesis de Grado*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.
- Mermoud, A; Wittmer, B. (2014). *PVSYST USER'S MANUAL*. Satigny, Switzerland: PVSYST SA.
- MINAM. (2016). *Plan Nacional de gestión integral de Residuos Sólidos 2016-2024*. Lima, Perú: Minam.
- MINAM. (2018). *Guía para la elaboración de la línea base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental - SEIA*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- MINEDU. (2012). *Ciudad de Arequipa, Plano de Instituciones Educativas*. Arequipa: Ministerio de Educación.
- Mines, R. (2014). *Environmental Engineering, Principles and Practice*. Georgia, USA: John Wiley & Sons, Ltd.
- Montesinos, D. (2012). *Árboles y Leñosas de Arequipa, Soluciones para mitigar la contaminación, Asociación Civil Patrulla Ecológica*. Arequipa, Perú: Cuzzi Editores.
- Montesinos, D. (2013). *Jardinería de Interiores y Exteriores, Asociación Civil Patrulla Ecológica*. Arequipa, Perú: Cuzzi editores S.A.
- Morales, T., & Busch, J. (2010). *Design of Small Photovoltaic (PV) Solar-Powered Water Pump Systems*. Portland, Oregón, USA: USDA (United States Department of Agriculture).
- Neckel, A., Costa, C., Nunes, D., Saggin, C., & Thaines, E. (2017). Environmental damage and public health threat caused by cemeteries: a proposal of ideal cemeteries for the growing urban sprawl. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)*, 9(2), 216-230. doi:10.1590/2175-3369.009.002.AO05
- Nordh, H., & Swensen, G. (2018). Introduction to the special feature "The role of cemeteries as green urban spaces". *Urban Forestry & Urban Greening*, 56-57.
- Organisation Internatinale de Normalisation (ISO) 9000. (2015). *Sistemas de Gestión de Calidad - Fundamentos y Vocabulario*. Retrieved from <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>
- Oviedo, E., Marmolejo, L., & Torres, P. (2017). Avances en Investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. *Lecciones desde Colombia. Ingeniería Investigación y tecnología*, 18(1), 31-42.
- Pareja, O. (2016, Febrero 10). *diariocorreo.pe*. Retrieved from <https://diariocorreo.pe/edicion/arequipa/enamorados-podran-celebrar-su-dia-visitando-cementerio-la-apacheta-652839/>
- PDM. (2016). *Plan de Desarrollo Metropolitano de Arequipa 2016-2025, PLANO DE ZONIFICACIÓN*. Arequipa: Instituto Municipal de Planeamiento Urbano (IMPLA).
- Plazola, A. (2001). *Enciclopedia de Arquitectura Plazola* (2da ed., Vol. 3). México: Plazola Editores y Noriega Editores.
- Quevedo, K., & Sánchez, K. (2013). *Atlas de Evapotranspiración Referencial*. Lima, Perú: MINAM.

- Ramirez , F., & Santana, J. (2018). *Environmental Education and Ecotourism*. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG.
- Refaat, M. (2014, July). Sustainable Landscapes; the use of Eco Parks As a Tool for Sustaining the Living Landscape. *International Journal of Education and Research*, 2(7), 571-586.
- Ruiz, A., Morillón, D., & Muñoz , F. (2014). Renewable energy devices in ecological park. *Energy Procedia*, 57, 957-964.
- Scott, N. (2010). *How to Make and Use Compost, The Ultimate Guide*. Dartington, UK: Green Books.
- SENAMHI. (2003). *Atlas de Energía Solar del Perú*. Lima, Perú: DEP-MEM.
- Sharma, D., & Yadav, K. (2017). Bioconversion of flowers waste: Composing using dry leaves as bulking. *Environmental Engineering Research*, 22(3), 237-244. doi:10.4491/eer.2016.126
- Singh, P. (2017). Utilization of temple floral waste for extraction of valuable products: A close loop approach towards environmental sustainability and waste management. *Pollution*, 3(1), 39-45.
- Singh, V. (2017). *Water Resources Management, select Proceedings of ICWEES-2016*. Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd.
- Sociedad de Beneficencia Pública de Arequipa. (2014). *Reglamento Interno del Cementerio General de la Apacheta*. Arequipa: SBPA.
- Strangstad, L. (2013). *A Graveyard Preservation Primer* (Second Edition ed.). Estados Unidos de América: Altamira Press.
- Tiwari, G., & Tiwari, A. (2016). *Handbook of Solar Energy, theory, analysis and applications*. USA: Springer.
- Uslu, A., Baris, E., & Erdogan, E. (2009). Ecological concerns over cemeteries. *African Journal of Agricultural Research*, 4(13), 1505-1513.
- Van Beurden, R. (2012). Especial Cementerios II . *Revist Funeraria*, 47 - 50.
- Yusof, N., & Jídin, A. (2017). Smart Garbage Monitoring System for Waste. *MATEC Web of Conferences*, 97(01098), 1-5. doi:10.1051/mateconf/20179701098
- Zeballos, C. (2016). Herramientas de Planeamiento Urbano para Incrementar la resiliencia de las ciudades, El Plan de Desarrollo Metropolitano de Arequipa. *Arkinka*(250), 38-47.

ANEXOS

Anexo 1 – Caso: Cementerio de Les Corts, Barcelona, España

El cementerio de Les Corts, ubicado a lado del recinto deportivo Camp Nou en Barcelona, se convierte en el primer equipamiento autosuficiente de la ciudad de Barcelona, al ser dotado con un sistema fotovoltaico para el suministro eléctrico, una instalación solar térmica para la producción de agua caliente sanitaria y sistemas de iluminación led entre otros, con lo que reduce consumo energético en un 40%, evita la emisión de 33,5 toneladas de dióxido de carbono al año a la atmósfera, con lo que impulsa a Barcelona a ser una ciudad autosuficiente energéticamente.



Figura 46 – Fotografía del Sistema FV del cementerio de Les Corts.

Fuente: (Cementiris de Barcelona, 2015)

Anexo 2 – Caso “Cementerio de Montjuïc”, Barcelona, España

En el año 2012, la revista *Especial Cementerios II de Revista Funeraria*, hace mención de que, en el cementerio de Montjuïc se planeaba la instalación de un parque fotovoltaico en los techos de sus pabellones, dicho sistema fotovoltaico actualmente se encuentra en funcionamiento, gran parte de la energía generada es evacuada a la red de distribución de la ciudad, el parque solar ocupa una superficie de 700m² y cuenta con una potencia instalada de 100kw/h, que permite generar al año 118000 kw/h, con lo que se disminuirá las emisiones de CO₂ en la atmósfera en 94 toneladas al año.



Figura 47 – Vista Área del Cementerio de Montjuïc

Fuente: (Van Beurden, 2012)

Anexo 3 – Mapa de centralidades de Arequipa Metropolitana.

(Editado), FUENTE: *(Zeballos, 2016)*

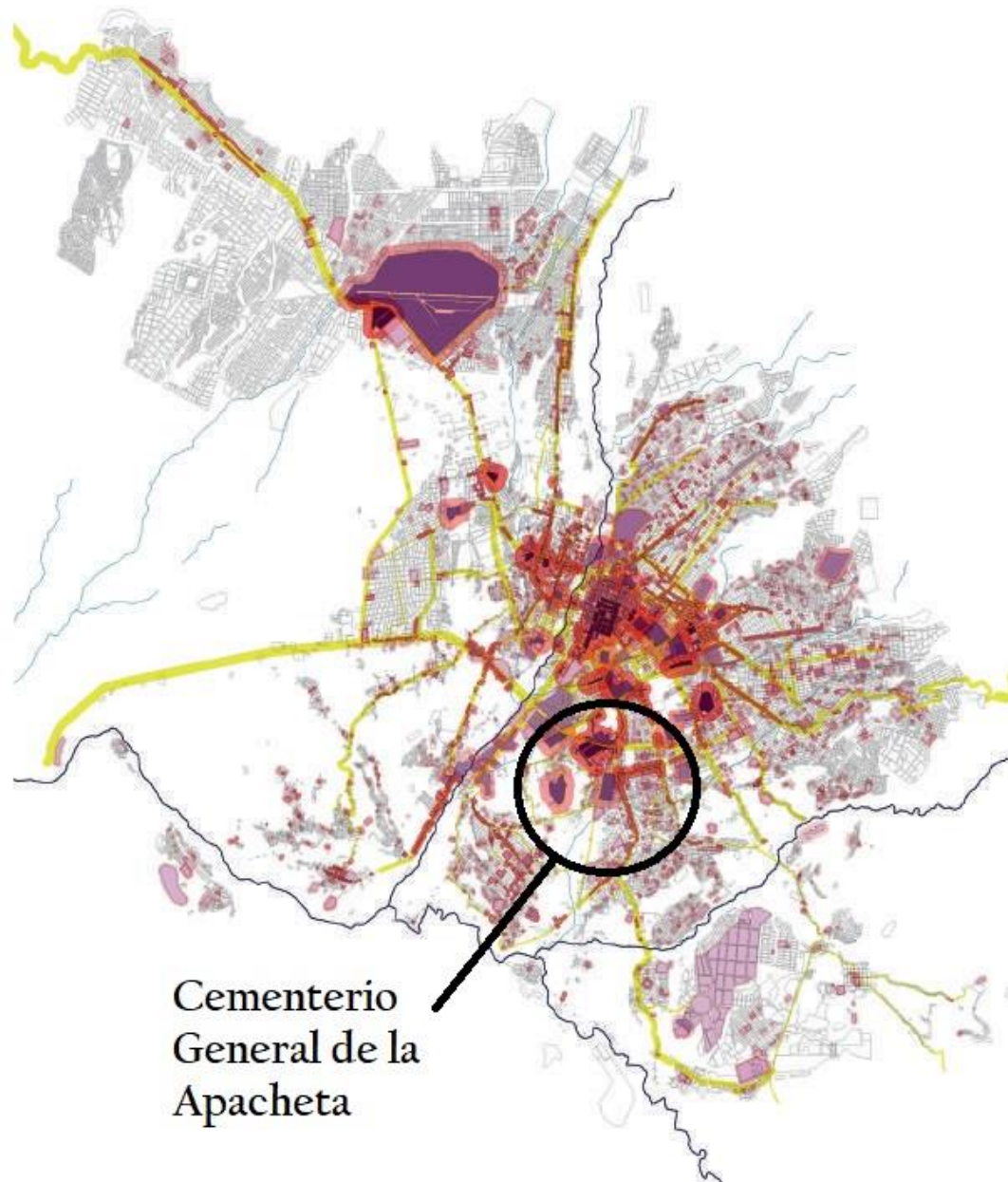



Figura 48 – Mapa de Centralidades de Arequipa Metropolitana (editado).


En el que se ubica al CGLA, y se muestra como una centralidad. Fuente: *(Zeballos, 2016)*

Anexo 4 – Informe de ensayos de laboratorio de la muestra de residuo floral – parte I

	UNSA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA	LABINVSERV Laboratorio de Investigación y Servicios
INFORME DE ENSAYOS		
N° DE REPORTE:	20618-19	
CLIENTE:	BRIAN JIMMY TONI BUSTAMANTE ERIK MIGUEL ÁLVAREZ TEJADA	
DIRECCIÓN:	AREQUIPA	
ENSAYO SOLICITADO:	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO	
PRODUCTO	RESIDUOS DE FLORES	
CANTIDAD DE MUESTRA	01	
FECHA DE RECEPCIÓN:	Viernes 22 de febrero de 2019	
CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES:	BOLSAS DE PLÁSTICO	
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS:	Jueves 28 de febrero de 2019	
REFERENCIA	MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE	
PROCEDENCIA	FLORERIAS –FRENTE CEMENTERIO APACHETA	
CÓDIGO DE MUESTRA	26579	
<p>LOS RESULTADOS OBTENIDOS CORRESPONDEN AL ANÁLISIS SOLICITADO EN LA MUESTRA RECIBIDA. ESTE FORMATO NO SERÁ REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO LABINVSERV</p>		
Página 1 de 2		
Av. Independencia s/n. Ciudad Universitaria Pabellón de Química - Laboratorio 108 - Primer Piso		Teléfono: 054 - 220360 E-mail: fonf_labinserv@unsa.edu.pe

Anexo 5 – Informe de ensayos de laboratorio de la muestra de residuo floral – parte

II



UNSA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

LABINVSERV
Laboratorio de Investigación y Servicios

INFORME DE ENSAYOS

REPORTE N°: 20618-19


ANÁLISIS DE:	CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICADO NORMA/REFERENCIA/NOMBRE
Humedad		%	72,94	Método NTP 209.008
Carbono	Muestra Fresca	%	14,66	Método Walkley Black
	Muestra Seca		54,17	
Nitrógeno	Muestra Fresca	%	0,59	Método 2.057 de la AOAC
	Muestra Seca		2,19	

OBSERVACIONES:

Página 2 de 2

Emiido en Arequipa, el 27 de febrero de 2019.


Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
 RCQP - 348





Lic. Fredy Valdivia Peña
Químico Responsable
 RCQP - 842

Av. Independencia s/n. Ciudad Universitaria
Pabellón de Química - Laboratorio 108 - Primer Piso

Teléfono: 054 - 220360
E-mail: fecf labinvserv@unsa.edu.pe

Anexo 6 – Formulario de solicitud presentado a la Autoridad Nacional del Agua (sin devolución)

	SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA (Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM)	N° DE REGISTRO
		FORMULARIO

I. FUNCIONARIO RESPONSABLE DE ENTREGAR LA INFORMACIÓN:

II. DATOS DEL SOLICITANTE:

APELLIDOS Y NOMBRES / RAZÓN SOCIAL		DOCUMENTO DE IDENTIDAD D.N.I./L.M./C.E./OTRO	
Alvarez Tejada Erik Miguel		DNI: 73019047	
DOMICILIO			
AV/CALLE/JR/PSJ.	N°/DPTO./INT.	DISTRITO	URBANIZACIÓN
Unanue	B-23	Socabaya	As. Trébol de Santa Clara
PROVINCIA Arequipa	DEPARTAMENTO Arequipa	CORREO ELECTRÓNICO erikmiquel999@gmail.com	TELÉFONO 993596329

III. INFORMACIÓN SOLICITADA:

Volumen del acuífero o los acuíferos que yacen debajo de la zona del cementerio general de la Apacheta, y la tasa de regeneración del mismo o los mismos, para estudios de tesis de la UCSM de Arequipa.

IV. DEPENDENCIA DE LA CUAL SE REQUIERE LA INFORMACIÓN:

V. FORMA DE ENTREGA DE LA INFORMACIÓN (marcar con una "X")

COPIA SIMPLE	<input checked="" type="checkbox"/>	DISQUETE	<input type="checkbox"/>	CD	<input type="checkbox"/>	CORREO ELECTRÓNICO	<input type="checkbox"/>	OTRO	<input type="checkbox"/>
--------------	-------------------------------------	----------	--------------------------	----	--------------------------	--------------------	--------------------------	------	--------------------------

VI. AUTORIZACIÓN PARA RECIBIR RESPUESTA DE LA SOLICITUD POR CORREO ELECTRÓNICO:

AUTORIZO () NO AUTORIZO ()

APELLIDOS Y NOMBRES	FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN
FIRMA	

OBSERVACIONES:

NOTA: PRESENTAR EN MESA DE PARTES, EN ORIGINAL Y COPIA

Anexo 7– Información de fuentes de agua subterránea con derecho de uso de agua en

J.L.B y R.

INFORMA CON FUENTES DE AGUA SUBTERRANEA CON DERECHO DE USO DE AGUA DEL AMBITO DEL DISTRITO DE J.L.B. Y RIVERO

N° Ficha	RHS	DISTRITO	PROPIETARIO	COD. DISTRITO + X	Y	Z	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL ESTÁTICO (m)	COTA N.E. (mmsm)	CE (m/sem)	pH	TDS T°	TIPO	ESTADO	USO	Caudal (l/s)	Volumen	OBS
60	RHS 0401/29-9	J.L.L. Bustamante y Rivero	Manuel del Campo - MIMERCADO	29-9	819232	285	41.26	27.99	2399.01	0.24	7.44	0.12	16.2	Mixto	Utilizado	Otros		
62	RHS 0401/29-8	J.L.L. Bustamante y Rivero	Asociación Fera Sgo XX	29-8	819231	283	25.35	18.29	2294.71	1.21	7.37	0.6	17.8	Tapo Albero	Utilizado	Otros		
63	RHS 0401/29-8	J.L.L. Bustamante y Rivero	Mercado Metropolitano	29-8	819265	2816								Tapo Albero	Utilizable	Otros		
73	RHS 0401/29-8	J.L.L. Bustamante y Rivero	Terminal Mayonesa Los Ines	29-8	819234	2801	32.15	24.78	2276.22	1	7.12	0.5	19.1	Tapo Albero	Utilizado	Industrial		
74	RHS 0401/29-8	J.L.L. Bustamante y Rivero	Asoc. Terminal Mayonesa Nuevo Alipiano Los Ines	29-8	819239	2801	21.33	18	2282					Tapo Albero	Utilizable	Industrial		
75	RHS 0401/29-16	J.L.L. Bustamante y Rivero	Asoc. Propietarios Fera Ines II	29-16	819279	2831	24.3	16.9	2314.1	1.06	7.61	0.54	18.8	Tapo Albero	Utilizado	Industrial		
76	RHS 0401/29-7	J.L.L. Bustamante y Rivero	Hotel E Eden	29-7	819234	2841	32.6	31.16	2319.94	0.66	6.84	0.32	18.7	Tapo Albero	Utilizado	Otros		
77	RHS 0401/29-8	J.L.L. Bustamante y Rivero	Asoc. Gran Terminal El Alipiano	29-8	819268	2818	55.6	48.27	2259.73	0.27	7.51	0.13	14.8	Tapo Albero	Utilizado	Industrial		
82	RHS 0401/29-8	J.L.L. Bustamante y Rivero	MICHELL Y CIA	29-8	819284	2868	55.6			1.77	6.9	0.91	17.8	Tubular	Utilizado	Industrial		
84	RHS 0401/29-1	J.L.L. Bustamante y Rivero	Percy Ormazabal - SJIM WORLD	29-1	819230	285	36.86	32.37	2362.63	0.53	7.25	0.26	18.1	Tapo Albero	Utilizado	Industrial		
85	RHS 0401/29-2	J.L.L. Bustamante y Rivero	YURA (ex. Lantico)	29-2	819251	2819	36.7	24.66	2294.94					Tapo Albero	Utilizable	Sin Uso		
86	RHS 0401/29-8	J.L.L. Bustamante y Rivero	Hotel Submarina	29-8	819293	2836	42.26	39.54	2296.46	0.81	7.23	0.3	18.1	Tapo Albero	Utilizado	Otros		
87	RHS 0401/29-10	J.L.L. Bustamante y Rivero	CEDESCA - Alexander Fleming	29-10	819380	2429	41.16	40	2389	1.2	6.67	0.6	18.9	Tapo Albero	Utilizado	Otros		
88	RHS 0401/29-5	J.L.L. Bustamante y Rivero	E. T. Santa Ursula	29-5	819232	2814	43.84	38	2286	0.71	7.89	0.35	19.2	Tapo Albero	Utilizado	Industrial		
100	RHS 0401/29-6	J.L.L. Bustamante y Rivero	Mercado Nueva Esperanza	29-6	819268	2819	26.35	20.75	2298.25	1.21	7.53	0.6	19.3	Tapo Albero	Utilizado	Pobocanal		
101	RHS 0401/29-8	J.L.L. Bustamante y Rivero	Mercado Nueva Esperanza	29-8	819265	2820	23.91	17.28	2312.72					Tapo Albero	Utilizado	Pobocanal		
104	RHS 0401/29-11	J.L.L. Bustamante y Rivero	ARTATLAS SRL	29-11	819168	2412	21.14	19.71	2392.29	1.82	7.36	0.91	18.1	Tapo Albero	Utilizado	Industrial		
131	RHS 0401/29-8	J.L.L. Bustamante y Rivero	Mercado Metropolitano	29-8	819235	2820								Tapo Albero	Utilizable	Industrial		
222	RHS 0401/29-1	J.L.L. Bustamante y Rivero	Miguel Ormazabal	29-1	819170	2825								Tapo Albero	Utilizable	Sin Uso		No se pudo ingresar al pozo

**Anexo 8 – Tabla de Coeficientes de Especie (Ke) para especies de vegetación del
CGLA.**

Adaptado y editado de (*Consejería de agricultura y pesca de la junta de Andalucía, 2003*)

TIPO DE VEGETACIÓN	ESPECIE	Ke	Tipo de Especie	Xerojardinería
CUBRE SUELOS	<i>Aptenia cordifolia</i>	0.3	S	Si
	<i>Lampranthus multiradiatus</i>			
	<i>Distichlis spicata</i>			
	<i>Sambucus Peruviana</i>	0.3	ArC	
	<i>Schinus Molle</i>	0.5	AP	Si
	<i>Nerium Oleander</i>	0.3	ArP	Si
	<i>Araucaria heterophylla</i>	0.5	Con	Si
	<i>Washingtonia robusta</i>	0.35	Pal	Si
	<i>Agave americana</i>	0.2	S	Si
	<i>Yucca guatemalensis</i>	0.2	S / ArP	
	<i>Jacaranda obtusifolia</i>		AC	
	<i>Tecoma fulca subsp arequipensis</i>			
	FORESTAL	<i>Tecoma stans</i>	0.5	AP
<i>Casuarina equisetifolia</i>		0.4	AP	Si
<i>Cupressus macrocarpa</i>		0.5	Con	Si
<i>Thuja occidentalis</i>		0.5	Con	
<i>Anadenanthera colubrina</i>				
<i>Paraserianthes lophanta</i>				
<i>Prosopis laevigata var. andicola</i>			AP	
<i>Morus nigra</i>		0.4	AC	Si
<i>Myoporum laetum</i>				
<i>Fraxinus americana</i>		0.5	AC	
INVASORAS	<i>Grevillea robusta</i>	0.32	AP	Si
	<i>Brugmansia arborea</i>	0.6	ArC	
	<i>Cestrum auriculatum</i>		ArP	
	<i>Sonchus oleraceus</i>			
	<i>Taraxacum officinale</i>			
	<i>Sisymbrium irio</i>			

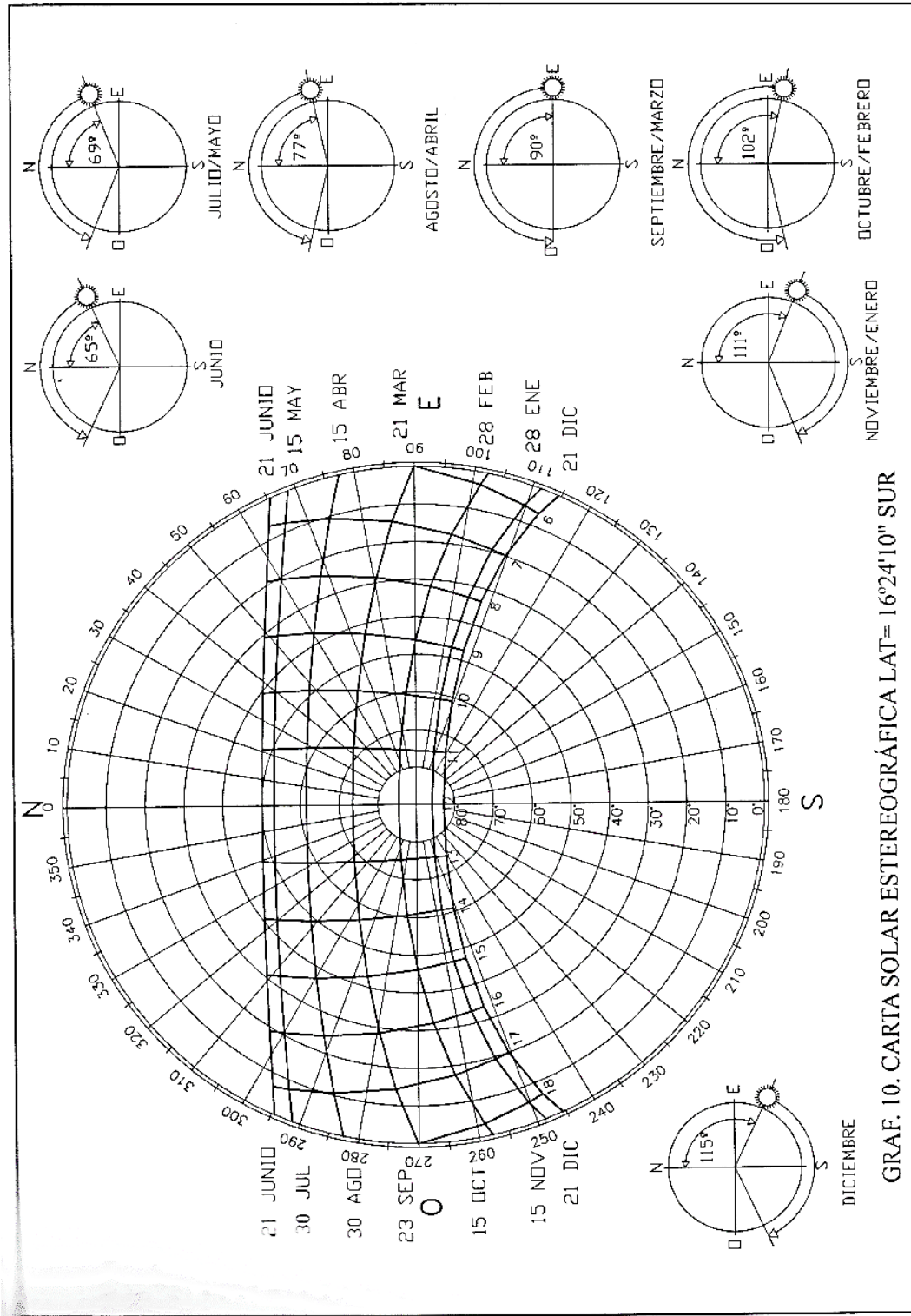
	<i>Glottiphyllum longum</i>			
	<i>Hippeastrum vitattum</i>			
	<i>Xanthosoma robustum</i>			
	<i>Zantedeschia aethiopica</i>	0.6	Pac	
	<i>Schefflera arboricola</i>	0.5	ArP	
	<i>Chlorophytum vittatum</i>			
	<i>Sansevieria trifasciata</i>			
	<i>Argyranthemum frutescens</i>			
	<i>Calendula officinalis</i>			
	<i>Gazania rigens</i>			
	<i>Helianthus annuus</i>			
	<i>Osteospermum fruticosum</i>	0.26	V / T	Si
	<i>Santolina chamaecyparissus</i>	0.2	ArP / T	Si
	<i>Alyssum maritimum</i>			
	<i>Austrocylindropuntia subulata</i>			
	<i>Opuntia ficus-indica</i>			
ORNAMENTAL	<i>Canna edulis</i>	0.55	PF	
	<i>Dianthus barbatus</i>	0.5	V / PF	Si
	<i>Aeonium arboreum</i>	0.2	S	Si
	<i>Crassula arborescens</i>	0.2	S	Si
	<i>Kalanchoe sexangularis</i>	0.26	S	Si
	<i>Portulacaria affra</i>	0.2	S / PF	Si
	<i>Euphorbia ingens</i>			
	<i>Tipuana tipu</i>	0.5	AC	Si
	<i>Pelargonium domesticum</i>	0.4	V / PA / PF	Si
	<i>Pelargonium hortorum</i>	0.38	V / PA / PF	Si
	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0.56	ArP	Si
	<i>Ficus benjamina</i>	0.5	AP	
	<i>Antirrhinum majus</i>			
	<i>Limonium fruticans</i>			
	<i>Pennisetum clandestinum</i>	0.2	Ces	Si
	<i>Primula vulgaris</i>			
	<i>Rosa canina</i>	0.4	ArC / PF	Si
	<i>Ruta graveolens</i>			

	<i>Lantana cámara</i>	0.26	ArP	Si
	<i>Ficus elastica</i>	0.5	AP	
	<i>Luma chequen</i>			
VENTA	<i>Planta no identificada (hojas ovadas)</i>			
	<i>Limonium sinuatum</i>		V	
	<i>Limonium sp.</i>	0.3	V	
VENTA : ALTA	<i>Dianthus caryophyllus</i>			
DEMANDA	<i>Gypsophila paniculata</i>			
	<i>Gladiolus sp.</i>			



Anexo 9 – Carta Solar Estereográfica de Arequipa

Fuente: (LLanque, 2004)



Anexo 10 – Imágenes satelitales históricas

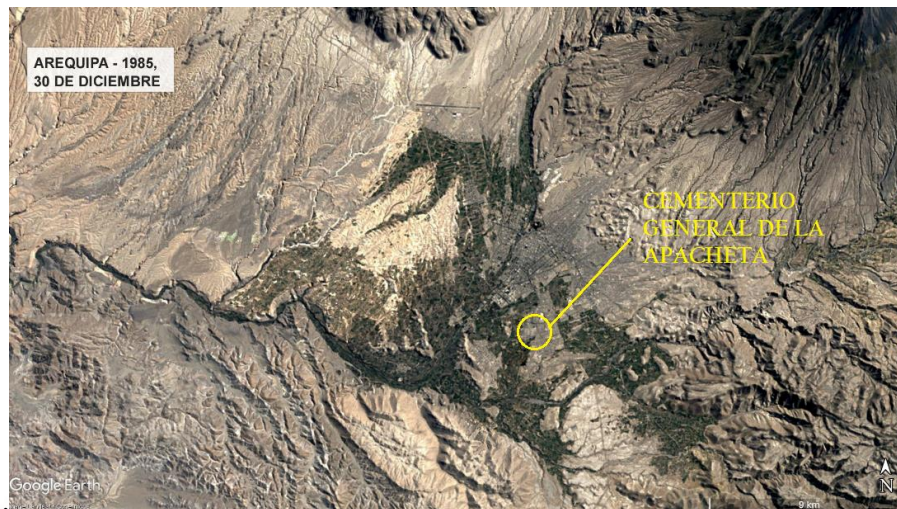


Figura 49 – Fotografía satelital de la ciudad de Arequipa, correspondiente al año de 1985, Imagen LANDSAT-COPERNICUS.

Fuente: Google Earth Pro, esta imagen sirve para hacer un contraste con la Figura N° 6, imaginémosnos cómo era en la época en la que se fundó el CGLA.



Figura 50 – Fotografía satelital de la ciudad de Arequipa, correspondiente al año 2016, Imagen LANDSAT-COPERNICUS.

Fuente: Google Earth Pro, esta imagen se contrasta con la Figura N° - 5, se observa incremento en la zona urbana, imaginémosnos cómo era en la época en la que se fundó el CGLA.

Anexo 11 – Movimiento del Sol en la ciudad de Arequipa

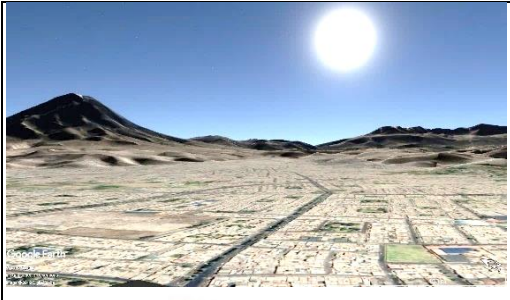
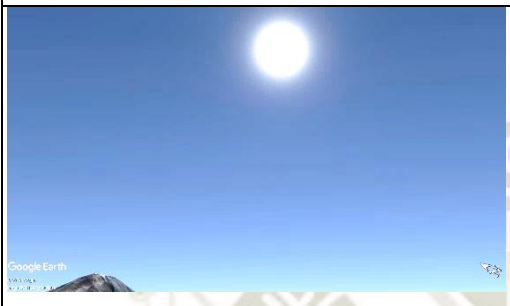
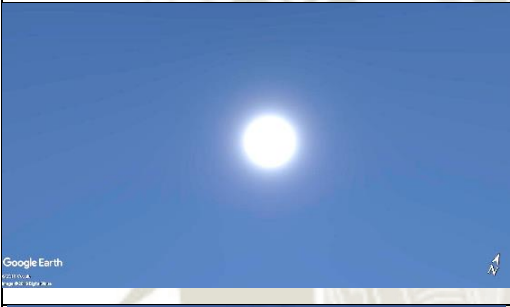
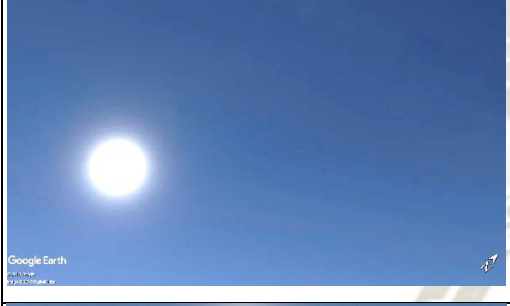

	<p>Ciudad de Arequipa (ABRIL DE 2019) 7AM, perspectiva desde el CGLA con respecto al movimiento del sol que aparece desde el Este.</p>
	<p>Arequipa (ABRIL - 2019) 9AM, el sol rumbo al Cenit</p>
	<p>Arequipa (ABRIL - 2019) 12pM, el sol en el Cenit</p>
	<p>Arequipa (ABRIL - 2019) 3PM, el sol rumbo al Oeste</p>
	<p>Arequipa (ABRIL DE 2019) 5PM, próximo a la puesta del Sol.</p>

Figura 51 – Movimiento del Sol en Arequipa (de Este a Oeste).

Los ángulos de inclinación respecto a su latitud se muestran en la Figura n°13

Fuente: imágenes de Google Earth Pro.

Anexo 12 – Mapa de Agua subterránea ubicando al CGLA

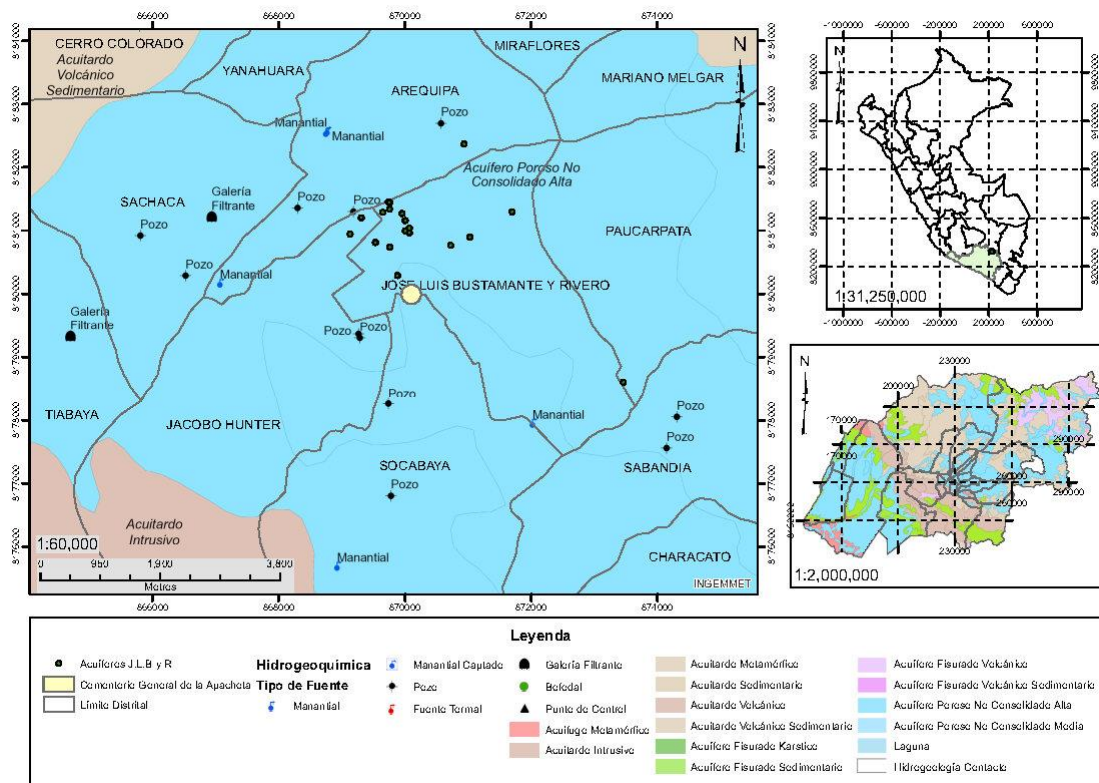


Figura 52 – Mapa de agua subterránea a los alrededores del CGLA.

Fuente: Propia

En el mapa mostrado en la figura x, podemos observar que gran parte de la ciudad de Arequipa presenta acuíferos, es decir, agua subterránea, de la cual el Cementerio General de la Apacheta dispone a través de sistema de bombeo convencional, para el riego de áreas verdes

Dado que el CGLA está posicionado en zona de acuíferos y el funcionamiento de este es de más de un siglo, se deduce que estas aguas subterráneas o suelo subterráneo se pueden encontrar contaminados por la probable filtración de sustancias fisicoquímicas y biológicas provenientes del cuerpo de los muertos a los que se les practicó entierro a través de fosas comunes.

Anexo 13 – Fotos Adicionales



Foto 1. Mala disposición de residuos florales



Foto 2. Presencia de basura dejada por los visitantes



Foto 3. Sector Tumbas, se observa que están sobre terreno sin vegetación.



Foto 4. Espacios que podrían ser útiles para distintos fines



Foto 5. Pozo principal céntrico, del cual se obtiene agua a través del bombeo del subterráneo, y esta es utilizada por los trabajadores para abastecer de agua a los visitantes que la requieren para sus floreros.



Foto 6. Sector de acumulación de residuos florales y los que vienen con ellos que son los residuos no degradables, este queda situado en la parte posterior del cementerio, el cual alcanza grandes volúmenes en los días festivos principalmente.



Foto 7. En muchos nichos se observa que los contenedores de agua están olvidados por largos períodos de tiempo permitiendo que el agua contenida dentro pueda causar malos olores o atraer mosquitos, bacterias, etc.