

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ESTRATEGIAS DE SOSTENIBILIDAD APLICABLES AL DISEÑO,
CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EN EL
PARQUE NACIONAL MANUEL ANTONIO, SECTOR PLAYA REY.

Trabajo final de investigación aplicada sometido a la consideración de la
Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Gestión Ambiental y
Ecoturismo para optar al grado y título de Maestría Profesional en Gestión
Ambiental y Ecoturismo con énfasis en Diseño de Sistemas Recreativos

CARLOS CASTRO CAMPOS

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2017

Dedicatoria

A Marcela, mi inspiración y mi compañera de aventuras.

Agradecimientos

A la ingeniera Irene Campos, por su gran apoyo y por la credibilidad y confianza depositada en mí y en mis capacidades.

Al ingeniero Robert Anglin, por ser mi mentor y mi guía en el ejercicio de mi profesión y un acertado asesor en este trabajo de graduación.

Al biólogo Marco Retana, por su colaboración en el proceso y su buena gestión como director del posgrado.

A Alejandrina Mata, por su innegable calidad humana, su confianza en mis capacidades y por su aporte como docente en mi formación.

Al Sistema Nacional de Áreas de Conservación, en las personas de Mario Coto, director del SINAC e Ingrid Campos, directora del Parque Nacional Manuel Antonio, por su apoyo y su apertura con información relevante relacionada con el proyecto.

Al mi gran amigo, el arquitecto Juan Luis Espinoza, por su colaboración en la elaboración de los planos del anteproyecto. Su pericia, habilidad y calidad técnica, permitieron plasmar las ideas abstractas en un diseño funcional, innovador y estético.


Al arquitecto Dionisio Cabal, colega y amigo muy cercano, por sus valiosos aportes al diseño del proyecto, y sus palabras de aliento a lo largo de todo el proceso de elaboración de este trabajo de graduación.

A la familia Roessner, por su aporte determinante en el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

Al arquitecto Jorge González, por su colaboración en el ámbito de diseño bioclimático.

A Raquel Gómez y Arney Navarro, por su apoyo y su amistad. Son personas invaluable de quienes siento un gran orgullo de poder llamar amigos.

“Este trabajo final de investigación aplicada, fue aceptado por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Gestión Ambiental y Ecoturismo de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Maestría Profesional en Gestión Ambiental y Ecoturismo con énfasis en Diseño de Sistemas Recreativos”



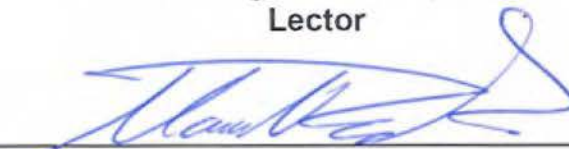
Gustavo Gutiérrez Espeleta, Ph.D.
Representante del Decano
Sistema de Estudios de Posgrado




Irene Campos Gómez, M.Sc.
Profesora Guía



Robert Anglin Fonseca, M.Sc.
Lector



Marco Retana López, M.Sc.
Lector



Félix Zumbado Morales, M.Sc.
Representante del Director
Programa de Posgrado en Gestión Ambiental y Ecoturismo



Carlos Manuel Castro Campos
Sustentante

Contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Hoja de aprobación	iv
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
Lista de cuadros	ix
Lista de figuras	xi
Capítulo 1: Introducción	1
1.1. Introducción	1
1.2. Justificación	1
1.3. Marco Referencial	7
1.4. Marco Conceptual	10
1.4.1. Áreas Silvestres Protegidas	10
1.4.2. Construcción Sostenible.....	13
1.5. Objetivo General	16
1.5.1. Objetivos Específicos	16
1.6. Alcances y Limitaciones	17
1.6.1. Alcances.....	17
1.6.2. Limitaciones.....	18
Capítulo 2: Problemática y contexto	19
2.1. Introducción.....	19
2.1.1. Situación actual: Panorama general.....	20
2.1.2. Flora y fauna PNMA - Sector Quepos	21
2.1.3. Flora y fauna – PNMA- Sector Playa Rey	21
2.1.4. Acceso y visitación – PNMA - Sector Quepos.....	22
2.1.5. Acceso y visitación – PNMA - Sector Playa Rey	23
2.1.6. Servicios básicos e infraestructura –PNMA –Sector Quepos.....	24
2.1.7. Servicios básicos e infraestructura –PNMA –Sector Playa Rey	24
2.1.8. Seguridad y problemas sociales – PNMA - Sector Quepos	25
2.1.9. Seguridad y problemas sociales – PNMA - Sector Playa Rey.....	26

Capítulo 3: Marco Metodológico	28
3.1. Metodología	28
3.1.1. Primera Etapa	28
3.1.2. Segunda Etapa	28
3.1.3. Tercera Etapa	30
3.1.4. Cuarta Etapa	30
Capítulo 4: Evaluación del problema	31
4.1. Condiciones de sitio y necesidades de infraestructura	31
4.1.1 Condiciones de sitio	31
4.1.2. Necesidades de infraestructura para la casa de guardaparques y centro de visitación del PNMA sector Playa Rey	33
4.2. Diseño de la edificación	34
4.2.1. Categorización de las estrategias de sostenibilidad aplicadas al diseño, construcción y mantenimiento de la infraestructura.	35
4.2.1.1. Entorno y transporte	38
4.2.1.2. Sitio sostenible	41
4.2.1.3. Uso eficiente del agua	44
4.2.1.4. Energía	50
4.2.1.5. Materiales y recursos.....	55
4.2.1.6. Calidad ambiental	59
Capítulo 5: Diseño y costo aproximado del anteproyecto	74
5.1. Caracterización del diseño a nivel de anteproyecto	74
5.2. Cálculo preliminar del costo del proyecto	76
Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones.....	79
6.1. Conclusiones.....	79
6.2. Recomendaciones.....	80
Referencias	82
Anexos	86
Anexo 1. Planos de anteproyecto.....	86
Anexo 2. Planes de gestión.....	89
Anexo 3. Lista de verificación para estrategias de sostenibilidad.....	104

Resumen

El auge de los estándares de construcción verde, tanto a nivel nacional como internacional, ha abierto las posibilidades de implementar estrategias de sostenibilidad en diversos tipos de proyectos de infraestructura.

El diseño y construcción de una obra de infraestructura dentro de un área protegida, conlleva la implementación de consideraciones específicas para reducir el impacto de la intervención. Los sistemas de evaluación de edificaciones verdes son herramientas valiosas para alcanzar ese objetivo de reducción de impactos.

El Sector Playa Rey, anexo al Parque Nacional Manuel Antonio hace menos de dos décadas, requiere, para su protección y mantenimiento, la construcción de infraestructura adecuada y permanente, que permita la permanencia de guardaparques y la llegada de visitantes, en un ambiente cómodo y seguro sin impactar negativamente el ecosistema intervenido.

Los resultados de esta investigación muestran, de forma analítica, que es posible incorporar, al diseño y construcción de la infraestructura, elementos de sostenibilidad que reduzcan el impacto ambiental de su construcción, a través de la adecuada escogencia de materiales, el control de la erosión y la sedimentación, el ahorro de agua, la eficiencia energética y la producción de energías limpias, el diseño bioclimático, un adecuado abordaje paisajístico y la adecuada gestión de los residuos.

Abstract

The peak in green building standards both nationally and internationally has opened the possibilities of implementing sustainability strategies in various types of infrastructure projects.

The design and construction of an infrastructure within a protected area entails the implementation of specific considerations to reduce the impact of the intervention. Green building evaluation systems are valuable tools to achieve this impact reduction goal.

The Playa Rey area, annexed to Manuel Antonio National Park less than two decades ago, requires, for its protection and maintenance, the construction of adequate and permanent infrastructure that allows the permanence of park rangers and the arrival of visitors, in a comfortable and safe environment.

The results of this research show that it is possible to incorporate into the design and construction of the infrastructure elements of sustainability that reduce the environmental impact of its construction, through appropriate choice of materials, erosion control and sedimentation during construction, Water saving, energy efficiency and the production of clean energy, bioclimatic design, an appropriate landscape approach and adequate waste management.

Lista de cuadros

Cuadro 1. Influencia del turismo en la economía de Costa Rica.....	3
Cuadro 2. (Fragmento) Cantidad de visitas de residentes y no residentes a ASP con mecanismo de cobro.....	23
Cuadro 3. Distribución de criterios de evaluación de los distintos estándares de evaluación de edificaciones sostenibles, según las categorías propuestas por el autor.....	37
Cuadro 4. Resumen de estrategias área de evaluación Ubicación y Transporte.....	41
Cuadro 5. Valores límite de SRI para techos de acuerdo con su pendiente.....	43
Cuadro 6. Resumen de estrategias para el área de evaluación Sitio Sostenible...	43
Cuadro 7. Consumos de agua para accesorios de plomería interna.....	47
Cuadro 8. Resumen de estrategias para el área Uso eficiente del Agua.....	50
Cuadro 9. Resumen de datos de consumo para dimensionamiento del sistema fotovoltaico.....	53
Cuadro 10. Resumen de estrategias para el área de evaluación Energía.....	54
Cuadro 11. La lista roja de Living Building Challenge.....	57
Cuadro 12. Resumen de estrategias para el área de evaluación Materiales.....	58
Cuadro 13. Clasificación de los compuestos orgánicos volátiles.....	63
Cuadro 14. Normativa requerida para materiales de baja emisión de VOC.....	63
Cuadro 15. Límites máximos de VOC para los productos emisores del proyecto.....	64
Cuadro 16. Resumen estrategias para el área de evaluación Calidad Ambiental.....	72

Cuadro 17. Características de la tipología constructiva HT-02.....	77
Cuadro 18. Costo base aproximado del proyecto.....	77
Cuadro 19. Costo de las estrategias de sostenibilidad propuestas.....	78
Cuadro 20. Costo total del proyecto.....	78

Lista de figuras

Figura 1. Distribución de AP en Costa Rica, por modalidad de conservación.....	2
Figura 2. Ingreso de divisas a Costa Rica por concepto del turismo en términos del PIB.....	2
Figura 3. Cantidad anual de turistas que ingresaron a Costa Rica 1994 a 2014.....	3
Figura 4. Visitación anual total al sistema de Parques Nacionales de Costa Rica 1994 a 2014.....	4
Figura 5. Visitación anual de extranjeros al sistema de Parques Nacionales de Costa Rica e ingreso total de extranjeros al país de 1994 a 2014.....	4
Figura 6. Áreas de conservación de Costa Rica.....	12
Figura 7. Condiciones actuales del sitio PNMA-Sector Playa Rey.....	20
Figura 8. Composición de la flora predominante en el sector de Playa Rey.....	22
Figura 9. Delitos por categoría para el cantón de Quepos, periodo entre enero 2012-abril 2013.....	25
Figura 10. Problemas prioritarios para la región central del cantón de Quepos....	26
Figura 11. Imagen aérea del sitio de proyecto.....	31
Figura 12. Distribución de la radiación solar promedio para el cantón de Quepos.	32
Figura 13. Necesidades de infraestructura para el diseño.....	33
Figura 14. Estándares para edificios verdes y sus categorías.....	36
Figura 15. Inodoro de bajo consumo de agua.....	35
Figura 16. Mingitorio libre de agua.....	46

Figura 17. Aireador para grifo.....	46
Figura 18. Cabezal para ducha de bajo consumo.....	46
Figura 19. Límites para el vertido de aguas residuales a un cuerpo receptor, parámetros universales de análisis obligatorio.....	49
Figura 20. Tubería en HDPE.....	57
Figura 21. Ejemplo de determinación de la longitud máxima operable de ventanas.....	60
Figura 22. Sistema de entrada al edificio para evitar el ingreso de la suciedad....	62
Figura 23. Escritorio de altura regulable.....	68
Figura 24. Ubicación del proyecto en sitio.....	71
Figura 25. Elevaciones del proyecto.....	74

Capítulo 1: Introducción

1.1. Introducción

El tema que se enmarca en esta investigación es la sostenibilidad como elemento fundamental en la optimización del diseño, construcción y operación de obras de infraestructura turística en áreas protegidas. Este tema responde a la presión del turismo como actividad creciente en zonas de conservación de la naturaleza, tales como el sistema de parques nacionales y la necesidad de la sostenibilidad, como un eje fundamental en el diseño integrado de obras civiles, incorporando la equidad, el desarrollo social y económico y la protección del ambiente.

Esta investigación pretende convertirse, en un futuro cercano, en una herramienta a través de la cual, el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), pueda establecer criterios de sostenibilidad vinculantes sobre el diseño, la construcción y la operación de este tipo de infraestructura turística. Al momento de la realización de esta investigación, SINAC no cuenta con un documento único que contenga lineamientos de construcción verde para proyectos dentro de zonas protegidas, a pesar de la necesidad de este tipo de acciones de bajo impacto en la intervención de áreas de conservación, con el fin de reducir la afectación de los ecosistemas existentes.

1.2. Justificación

Costa Rica cuenta con una importante cantidad de áreas protegidas (AP): parques nacionales, reservas biológicas, refugios de vida silvestre, entre otros. Según el Informe del Estado de la Nación del 2016 estas zonas representaban en 2014, un área total de 1 354 448 hectáreas, éstas presentan gran variabilidad de microclimas y biodiversidad: zonas montañosas, bosques nubosos, bosques secos, bosques húmedos, páramos, humedales, manglares, islas y zonas costeras; son parte de las distintas zonas de conservación y a su vez sitios de interés turístico. Según la modalidad de protección, se aprecia que los parques nacionales congregan cerca de la mitad de las áreas silvestres de conservación en Costa Rica, un 48% del área total (Figura 1).

De forma paralela, el turismo es una de las principales actividades económicas del país, concentrando anualmente entre un 5% y 8% del producto interno bruto (PIB) (Figura 2). Según el Informe del Estado de la Nación 2016, en 2014 los ingresos por turismo representaron un 5,3% del PIB (Cuadro 1) y la cantidad de visitantes, muestra una marcada tendencia al crecimiento en las últimas dos décadas, (Figura 3).

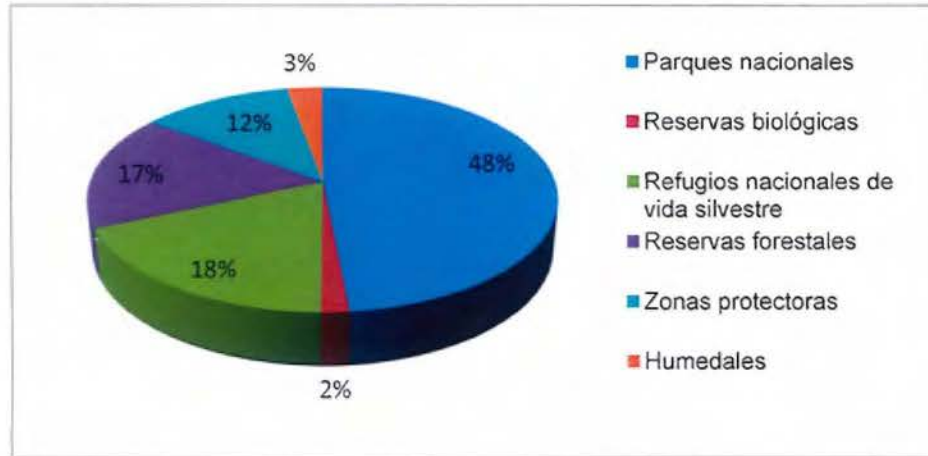


Figura 1. Distribución de AP en Costa Rica, por modalidad de conservación.

Fuente: Informe Estado de la Nación, 2016.

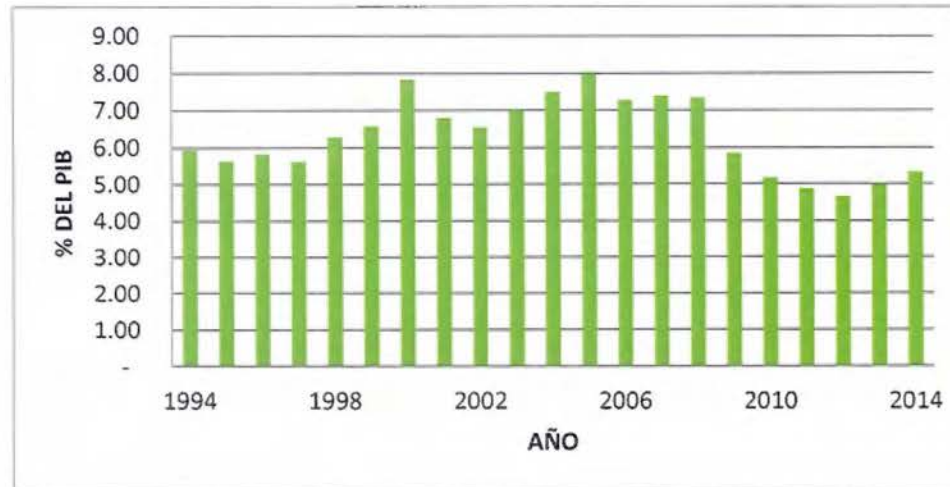


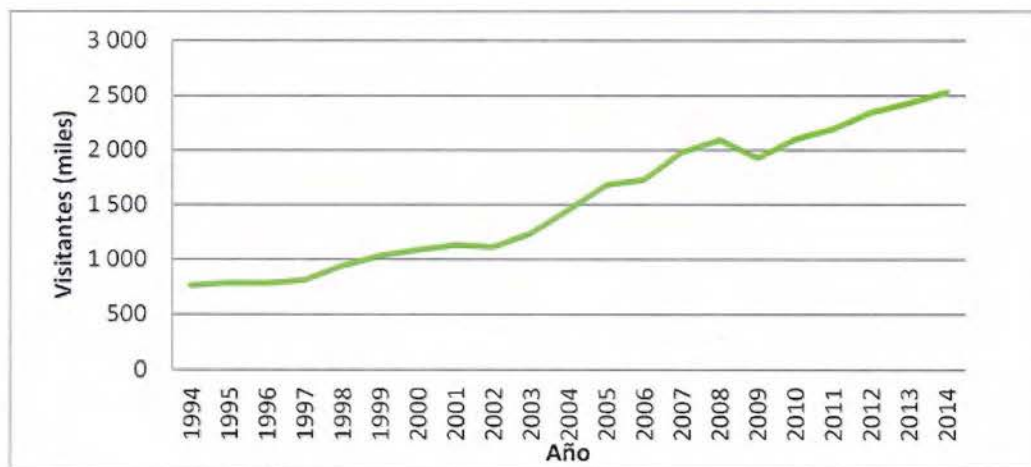
Figura 2. Ingreso de divisas a Costa Rica por concepto del turismo en términos del PIB.

Fuente: Informe Estado de la Nación, 2016.

Cuadro 1. Influencia del turismo en la economía de Costa Rica.

AÑO	Ingreso de divisas por concepto de turismo (porcentaje del PIB)	Número de turistas que ingresaron al país (miles)
1994	5.92	762
1995	5.63	785
1996	5.81	781
1997	5.61	811
1998	6.27	942
1999	6.56	1,031
2000	7.83	1,088
2001	6.79	1,131
2002	6.53	1,113
2003	7.00	1,239
2004	7.48	1,453
2005	8.01	1,679
2006	7.26	1,725
2007	7.38	1,980
2008	7.33	2,089
2009	5.83	1,923
2010	5.15	2,100
2011	4.86	2,192
2012	4.64	2,343
2013	4.96	2,428
2014	5.31	2,527

Fuente: Informe Estado de la Nación, 2016.

**Figura 3.** Cantidad anual de turistas que ingresaron a Costa Rica 1994 a 2014.

Fuente: Informe Estado de la Nación, 2016.

Al igual que el ingreso de turistas al país, la visitación de áreas protegidas presenta una clara tendencia al aumento durante más de dos décadas (Figura 4), llegando en 2014 a 1 738 601 visitas, según datos del Informe del Estado de la Nación 2016.

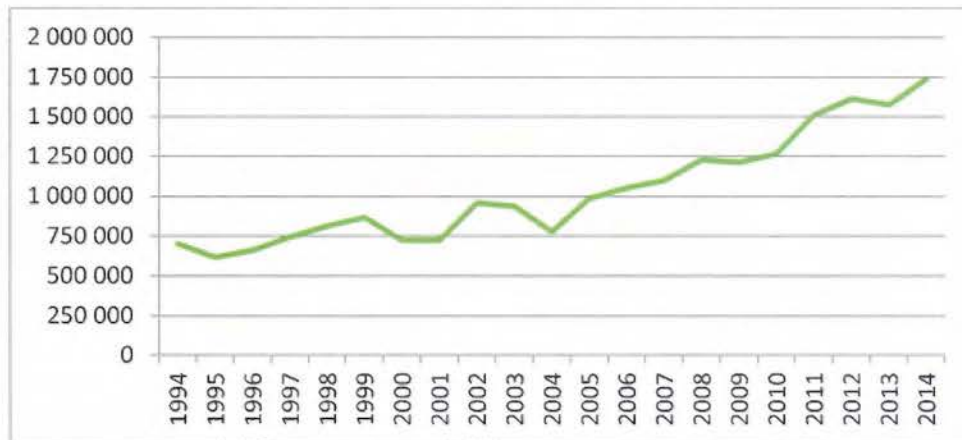


Figura 4. Visitación anual total al sistema de Parques Nacionales de Costa Rica 1994 a 2014.

Fuente: Informe Estado de la Nación, 2016.

En la figura 5 se muestra que, de 1994 a 2014, entre un 28% y un 50% de los turistas extranjeros que ingresaron a Costa Rica visitaron un ASP, con lo cual queda claro el aporte del atractivo natural sobre la actividad turística del país.



Figura 5. Visitación anual de extranjeros al sistema de Parques Nacionales de Costa Rica e ingreso total de extranjeros al país de 1994 a 2014.

Fuente: INEC, 2016.

Estas condiciones representan una disyuntiva para el tema de la conservación, pues el aumento de la entrada de divisas se contrapone con el impacto ambiental, social y económico de la visitación masiva a las áreas protegidas, poco estudiada en el país, pero visible en el PNMA a través de la excesiva visitación en temporada alta y el colapso del sistema de tratamiento de aguas residuales ordinarias del parque. Es por ello, que se debe buscar el establecimiento de un equilibrio dinámico, que regule y limite el impacto ambiental generado por la presencia de turistas en estas zonas, sin que esto vaya en detrimento del beneficio social y económico del turismo sobre la región visitada.

Los principales efectos de la visitación masiva en el entorno exterior inmediato de áreas protegidas son: el consumo de recursos (agua potable, electricidad, alimentos y otros), el crecimiento de la infraestructura relacionada (hoteles, restaurantes, carreteras, entre otros), la presión sobre los ecosistemas (alteraciones a los seres vivos por ruido, iluminación inadecuada, captura de especies y expansión urbana) y la generación de residuos (aguas residuales, basura, entre otros).

Por otra parte, se generan impactos ambientales que afectan directamente sobre el área protegida, relacionados con la construcción y funcionamiento de facilidades para el control y la visitación, los cuales se detallan a continuación:

- Modificación del paisaje: La edificación a construir requiere de un espacio físico, para lo cual es necesario la alteración del terreno y potencial eliminación de la cobertura del área afectada
- Generación de residuos durante el proceso constructivo: Se generan restos de materiales como el encofrado, envases, brochas, sobrantes, empaques y otros como la capa vegetal y de suelo resultantes del movimiento de tierras, que requieren de un proceso de recolección y disposición adecuada.

- Generación de residuos durante la operación y el mantenimiento: Estos residuos proceden de artículos de consumo continuo tales como alimentos, productos de limpieza e insumos de oficina, los cuales se generan a lo largo del ciclo de operación de la edificación. De igual manera se incluyen todos aquellos desechos relacionados con actividades de mantenimiento preventivo, reparaciones, demoliciones o adiciones.
- Contaminación sónica y luminosa: Se presenta producto de la interacción de los ocupantes de la edificación. La iluminación de los recintos, el uso de televisores, radios, computadoras y equipo electrónico variado. pertenecen a este grupo.
- Generación de aguas residuales: En este apartado se incluyen las aguas jabonosas y las aguas negras; las primeras provenientes de procesos de lavado (fregaderos, lavado de autos, duchas) y las segundas producto de las excretas de residentes y visitantes.

Cada uno de estos efectos debe ser contemplado, analizado y mitigado para obras de infraestructura a través de técnicas de construcción, operación y mantenimiento sostenible; sin embargo, cabe destacar que el impacto como tal no puede ser eliminado o contrarrestado por completo, ya que este es una condición intrínseca de la intervención humana en áreas de conservación.

El concepto de construcción sostenible toma una gran relevancia para lograr un desarrollo sostenible, convirtiéndose en una herramienta práctica que reduce, de forma integral, el impacto del uso del suelo, la alteración de los ecosistemas, siendo su contribución especialmente valiosa en zonas protegidas.

A nivel mundial, “en los últimos veinte años, las edificaciones verdes se han convertido en la tendencia más importante y progresista en la industria de la construcción. Si bien se han logrado enormes adelantos en el diseño, la construcción y la operación de los edificios, cuando se les compara con la velocidad a la que se deben dar los cambios necesarios, para evitar los peores efectos del cambio climático y de otros retos ambientales globales, el progreso ha sido minúsculo y apenas perceptible.” (International Living Building Institute, 2013)

Mediante la implementación de estrategias de sostenibilidad en proyectos de infraestructura, se busca alcanzar reducciones en el consumo de agua potable y energía, promover el uso adecuado y consciente de materiales, mejorar disposición de los desechos y optimizar la calidad ambiental de residentes y visitantes.

De forma complementaria, se logra un mejoramiento general del entorno inmediato, a través de la protección de ecosistemas y fuentes de agua, basado en el desarrollo de encadenamientos productivos y el buen manejo de los recursos disponibles; una mejora en la seguridad de la zona como consecuencia de la presencia de autoridades y visitantes; y la generación de un sentimiento de pertenencia entre la población local, ligado a la protección de la naturaleza y los beneficios obtenidos a través de ella.

A nivel país, incorporar la construcción sostenible en los planes de manejo de parques nacionales y demás áreas protegidas, es coherente con la Estrategia Nacional de Cambio Climático y la meta de carbono neutralidad para 2021 enunciada por el gobierno de la República, además de consolidar la imagen de país “verde”, garante de la conservación ambiental, con la cual se ha ligado a Costa Rica en la historia reciente.

1.3. Marco Referencial

En el año 2005, Adi Lazos plantea la “Propuesta de Desarrollo de Playa El Rey, Parque Nacional Manuel Antonio – Quepos”, como parte del Programa de Voluntariado de la Vicerrectoría de Vida Estudiantil de la Universidad de Costa Rica, la cual “en base a las observaciones, entrevistas y levantamientos de flora y fauna del lugar, propone un programa de tres fases para la restauración y aprovechamiento de Playa El Rey (...) La fase I se refiere a la limpieza del terreno y habilitación o mejoramiento de las instalaciones para los guardaparques, investigadores y voluntarios. La fase II considera la recuperación de la flora y la fauna del lugar, así como un análisis del rol de la agricultura y la comunidad con respecto a Playa El Rey. Por último, la fase III trata el desarrollo turístico del área.” (Pazos, 2005).

En 2007, el ingeniero civil Daniel Acuña, presenta el proyecto de graduación “Análisis de la metodología LEED de evaluación de edificios sostenibles para su aplicación en Costa Rica”, este es el primer trabajo de graduación de la escuela de Ingeniería Civil de la UCR, que trata directamente el tema de la construcción verde y sus sistemas de evaluación, proporcionando un primer contacto con el sistema LEED (sistema de evaluación de la sostenibilidad de una obra civil, desarrollado en 1998 por el Consejo de la Construcción Verde de los Estados Unidos). Incluso en este trabajo, se realizó un diagnóstico del edificio de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la UCR, ubicado en la Ciudad de la Investigación, mediante el sistema LEED-NC v2.2 y se analizó la posibilidad de lograr una certificación de sostenibilidad.

En el año 2008, se presenta como trabajo final de graduación, la “Implementación del sistema de evaluación LEED-NC v2.2 en empresas consultoras de ingeniería y arquitectura”, por parte del ingeniero civil Roberto Meza Salas, trabajo en el cual propone una serie de estrategias para la adaptación del sistema LEED a la realidad nacional, cubriendo los requisitos, etapas de acción y responsables para cada crédito. Este trabajo provee la base para el impulso de la construcción verde en el país, pues provee a las empresas consultoras una herramienta de consulta y una guía de referencia en este tema.

En 2012, el Ingeniero Carlos Manuel Castro, presenta su trabajo final de graduación “Estrategia para certificar en operaciones y mantenimiento el edificio de la Facultad de Ciencias Económicas de La Universidad de Costa Rica mediante el sistema de evaluación LEED-EB: O&M”, en el cual se propone por primera vez, la posibilidad de certificar la sostenibilidad de las operaciones y el mantenimiento de una edificación, reduciendo el impacto generado por su funcionamiento, a través de estrategias de sostenibilidad de bajo y medio costo.

En 2013, la ingeniera Vanessa Quirós Salas, presenta su trabajo de graduación “Análisis comparativo del sistema de evaluación medioambiental de construcción LEED 2009 NC y la norma costarricense para las edificaciones sostenibles en el trópico RESET (sistema de evaluación de edificaciones verdes y actualmente norma técnica, desarrollada por el Instituto de Arquitectura Tropical) y su aplicación en Costa Rica”, en el cual, se realizó una comparación entre los dos sistemas LEED-NC y RESET.

La información para la comparación se obtuvo por medio de las normas; además, se entrevistó a diversos profesionales con conocimientos en RESET y LEED, se visitaron proyectos, registrados o certificados con LEED y se aplicó una encuesta de operación de los edificios (Quirós, 2013).

En 2013, SINAC publica su “Guía para el diseño y formulación del Plan General de Manejo de las Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica”, la cual es una herramienta técnica que permite a los administradores identificar, catalogar y valorar los recursos presentes en determinada zona de conservación y establecer así, estrategias de protección y mejoramiento de sus condiciones, siendo la zonificación restrictiva de las áreas, una de las alternativas más efectivas.

En 2014, la ingeniera Priscilla Chamorro presenta su trabajo “Aplicación del Sistema de Certificación *LEED for Schools* para la evaluación del diseño de edificaciones educativas públicas en Costa Rica”, en el cual expone lineamientos de sostenibilidad incorporables al diseño de escuelas públicas.

En ese mismo año, el ingeniero Andrés González presenta su trabajo de graduación “Análisis del diseño en el nuevo edificio para Educación Continua de Vicerrectoría de Acción Social de la Universidad de Costa Rica para certificarlo mediante el sistema de evaluación LEED-NC v3”, donde propone estrategias de construcción verde aplicables a un edificio de educación superior.

En el año 2015, la ingeniera ambiental Giannina Murillo, presenta el trabajo de graduación “Estrategias para certificar en operación y mantenimiento el edificio administrativo de la municipalidad de Heredia mediante el sistema de evaluación LEED O+M: EB versión 4”, donde propone la certificación de operaciones sostenibles para un edificio del sector público, específicamente el edificio principal de la Municipalidad de Heredia.

1.4. Marco Conceptual

1.4.1. Áreas Silvestres Protegidas

Las Áreas Silvestres Protegidas (ASP) son definidas en la Ley de Biodiversidad, como un espacio geográfico definido, declarado oficialmente y designado con una categoría de manejo en virtud de su importancia natural, cultural y/o socioeconómica, para cumplir con determinados objetivos de conservación y de gestión” (SINAC, 2016). El ente encargado de la administración y el manejo de las ASP es el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y específicamente, el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC).

La ley de Biodiversidad y su Reglamento han establecido las categorías de manejo de ASP para el país de la siguiente manera:

- Reservas Forestales.
- Zonas Protectoras.
- Parques Nacionales.
- Reservas Biológicas.
- Refugios Nacionales de Vida Silvestre
- Humedales.
- Monumentos Naturales.
- Reservas Marinas.
- Áreas Marinas de Manejo.

El Sistema Nacional de Áreas de Conservación fue creado mediante el Artículo 22 de la Ley de Biodiversidad N° 7788, publicada en 1998 como un ente desconcentrado, supeditado al Ministerio de Ambiente, Energía (MINAE); otorgándole competencias en materia forestal, vida silvestre, áreas protegidas y la protección y conservación del uso de cuencas hidrográficas y sistemas hídricos; le da potestad de dictar políticas, así como planificar y ejecutar procesos dirigidos a lograr la sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales de Costa Rica.

“SINAC es un concepto de conservación integral, que ofrece la posibilidad de desarrollar una gestión pública responsable, con la participación del Estado, la Sociedad Civil, la empresa privada, y de cada individuo del país interesado y comprometido con la construcción de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.” (www.sinac.go.cr, consultado el 08 de marzo de 2016). El país se divide en once áreas de conservación, las cuales se presentan a continuación (Figura 6):

- Área de Conservación Arenal Huetar Norte (ACAHN)
- Área de Conservación Arenal Tempisque (ACAT)
- Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACCVV)
- Área de Conservación Guanacaste (ACG)
- Área de Conservación La Amistad Caribe (ACLAC)
- Área de Conservación La Amistad Pacífico (ACLAP)
- Área de Conservación Marina Isla del Coco (ACMIC)
- Área de Conservación Osa (ACOSA)
- Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC)
- Área de Conservación Tempisque (ACT)
- Área de Conservación Tortuguero (ACTO)



Figura 6. Áreas de conservación de Costa Rica

Fuente: www.sinac.go.cr, 2016.

El Parque Nacional Manuel Antonio (PNMA), se ubica en la provincia de Puntarenas, cantón de Quepos, distrito Quepos y pertenece al Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC). “Fue creado el 15 de noviembre de 1972 mediante la Ley No. 5100. Tiene una extensión de 1.983 hectáreas en la parte terrestre y 55.210 hectáreas en la parte marina. La topografía del área es accidentada y en su mayor parte presenta una pendiente de 20% o más. La altitud varía desde los 0 a 160 metros sobre el nivel del mar.” (SINAC, 2016)

El sector de Playa Rey fue agregado al PNMA en el año 2000 mediante el Decreto Ejecutivo No.29177-MINAE; sin embargo, el proceso para tomar posesión de las tierras se extendió hasta 2004, en el sitio se encontraban más de 150 construcciones, todas ellas residenciales. El territorio anexado, comprende una extensión de 10 kilómetros de playa desde la desembocadura del Río Naranjo, al oeste, hasta la desembocadura del Río Savegre, al este.

“La adquisición de Playa Rey fue hecha con el objetivo de proteger la zona de manglar, además de que su posición geográfica es estratégica para permitir un enlace – en forma de corredor biológico- entre el PNMA y el Refugio de Vida Silvestre Portalón. Esta franja de terreno naturalmente continúa con la zona de manglar y humedales hasta la Península de Osa.” (Lazos, 2005)

El desarrollo del potencial de la zona depende del establecimiento de instalaciones para vigilancia y visitación. Para minimizar el impacto de dichas facilidades, es necesario abocarse a los principios de construcción verde y desarrollo sostenible.

1.4.2. Construcción Sostenible

La construcción sostenible, consiste en adaptar el diseño, el proceso constructivo y el mantenimiento y operaciones de una edificación a su entorno ambiental, perturbando en la menor medida posible el ambiente que la rodea.

Sobre este tema, en países desarrollados, se han creado sistemas de evaluación que buscan la estandarización de las prácticas constructivas sostenibles, siendo el sistema *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED, por sus siglas en inglés), desarrollado en los Estados Unidos por el Consejo Estadounidense de Construcción Verde (USGBC, por sus siglas en inglés), el sistema más aceptado y utilizado a nivel mundial con más de 106 000 edificaciones certificadas (USGBC, 2017), se compone de requisitos de acatamiento obligatorio denominados prerrequisitos y de una serie de objetivos de sostenibilidad aplicables a la edificación, llamados créditos, que otorgan un puntaje determinado de acuerdo a su nivel de cumplimiento.

“En 1998 se lanza la primera versión de LEED, LEED-NC (para nuevas edificaciones), estándar en el cual se crean una serie de requisitos a cumplir para lograr una certificación de edificación verde, mediante una escala de puntos. De forma complementaria, el sistema cuenta con rangos, que determinan que tan amigable con el ambiente es la obra.” (Castro, 2012)

Además de LEED existen otros sistemas de evaluación, entre los que destacan los siguientes: *BREEAM* (Reino Unido), *CASBEE* (Japón), *Green Star* (Australia), y *Living Building Challenge* (LBC, por sus siglas en inglés).

LBC fue desarrollado por el *Living Building Institute* (LBI, por sus siglas en inglés), es, hasta la fecha de publicación de este proyecto, el más ambicioso y exigente de los sistemas de evaluación de edificaciones sostenibles. Se compone de 20 requisitos de sostenibilidad denominados imperativos agrupados en 7 categorías.

Este sistema de evaluación “define el criterio de sustentabilidad más avanzado en el entorno construido que es posible actualmente y toma las acciones necesarias para reducir la brecha entre los límites existentes y las soluciones ideales. Este programa de certificación cubre todo tipo de construcción a cualquier escala y constituye una herramienta integral para un diseño transformativo, permitiendo contemplar un futuro socialmente justo, culturalmente rico y benigno con la ecología.” (LBI, 2015)

WELL Building Standard fue desarrollado en 2014 por el *International WELL Building Institute*, en los Estados Unidos y combina las mejores prácticas en diseño y construcción con intervenciones de salud y bienestar basadas en evidencia. Aprovecha el entorno construido como un vehículo para apoyar la salud humana, el bienestar y la comodidad. Los espacios y desarrollos Certificados WELL pueden conducir a un entorno construido que ayuda a mejorar la nutrición, el estado físico, el estado de ánimo, el sueño, la comodidad y el rendimiento de sus ocupantes. Esto se logra en parte mediante la implementación de estrategias, programas y tecnologías diseñadas para fomentar estilos de vida saludables y más activos y reducir la exposición de los ocupantes a productos químicos y contaminantes dañinos.

Esta tendencia se ha manifestado también en Costa Rica, siendo la norma RESET (Requisitos para Edificaciones Sostenibles en el Trópico) desarrollada por el Instituto de Arquitectura Tropical y hoy norma técnica nacional, realizada a través de INTECO, el primer sistema de evaluación a nivel país, el cual se convirtió en una norma técnica y cuenta con una actualización en 2017; actualmente cuenta con un proyecto certificado.

“Con RESET, Costa Rica dispone de una norma original que se inscribe dentro de su vocación ambiental, y que le permite incorporar en sus políticas públicas y en sus estrategias para el sector construcción, una propuesta de ciudad que se entiende como un desarrollo orientado hacia una reducción significativa de su impacto ambiental.” (RESET, 2012)

De forma paralela, en 2007, el Gobierno de Costa Rica adquirió el compromiso de alcanzar en el año 2021 la carbono neutralidad, que se define como “el balance entre las reducciones y remociones (compensaciones) de gases de efecto invernadero (GEI) de una organización.” (Navarro, 2016)

En el año 2009 se proclama la Estrategia Nacional de Cambio Climático, que corresponde a una estrategia por sectores que pretende reducir los impactos sociales, ambientales y económicos del Cambio Climático y tomar ventaja de las oportunidades, promoviendo el desarrollo sostenible, mediante el crecimiento económico, el progreso social y protección ambiental por medio de iniciativas de mitigación y acciones de adaptación (...) (DCC, 2009).

En 2015, Costa Rica presenta sus “Contribuciones previstas y determinadas a nivel nacional”, (INDC por sus siglas en inglés), como reflejo de su compromiso con la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, el cual tiene como objetivo principal, el impedir interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático y con la meta de “mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2°C y considerar reducir ese límite a 1.5°C”. (CMNUCC, 2012).

Las INDC “representan el aporte que cada país estaría en capacidad de hacer, a un nuevo régimen climático global post 2020, de acuerdo con sus capacidades y realidades” (MINAE, 2015). Estas incluyen acciones de mitigación y acciones de adaptación, que incluyen al sector construcción.

“Se estima que medidas vinculadas con los temas de construcción sostenible orientadas a la reducción de la huella de carbono tales como la reducción de residuos en el ciclo constructivo, aumento en el uso de madera, adopción de tecnologías, materiales y sistemas operativos climáticamente inteligentes combinadas con medidas de desarrollo urbano sostenible pueden generar reducciones significativas de emisiones. Entre las medidas de abatimiento refrendadas durante los diálogos estuvieron el fomento de la gestión integral de residuos, con la separación en la fuente y ampliación de programas de reciclaje y compostaje de la fracción orgánica” (MINAE, 2015).

1.5. Objetivo General

- Crear una guía general de especificaciones de diseño, construcción y operación, para obras de infraestructura turística sostenible, dentro de un Área Silvestre Protegida, basándose en sistemas de evaluación de edificaciones verdes, normas y principios del diseño bioclimático; aplicado al caso de la Estación de Guardaparques y Centro de Visitación en el Parque Nacional Manuel Antonio, sector Playa Rey (EG&CVPNMA-SPR).

1.5.1. Objetivos Específicos

- Interpretar las condiciones de entorno del proyecto, tales como clima, tipo de suelo, zona de vida, radiación solar y vientos predominantes; y su relación con las necesidades propias del proyecto como son: dimensiones, posibles usos, tipo de usuario.
- Evaluar estrategias de sostenibilidad aplicables al ciclo de vida de la edificación, basándose en sistemas de evaluación de edificaciones verdes, normas y principios del diseño bioclimático.

- Realizar un anteproyecto arquitectónico que responda a las condiciones del entorno y las necesidades del proyecto y del ASP.
- Establecer el costo de las principales estrategias de sostenibilidad seleccionada.
- Desarrollar planes de gestión sostenible para procesos constructivos de la edificación, específicamente para control de erosión y sedimentación durante el proceso constructivo, manejo de residuos de construcción y compra de materiales, con el fin de optimizar dichos procesos.

1.6. Alcances y Limitaciones

1.6.1. Alcances

- El proyecto se concentra en el anteproyecto arquitectónico y especificaciones técnicas para una estación de guardaparques y centro de visitación en el Parque Nacional Manuel Antonio, sector Playa Rey; de acuerdo con los principios de la construcción verde, basándose en normas nacionales e internacionales de edificaciones sostenibles. Dicha normativa se utiliza como referencia y no se toma como de acatamiento obligatorio; por ende, no se pretende alcanzar ningún tipo de certificación en sostenibilidad para las instalaciones.
- Si el SINAC lo considera conveniente, las estrategias presentadas en esta investigación podrán contribuir al proceso de obtención de la certificación en alguna de los sistemas de evaluación, sin embargo, para alcanzar la certificación como tal, se debe realizar una investigación más profunda, centrada en el sistema de evaluación en que se desee obtener el reconocimiento.
- El diseño estructural del anteproyecto no está incluido en el alcance de la investigación.

- Se desarrollarán planes de gestión para manejo de residuos, productos de limpieza, bienes de consumo continuo y bienes duraderos, estos estarán basados en los parámetros de consumo de la edificación propuesta y en caso de extrapolarse a otros proyectos, deberán ser adaptados a las nuevas condiciones.
- El diseño de las edificaciones propuestas, se formula con base en las condiciones propias del sitio en cuestión, su utilización en un sitio distinto depende de las condiciones propias del nuevo lugar y de la adaptación de las estrategias propuestas.
- La viabilidad del proyecto está directamente relacionada con el mejoramiento de las condiciones de seguridad en el sector de Playa Rey.
- Para el correcto funcionamiento de las instalaciones, se requiere garantizar el suministro de los servicios básicos: agua potable, electricidad y disposición de aguas residuales, sin los cuales, las estrategias propuestas carecen de asidero.
- Un correcto funcionamiento de las instalaciones, sólo se puede garantizar si las estrategias de sostenibilidad propuestas se implementan de forma conjunta y total y no de forma parcial.
- Se asume que existe posibilidad de conexión a los servicios básicos (agua potable y electricidad)

1.6.2. Limitaciones.

- La implementación del proyecto de dicha infraestructura en el PNMA dependerá del presupuesto disponible por parte del SINAC.
- No se dispone de estudios preliminares del sitio, incluyendo estudio de suelos, curvas de nivel y prueba de infiltración del suelo.
- No se cuenta con una simulación energética de la edificación.
- No se incluye el diseño estructural del proyecto.
- No se contempla en diseño de obras complementarias para el uso de la playa tales como torres para salvavidas y baterías de baños adicionales.

Capítulo 2: Problemática y contexto

2.1. Introducción

Como se mencionó en el Capítulo 1, el Parque Nacional Manuel Antonio (PNMA), se localiza en el cantón de Quepos, Provincia de Puntarenas, a 157 km al sur de San José por carretera y 7 km al sur de la ciudad de Quepos. Cuenta con una extensión de 1 983 hectáreas en su sección terrestre y 25 634 hectáreas en su zona marina y pertenece al Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC).

El Parque Nacional Manuel Antonio, nació a partir de la presión comunal que se manifestaba en contra de la prohibición de sus antiguos dueños extranjeros, para el usufructo de las playas por parte de los pobladores locales. Los extranjeros tenían un marcado interés en desarrollar la zona como centro turístico. Así, gracias a la presión de la comunidad, nace en 1972 el “Parque Recreativo Nacional Playas de Manuel Antonio”, por medio de la Ley No. 5100. (Tomado de www.sinac.go.cr, consultado el 04/03/17).

El PNMA, presenta bosque tropical húmedo, así como áreas de manglar. La temperatura promedio anual es de 27°C, con una temperatura mínima de 20°C. El promedio de precipitación anual es de 3 674 mm.

El sector Playa Rey, está compuesto por una franja de 10 km de longitud, delimitado al este por el Río Savegre, al oeste por el Río Naranjo y al sur por el Océano Pacífico y al norte por propiedades de uso agrícola (cultivo de arroz y palma africana, principalmente) y ganadero (Figura 7).



Figura 7. Condiciones actuales del sitio PNMA-Sector Playa Rey.

Fuente: Google Earth, 2017.

2.1.1. Situación actual: Panorama general

La situación actual de los dos sectores del PNMA: sector principal (Quepos) y sector Playa Rey es contrastante: mientras el sector principal es el área protegida más visitada de Costa Rica, con accesos, infraestructura y un desarrollo turístico boyante a su alrededor; el sector Playa Rey, es una zona poco o nada conocida, sin facilidades de ingreso o infraestructura y con problemas sociales como inseguridad y descontento social que, abonado a la escasez de recursos para vigilar la zona; han complicado su explotación turística responsable.

Para comprender mejor las condiciones actuales del sitio, se decidió categorizarlas, de acuerdo con los problemas que generan para el aprovechamiento del sector. Las categorías son:

- Flora y fauna.
- Acceso y visitación.
- Servicios básicos e infraestructura.
- Seguridad y problemas sociales.

2.1.2. Flora y fauna PNMA - Sector Quepos

Según datos del SINAC en 2017, el parque es el hogar de 107 especies de mamíferos, entre los que sobresalen el mono tití, el mono cariblanco, el perezoso y el venado de cola blanca; además alberga 335 especies de aves, incluidas el águila pescadora y el martín pescador verde. Adicionalmente, en el PNMA se pueden encontrar 237 especies marino-costeras, como el pez ángel y las estrellas de mar.

En cuanto a la flora del sitio, son el guácimo colorado, el pilón, el guapinol, el surá, el cenízaro y la ceiba, propios del bosque primario. En el bosque secundario, las especies más comunes son la balsa, el peine de mico, el guarumo, el guácimo y el capulín blanco. Además de esto, se encuentran tres especies de manglar: mangle colorado, botoncillo y mariquita.

2.1.3. Flora y fauna – PNMA- Sector Playa Rey

Según un estudio realizado en 2005, como parte de la propuesta de desarrollo de Playa Rey (Lazos, 2005), que contempló un inventario forestal de la zona, se determinó que la flora predominante estaba compuesta por cocos y almendros de playa; así como otros árboles frutales, como marañón y guayabo (Figura 8). En menor medida, se encontraron lengua de vaca, madero negro y roble sabana.

La presencia de este tipo de árboles y palmeras es un reflejo de presencia humana y la modificación del entorno por su intervención. Sin embargo, estos árboles y palmeras, por su condición de brindar frutos, sirven como atrayentes de especies de animales, que los buscan como fuente de alimentación.

En cuanto a la fauna de la zona, en este mismo estudio, Lazos (2005) hace referencia a la presencia de cocodrilos, monos tití, monos cariblanco, mapaches, iguanas, garzas y tortugas lora, evidenciando una relación con el sector principal del parque y su condición de corredor biológico.

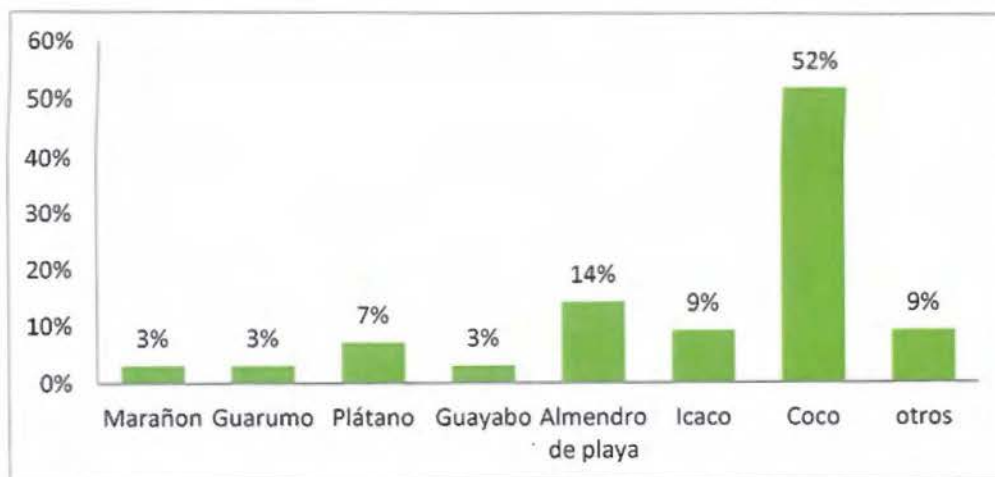


Figura 8. Composición de la flora predominante en el sector de Playa Rey.

Fuente: autor, con datos de Lazos, 2005.

2.1.4. Acceso y visitación – PNMA - Sector Quepos

El acceso al sector principal del PNMA se hace por la ciudad de Quepos, la carretera se encuentra asfaltada y demarcada y no hay limitaciones para llegar en cualquier tipo de automotor, en los alrededores del ingreso principal, existen parqueos públicos donde dejar el vehículo. También hay servicio de autobús constante desde San José y desde Quepos hasta el límite del parque y viceversa.

Dentro del PNMA hay senderos creados y demarcados para el tránsito peatonal, con pendientes poco pronunciadas, libres de maleza y con una superficie de tránsito relativamente regular, que conducen al visitante hasta las playas que representan el principal atractivo turístico del parque.

El PNMA es el área silvestre protegida más visitada de Costa Rica, según los datos de visitación del Instituto Costarricense de Turismo (ICT), para el año 2015 (Cuadro 2). Para este año, se reportó una visitación de 418 041 personas, de las cuales, un 70% corresponde a visitantes no residentes del país; y agrupando el 91% de la visitación a las ASP del ACOPAC.

Por lo anteriormente expuesto, la creación y mantenimiento de obras de infraestructura en el PNMA, se convierte en una necesidad de primer orden para aminorar el impacto ambiental relacionado con la construcción, mantenimiento y uso de dicha infraestructura.

Cuadro 2. (Fragmento) Cantidad de visitas de residentes y no residentes a ASP con mecanismo de cobro.

AC/ASP	Residentes				No residentes				Total Residentes	Total No residentes	Total general
	1 tri	2 tri	3 tri	4 tri	1 tri	2 tri	3 tri	4 tri			
ACCVC	109.315	94.729	101.275	105.070	71.764	46.591	44.655	50.545	410.389	213.555	623.944
Volcán Poás_P05	53.488	46.598	50.295	48.296	56.870	38.613	35.192	40.824	198.677	171.499	370.176
Volcán Irazú_P23	40.731	34.656	41.228	44.906	11.767	6.403	7.955	7.716	161.521	33.841	195.362
Monumento Nacional Guayabo_MNGO01	6.945	7.004	2.808	5.286	1.727	938	756	1.295	22.043	4.716	26.759
Braulio Carrillo_P02	4.787	4.548	4.524	4.427	1.393	635	747	706	18.286	3.481	21.767
Grecia_R06	3.364	1.923	2.420	2.155	7	2	5	4	9.862	18	9.880
AGOPAC	45.749	32.114	35.724	31.774	108.001	71.473	70.052	66.651	145.261	216.177	461.538
Manuel Antonio_P15	40.265	26.895	30.816	27.940	97.749	66.876	65.943	61.557	125.916	292.125	418.041
Garara_P25	4.043	3.721	4.174	2.835	10.241	4.586	4.099	5.082	14.773	24.008	38.781
Isla San Lucas_V59	592	1.172	532	889	1	0	5	8	3.185	14	3.199
La Cangreja_P26	399	326	202	110	10	11	5	4	1.037	30	1.067
Los Quetzales_P28	450	0	0	0	0	0	0	0	450	0	450

Fuente: SINAC, 2016.

2.1.5. Acceso y visitación – PNMA - Sector Playa Rey

El sector de Playa Rey no es accesible a través de los senderos del PNMA, pues ninguno de los existentes conecta con este sector. Por vehículo sólo existe un acceso, el cual es por un camino estrecho de tierra que corre junto a un canal, por entre las plantaciones de arroz y palma africana, en una salida de la carretera Costanera Sur (Ruta Nacional 34), luego de más de una hora de viaje en automóvil desde la entrada principal del parque.

Este camino es una trocha, cuya superficie de rodamiento es la rasante (suelo), sin obras de canalización de aguas pluviales o estructura de pavimento como superficie de rodamiento, durante la época lluviosa, se vuelve casi intransitable y se recomienda el acceso en vehículo de doble tracción.

El sector de Playa Rey es desconocido para las personas ajenas a las comunidades cercanas, por ende, para la mayoría de los visitantes del sector principal en Quepos, por lo que su visitación es prácticamente nula. Sumado a lo anterior, no existe un puesto de control para monitorear el ingreso, lo que fomenta la entrada de antiguos residentes y vecinos de comunidades cercanas, para tomar los cocos y las frutas de los árboles para consumo y venta.

2.1.6. Servicios básicos e infraestructura –PNMA –Sector Quepos

Dentro del sector principal del parque, se cuenta con boletería, recepción, oficinas administrativas, habitaciones para guardaparques, cocina, comedor, sala de descanso y un área de dormitorios para investigadores y voluntarios.

Para el público, se cuenta con baterías de baños, duchas y cambiadores, sin embargo, se han presentado algunos problemas con el sistema de aguas residuales (grises y negras), que han llevado a cierres temporales de la instalación sanitaria en cuestión.

Toda la infraestructura cuenta con suministro de electricidad, agua potable y sistema de recolección de aguas residuales (grises y negras).

2.1.7. Servicios básicos e infraestructura –PNMA –Sector Playa Rey

En el sector Playa Rey se suma a las condiciones adversas de acceso, la inexistencia de servicios básicos, como agua potable y electricidad en la zona.

La generación de energía por medio de paneles fotovoltaicos se presenta como la opción con el menor impacto ambiental asociado; sin embargo, sus implicaciones económicas son mayores a las de producción con una planta con un motor impulsado por combustible. Esto se analizará con detalle en el Capítulo 3. El suministro de agua potable, anteriormente se lograba a partir de pozos artesanales, debido a la ausencia de una red pública.

Ambos servicios se encuentran disponibles a una distancia máxima aproximada de 3.5 km, lo cual hace viable la posibilidad de conexión a la red.

Las aguas servidas y jabonosas son otro factor por tomar en cuenta en el diseño de anteproyecto propuesto, pues, tanto el nivel freático como las condiciones de permeabilidad y capacidad de soporte de la arena (como tipo de suelo predominante) limitan el uso de soluciones individuales convencionales, como el tanque séptico, esto se analizará a fondo en el Capítulo 3.

2.1.8. Seguridad y problemas sociales – PNMA - Sector Quepos

En el sector de Quepos del PNMA, la seguridad dentro del parque es satisfactoria, esto propiciado por la presencia de guardaparques y fuerza pública, así como por los controles de ingreso ejercidos. En los alrededores del parque se lidia con problemáticas sociales como robos, hurtos, drogadicción y alcohol (Figura 9), según indica la administración del PNMA.

Categoría	Período	
	2012 Ene - Dic	2013 Ene - Abr
Denuncias OIJ		
Hurtos	143	142
Asaltos	41	23
Robo Vivienda	35	52
Robo Edificación	34	22
Tacha Vehículo	54	47
Robo Vehículo	10	24
Otros Robos	13	15
Sub total	330	325
Aprehensiones Fuerza Pública		
Delitos contra la propiedad	14	11
Ley de Violencia Doméstica	17	13
Ley de Penalización	23	10
Ley de Armas y Explosivos	29	3
Ley de Psicotrópicos	205	157
Otros	43	30
Sub total	331	224

Figura 9. Delitos por categoría para el cantón de Quepos, periodo entre enero 2012- abril 2013.

Fuente: MIVAH, 2013.

A pesar de las 36 escuelas y 10 colegios del cantón, la deserción estudiantil alcanza el 50% a nivel de secundaria, debido factores como desempleo, lugares alejados y mayores gastos de educación, que afectan la economía del hogar relacionada con la estructura del empleo y las demandas del mercado de trabajo, que limitan más sus ingresos familiares (Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, MIVAH, 2013).

De acuerdo con el “Diagnóstico del cantón de Aguirre (ahora Quepos)”, realizado por el MIVAH en el año 2013, los principales problemas que afronta la población en el centro del cantón están relacionados con la drogadicción, la delincuencia y la contaminación ambiental (Figura 10).

EBAIS	Problemas Prioritarios
La Esperanza	<ol style="list-style-type: none"> 1. Escasez de opciones educativas y recreativas para niños y adolescentes 2. Drogadicción 3. Contaminación ambiental (desechos sólidos)
El Progreso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inseguridad ciudadana (robos, drogas) 2. Desintegración familiar 3. Contaminación ambiental (carencia alcantarillados)
Quepos Rural	<ol style="list-style-type: none"> 1. Drogadicción 2. Inseguridad ciudadana (delincuencia) 3. Contaminación ambiental (aguas negras y servidas, depósitos naturales)

Figura 10. Problemas prioritarios para la región central del cantón de Quepos.

Fuente: MIVAH, 2013.

2.1.9. Seguridad y problemas sociales – PNMA - Sector Playa Rey

Como se mencionó en el Capítulo 1, el sector de Playa Rey se anexó al PNMA a partir de un decreto ejecutivo del año 2000 y luego de un desalojo de las personas que habían levantado construcciones residenciales dentro de la zona de exclusión del manglar, de acuerdo con la Ley de Zona Marítimo Terrestre.

La situación de desalojo dio pie a problemas sociales complejos, que han originado desde entonces un par de invasiones, el desmantelamiento de las propiedades remanentes, la caza furtiva y el descontento de las comunidades vecinas (Lazos, 2005).

La imposibilidad de establecer un puesto de vigilancia fijo en el sector de Playa Rey, después del desalojo, ha dado pie al establecimiento de condiciones de inseguridad y el aumento de actividades delictivas, amparadas en la naturaleza solitaria y alejada del sitio; siendo el problema más grave, el aprovechamiento del manglar y la desembocadura del río Naranjo, como una vía para el tráfico de drogas; y el consecuente establecimiento de campamentos temporales para dicho fin, según indicó la administración del PNMA y el representante de Fuerza Pública, durante la visita al sitio realizada en marzo de 2017.

Capítulo 3: Marco Metodológico

3.1. Metodología

El proyecto se desarrollará mediante la aplicación de una metodología mixta: de naturaleza cuantitativa en lo referente a recolección de datos climatológicos, dimensionamiento de espacios y establecimiento de parámetros de diseño; y de naturaleza cualitativa al establecer estrategias de sostenibilidad y mejoras en el confort de los usuarios. La investigación se desarrolló en cuatro etapas, que se detallan a continuación.

3.1.1. Primera Etapa

En una visita inicial de reconocimiento al sitio, en marzo de 2017, se identificaron las condiciones físicas, climatológicas y morfológicas específicas, las cuales fueron confirmadas a través de la revisión de documentación oficial del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Como parte del proceso, se llevaron a cabo mediciones de temperatura, humedad, y otros parámetros útiles para la caracterización del sitio.

Como parte de la visita, se realizó una reunión con la administración actual del PNMA, específicamente con la directora, Ingrid Campos, para establecer las necesidades prioritarias del proyecto (cantidad y tipo de aposentos, materiales, entre otras) y la dinámica de las operaciones, datos necesarios para determinar el diseño de los espacios y el establecimiento de planes de gestión de los procesos típicos de las facilidades. El entregable de esta etapa, es una lista de requerimientos para el diseño y especificaciones técnicas, basada en las necesidades del PNMA y las condiciones de sitio identificadas.

3.1.2. Segunda Etapa

Se fundamentó en una recopilación documental de estrategias de sostenibilidad aplicables al proyecto, utilizando como filtro las disposiciones pertinentes en la primera etapa. Como parte de este proceso se revisaron artículos científicos, normativa nacional, sistemas de evaluación internacionales, trabajos de graduación y estrategias aplicadas en otros proyectos.

A nivel nacional, se revisaron los trabajos finales de graduación sobre el sistema de evaluación LEED y su aplicación en proyectos de construcción en Costa Rica, realizados por los ingenieros Daniel Acuña, Roberto Meza, Vanessa Quirós, Giannina Murillo y por el autor de esta investigación.

Además de documentación relacionada con áreas protegidas como la "Guía para el diseño y formulación del Plan General de Manejo de las Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica" elaborada por SINAC y la "Propuesta de Desarrollo de Playa El Rey, Parque Nacional Manuel Antonio – Quepos" elaborado como parte de un programa de voluntariado de la Universidad de Costa Rica y la norma "Requisitos de Sostenibilidad para Edificaciones en el Trópico" (RESET), del Instituto de Arquitectura Tropical y constituida en norma técnica bajo la designación INTE 06 - 12 -01 :2014/Enm 1:2017.

En cuanto a la normativa internacional, se tomaron como referencia los estándares *Leadership in Energy and Environmental Design (LEED, por sus siglas en inglés)*, *Living Building Challenge (LBC, por sus siglas en inglés)*, y *WELL Bulding Standard*; todos ellos sistemas de evaluación en edificaciones sostenibles de gran relevancia a nivel internacional y referencias cruzadas entre ellos, lo cual permite su uso conjunto y complementario.

Para cada uno de los sistemas de evaluación (LEED, LBC y WELL), se realizó una traducción libre de sus guías de referencia, incluyendo los requerimientos de acatamiento obligatorio y los requisitos que otorgan puntaje; dichas traducciones libres se adjuntan a la investigación (Anexo 1-3).

A partir de la afinidad entre las distintas áreas de evaluación de los estándares, se agruparon las estrategias en seis categorías (según el criterio del autor), las cuales representan las principales áreas de aplicación de estrategias de sostenibilidad, tanto en el diseño, como en el proceso constructivo, la operación y el mantenimiento de las instalaciones.

Se valoró la inclusión de cada estrategia de cada categoría, considerando la factibilidad de su aplicación en el proyecto (por costo, y capacidad técnica) y evitando la duplicidad de criterios.

Al final de esta etapa, se obtuvieron una serie de condiciones para incluir en el diseño y para generar planes de gestión relacionados con la construcción, mantenimiento y operación de la edificación.

3.1.3. Tercera Etapa

A partir de los resultados de las dos etapas anteriores, se desarrolló una propuesta arquitectónica para el diseño del edificio, esta propuesta incluye planos de anteproyecto (únicamente arquitectónicos) y especificaciones técnicas para materiales de construcción, accesorios de plomería, loza sanitaria, grifería, mobiliario, iluminación, sistemas de tratamiento de aguas residuales y manejo de aguas pluviales.

De forma complementaria, se elaboraron planes de gestión para manejo de residuos de construcción, control de la erosión y sedimentación en el proceso constructivo y compra de materiales de construcción, también basados en las normas y estándares nacionales e internacionales.

Las estrategias se agruparon en una guía (resumida como una lista de verificación) dividida por áreas y con las referencias a los sistemas de evaluación de edificaciones verdes de los cuales se obtuvo la información.

3.1.4. Cuarta Etapa

Una vez establecidos tanto la propuesta arquitectónica como los planes de gestión y determinadas las estrategias de sostenibilidad, incluidas en éstos; se procedió a calcular la inversión económica aproximada de su implementación, incluyendo el costo de adquisición, importación (si es que existiese), transporte e instalación. De forma complementaria, se calculó el costo preliminar del proyecto a basado en el manual de tipologías constructivas del Ministerio de Hacienda.

Capítulo 4: Evaluación del problema

4.1. Condiciones de sitio y necesidades de infraestructura

4.1.1 Condiciones de sitio

El sitio donde se planteó el proyecto es una franja de 10 km, con un ancho variable no menor a los 50 metros y no mayor a los 100 metros, comprendido entre la desembocadura del río Naranjo y la desembocadura del río Savegre (Figura 11).



Figura 11. Imagen aérea del sitio de proyecto.

Fuente: Google Earth, 2017.

Según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdrige, el área se clasifica como bosque tropical húmedo, con temperaturas que oscilan entre los 20°C y 36°C. “Con respecto a la temperatura media, durante los meses de marzo, abril y mayo se presentan las temperaturas más cálidas; mientras que, durante noviembre, diciembre y enero, se presenta el período más fresco” (Villalobos et al, 2014).

En cuanto a radiación solar, “hay una variación de entre 14,2 a 19,7 Mj/m²/día a lo largo del año. En los meses de mayor radiación (enero a abril), se reciben aproximadamente 18,6 Mj/m²/día, y en los meses de menor radiación (noviembre y diciembre) se registran entre 14,2 y 15,0 Mj/m²/día” (Villalobos et al, 2014) (Figura 12).

La dirección predominante del viento, medida a 10 metros de altura sobre el suelo es del Noreste (...) la velocidad máxima promedio (4,5 km/h) se presenta durante los meses de marzo y abril. (Villalobos et al, 2014).

Por su exposición directa y constante al ambiente salino, los materiales metálicos presentan una alta incidencia de oxidación, por lo cual, en la propuesta arquitectónica, no se incluyen materiales metálicos estructurales (más allá del acero de refuerzo) y se limita su uso en acabados a llavines, bisagras y manijas de puertas. En el caso de la madera, se minimiza su uso exterior y se recomienda su tratamiento contra el intemperismo.



Figura 12. Distribución de la radiación solar promedio para el cantón de Quepos.

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional (IMN), 2014.

4.1.2. Necesidades de infraestructura para la casa de guardaparques y centro de visitación del PNMA sector Playa Rey

En reunión realizada en el PNMA con su directora, se determinaron las necesidades en términos de tipo y cantidad de aposentos, cantidad de usuarios e infraestructura para los visitantes. Los requisitos solicitados se muestran en la Figura 13.



Figura 13. Necesidades de infraestructura para el diseño.

Fuente: Castro, 2017

El área de Playa Rey carece de acceso a la red de agua potable y conexión a la red de distribución eléctrica, por lo que estas necesidades deberán ser satisfechas in situ. Otro factor por considerar es el manejo de las aguas servidas, debido al alto nivel freático y la alta permeabilidad del suelo arenoso.

4.2. Diseño de la edificación

Como respuesta a las necesidades enunciadas en el apartado 4.1, se diseñó una edificación de dos niveles, con un área habitable de 487.55 m² en dos niveles, el nivel de cielo mínimo es de 3 metros, los principales materiales de construcción son concreto, acero, madera y vidrio. El proyecto cuenta con un jardín interno central que brinda ventilación e iluminación natural a todos los aposentos del edificio, a la vez que integra el ambiente natural circundante con el ambiente interno construido. Los planos de anteproyecto arquitectónico pueden ser consultados en el Anexo 1.

El primer nivel posee dos ambientes:

- Centro de visitación: conformado por un cubículo de información y registro, pasillos y vestíbulo con espacios para exponer arte local e información relacionada con el parque nacional y la conservación del ambiente. Además, comprende vestidores, baños, duchas y casilleros de uso público.
- Área común para colaboradores: Incluye cocina, comedor, cuarto de lavado, área de tendido, sala de descanso y área de estacionamiento para dos vehículos y jet sky destinado para el patrullaje.

El segundo nivel se compone de dos áreas principales:

- Dormitorios: la edificación cuenta con diez dormitorios individuales, cada uno de ellos tiene un armario, un escritorio con lámpara de mesa, ventanas operables, un balcón y ventilador de techo de velocidad variable. Se cuenta con cinco baños completos (uno por cada dos dormitorios).
- Área de trabajo: se compone de una sala de reuniones, una bodega, un cuarto seguro para guardar armas y efectos de valor y una batería de baños.

4.2.1. Categorización de las estrategias de sostenibilidad aplicadas al diseño, construcción y mantenimiento de la infraestructura.

Como se mencionó en apartados anteriores, para la escogencia de las estrategias de sostenibilidad adecuadas para este proyecto, se consultaron diversas normas y sistemas de evaluación de edificaciones verdes, tanto a nivel nacional como internacional. A nivel nacional, se estudió la norma RESET y varios trabajos finales de graduación en ingeniería; y a nivel internacional se estudiaron los sistemas de evaluación LEED, WELL y LBC.

Cada uno de estos estándares, posee una categorización de las estrategias de sostenibilidad de acuerdo con la etapa de su implementación y al ámbito de acción de sus impactos positivos; en la Figura 14 se muestran las diferentes categorías para los sistemas anteriormente enunciados.

Tomando en cuenta las similitudes entre los criterios de sostenibilidad de los estándares; las estrategias aplicadas al diseño y propuestas para la construcción y mantenimiento de la estación de vigilancia y centro de visitantes del PNMA sector Playa Rey, se dividirán en 6 áreas de evaluación: Entorno y transporte, Sitio sostenible, Uso eficiente del agua, Energía, Materiales y recursos y Calidad ambiental.

En el Cuadro 3, se muestra la distribución de los criterios de evaluación, según las categorías definidas por el autor para esta investigación.

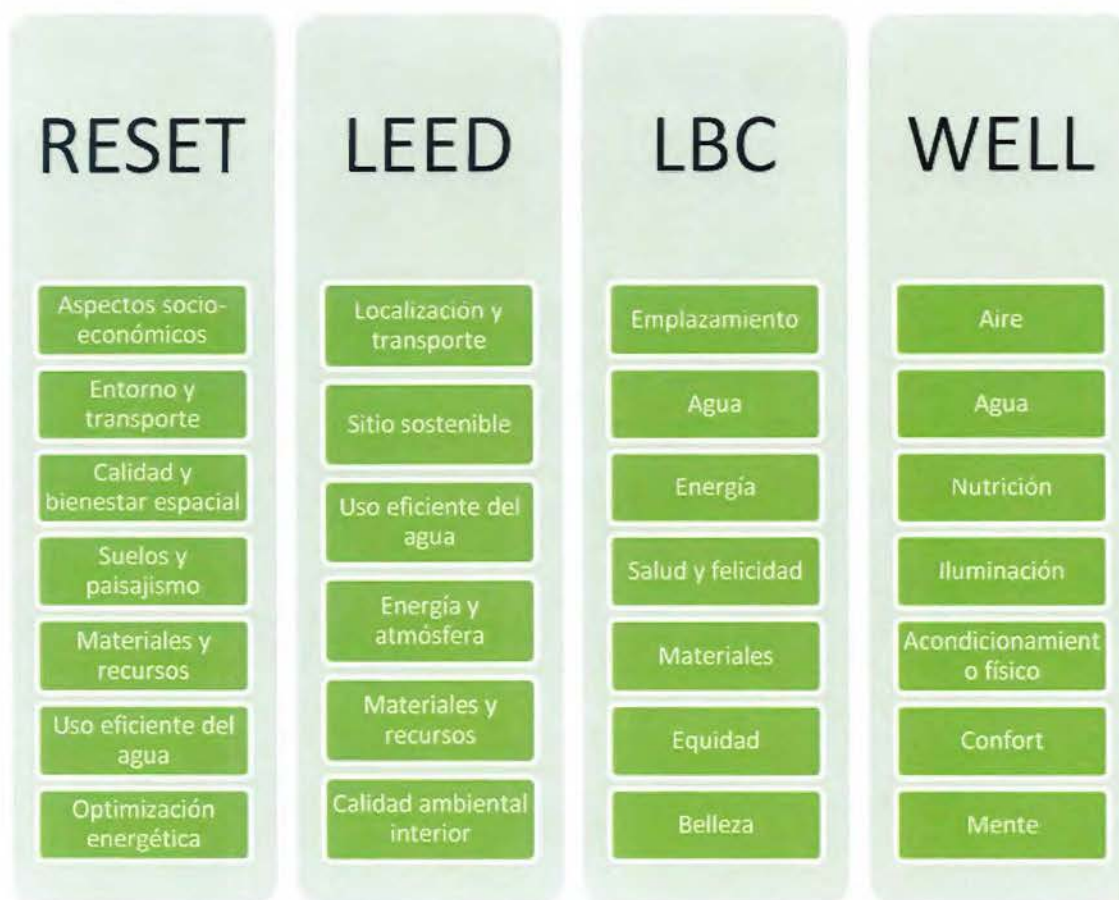


Figura 14. Estándares para edificios verdes y sus categorías.

Fuente: Castro, 2017

Cuadro 3. Distribución de criterios de evaluación de los distintos estándares de evaluación de edificaciones sostenibles, según las categorías propuestas por el autor.

ítem	Categoría	Área de evaluación	Estándar	RESET	LEED	LBC	WELL
1	Entorno y transporte	Entorno y transporte	RESET	x	x	x	
		Emplazamiento	LBC				
		Localización y transporte	LEED				
2	Sitio sostenible	Suelos y paisajismo	RESET	x	x	x	
		Equidad	LBC				
		Sitio sostenible	LEED				
3	Uso eficiente del agua	Agua	LBC	x	x	x	
		Uso eficiente del agua	RESET				
		Uso eficiente del agua	LEED				
4	Energía	Energía	LBC	x	x	x	
		Energía y atmósfera	LEED				
		Optimización energética	RESET				
5	Materiales y recursos	Materiales	LBC	x	x	x	
		Materiales y recursos	RESET				
		Materiales y recursos	LEED				
6	Calidad ambiental	Aire	WELL	x	x	x	x
		Calidad ambiental interior	LEED				
		Calidad y bienestar espacial	RESET				
		Iluminación	WELL				
		Belleza	LBC				
		Confort	WELL				
		Agua	WELL				
		Acondicionamiento físico	WELL				
		Mente	WELL				
		Nutrición	WELL				
		Salud y felicidad	LBC				

Fuente: Castro, 2017

4.2.1.1. Entorno y transporte

El entorno y transporte se refiere al transporte público, los medios de movilización con bajas emisiones y la reducción del impacto ambiental por la ubicación del edificio, a través de un aprovechamiento adecuado y responsable del espacio disponible. Comprende los apartados: entorno y transporte (RESET), localización y transporte (LEED) y emplazamiento (LBC).

Para el diseño de la Estación para Guardaparques y Centro de Visitantes del Parque Nacional Manuel Antonio Sector Playa Rey (EG&CV-PNMA-SPR) se tomaron las siguientes consideraciones:

De acuerdo con **LEED_LT CRÉDITO 1 Protección de tierras sensibles y LBC IMPERATIVO 1 – Límites de crecimiento y RESET_ OBJETIVO 5-CRITERIO 2**; el proyecto se sitúa sobre un terreno previamente desarrollado, pues como se explicó en el Capítulo 1, en la zona existían casas de habitación hasta el momento del desalojo y se plantean los siguientes retiros: al menos 30 metros de un cuerpo de agua y al menos 15 metros de un humedal, además se cumple con la legislación vigente, específicamente con el Artículo 33 de la Ley Forestal. Ya que la finca es parte del PNMA, no se ve afectado por la Ley sobre la Zona Marítimo Terrestre, de acuerdo con el Artículo 73 de dicha ley.

En concordancia con **LEED_LT CRÉDITO 5 – Instalaciones para bicicletas**; se debe proporcionar estacionamiento de bicicletas a corto plazo para al menos el 2,5% del pico máximo de visitantes, como no es posible determinar la visitación al sitio, debido a sus condiciones actuales de desuso y difícil acceso, se procedió a calcular el pico de visitantes al sector Playa Rey, como una fracción de la visitación del PNMA en su sector principal (418 041 visitantes anualmente); específicamente un 5%, dando como resultado 20 902 visitantes al año, aproximadamente 58 visitantes al día; por lo tanto, se requieren 2 espacios de estacionamiento para bicicletas. Como consideración adicional, la norma solicita mínimo 4 espacios, ésta es la cantidad incluida en la propuesta.

También se propone incluir estacionamiento de bicicletas para al menos el 5% de todos los ocupantes regulares del edificio adicionales a los espacios de almacenamiento de bicicletas para visitantes. Según la información confirmada por la administradora del PNMA, el proyecto contará con 10 guardaparques, se proyecta la inclusión de 5 personas en labores administrativas (recepción, limpieza, cocina, seguridad).

Con estos datos, se calculó que se requería 1 espacio de estacionamiento para bicicleta; sin embargo, al igual que para los visitantes, LEED pide al menos 4 espacios, por ende, esta es la cantidad incluida en el diseño.

La efectividad de estas estrategias está supeditada al mejoramiento de la vía de acceso al sector, la cual, como se mencionó anteriormente, se encuentra en mal estado.

Se contemplan duchas y cambiadores, tanto para los visitantes como para los ocupantes regulares. En la propuesta, los espacios de estacionamiento de bicicletas se ubican a no más de 30 metros de la entrada del edificio. Con esto, además, se cumple con los requerimientos de **WELL - ACONDICIONAMIENTO FÍSICO – OPORTUNIDAD 69 – Soporte del transporte activo**; que se complementa con la inclusión de casilleros, en este caso 10 unidades, superando el mínimo de uno por cada cinco ocupantes regulares solicitado en el apartado del estándar WELL.

En concordancia con **LEED_LT CRÉDITO 6 – Reducir la huella de estacionamiento**; no se exceden los requisitos mínimos del reglamento de construcciones para la capacidad de estacionamiento. En este caso, por las condiciones del proyecto y la ausencia de un Plan Regulador vigente para el cantón de Quepos, se tomó como referencia el Reglamento de Construcciones.

En este reglamento, no se especifica el tipo de instalación que comprende el proyecto (centro de guardaparques y visitantes); por lo que, considerando el carácter de visita de corto plazo, se realiza el cálculo de espacios de estacionamiento, considerando la edificación como centro social.

Para este tipo de edificación, se solicita un espacio de estacionamiento por cada 15 metros cuadrados de área destinada al público, para el EG&CV-PNMA-SPR, el área dispuesta para uso público es de 345 metros cuadrados, lo que representa 23 espacios de estacionamiento, de los cuales 2 son preferenciales para discapacitados (5% solicitado por la Ley 7600).

Cumpliendo con lo establecido en **LEED_LT CRÉDITO 7 - Vehículos verdes y RESET_OBJETIVO 7 CRITERIOS 21 al 23**; el 20% de los estacionamientos están destinados y equipados para estacionamiento preferencial para transportes alternativos. Así, de los 21 espacios de parqueo, 5 se destinaron a vehículos impulsados por combustibles alternativos (eléctricos, de hidrógeno o híbridos).

Tomando como referencia **LBC_IMPERATIVO 4 – Estilo de vida impulsado por el ser humano y RESET_ OBJETIVO 7- CRITERIO 24**; se promueve del uso de escaleras sobre ascensores, a través del diseño interior y la calidad de las escaleras (ver planta arquitectónica en Anexo 1).

El proyecto cuenta con más de un 35 % de visibilidad en las fachadas perimetrales, para la seguridad y disuasión de vandalismo, permitiendo visibilidad y control entre el exterior y el edificio, basados en **RESET_ Objetivo 6- CRITERIO 11**. También, se utilizan aleros y parasoles amplios de madera, que controlan la reflectividad y las emisiones de luz artificial excesiva, de forma que no trastornan los hábitats existentes, de acuerdo con lo solicitado por **RESET_ OBJETIVO 6-CRITERIO 12**.

Las estrategias propuestas en los apartados anteriores para su implementación se resumen en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Resumen de estrategias área de evaluación Ubicación y Transporte.

Estrategia de sostenibilidad	Acciones para su cumplimiento	Referencias en sistemas de evaluación
Límites de crecimiento	Desarrollar el proyecto en un terreno previamente construido, respetando los retiros de ley, con respecto a cuerpos de agua	LEED LT-CRE_1 / LBC_IMP 1 / RESET OBJ_5_CRI 2
Instalaciones para bicicletas	Proporcionar estacionamiento de bicicletas a corto plazo, para al menos el 2,5% del pico máximo de visitantes y para al menos el 5% de todos los ocupantes regulares del edificio, adicionales a los espacios de almacenamiento de bicicletas para visitantes. Incluir duchas y cambiadores, para los usuarios que utilicen la bicicleta como medio de transporte, desde y hasta el edificio.	LEED LT-CRE_1 /WELL AF- OPT 69
Estacionamientos	Reducir la huella, limitándose al mínimo establecido por el Reglamento de construcciones y destinar espacios exclusivos para vehículos eficientes (híbridos, eléctricos, hidrógeno).	LEED LT-CRE_6 / LEED LT-CRE_1 / RESET_OBJ 7-CRI 21-22-23
Estilo de vida impulsado por el ser humano	Promover del uso de escaleras sobre ascensores, a través del diseño interior y la calidad de las escaleras.	LBC_IMP4 / RESET_OBJ 7-CRI 24
Seguridad y disuasión del vandalismo	Contar con más de un 35 % de visibilidad en las fachadas perimetrales, para la seguridad y disuasión de vandalismo, permitiendo visibilidad y control entre el exterior y el edificio.	LBC_IMP 4 / RESET_OBJ 6-CRI 11-12
CRE: CRÉDITO/ CRI: CRITERIO / IMP: IMPERATIVO / PRE: PRERREQUISITO / OBJ: OBJETIVO/ OPT: OPTIMIZACIÓN		

Fuente: Castro, 2017.

4.2.1.2. Sitio sostenible

Esta sección evalúa las condiciones del sitio en el que se encuentra ubicado el proyecto a desarrollar. Se destaca la importancia de la protección del entorno, la conservación de áreas verdes y la disminución de la contaminación luminosa y el efecto isla de calor. Comprende los apartados: suelos y paisajismo (RESET), sitio sostenible (LEED) y equidad (LBC).

De acuerdo con **LEED_ SS PRERREQUISITO 1 – Prevención de la contaminación producto de la actividad constructiva** y **RESET_ SUELOS Y PAISAJISMO - Objetivo 11. Se conserva y recupera el suelo y hábitats – Criterios 5, 6 y 7**; en el Anexo 2, se muestra un plan de control de erosión y sedimentación, para todas las actividades de construcción asociadas con el proyecto.

Siguiendo los lineamientos de **LEED_ SS CRÉDITO 2 – Desarrollo del sitio – Protección o restauración del hábitat, RESET_ SUELOS Y PAISAJISMO - Objetivo 11. Se conserva y recupera el suelo y hábitats - Criterios 1 y 2, y RESET_ SUELOS Y PAISAJISMO Objetivo 14. Se minimiza el riego – Criterio 18**; el edificio se plantea sobre una zona anteriormente desarrollada, reduciendo la creación de nueva huella y la perturbación del entorno natural. Su diseño, con placas aisladas y elevado del suelo 60 cm por medio de bases de concreto reforzado y su topografía plana; minimiza el movimiento de tierras. En los espacios circundantes, se recomienda la replantación con vegetación nativa y la reutilización del suelo orgánico removido, dentro del diseño paisajístico.

Este proyecto cumple con lo especificado en **LEED_ SS CRÉDITO 3 – Desarrollo del sitio – Espacio abierto, RESET_ SUELOS Y PAISAJISMO - Objetivo 11. Se conserva y recupera el suelo y hábitats – Criterios 3 y 4 y RESET_ SUELOS Y PAISAJISMO - Objetivo 12. Se incorpora, conserva y recupera el ambiente biótico (flora y fauna) – Criterios: 8, 9, 10, 12 y 13**; ya que proporciona un espacio exterior mayor al 30% del área total del sitio, incluyendo la huella del edificio. La condición de área protegida y el desarrollo como sitio de visitación, garantiza su accesibilidad, además de ser un corredor biológico, conservar hábitats y densificar la cobertura vegetal con especies nativas.

Los lineamientos de **LEED_ SS CRÉDITO 5 – Reducción del efecto isla de calor**; se pueden cumplir mediante la siguiente combinación de medidas:

- Zonas sin techo: la sombra será proporcionada por la vegetación existente y los paneles fotovoltaicos.
- Zonas con techo: se utiliza como material para la cubierta de techo láminas de hierro esmaltado color verde, con el fin de evitar una excesiva reflexión solar que afecte el ecosistema, dicho material no cuenta con un índice de reflectancia solar inicial (SRI, por sus siglas en inglés) que cumpla con los requerimientos del Cuadro 5, sin embargo, por las condiciones particulares del proyecto se prioriza en la protección del ecosistema.

Cuadro 5. Valores límite de SRI para techos de acuerdo con su pendiente.

Tipo de pendiente	Inclinación	SRI inicial	SRI con 3 años de antigüedad
Baja	≤ 2:12	82	64
Empinada	>2:12	39	32

Fuente: Guía de Referencia LEED BD&C v.4, 2017

Respetando los lineamientos de **LBC_PÉTALO DE EQUIDAD - IMPERATIVO 16 – Acceso universal a la naturaleza y el lugar**; el proyecto no bloquea el acceso, ni disminuye la calidad del aire fresco, la luz solar y los cursos de agua naturales para cualquier miembro de la sociedad o desarrollos adyacentes. Esto incluye un diseño inclusivo de senderos y rotulación.

Las estrategias propuestas en los apartados anteriores para ser implementadas en el proyecto se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Resumen de estrategias para el área de evaluación Sitio Sostenible.

Estrategia de sostenibilidad	Acciones para su cumplimiento	Referencias en sistemas de evaluación
Control de erosión y sedimentación	Plan de gestión con acciones preventivas y de mitigación	LEED SS-PRE_1 / RESET OBJ_11_CRI 5-6-7
Protección del hábitat	Construir el proyecto en un sitio previamente desarrollado, reducción de la huella constructiva, inclusión de plantas nativas o adaptadas en el diseño paisajístico y reutilización del suelo orgánico	LEED SS-CRE_2 / LEED SS-CRE_3/ RESET OBJ_11_CRI 1-2-3-4 / RESET OBJ_12_CRI 8-9-10-12-13 / RESET OBJ_14_CRI 18
Reducción del efecto de isla de calor	Utilización de materiales con SRI de al menos 78 para techos y superficies expuestas a la radiación solar	LEED SS-CRE_5
Acceso universal a la naturaleza	El diseño no bloquea el acceso a la naturaleza, para ninguno de los usuarios ni los vecinos. Se brinda acceso inclusivo al edificio y los senderos.	LBC_IMP 16

CRE: CRÉDITO/ CRI: CRITERIO/ IMP: IMPERATIVO/OBJ: OBJETIVO/ PRE: PRERREQUISITO

Fuente: Castro, 2017.

4.2.1.3. Uso eficiente del agua

El uso eficiente del agua se refiere al aprovechamiento del recurso hídrico y al monitoreo constante del consumo de agua, fomentando la implementación de las prácticas de ahorro y la inclusión de accesorios de alta eficiencia y bajo consumo. Comprende los apartados: uso eficiente del agua (RESET) y uso eficiente del agua (LEED).

Para el abastecimiento de agua potable se propone establecer una conexión con la red pública de abastecimiento, debido a esto no se cumple con lo solicitado por **LBC_PÉTALO DE AGUA - IMPERATIVO 5 – Agua neta positiva**; al no ser un sistema de ciclo cerrado.

Se debe garantizar la calidad del agua para consumo humano, de acuerdo con los requerimientos del Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 32327.

De acuerdo con **LEED_ WE PRERREQUISITO 1 – Reducción del consumo de agua exterior** y **LEED_ WE CRÉDITO 1 – Reducción del consumo de agua exterior**; no se requiere riego para las áreas verdes exteriores.

Consecuentemente con **LEED_ WE PRERREQUISITO 2 – Reducción del consumo de agua interior**, **LEED_ WE CRÉDITO 2 – Reducción del consumo de agua interior** y **RESET_ OPTIMIZACION EN EL USO DEL AGUA - Objetivo 17. Reducir consumo de agua potable – Criterios 3 y 4**; se proponen accesorios de alta eficiencia y bajo consumo, con el fin de lograr una disminución significativa en comparación con la línea base establecida en el Código Internacional de Plomería (IPC por sus siglas en inglés).

Para los inodoros se propone un modelo con un consumo de 0.8 galones (50% de la línea base) (Figura 15), en el caso de los orinales, se propone la instalación de un mingitorio seco (Figura 16), el cual no consume agua, por lo que el ahorro es del 100% con respecto a la línea base.

Para los lavamos se propone la inclusión de aireadores que limitan el consumo a 0,1 galones por minuto (gpm) (Figura 17). Para el fregadero de la cocina, se propone un aireador de 1 galón por minuto (por la necesidad de llenar ollas y recipientes de agua en las preparaciones). Finalmente, para los cabezales de ducha se propone como referencia el modelo que reduce el consumo a 1.5 galones por minuto (Figura 18).

Con la inclusión de estos accesorios, se determinó que de acuerdo con la ocupación y la visitación proyectada; se logra un ahorro del 43% en el consumo de agua, en comparación con el uso de accesorios con consumos de línea base.

Los resultados se muestran con detalle en el Cuadro 7, donde se presentan los consumos de la línea base, los consumos propuestos, el ahorro individual, la cantidad de usuarios, la cantidad de usos de cada accesorio y el ahorro total.

Adicionalmente, se propone la construcción de un tanque de captación para agua pluvial, con una capacidad de al menos 670 litros, correspondiente al consumo diario promedio de la edificación, si se instalan los accesorios propuestos. El fin de este tanque, es la reutilización del agua de lluvia para abastecimiento de las piezas sanitarias.



Figura 15. Inodoro de bajo consumo de agua.

Fuente: www.acualogica.com



Figura 16. Mingitorio libre de agua.

Fuente: www.acualogica.com



Figura 17. Aireador para grifo.

Fuente: www.acualogica.com



Figura 18. Cabezal para ducha de bajo consumo.

Fuente: www.acualogica.com

Cuadro 7. Consumos de agua para accesorios de plomería interna.

ESTACIÓN DE GUARDAPARQUES Y CENTRO DE VISITACIÓN PNMA - SECTOR PLAYA REY									
INODOROS Y ORINALES									
ACCESORIO/ USUARIO	CONSUMO UNITARIO (gpf o gpm)			USO				CONSUMO ANUAL (kGal)	
	LÍNEA BASE	PROP.	AHORRO (%)	CANTIDAD USUARIOS	USOS DIARIOS POR USUARIO	TOTAL USOS DIARIOS	TIEMPO DE USO (s)	LÍNEA BASE	PROP.
Inodoro/hombre	1.60	0.80	50%	20.0	3.0	60.0	-	35.0	17.5
Inodoro/mujer	1.60	0.80	50%	20.0	3.0	60.0	-	35.0	17.5
Inodoro/hombre	1.60	0.80	50%	58.0	0.1	6.0	-	3.5	1.8
Inodoro/mujer	1.60	0.80	50%	58.0	0.2	12.0	-	7.0	3.5
Orinal/hombre	1.00	-	100%	58.0	0.1	6.0	-	2.2	-
CONSUMOS TOTALES ANUALES INODOROS Y ORINALES (kGal)								82.8	40.3
LAVAMANOS, FREGADEROS Y DUCHAS									
ACCESORIO /USUARIO	CONSUMO UNITARIO (gpf o gpm)			USO				CONSUMO ANUAL (kGal)	
	LÍNEA BASE	PROP.	AHORRO (%)	CANTIDAD USUARIOS	USOS DIARIOS POR USUARIO	TOTAL USOS DIARIOS	TIEMPO DE USO (s)	LÍNEA BASE	PROP.
Ducha	2.50	1.50	40%	78.0	1.0	78.0	300.0	355.9	213.5
Lavamanos privado	0.50	0.10	80%	20.0	3.0	60.0	12.0	2.2	0.4
Lavamanos público	2.20	0.10	95%	58.0	0.2	12.0	12.0	1.9	0.1
Cocina	2.20	1.00	55%	20.0	1.0	20.0	15.0	4.0	1.8
CONSUMOS TOTALES ANUALES LAVAMANOS, FREGADEROS Y DUCHAS (kGal)								364.0	215.9
CONSUMO TOTAL ANUAL DEL PROYECTO (kGal)								446.79	256.17
AHORRO TOTAL									43%

Fuente: Castro, 2017

Considerando LEED_ WE PRERREQUISITO 3 – Medición del consumo de agua a nivel de la edificación, LEED_ WE CRÉDITO 4 – Medición del consumo de agua, RESET_ OPTIMIZACIÓN EN EL USO DEL AGUA - Objetivo 17. Reducir consumo de agua potable – Criterio 5 y LBC_ PÉTALO DE AGUA - IMPERATIVO 5 – Agua neta positiva; se propone la instalación de medidores de agua permanentes, que contabilicen el uso total de agua potable para el edificio, separando el área privada de la zona de baños y vestidores públicos. Los datos de los medidores deben ser compilados en resúmenes mensuales y anuales, por lo que debe designarse un encargado para tomarlas y generar los gráficos de consumo de cada zona. Con estos informes, se podrá controlar el consumo, detectar consumos excesivos y formular estrategias de ahorro de agua.

De acuerdo con **RESET_ OPTIMIZACIÓN EN EL USO DEL AGUA - Objetivo 17. Reducir consumo de agua potable – Criterios 1 y 2, RESET_ OPTIMIZACION EN EL USO DEL AGUA - Objetivo 18. Tratamiento adecuado de las aguas servidas – Criterios 6, 9, 10 y 11; RESET_ SUELOS Y PAISAJISMO Objetivo 14. Se minimiza el riego – Criterio 19 y LBC_ PÉTALO DE AGUA IMPERATIVO 5 – Agua neta positiva**; se propone la instalación de una planta de tratamiento individual de 3 etapas (tratamiento mecánico, biológico y químico). El sistema de tratamiento de referencia es el sistema BIONEST® o similar, el cual “es un proceso biológico basado en aireación extendida mediante un reactor de película fija (...). Para que los efluentes tratados resulten de calidad reutilizable, el sistema BIONEST puede usarse fácilmente en combinación con cloración, rayos UV, ozonización o cualquier otro método de desinfección”. (www.bionest-tech.com).

El sistema de tratamiento debe ir acompañado con una asesoría periódica del fabricante, para el control de los parámetros biológicos y químicos que garanticen la calidad del efluente, y que permite su incorporación a un cuerpo de agua receptor, o su posible reutilización en inodoros. El efluente debe cumplir con los límites para el vertido de aguas residuales a un cuerpo receptor (en este caso el Río Naranjo), tanto los parámetros universales de análisis obligatorio, mostrados en el Artículo 20 del Reglamento para Vertido y Reuso de Aguas Residuales – Decreto N° 33601-MINAE-S. (Figura 19) y adicionalmente cumplir con los parámetros complementarios de análisis obligatorio, enunciados en el Artículo 21 de dicho Reglamento y el límite de coliformes fecales que no debe ser mayor a 1000 nmp por cada 100 ml de muestra (Artículo 22).

Parámetro	Límite
- DBO _{5,20}	50 mg/L
- DQO	150 mg/L
- Sólidos suspendidos	50 mg/L
- Grasas/aceites	30 mg/L
- Potencial hidrógeno	5 a 9
- Temperatura	15°C ≤ T ≤ 40°C
- Sólidos sedimentables	1 mL/L
- Sustancias activas al azul de metileno	5 mg/L

Figura 19. Límites para el vertido de aguas residuales a un cuerpo receptor, parámetros universales de análisis obligatorio.

Fuente: Reglamento para Vertido y Reuso de Aguas Residuales, 2007.

Además, se deben respetar los retiros establecidos en el Reglamento de Aprobación y Operación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales – Decreto N° 31545-S-MINAE. Específicamente en el Artículo 13, Cuadro 1, determina un retiro mínimo de 10 metros lineales del sistema a la línea de propiedad.

Tomando como referencia **RESET_ OPTIMIZACIÓN EN EL USO DEL AGUA - Objetivo 19. Manejo adecuado de las aguas pluviales – Criterios 12 y 13 y LBC_ PÉTALO DE AGUA IMPERATIVO 5 – Agua neta positiva;** el sistema pluvial recoge la escorrentía de las superficies impermeables y la conduce a través de un canal hidráulico abierto artificial de concreto hasta el Río Naranjo. El diseño final de dicho canal deberá ajustarse a la pendiente del terreno.

Las estrategias propuestas en los apartados anteriores, para su implementación en el proyecto se muestran en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Resumen de estrategias para el área Uso eficiente del Agua.

Estrategia de sostenibilidad	Acciones para su cumplimiento	Referencias en sistemas de evaluación
Calidad del agua	Cumplir con los requerimientos del Reglamento para la calidad del agua potable	LBC-IMP_5
Reducción del consumo del agua exterior	Diseño paisajístico que reduzca o elimine por completo el riego	LEED WE-PRE_1 / LEED WE-CRE_1
Reducción del consumo de agua potable en el interior de la edificación	Instalación de accesorios de plomería eficientes (inodoros y mingitorios de bajo consumo, aireadores para lavamanos, fregaderos y duchas); cosecha de agua pluvial para uso en inodoros.	LEED WE-PRE_2 / LEED WE-CRE_2 / RESET-OBJ 17_CRI 3-4
Medición de consumos	Instalación de medidores de agua por sectores, para identificar consumos anormales y diseñar estrategias de ahorro	LEED WE-PRE_3 / LEED WE-CRE_4 / RESET-OBJ 17_CRI 5 / LBC-IMP_5
Tratamiento de aguas residuales	Instalación de sistemas de tratamiento avanzado para mejorar la calidad del efluente	RESET-OBJ 17_CRI 1-2 / RESET-OBJ 14_CRI 19 / RESET-OBJ 18_CRI 6-9-10-11 / LBC-IMP_5
Manejo de aguas pluviales	Canalización adecuada de las aguas pluviales para su entrega a un cuerpo de agua receptor	RESET-OBJ 18_CRI 12-13 / LBC-IMP_5
CRE: CRÉDITO/ CRI: CRITERIO/ IMP: IMPERATIVO/OBJ: OBJETIVO/ PRE: PRERREQUISITO		

Fuente: Castro, 2017.

4.2.1.4. Energía

Promueve el ahorro, la instalación de sistemas de medición de consumo energético, el uso de sistemas automatizados que ahorren energía, el uso de energías limpias y la producción de energía en el sitio. Comprende los apartados: optimización energética (RESET), energía y atmósfera (LEED) y energía (LBC).

Analizando los requerimientos de **LEED_ EA PRERREQUISITO 1 – Comisionamiento y verificación básicos** y **LEED_ EA CRÉDITO 1 – Comisionamiento mejorado**; el comisionamiento es el proceso de revisión y evaluación de la puesta en marcha de los sistemas eléctrico y mecánico de la edificación. La intención de este proceso es la de asegurar que los sistemas funcionan como fueron concebidos y que los procesos se han desarrollado de manera correcta” (www.nfpajla.org).

El comisionamiento debe ser realizado por un profesional capacitado en el área de la ingeniería eléctrica, electromecánica o carreras afines; su inclusión en el proceso queda a criterio del SINAC.

Tomando como base los lineamientos de **LEED_ EA PRERREQUISITO 3 – Medición energética a nivel de edificación** y **LEED_ EA CRÉDITO 3 – Medición energética avanzada**; se propone instalar medidores de energía o sub-medidores que se pueden agregar para proporcionar datos a nivel de edificio que representen el consumo total de energía.

Para el caso de la EG&CV-PNMA-SPR; al no disponer de conexión a la red de distribución de energía eléctrica, se requiere generar in situ la energía para su funcionamiento, lo cual se hará mediante la instalación de un sistema de paneles fotovoltaicos de 250 Watt; el cual cuenta con un sistema de control y medición que cumple con lo solicitado por LEED: permanentemente instalado, los datos son accesibles de forma remota a través de una plataforma web y es capaz de reportar el uso de energía horaria, diaria, mensual y anual.

De acuerdo con **LEED_ EA PRERREQUISITO 4 – Gestión básica de refrigerantes** y **LEED_ EA CRÉDITO 6 – Gestión de refrigerantes mejorada**; se recomienda no utilizar refrigerantes; sin embargo, en caso de ser necesario, se debe cumplir con lo solicitado por el prerrequisito y el crédito de LEED: No utilizar refrigerantes a base de clorofluorocarbono (CFC) en nuevos sistemas de aire acondicionado y refrigeración (HVAC&R, por sus siglas en inglés). En su lugar, utilizar refrigerantes (naturales o sintéticos), que tengan un potencial de agotamiento de la capa de ozono (ODP, por sus siglas en inglés) de cero y un potencial de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés) inferior a 50.

Acorde a **LEED_ EA CRÉDITO 5 – Producción de energía renovable, RESET_ OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA Objetivo 20. Se prefieren fuentes renovables de energía limpia – Criterios: 1, 2 y 3 y LBC_ PÉTALO DE ENERGÍA IMPERATIVO 6 – Energía neta positiva**; Se propone que el proyecto se abastezca de energía eléctrica en un 100%, a través de la producción de energía limpia, proveniente de un sistema fotovoltaico con las siguientes características: potencia requerida 55.13 kWh/día, la cual se cubre en un 90% con 37 paneles fotovoltaicos monocristalinos de 250 W de potencia con un área aproximada por unidad de 2 m², inversor de corriente directa a corriente alterna con potencia de 12 kWh a 15 kWh. El sistema se dimensionó, a partir de un cálculo aproximado de cantidades, consumo y horas de uso de los aparatos electrónicos y el sistema de iluminación del proyecto. En el Cuadro 9 se muestra un resumen de los datos obtenidos.

Se consideró la posibilidad de que el sistema fotovoltaico trabaje desconectado a la red, sin embargo, fue descartado por su costo significativo, el cual, de acuerdo con la cotización de empresas especializadas, puede duplicar la inversión inicial. Adicionalmente, la vida útil de las baterías oscila entre 5 y 7 años; por lo que después de ese tiempo se deben comprar nuevas unidades. Sumado a lo anterior, los residuos generados por dichas baterías son de carácter especial y tanto su manejo como disposición conllevan un impacto ambiental significativo.

El calentamiento de agua se realiza mediante un calentador solar (únicamente para los baños privados; los baños públicos, sólo cuentan con agua fría). Para el secado de ropa, se dispone de un área de secado pasivo, aprovechando el soleamiento y el viento.

Cuadro 9. Resumen de datos de consumo para dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

Fuente	Consumo diario	Unidades
Luminarias	4.53	kWh/día
Abanicos	16.40	kWh/día
Tomacorrientes	19.20	kWh/día
Bomba de agua jardín	12.00	kWh/día
Planta de tratamiento	3.00	kWh/día
Consumo diario total	55.13	kWh/día
Horas sol promedio	5.4	h
Potencia requerida del sistema FV	10.21	kW/día
Potencia por cada panel	0.25	kW/día
Cantidad de paneles requeridos	40.84	unidades
Porcentaje del consumo por cubrir	90%	-
Cantidad de paneles a instalar	37	unidades
Inversor de corriente	12 a 15	kWh

Fuente: Castro, 2017.

Siguiendo los lineamientos de **RESET_ OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA Objetivo 21. Se reduce el consumo de energía y se genera conciencia de consumo – Criterios: 4, 5, 6 y 8;** el diseño aprovecha al máximo la iluminación natural, reduciendo la necesidad de luz artificial antes de las 5 de la tarde, cuando las condiciones meteorológicas lo permiten. Adicionalmente, se recomienda la implementación de luminarias LED, las cuales se caracterizan por su alta eficiencia y bajo consumo energético.

De acuerdo con **RESET_ OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA Objetivo 21. Se reduce el consumo de energía y se genera conciencia de consumo – Criterio 7;** las luminarias exteriores cuentan con el sistema “*total cut off*” (Figura 19) que evitan la radiación hacia los ecosistemas y el cielo nocturno.

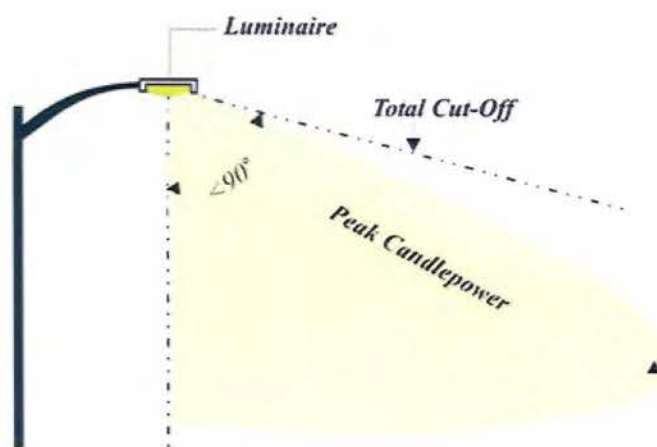


Figura 19. Luminaria *total cut off* para evitar la radiación hacia el cielo nocturno.

Fuente: www.online.encodeplus.com

Las estrategias propuestas en los apartados anteriores para su implementación en el proyecto se muestran en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Resumen de estrategias para el área de evaluación Energía.

Estrategia de sostenibilidad	Acciones para su cumplimiento	Referencias en sistemas de evaluación
Comisionamiento	Supervisar la puesta en marcha del sistema eléctrico, para garantizar que su funcionamiento corresponda con el propuesto en el diseño.	LEED EA-PRE_1 / LEED EA-CRE_1
Medición de consumos	Establecer puntos de medición por sectores para identificar consumos excesivos y establecer estrategias de reducción del consumo	LEED EA-PRE_3 / LEED EA-CRE_3
Gestión de refrigerantes	No utilizar refrigerantes en el edificio.	LEED EA-PRE_4 / LEED EA-CRE_6
Producción de energía renovable	Generar energía con fuentes renovables y limpias, como la energía solar.	LEED EA-CRE_5 / RESET-OBJ 20_CRI 1-2-3 / LBC-IMP_6
Reducción del consumo	Utilizar luminarias de bajo consumo y equipos con certificaciones de eficiencia energética. Fomentar el ahorro energético y aprovechar la iluminación natural de los espacios.	RESET-OBJ 21_CRI 4-5-6-8
Iluminación exterior	Utilizar luminarias "total cut off" para evitar la perturbación del ecosistema nocturno	RESET-OBJ 21_CRI 7

CRE: CRÉDITO/ CRI: CRITERIO/ IMP: IMPERATIVO/OBJ: OBJETIVO/ PRE: PRERREQUISITO

Fuente: Castro, 2017.

4.2.1.5. Materiales y recursos

Este apartado fomenta el uso de materiales reciclados, productos de papel y madera con certificaciones de sostenibilidad y la compra de alimentos en zonas cercanas al sitio del proyecto. También se promueve el desvío de desechos del relleno sanitario y el establecimiento de planes de gestión que optimicen las compras y el uso de los materiales requeridos. Comprende los apartados: materiales y recursos (RESET), materiales y recursos (LEED) y materiales (LBC).

En relación con **LEED_ MR PRERREQUISITO 1 – Recolección y almacenamiento de reciclables**; se proporciona un área accesible, que funciona como un centro de acopio, el cual será accesible tanto para los transportistas de residuos, como para los ocupantes de edificios. El Centro de Acopio, se dedicará a la recolección y almacenamiento de materiales reciclables para todo el edificio. Los materiales reciclables incluyen papel mixto, cartón corrugado, vidrio, plásticos y metales. Esta área se muestra en la planta arquitectónica (Anexo 1)

Siguiendo los lineamientos de **LEED_ MR CRÉDITO 8 – Gestión de los residuos de construcción y demolición – Opciones 1 y 2, RESET_ MATERIALES - Objetivo 15. Se considera el ciclo de vida de la edificación y sus componentes – Criterios: 4 y 5 y LBC_ PÉTALO DE MATERIALES - IMPERATIVO 14 – Residuos netos positivos**; se establece un plan de gestión, con el fin de reciclar y / o salvar materiales no peligrosos de construcción y demolición.

Se establece un plan de gestión de residuos de construcción y demolición, evaluación del ciclo de vida del edificio, y escogencia de materiales (Anexo 2), basado en **LEED_ MR PRERREQUISITO 2 – Gestión y planificación de los residuos de construcción y demolición y LEED_ MR CRÉDITO 1 - Reducción del impacto del ciclo de vida del edificio – Opción 4 y RESET_ MATERIALES - Objetivo 15. Se considera el ciclo de vida de la edificación y sus componentes – Criterios: 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10 y 11.**

Tomando como base **LEED_ MR CRÉDITO 2 – Divulgación y optimización del producto -Declaraciones ambientales de productos, LEED_ MR CRÉDITO 3 - Divulgación y optimización del producto - suministro de materias primas – Opción 3, RESET_ Objetivo 16. Se utilizan materiales amigables con el medio ambiente Criterios: 12, 13, 14 y 15, RESET_ CALIDAD Y BIENESTAR ESPACIAL - OBJETIVO 8. Proveer un ambiente que apoye el bienestar y la productividad de las personas y que acerque al usuario en su relación con la naturaleza – Criterio 4, LBC_ PÉTALO DE MATERIALES - IMPERATIVO 12 – Industria responsable, LBC_ PÉTALO DE MATERIALES - IMPERATIVO 13 – Fuente de economía viva y WELL_ MENTE – OPORTUNIDAD 97 – Transparencia de materiales;** se establece un plan de gestión para la escogencia de productos de construcción con declaraciones de sostenibilidad y de producción optimizada (Anexo 2).

Adaptando a la realidad nacional los lineamientos de **LBC_ PÉTALO DE MATERIALES - IMPERATIVO 10 – La lista roja;** El proyecto debe evitar (o al menos reducir), el uso de los materiales o productos químicos mostrados en el Cuadro 11.

Estas sustancias pueden encontrarse en materiales para acabados y componentes de los sistemas eléctrico y mecánico. Dos de los materiales de uso común en los proyectos, son el PVC y el CPVC, utilizado para las tuberías del sistema mecánico; para reemplazarlos, se propone el uso de polietileno de alta densidad (HDPE) (Figura 20), el cual no posee componentes de la lista roja y tiene la ventaja de ser un material flexible, producido en rollos, por lo que se reducen significativamente las figuras (accesorios de acople), reduciendo la cantidad de producto y el tiempo de instalación. Los acoples están hechos de cobre.

Algunos de los tratamientos con madera comunes, conllevan el uso de arsénico y pentaclorofenol; los CFC y HCFC, pueden encontrarse en sistemas de refrigeración y aerosoles; las pinturas, barnices y adhesivos pueden contener VOCs y plomo; algunos tratamientos de retardo del fuego contienen HFRs.

Para evitar la incorporación de estos materiales al proyecto, es de suma importancia la revisión detallada de las etiquetas, hojas técnicas y hojas de seguridad (MSDS) de cada uno de los productos a utilizar.

Cuadro 11. La lista roja de Living Building Challenge.

Materiales de la lista roja	
Alquilfenoles	Formaldehído (añadido)
Amianto	Retardantes de la llama halogenados (HFRs)
Bisfenol A (BPA)	Plomo (añadido)
Cadmio	Mercurio
Polietileno clorado y polietileno clorosulfonado	Bifenilos Policlorados (PCBs)
Clorobencenos	Compuestos perfluorados (PFC)
Clorofluorocarbonos (CFC)	Ftalatos
Hidroclorofluorocarbonos (HCFC)	Cloruro de polivinilideno (PVDC)
Cloropreno (neopreno)	Parafinas Cloradas de Cadena Corta
Cromo VI	Tratamientos de madera que contienen creosota, arsénico o pentaclorofenol
Cloruro de polivinilo (PVC) y Cloruro de polivinilo clorado (CPVC)	Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC) en productos aplicados en húmedo

Fuente: LBC Handbook, 2014



Figura 20. Tubería en HDPE.

Fuente: <http://www.a-1american.com>

Siguiendo los lineamientos de **LBC_ PÉTALO DE MATERIALES - IMPERATIVO 11 – Huella de carbono incorporada**; “el proyecto debe tener en cuenta el impacto total del carbono incorporado (tCO₂e) desde su construcción a través de una compensación de carbono única de un proveedor de compensación de carbono aprobado.” (LBC, 2014). Por esta razón, se propone la incorporación y preferencia de materiales con la medición de su huella de carbono, considerando el transporte desde el sitio de fabricación hasta el sitio de proyecto.

Las estrategias propuestas en los apartados anteriores, para ser implementadas en el proyecto se muestran en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Resumen de estrategias para el área de evaluación Materiales.

Estrategia de sostenibilidad	Acciones para su cumplimiento	Referencias en sistemas de evaluación
Recolección y almacenamiento de reciclables	Establecer un plan de gestión para la separación, almacenamiento y disposición final de los residuos generados por los usuarios de la edificación durante su operación. Destinar un espacio accesible, para el acopio de los materiales.	LEED MR-PRE_1 / LEED MR-CRE_8 / RESET-OBJ 15_CRI 4-5 / LBC-IMP_14
Gestión de residuos de construcción	Establecer un plan de gestión, para los residuos generados por el proceso constructivo. Destinar un espacio accesible para el acopio de los materiales.	LEED MR-PRE_2 / LEED MR-CRE_1 / RESET-OBJ 15_CRI 1-2-3-6-7-8-9-10-11
Escogencia de materiales	Elegir materiales de fabricación local. Elegir materiales con certificaciones de sostenibilidad (declaraciones ambientales o eco-etiquetado), incluyendo los siguientes aspectos: fabricación local, contenido de reciclados, libre de componentes de la lista roja, huella de carbono incorporada.	LEED MR-CRE_2 / LEED MR-CRE_3 / RESET-OBJ 8_CRI 4 / RESET-OBJ 16_CRI 12-13-14-15 / LBC-IMP_10 / LBC-IMP_11 / LBC-IMP_12 / LBC-IMP_13 / WELL AF- OPT 97

CRE: CRÉDITO/ CRI: CRITERIO/ IMP: IMPERATIVO/OBJ: OBJETIVO/ PRE: PRERREQUISITO/ OPT: OPTIMIZACIÓN

Fuente: Castro, 2017.

4.2.1.6. Calidad ambiental

Se busca promover la ventilación natural, la disminución del ruido y el confort térmico. Se da gran importancia a proporcionar vistas al exterior y comodidad a las áreas de trabajo, de manera que se aumente la productividad y disminuyan los problemas relacionados con enfermedades contagiosas y estrés. Comprende los apartados: calidad y bienestar espacial (RESET), calidad ambiental interior (LEED), belleza y salud y felicidad (LBC) y todos los apartados del estándar WELL.

En concordancia con **LEED_PRERREQUISITO 1 - Rendimiento mínimo de calidad del aire (Ventilación)**, **WELL_AIRE – PRECONDICIÓN 03 – Eficacia de la ventilación – Parte 1: Diseño de ventilación**, **WELL _ CONFORT – PRECONDICIÓN 76 – Control térmico – Parte 2: Adaptación térmica natural**, **RESET_CALIDAD Y BIENESTAR ESPACIAL - OBJETIVO 8. Proveer un ambiente que apoye el bienestar y la productividad de las personas y que acerque al usuario en su relación con la naturaleza – Criterios 5 y 19 y LBC_PÉTALO DE SALUD Y FELICIDAD IMPERATIVO 8 – Ambiente interior saludable**; el diseño cumple con los requisitos de la sección 6.4 de la norma AASHRAE 62.1-2010, ya que todos los espacios son ventilados de forma natural; en esta sección, se solicita lo siguiente:

6.4.1 Área de piso a ventilar. Los espacios o partes de espacios que deben ser ventilados naturalmente deben estar ubicados dentro de una distancia basada en la altura del techo, según lo determinado por las Secciones 6.4.1.1, 6.4.1.2 o 6.4.1.3, de las aberturas de pared operables que cumplan con los requisitos de la Sección 6.4.2. Para los espacios con techos que no estén paralelos al suelo, la altura del techo se determinará de conformidad con el punto 6.4.1.4.

6.4.1.1 Apertura lateral única. Para espacios con aberturas operables en un lado del espacio, la distancia máxima de las aberturas operables es $2H$, donde H es la altura del techo. (Figura 21)

En el caso del edificio EG&CV-PNMA-SPR, los espacios naturalmente ventilados, con apertura única lateral (como los dormitorios, baños, cocina y comedor) tienen una altura de cielo de 3,00 m; por lo cual, la distancia máxima operable de las ventanas es de 6 m.

6.4.1.2 Apertura lateral doble. Para espacios con aberturas operables en dos lados opuestos del espacio, la distancia máxima de las aberturas operables es $5H$, donde H es la altura del techo.

Longitud máxima de apertura ($2H$)

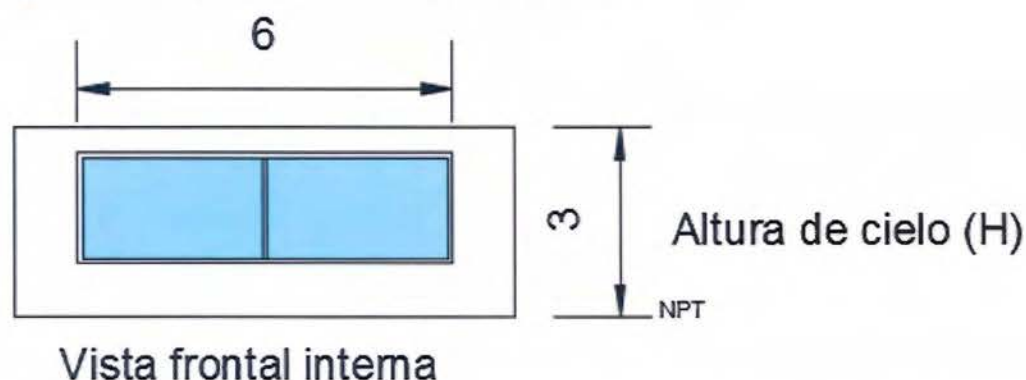


Figura 21. Ejemplo de determinación de la longitud máxima operable de ventanas.

Fuente: Castro, 2017.

Los espacios naturalmente ventilados en el edificio con apertura lateral doble (jardín y pasillo central en el primer nivel), tienen una altura de cielo de 3 metros, por lo que la distancia máxima operable de ventanas es de 15,00 metros lineales.

6.4.1.3 Aberturas de Esquina. Para espacios con aberturas operables en dos lados adyacentes de un espacio (es decir, dos lados de una esquina), la distancia máxima de las aberturas operables es $5H$ a lo largo de una línea trazada entre las dos aberturas que están más alejadas. El área del piso fuera de esa línea debe cumplir con la Sección 6.4.1.1.

En el caso del edificio EG&CV-PNMA-SPR, los espacios naturalmente ventilados, con apertura de esquina (sala de juegos, cuarto de lavado y sala de reuniones) tienen una altura de cielo de 3,00 m; por lo cual, la distancia máxima operable de las ventanas es de 15,00 m.

6.4.2 Ubicación y tamaño de las aberturas. Los espacios o partes de espacios que se vayan a ventilar de forma natural deberán estar permanentemente abiertos a las aberturas de pared que puedan ser accionadas directamente al exterior, cuya área de apertura sea un mínimo del 4% de la superficie neta ocupable. Cuando las aberturas estén cubiertas con rejillas u obstruidas de otra manera, el área que se pueda abrir se basará en el área despejada libre sin obstrucciones a través de la abertura (...).

6.4.3 Control y Accesibilidad. Los medios para abrir las aberturas operables requeridas deberán ser fácilmente accesibles para los ocupantes del edificio siempre que el espacio esté ocupado. (...)

Los tamaños de ventana cumplen con lo solicitado en la norma para todos los recintos, y en el diseño se contempló la accesibilidad y control para los ocupantes mediante ventanas operable de forma manual, con manijas a una altura máxima de 1, 80 metros desde el nivel de piso terminado.

En cuanto a **LEED_EQ - PRERREQUISITO 2 - Control del humo del tabaco, WELL_AIRE_PRECONDICIÓN 02 – Prohibición de fumar Y LBC_PÉTALO DE SALUD Y FELICIDAD IMPERATIVO 8 – Ambiente interior saludable;** concuerdan con la Ley 9028, que prohíbe fumar dentro de edificaciones, adicionalmente, la señalización deberá colocarse dentro de los 7,5 m de todas las entradas, ventanas operables y tomas de aire para edificios. La prohibición de fumar se extiende (y señalizarse) para todas las cubiertas, patios, balcones, azoteas y otros espacios exteriores de los edificios ocupados con regularidad.

Se incluye también la estrategia indicada en **LEED_ EQ CRÉDITO 1 – Estrategias mejoradas de calidad ambiental interior, WELL_AIRE – PRECONDICIÓN 08 – Entrada saludable Parte 1: Sistemas de entrada permanente entrada y LBC_PÉTALO DE SALUD Y FELICIDAD IMPERATIVO 8 – Ambiente interior saludable**, proponiendo la instalación de sistemas de entrada permanente (Figura 22) de al menos 3 metros de largo en la dirección primaria de desplazamiento, para capturar la suciedad y las partículas que entran al edificio en los accesos externos usados regularmente.

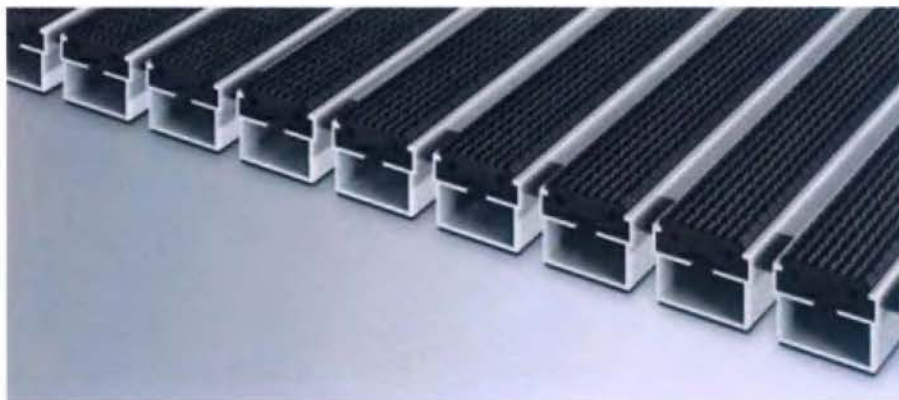


Figura 22. Sistema de entrada al edificio para evitar el ingreso de la suciedad.

Fuente: EMCO, 2017.

Siguiendo los lineamientos de **LEED_ EQ CRÉDITO 2 – Materiales de baja emisión, WELL _AIRE – PRECONDICIÓN 04 – Reducción de VOC's**; se seleccionaron y especificaron materiales de baja emisión de **Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC, por sus siglas en inglés)** y **LBC_PÉTALO DE SALUD Y FELICIDAD IMPERATIVO 8 – Ambiente interior saludable**, en el Cuadro 13, se muestran la normativa que debe cumplirse de acuerdo con la categoría de materiales. Los VOCs tienen implicaciones negativas para la salud relacionados con problemas respiratorios.

“Los Compuestos orgánicos volátiles son definidos como todo compuesto orgánico que tenga a 293.15 K una presión de vapor de 0.01 kPa o más, o que tenga una volatilidad equivalente en las condiciones particulares de uso.” (Coava y Tovar, 2009). Para el proyecto, los principales productos emisores de VOC, se muestran en el Cuadro 14, junto con los límites máximos establecidos por la normativa incluida en el Cuadro 15. El valor de VOCs, se encuentra en la hoja de seguridad de los productos, proporcionada por el productor y representa la cantidad en (en gramos) de VOCs por volumen (en litros), que son liberados en el proceso de aplicación y durante el periodo de secado.

Cuadro 13. Clasificación de los compuestos orgánicos volátiles.

Tipos de disolventes		Ejemplos de uso
Oxigenados	alcoholes	isopropanol: componente de tintas
	cetonas	acetona: limpieza de superficies
	ésteres	acetato de etilo: disolvente de pinturas
	ésteres de glicol	butilglicol: disolvente de pinturas
Hidrocarburos	alifáticos	hexano: extracción de aceite de semillas
	aromáticos	tolueno: limpieza de superficies
Halogenados	clorados	petrocloroetileno: limpieza en seco

Fuente: Coava y Tovar, 2009.

Cuadro 14. Normativa requerida para materiales de baja emisión de VOC.

Categoría	Normativa de referencia
Pinturas y revestimientos interiores aplicados en obra	<i>California Air Resources Board (CARB) 2007, Suggested Control Measure (SCM) for Architectural Coatings. South Coast Air Quality Management District (SCAQMD) Rule 1113, versión Junio 3, 2011.</i>
Adhesivos y selladores interiores aplicados en el sitio (incluyendo adhesivo para pisos)	<i>South Coast Air Quality Management District (SCAQMD) Rule 1168, versión Julio 1, 2005.</i>
Pisos	Los productos que son fuentes inherentes de VOC (piedra, cerámica, metales recubiertos con polvo, metal plateado o anodizado, vidrio, hormigón, ladrillo de arcilla y suelos de madera maciza sin terminar o sin tratar) se consideran totalmente compatibles sin ninguna prueba de emisiones de VOC.
Madera compuesta	<i>California Air Resources Board ATCM for formaldehyde requirements for ultra-low-emitting formaldehyde (ULEF) resins or no added formaldehyde resins.</i>
Cielos, paredes, aislamiento térmico y acústico	<i>California Department of Public Health (CDPH) Standard Method v1.1–2010</i>

Fuente: LEED V.4. traducido y adaptado por el autor.

Cuadro 15. Límites máximos de VOC para los productos emisores del proyecto.

Producto	límite de VOC (g/l)
Pintura acabado mate	50
Sellador para concreto	100
Adhesivo para cerámicos	65
Pegamento para PVC	510
Adhesivo para CPVC	490

Fuente: Traducido y adaptado de LEED Reference Guide, 2017.

Siguiendo como recomendación **LEED_EQ CRÉDITO 3 - Plan de gestión de la calidad del aire interior de la construcción**, se debe destinar un espacio para proteger los materiales absorbentes almacenados en el sitio e instalados de daños por humedad. Adicionalmente, se debe prohibir el uso de productos de tabaco dentro del edificio y a menos de 25 pies (7,5 metros) de la entrada del edificio durante la construcción y su funcionamiento.

De acuerdo con **WELL_AIRE – PRECONDICIÓN 11 – Seguridad fundamental de los materiales - Parte 1: Restricción del asbesto y el plomo**; no se incluyen materiales que contengan asbesto, ni que posean más de 100 partes por billón (ppb) de plomo añadido y adoptando los requerimientos de **WELL_AIRE – PRECONDICIÓN 11 – Seguridad fundamental de los materiales – Parte 5: Limitación del mercurio**; todas las luminarias propuestas para el proyecto son tipo LED, y no poseen componentes de mercurio.

Se proporcionaron controles individuales de confort térmico para el 100% de los espacios individuales de los ocupantes, éstos consisten en ventiladores de techo con velocidad variable, además de las ventanas operables.

Adicionalmente, se proporcionaron controles de confort térmico de grupo, para todos los espacios compartidos de ocupación múltiple, siendo éstos, las ventanas y controladores de varias velocidades, para ventiladores de techo.

Lo anterior tomando como referencia **LEED_EQ CRÉDITO 5 – Control térmico - apartado: control, WELL_ AIRE – OPTIMIZACIÓN 19 – Ventanas operables Parte 1: Control completo, CONFORT – OPTIMIZACIÓN 82 – Control térmico individual – Parte 2: Dispositivos de confort personal térmico, RESET_CALIDAD Y BIENESTAR ESPACIAL - OBJETIVO 8 - Proveer un ambiente que apoye el bienestar y la productividad de las personas y que acerque al usuario en su relación con la naturaleza – Criterio 16, RESET_CALIDAD Y BIENESTAR ESPACIAL - OBJETIVO 9 - Se aumenta el rango de adaptabilidad de la edificación en beneficio del usuario, permitiéndole controlar la iluminación, ventilación, ruido exterior y privacidad de los espacios que utiliza, promoviendo hábitos de consumo responsables – Criterio 25 y LBC_PÉTALO DE SALUD Y FELICIDAD IMPERATIVO 7 – Ambiente civilizado.**

Según los requisitos de **LEED_EQ CRÉDITO 6 – Iluminación interior - Opción 1. Control de iluminación y RESET_CALIDAD Y BIENESTAR ESPACIAL - OBJETIVO 9 - Se aumenta el rango de adaptabilidad de la edificación en beneficio del usuario, permitiéndole controlar la iluminación, ventilación, ruido exterior y privacidad de los espacios que utiliza, promoviendo hábitos de consumo responsables – Criterio 24;** para el 100% de los espacios individuales, se proporcionaron controles de iluminación individuales, que permiten a los ocupantes ajustar la iluminación, de acuerdo con sus tareas y preferencias individuales, con al menos tres niveles de iluminación o escenas (encendido, apagado, nivel medio); esto se logró a través de la inclusión de lámparas de escritorio en los dormitorios, que cumplen con el requerimiento antes enunciado.

Para todos los espacios compartidos, se cumple con todos los requisitos siguientes:

- Se dispone de sistemas de control multi-zona que permitan a los ocupantes ajustar la iluminación, para satisfacer las necesidades y preferencias del grupo, con al menos tres niveles de iluminación o escenas (encendido, apagado, nivel medio).

- La iluminación de cualquier pared de presentación o de proyección se controla por separado.
- Los interruptores o controles manuales están ubicados en el mismo espacio que las luminarias controladas.

Tomando como referencia **LEED_EQ-CRÉDITO 8 – Vistas de calidad**; más de un 75% del área ocupada cuenta con vistas al exterior, permitiendo el acceso a vistas de flora y fauna, el cielo, el movimiento de las olas y las hojas de los árboles en un rango igual o superior a 90°.

Siguiendo los lineamientos de **WELL_ ILUMINACIÓN – PRECONDICIÓN 56 – Control del brillo solar y RESET_CALIDAD Y BIENESTAR ESPACIAL - OBJETIVO 8. Proveer un ambiente que apoye el bienestar y la productividad de las personas y que acerque al usuario en su relación con la naturaleza – Criterios 7, 8, 9 y 18**; se colocan parasoles, que evitan el deslumbramiento y la incidencia directa de la luz solar sobre las superficies internas.

De acuerdo con **WELL_ ILUMINACIÓN – OPTIMIZACIÓN 57 – Diseño de bajo brillo para las estaciones de trabajo - Parte 1: Evitar el deslumbramiento**; las luminarias de techo no están dirigidas directamente a las pantallas de las computadoras.

Refiriéndose a **WELL_ ILUMINACIÓN – OPTIMIZACIÓN 61 – Derecho a la luz y RESET_CALIDAD Y BIENESTAR ESPACIAL - OBJETIVO 8. Proveer un ambiente que apoye el bienestar y la productividad de las personas y que acerque al usuario en su relación con la naturaleza – Criterio 20**; más del 75% de la superficie de todos los espacios regularmente ocupados se encuentra a 7,5 m de ventanas con vista y más del 95% de todas las estaciones de trabajo están a 7,5 m de un atrio o una ventana con vistas al exterior.

Con respecto a **WELL_ ILUMINACIÓN – OPTIMIZACIÓN 63 – Ventanaje para luz día**; en las fachadas a lo largo de espacios regularmente ocupados: la relación entre la ventana y la pared, medida en elevaciones externas, es superior al 50%. El 40% del área de la ventana está a por lo menos 2,1 m por encima del nivel de piso.

Todos los acristalamientos ubicados a más de 2,1 m del suelo, (cristal de luz día) tienen valor de transmitancia visible (VT, por sus siglas en inglés) de 60% o más y para todos los acristalamientos ubicados a 2,1 m o menos del suelo, (cristal de visión) se especifica un VT de 50% o más. La VT se define como una propiedad óptica, que indica la fracción de luz visible transmitida a través de la ventana.

Siguiendo los conceptos de **WELL_ ACONDICIONAMIENTO FÍSICO – PRECONDICIÓN 64 – Circulación interior**; La escalera del proyecto es accesible a los ocupantes regulares del edificio durante todas las horas de oficina. Dicha escalera está ubicada a una distancia menor a 7,5 m de la entrada del edificio con un ancho superior a 1,4 m entre los pasamanos. Además, se muestran elementos de estética mediante la incorporación de pintura decorativa y ventanas con vistas al exterior.

De acuerdo con **WELL _ ACONDICIONAMIENTO FÍSICO – OPTIMIZACIÓN 67 – Diseño exterior activo**; se incorporan facilidades pedestres tales como bancas y conjuntos de sillas y mesas móviles para promocionar la actividad pedestre.

De los requisitos **WELL _ ACONDICIONAMIENTO FÍSICO – OPTIMIZACIÓN 71 – Mobiliario activo y WELL _ CONFORT – PRECONDICIÓN 73 – Ergonomía: visual y física**; se rescata la inclusión de escritorio de altura ajustable (Figura 23).



Figura 23. Escritorio de altura regulable.

Fuente: www.cloudfront.net

Consecuentemente con **WELL _ CONFORT – PRECONDICIÓN 72 – Diseño accesible**, el diseño sigue los lineamientos de la Ley de igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad (Ley 7600) y su reglamento.

Cumpliendo con **WELL_ CONFORT – OPTIMIZACIÓN 77 – Control olfativo**; Se incluyen puertas de cierre automático, como método de separación para todos los baños, la cocina, y la despensa, evitando que los olores fuertes migren a los espacios de trabajo.

El diseño aprovecha los conceptos de **WELL_ MENTE – PRECONDICIÓN 87 – Belleza y diseño 1, RESET_ CALIDAD Y BIENESTAR ESPACIAL - OBJETIVO 8. Proveer un ambiente que apoye el bienestar y la productividad de las personas y que acerque al usuario en su relación con la naturaleza – Criterio 3 y LBC_ PÉTALO DE BELLEZA IMPERATIVO 19 – Belleza + Espíritu**; ya que contiene funciones destinadas a los elementos siguientes:

- Deleite humano: el diseño es armonioso con su entorno, busca facilitar el deleite del sitio, por parte del visitante como del ocupante regular, brindando facilidades para el disfrute de sus atractivos naturales intrínsecos.

- Celebración de la cultura: La incorporación de elementos arquitectónicos, tales como la separación del piso de la estructura del cielo, los amplios aleros y el uso de elementos de ventilación pasiva, evocan una parte de la cultura arquitectónica propia de la zona.
- Celebración del espíritu: La inclusión de elementos de sostenibilidad, son una evocación del espíritu de conservación, respeto y resguardo de la naturaleza, a la vez que lo transmite al visitante.
- Celebración del lugar: El diseño busca, a través de espacios abiertos y grandes ventanales perimetrales, la ponderación del lugar, resaltando la calidad de sus vistas y su condición de área de conservación.
- Integración significativa del arte público: Se recomienda el aprovechamiento de los espacios internos, como lugares para la exposición, ya sea temporal o permanente, de obras de artistas locales.

Siguiendo los preceptos de **WELL _ MENTE – PRECONDICIÓN 88 – Biofilia 1 – Cualitativa** y **WELL _ MENTE – OPTIMIZACIÓN 100 – Biofilia 2 – Cuantitativa, RESET_CALIDAD Y BIENESTAR ESPACIAL - OBJETIVO 8. Proveer un ambiente que apoye el bienestar y la productividad de las personas y que acerque al usuario en su relación con la naturaleza – Criterios 1, 2 y 10 y LBC_ PÉTALO DE SALUD Y FELICIDAD - IMPERATIVO 9 – Ambiente biofílico**; más del 25% del área del sitio del proyecto cuenta con jardines accesibles a los ocupantes del edificio; que consiste en más de un 70% de plantas, incluyendo copas de los árboles (dentro del 25%). Esto se logra por la condición de área protegida. Sólo el jardín central interno, con un área de 100 metros cuadrados, corresponde a un 21% del espacio interior (487.55 m²).

Integrando las recomendaciones de **WELL _ MENTE – OPTIMIZACIÓN 89 – Espacios adaptables - Parte 3: Gestión espacial**; para minimizar el desorden y mantener un ambiente cómodo y bien organizado, se provee de un armario personal, con un volumen de 0.1 m³ para cada ocupante regular.

De forma complementaria, tomando en cuenta **WELL _ MENTE – OPTIMIZACIÓN 89 – Espacios adaptables Parte 4: Soporte del sueño en el trabajo**; el estándar indica que “las siestas cortas son un medio eficaz y saludable para mejorar la agudeza mental y física, incluso más que la cafeína, que puede interrumpir el sueño” (WELL Standard, 2017). Por tal motivo, se recomienda la inclusión de sofás reclinables y cápsulas de sueño en la sala de descanso, para su utilización durante una parte del tiempo destinado a alimentación, dentro de la jornada laboral; y durante las horas no laborales.

De acuerdo con **WELL _ MENTE – OPTIMIZACIÓN 99 – Belleza y diseño 2 - Parte 1: Altura de cielo**; según el estándar, “la altura del cielo que es proporcional a las dimensiones de la habitación brinda una sensación expansiva, cómoda y abierta al espacio interior”, es por esta razón que, en el diseño, para todas las habitaciones, el nivel de cielo es de 3 m mínimo.

Considerando **RESET_CALIDAD Y BIENESTAR ESPACIAL - OBJETIVO 8. Proveer un ambiente que apoye el bienestar y la productividad de las personas y que acerque al usuario en su relación con la naturaleza – Criterio 4**; se destina un espacio en la edificación, para el acopio y separación de residuos, el cual es accesible para ocupantes regulares y visitantes.

De acuerdo con las premisas de RESET_CALIDAD Y BIENESTAR ESPACIAL - OBJETIVO 8. Proveer un ambiente que apoye el bienestar y la productividad de las personas y que acerque al usuario en su relación con la naturaleza – Criterios 6: se emplaza el edificio, de manera que se optimiza los recursos existentes de soleamiento y vientos predominantes para su climatización pasiva; La fachada principal del edificio tiene una orientación predominantemente hacia el sur (Figura 24) y es en esta fachada, que se ubican las salas de reuniones y los baños de visitantes; con el fin de aprovechar al máximo la iluminación natural en las áreas comunes, a la vez que se controla el soleamiento excesivo y el deslumbramiento mediante la incorporación de parasoles y aleros extendidos. Además, el diseño contempla el aprovechamiento de la ventilación cruzada, mediante ventanería operable y aberturas entre los parasoles.



Figura 24. Ubicación del proyecto en sitio.

Fuente: Google Maps, adaptado por el autor, 2017.

Siguiendo los conceptos de **RESET_CALIDAD Y BIENESTAR ESPACIAL - OBJETIVO 8. Proveer un ambiente que apoye el bienestar y la productividad de las personas y que acerque al usuario en su relación con la naturaleza – Criterio 13: Se aísla el piso del suelo para el control de humedad, la transferencia de calor y la no alteración del paso libre de escorrentía y de la biodiversidad.** La edificación presenta una separación de 60 cm entre el nivel del terreno y en primer nivel, en el perímetro se coloca un enrejado que evite que se convierta en un espacio para descanso de animales de vida silvestre.

Las estrategias propuestas en los apartados anteriores para su implementación en el proyecto se muestran en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Resumen de estrategias para el área de evaluación Calidad Ambiental.

Estrategia de sostenibilidad	Acciones para su cumplimiento	Referencias en sistemas de evaluación
Calidad del aire - ventilación	Permitir una adecuada ventilación natural de los espacios, siguiendo los lineamientos de AASHRAE 62.1-2010 sección 6.4.	LEED EQ-PRE_1 / LEED EQ-CRE_3 / WELL AI- PRC 03 / WELL CN- PRC 76 / RESET-OBJ 8_CRI 5-19 / LBC-IMP_8
Control del humo de tabaco	Prohibición del fumado dentro del edificio y a una distancia no menor a 7,5 m de todas las entradas, ventanas operables y tomas de aire para el edificio.	LEED EQ-PRE_2 / WELL AI- PRC 02 / LBC-IMP_8
Ambiente interior saludable	Instalación de sistemas de entrada permanente, de al menos 3 metros de largo en la dirección primaria de desplazamiento, para capturar la suciedad y las partículas que entran al edificio, en los accesos externos usados regularmente.	LEED EQ-CRE_1 / WELL AI- PRC 08 / LBC-IMP_8
Seguridad fundamental de los materiales	Utilizar materiales con baja emisión de VOCs, para productos como pinturas, selladores, barnices y adhesivos, de acuerdo a la normativa atinente. Prohibir el uso de materiales con contenido de asbesto, plomo y mercurio.	LEED EQ-CRE_2 / WELL AI- PRC 04 / WELL AI- PRC 11 / LBC-IMP_8
Confort térmico	Proporcionar controles individuales de confort térmico, (ventanas operables y ventiladores), para el 100% de los espacios individuales de los ocupantes y controles compartidos de confort térmico para espacios comunes.	LEED EQ-CRE_5 / WELL AI- OPT 19 / WELL CN- OPT 82 / RESET-OBJ 8_CRI 16 / RESET-OBJ 9_CRI 25 / LBC-IMP_7
Iluminación interior	Para el 100% de los espacios individuales, se proporcionan controles de iluminación individuales, que permiten a los ocupantes ajustar la iluminación, de acuerdo con sus tareas y preferencias individuales, con al menos tres niveles de iluminación o escenas (encendido, apagado, nivel medio).	LEED EQ-CRE_6 / RESET-OBJ 9_CRI 24
Vistas de calidad y derecho a la luz	Más de un 75% del área ocupada, cuenta con vistas al exterior, permitiendo el acceso a vistas de flora y fauna, el cielo, el movimiento de las olas y las hojas de los árboles en un rango igual o superior a 90°. más del 75% de la superficie de todos los espacios regularmente ocupados se encuentra a 7,5 m de ventanas con vista y más del 95% de todas las estaciones de trabajo están a 7,5 m de un atrio o una ventana con vistas al exterior.	LEED EQ-CRE_8 / WELL IL- OPT 61 / RESET-OBJ 8_CRI 20
Control del deslumbramiento	Se colocan parasoles, que evitan el deslumbramiento y la incidencia directa de la luz solar, sobre las superficies internas.	WELL IL- PRC 56 / WELL IL- OPT 57 / RESET-OBJ 8_CRI 7-8-9-18
Diseño exterior activo	Incorporación de facilidades pedestres, tales como bancas y conjuntos de sillas y mesas móviles, para promocionar la actividad pedestre.	WELL AF- OPT 67

Fuente: Castro, 2017.

Cuadro 16 (continuación). Resumen de estrategias para el área de evaluación Calidad Ambiental.

Estrategia de sostenibilidad	Acciones para su cumplimiento	Referencias en sistemas de evaluación
Circulación interior y diseño accesible	La escalera se debe ubicar a una distancia menor a 7,5 m de la entrada del edificio, con un ancho superior a 1,4 m entre los pasamanos. Incorporar elementos de estética, que fomenten el uso de la escalera en lugar del ascensor. Cumplir con los requisitos de la ley de igualdad de oportunidades para personas con discapacidad.	WELL AF- PRC 64 / WELL CN- PRC 73
Control olfativo	Incorporación de puertas de cierre automático, como método de separación para todos los baños, la cocina, y la despensa, evitando que los olores fuertes migren a los espacios de trabajo.	WELL CN- OPT 77
Diseño bioclimático	Inclusión de elementos de diseño, como la orientación del edificio, la separación entre la edificación y el suelo, la ventilación cruzada y la iluminación natural.	LEED EQ / RESET OBJ 8-9-10 / LBC-IMP_7 / LBC-IMP_8 / LBC-IMP_9
Belleza y biofilia	La altura del cielo que es proporcional a las dimensiones de la habitación brinda una sensación expansiva, cómoda y abierta al espacio interior. La edificación incluye funciones destinadas a los siguientes elementos: deleite humano, celebración de la cultura, celebración del espíritu y celebración del lugar. Más del 25% del área del sitio del proyecto, cuenta con jardines accesibles a los ocupantes del edificio; que consiste en más de un 70% de plantas, incluyendo copas de los árboles (dentro del 25%).	WELL MN- PRC 87 / WELL MN- PRC 88 / WELL MN- OPT 99 / WELL MN- OPT 100 / RESET-OBJ 8_CRI 1-2-3-10 / LBC-IMP_9 / LBC-IMP_19
Ventanaje para luz día	En las fachadas, la relación entre la ventana y la pared, medida en elevaciones externas, es superior al 50%. El 40% del área de la ventana, está a por lo menos 2,1 m por encima del nivel de piso. Todos los acristalamientos ubicados a más de 2,1 m del suelo, (cristal de luz día) tienen valor de transmitancia visible (VT, por sus siglas en inglés) de 60% o más y para todos los acristalamientos ubicados a 2,1 m o menos del suelo, (cristal de visión) se especifica un VT de 50% o más.	WELL IL- OPT 63
Mobiliario activo y ergonomía	Inclusión de mobiliario ergonómico y activo, por ejemplo, escritorios de altura variable	WELL AF- OPT 71 / WELL CN- PRC 73
CRE: CRÉDITO/ CRI: CRITERIO/ IMP: IMPERATIVO/OBJ: OBJETIVO/ PRC: PRECONDICIÓN/ PRE: PRERREQUISITO/ OPT: OPTIMIZACIÓN		

Fuente: Castro, 2017.

Capítulo 5: Diseño y costo aproximado del anteproyecto

5.1. Caracterización del diseño a nivel de anteproyecto

De acuerdo con las condiciones del sitio, (climatológicas, sociales, ambientales y morfológicas), los lineamientos de los sistemas de evaluación de edificios verdes y fundamentos básicos de diseño bioclimático enunciados en el capítulo anterior y consecuentemente con la línea de diseño que presenta SINAC, en sus facilidades dentro de ASP, donde el concreto, el ladrillo, la madera y el acero son los principales materiales utilizados, se realiza la propuesta arquitectónica para la EG&CVPNMA-SPR. El diseño se muestra en elevación en la Figura 25.



Figura 25. Elevaciones del proyecto.

Elaborado por: Espinoza y Castro, 2017.

La edificación se compone de dos niveles, con un jardín central de doble altura, según los requerimientos del Apartado 4.1. El edificio posee un área privada, que incluye diez dormitorios para funcionarios, con un baño completo compartido por cada dos dormitorios, un área de descanso, una sala de reuniones, cocina, despensa, comedor, un cuarto seguro y estacionamiento para vehículos oficiales; y un área pública, compuesta por un puesto de información, baños, duchas, cambiadores y casilleros para los visitantes.

Para los cimientos, se proponen pedestales de concreto reforzado, bajo el mismo criterio de durabilidad y bajo mantenimiento, para levantar la estructura del terreno natural, hasta una altura a nivel de piso terminado de 60 cm. Los entrepisos propuestos son también de concreto.

La envolvente de la edificación está compuesta por las paredes perimetrales, la ventanería, los parasoles y la cubierta de techo. El diseño de la piel de la obra tiene como objetivo principal, separar la edificación del exterior y proteger a los usuarios de las condiciones ambientales extremas, (soleamiento, lluvia, humedad, temperatura).

Las paredes exteriores se proponen en mampostería, basándose primordialmente en las condiciones de seguridad que requiere la edificación y la exposición a la salinidad. Para reducir el gradiente térmico, se complementa el diseño con la inclusión de parasoles y ventanería con un grado de polarizado, tal que disminuye el porcentaje de radiación incidente sobre la estructura.

La estructura se eleva 60 cm del suelo, para minimizar el movimiento de tierras y favorecer la ventilación pasiva. Dicho espacio será cubierto en su perímetro por una malla perforada que evite que el espacio se convierta en hábitat de animales. Todos los espacios individuales cuentan con vistas al exterior, ventanas operables, ventiladores de techo y persianas. La altura de cielo es de tres metros en todos los espacios, para mejorar el confort térmico.

Los accesorios de plomería (inodoros, mingitorios, lavamanos, fregaderos y duchas), se especifican con consumos menores a la línea base del IPC; además se propone la reutilización del agua pluvial, para abastecer los inodoros. El sistema de tratamiento de aguas residuales se propone en tres etapas (mecánico, biológico y químico).

El diseño promueve el aprovechamiento de la iluminación natural, a la vez que previene el deslumbramiento y el soleamiento excesivo. Todas las luminarias se especifican en tecnología LED (bajo consumo) y los aparatos eléctricos se especifican como de alto rendimiento y bajo consumo.

Se propone un sistema estructural de marcos de concreto reforzado, fundamentado en dos aspectos: a) durabilidad y mantenimiento; y b) protección contra el vandalismo.

Debido a la afectación al ecosistema del PNMA, que implica el uso de una cubierta con alto SRI, se propone la inclusión de un aislante térmico que reduzca la radiación que ingrese en el área entre el cielo y la lámina de cubierta.

Adicionalmente, se diseñó un monitor (o claraboya), para la zona central del edificio, que cumple una función de "chimenea", permitiendo la circulación del aire, propiciando el ingreso del aire fresco y la salida del aire caliente.

5.2. Cálculo preliminar del costo del proyecto

De acuerdo con el manual de tipologías constructivas del Ministerio de Hacienda, se eligió el tipo de obra que guarda mayor similitud con el proyecto, que, en este caso, corresponde a la tipología de hotel HT -02, con las características mostradas en el Cuadro 17.

El valor por metro cuadrado corresponde a marzo 2015, para conocer el valor presente correspondiente, se utilizó el índice de precios de edificios, publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) y la Cámara Costarricense de la Construcción (CCC), para marzo 2015 (103.52), y para julio 2017 (102.39), por ser el índice más reciente, al momento de la elaboración de la investigación.

El procedimiento consistió, en la determinación del cambio, en el monto entre marzo 2015 y julio 2017, usando la Ecuación 1. Posteriormente, se determina el nuevo valor del precio por metro cuadrado a través de la ecuación 2, obteniendo un precio unitario de 642 944 colones. El proyecto cuenta con un área total de 487.55 metros cuadrados; con lo cual, el costo base aproximado se calculó en ₡313 467 347 (Cuadro 18).

Cuadro 17. Características de la tipología constructiva HT-02.

Elemento	Características
Vida Útil	60 años.
Estructura	Vigas y columnas de concreto armado.
Paredes	Bloques de concreto con repello fino. Altura del primer piso 3,00m, los superiores de 2,80m promedio.
Cubierta	Cerchas de perfiles metálicos. Láminas onduladas de hierro galvanizado. Canoas y bajantes de hierro galvanizado.
Cielos	Láminas de fibrocemento, tablilla de regular calidad o similar
Entrepisos	Prefabricados de concreto armado.
Pisos	Cerámica económica o similar.
Baños	Un cuarto de baño normal en cada habitación y dos económicos en el área de restaurante.
Otros	Edificios con diseños sencillos. Cuenta con recepción, vestíbulo y un restaurante sencillo. Edificio de hasta tres pisos. No poseen ascensor. Edificios de hasta tres plantas.

Fuente: Manual de Tipologías Constructivas DGT, adaptado por el autor, 2017

Cuadro 18. Costo base aproximado del proyecto.

Tipología constructiva	HT-02	
Área habitable del nivel 1	220.21	m ²
Área habitable nivel 2	267.34	m ²
Área de piso total	487.55	m²
Valor por m2 DGT (marzo 2015)	650 000	colones
Valor por m2 (actualizado a julio 2017)	642 944	Colones
Costo base del proyecto	313 467 347	colones

Fuente: Castro, 2017

$$\Delta Costo = \frac{(\text{índice de edificios julio 17} - \text{índice de edificios marzo 15})}{\text{índice de edificios marzo 15}} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$\Delta Costo = \frac{(102.39 - 103.52)}{103.52} = -0.01085$$

$$Costo_{\text{julio 17}} = Costo_{\text{marzo 15}} * (1 + \Delta Costo) \quad \text{Ecuación 2}$$

$$Costo_{\text{julio 17}} = 650\,000 * (1 + (-0.01085)) = 642\,944 \text{ colones}$$

Este se definió como el costo base de la edificación, al cual se agregaron aquellos costes generados por los sistemas adicionales propuestos en el anteproyecto, siendo los más significativos, el sistema fotovoltaico, la planta de tratamiento y el tanque de captación de aguas pluviales para reutilización.

Para el sistema fotovoltaico y el calentamiento de agua, según la cotización de una empresa especializada, el costo de materiales e instalación 25 875 000 colones. En cuanto al tanque para reutilización de agua pluvial, su costo es de 75 000 colones, considerando que el costo de mano de obra para su instalación y accesorios es del 100% del monto del tanque; el costo total de su implementación es de ₡150 000

En el caso del sistema de tratamiento para aguas residuales, se cotizó un sistema de tres etapas, incluyendo filtración mecánica, tratamiento biológico y un sistema de cloración. El monto incluyendo materiales e instalación es de 5 175 500 colones. El costo de estas instalaciones adicionales se muestra en el Cuadro 19.

Con base en las consideraciones anteriores, se estima que el costo preliminar aproximado del proyecto, incluyendo las estrategias de sostenibilidad, es 344 667 347 colones, para un costo por metro cuadrado de construcción de 706 937 colones, como se muestra en el Cuadro 20.

Cuadro 19. Costo de las estrategias de sostenibilidad propuestas.

Ítem	Costo aproximado (colones)
Sistema fotovoltaico	25 875 000
Tanque para reutilización de agua pluvial	150 000
Planta de tratamiento	5 175 000
Costo total	31 200 000

Fuente: Castro, 2017

Cuadro 20. Costo total del proyecto.

Ítem	Costo aproximado (colones)
Costo base del proyecto	313 467 347
Costo de estrategias adicionales propuestas	31 200 000
Costo total aproximado del proyecto	344 667 347
Costo por metro cuadrado	706 937

Fuente: Castro, 2017

Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

El costo aproximado de la obra, incluyendo las obras complementarias propuestas en este trabajo es de 344 667 347 colones, para un costo por metro cuadrado de construcción de 706 937 colones.

La inclusión de estrategias de sostenibilidad en el ciclo de vida de la Estación de Guardaparques y Centro de Visitación para el PNMA sector Playa Rey, tiene como finalidad reducir el impacto ambiental asociado a su construcción y operación, al disminuir la huella edificada, el consumo de agua y energía y la huella de los materiales; así como preservar (e incluso mejorar), el estado de las áreas verdes asociadas al proyecto.

Las estrategias de sostenibilidad incluidas en esta investigación son aquellas atinentes al proyecto EG&CV_PNMA-SPR, sin embargo, la mayoría de ellas son replicables en otros proyectos de infraestructura en ASP, especialmente en zonas costeras.

Los cuadros resumen presentados para cada área de evaluación, sirven como una guía para los responsables de desarrollar el diseño final del proyecto, a través de la cual, se garantice que las estrategias básicas de sostenibilidad sean contenidas en dicho diseño, para facilitar su uso.

Se incluyó en el Anexo 3 una lista de verificación mediante la cual el equipo encargado del desarrollo del diseño podrá realizar una valoración inicial sobre las estrategias por incorporar. Esta lista de verificación puede ser utilizada para proyectos futuros, convirtiéndose en un instrumento de evaluación de las condiciones iniciales del sitio y una herramienta para la planificación y el diseño integrado de las obras.

Los lineamientos de diseño bioclimático incorporados a la edificación tienen como fin primordial, incidir positivamente en la reducción de la necesidad de iluminación artificial durante las horas día y el uso equipos de aire acondicionado.

La incorporación de accesorios de bajo consumo de agua permite reducir el consumo de agua potable hasta en un 43% con respecto a la línea base de gasto. Debe considerarse, además, la necesidad del tratamiento de potabilización.

El sistema fotovoltaico propuesto, garantiza el suministro de electricidad requerido en la edificación bajo el régimen de generación distribuida, lo que permite el flujo bidireccional de energía entre la red pública y la generación privada.

Los planes de gestión son herramientas valiosas para la correcta administración de actividades con alto impacto ambiental durante el proceso constructivo, como lo son el movimiento de tierras, la escogencia y almacenamiento de materiales y el manejo de residuos.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda la instalación de una estación meteorológica que permita la medición de las condiciones climatológicas propias del sitio y compararlas con la de la estación más cercana (Damas).

Para su aplicación en futuros proyectos de infraestructura dentro de un ASP, se recomienda la revisión de los distintos sistemas de evaluación, puesto que, como se explicó anteriormente, en esta investigación se incluyeron únicamente las estrategias atinentes a la EG&CV_PNMA-SPR, y su aplicabilidad (así como la de aquellas estrategias no contempladas en este proyecto) están directamente relacionadas con las características propias de cada intervención.

Se recomienda la conformación de un equipo multidisciplinario que permita el desarrollo y optimización del proyecto, a través de los principios del diseño integrado, estableciendo un balance entre los aspectos sociales, económicos y ambientales de la intervención propuesta.

Se debe mejorar el acceso al sitio de proyecto, pues actualmente el ingreso se logra a través de un camino de tierra, intransitable en la época lluviosa, y el cual no posee las condiciones mínimas de seguridad vial, para su uso como vía de comunicación.

Es necesario mejorar las condiciones de seguridad, tanto para los funcionarios, como para los visitantes al sector de Playa Rey, pues actualmente, la ausencia de una infraestructura adecuada y permanente ha contribuido al aumento de inseguridad e la zona y su uso para el tráfico de drogas.

Se deben realizar los estudios preliminares pertinentes, antes de desarrollar el diseño definitivo del proyecto, tales como: estudio de capacidad de soporte del suelo, prueba de permeabilidad y el levantamiento topográfico del sitio.

Se deben tramitar los permisos necesarios para vertido de las aguas residuales al río Naranjo.

Se recomienda realizar un análisis climático de la edificación y una simulación energética, por medio de un software especializado, con el fin de optimizar el desempeño del sistema eléctrico y los componentes del diseño bioclimático en cuanto a ventilación e iluminación natural.

Se recomienda incorporar a los vecinos de la zona, con el fin aplacar el descontento provocado por la expropiación que dio origen a Playa Rey, como una extensión del PNMA y generar un ambiente inclusivo y colaborativo; a través de programas de capacitación y participación ciudadana con temas relacionados al desarrollo sostenible, como el reciclaje, la agricultura sostenible y el comercio justo.

Se recomienda gestionar la conexión de las instalaciones a la red pública de electricidad; esto permitiría reducir el costo del sistema fotovoltaico, ya que el sistema pasaría a funcionar con un respaldo de la red de distribución, eliminando la necesidad de almacenar la energía en bancos de baterías, los cuales, además de su costo significativo, generan residuos peligrosos al final de su vida útil.

Referencias

1. Acuña, D. (2007). Análisis de la metodología de evaluación de edificios sostenibles LEED para su aplicación en Costa Rica. Trabajo final de graduación para obtener el grado de licenciado en Ingeniería Civil. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
2. ASHRAE. (2010). ANSI / ASHRAE Standard 55 – 2010: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Georgia, Estados Unidos. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
3. ASHRAE. (2010). ANSI / ASHRAE Standard 62.1 – 2010: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. Georgia, Estados Unidos. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
4. California Air Resources Board (ARB). (2008). Suggested Control Measure for Architectural Coatings. California, Estados Unidos. California Air Resources Board (ARB)
5. California Department of Public Health. (2010). Standard method for the testing and evaluation of volatile organic chemical emissions from indoor sources using environmental chambers version 1.1. California, Estados Unidos. California Department of Public Health.
6. California Energy Commission. (2003). Windows and offices: a study of office worker performance and the indoor environment. California, Estados Unidos. California Energy Commission.

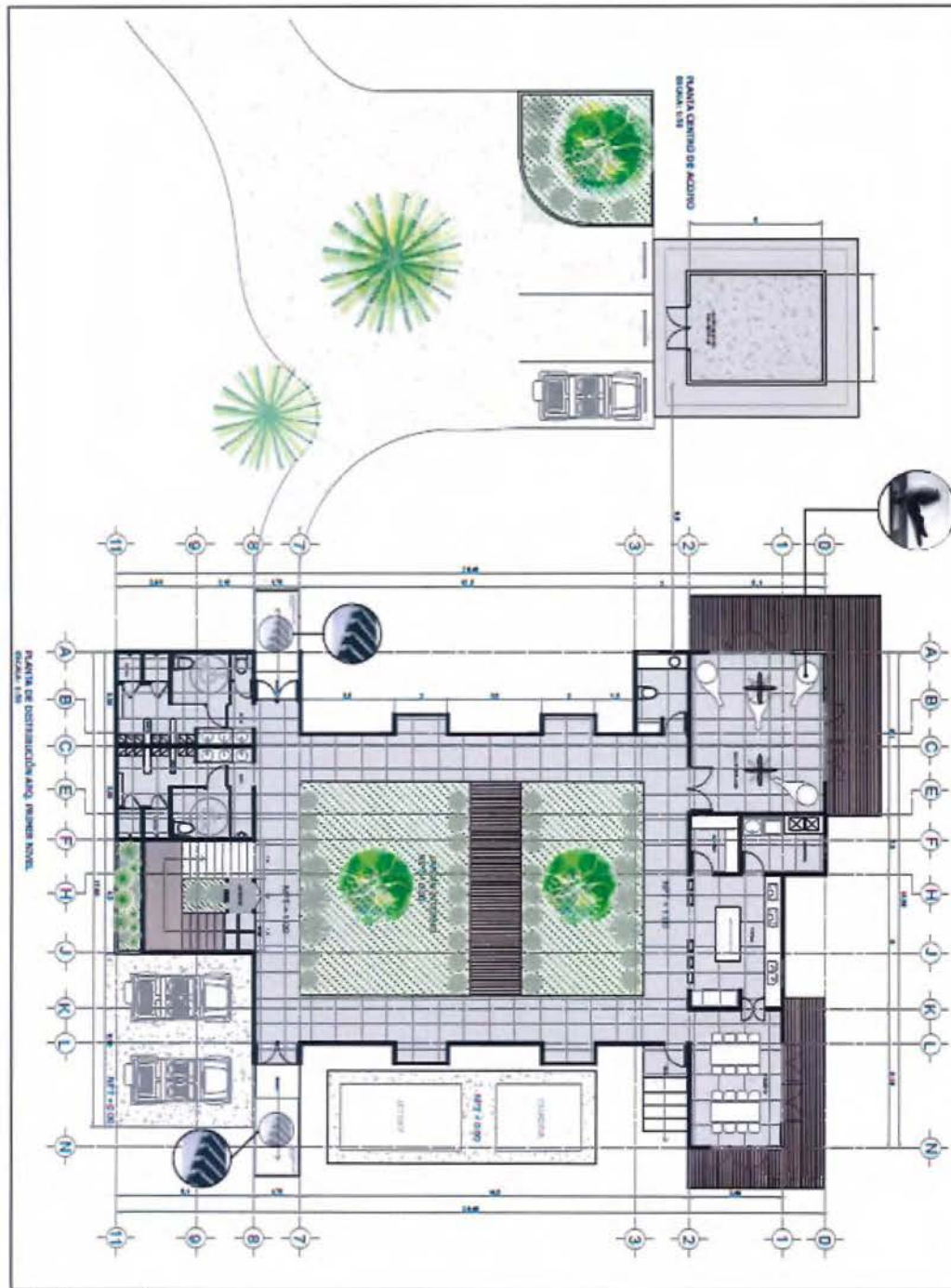
7. Castro, C. (2012). Estrategia para certificar en operaciones y mantenimiento el edificio de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica mediante el sistema de evaluación LEED-EB: O&M. Trabajo final de graduación para obtener el grado de licenciado en Ingeniería Civil. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
8. Castro, V. (1987). Radiación Solar Global en Costa Rica. San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería – Instituto Meteorológico Nacional.
9. Instituto de Arquitectura Tropical. (2017). Requisitos para edificaciones sostenibles en el trópico RESET. INTE 06- 12-01: 2014/Enm 1: 2017. San José, Costa Rica. Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica.
10. International Well Building Institute. (2017). The WELL building standard v1 wht January 2017 addenda. Washington D.C., Estados Unidos. International Well Building Institute.
11. Kibert, C. (2008). Sustainable construction: green building design and delivery. Segunda edición. New Jersey, E.E.U.U.: John Wiley & Sons.
12. Lazos, A. (2005). Propuesta de desarrollo de Playa El Rey – Parque Nacional Manuel Antonio – Quepos. San José, Costa Rica. Programa de Voluntariado. Universidad de Costa Rica.
13. Living Building Institute. (2016). Living Building Challenge 3.1 A visionary path to a regenerative future. Seattle, Estados Unidos. Living Building Institute – Cascadia Green Building Council.

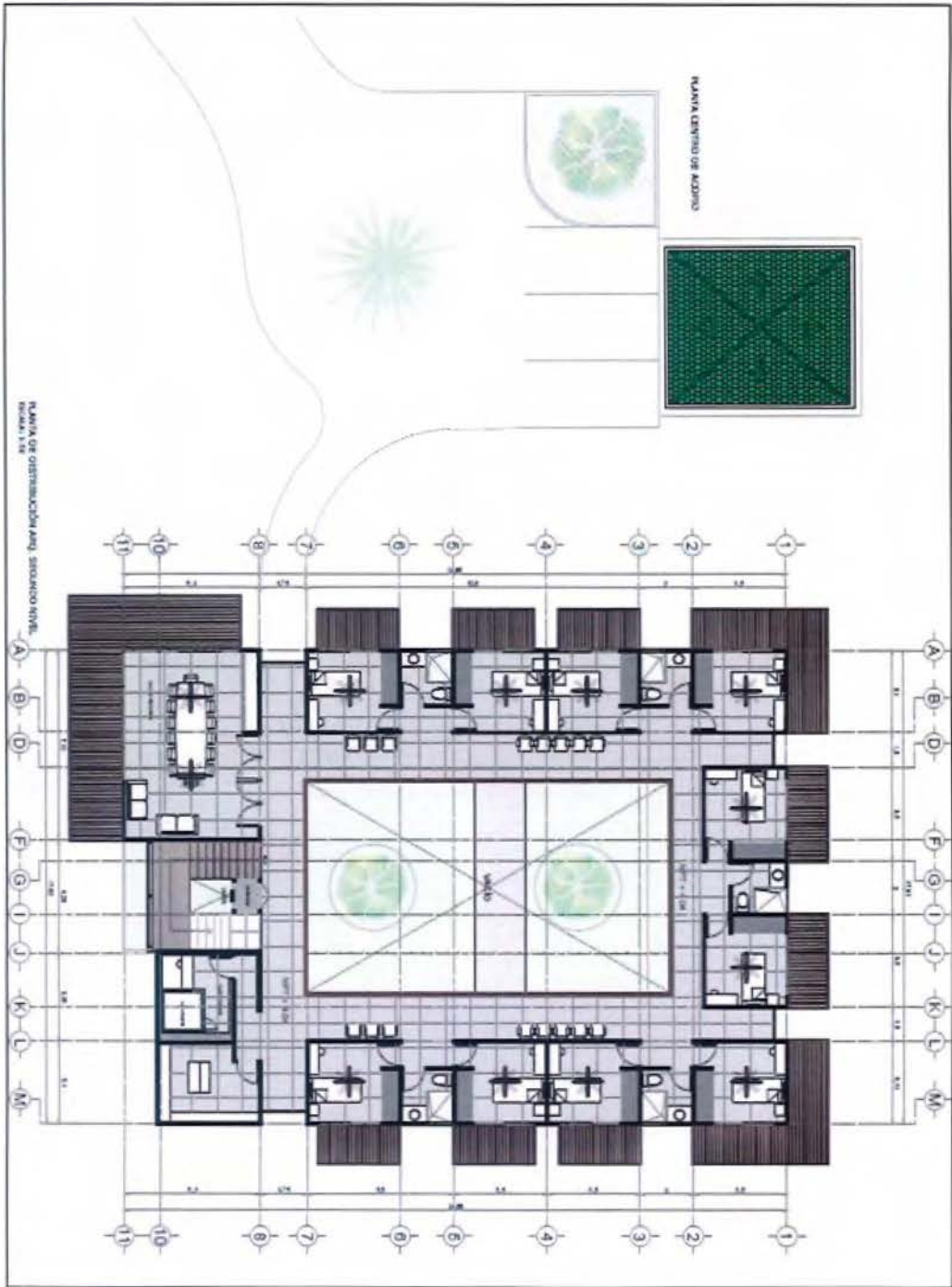
14. Meza, R. (2008). Implementación del sistema de evaluación LEED-NC V2.2 en empresas consultoras de ingeniería y arquitectura en Costa Rica. Trabajo final de graduación para obtener el grado de licenciado en Ingeniería Civil. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
15. MINAE. (2015). Contribución prevista y determinada a nivel nacional de Costa Rica. San José, Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía.
16. Ministerio de Hacienda. (2015). Manual de valores base unitarios por tipología constructiva. San José, Costa Rica. Ministerio de Hacienda.
17. Murillo, G. (2014). Estrategia para certificar la operación y mantenimiento del Edificio de la Municipalidad de Heredia mediante el sistema de evaluación LEED-EB: O&M v4. Trabajo final de graduación para obtener el grado de licenciada en Ingeniería Ambiental. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
18. Quirós, V. (2014). Análisis comparativo del sistema de evaluación medioambiental de construcción LEED NC 2009 y la norma costarricense para las edificaciones sostenibles en el trópico RESET y su aplicación en Costa Rica. Trabajo final de graduación para obtener el grado de licenciado en Ingeniería Civil. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
19. Robinson, M et al. (2013). Diagnóstico del cantón de Aguirre. San José, Costa Rica. Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos.
20. Stagno, B & Ugarte, J. (2006). Ciudades tropicales sostenibles – pistas para su diseño. San José, Costa Rica. Instituto de Arquitectura Tropical.
21. Stagno, B. (1999). An architect in the tropics. Ampang, Malasia. Asia Design Forum Publications.

22. United States Green Building Council. (2014). LEED for New Construction: Building Design & Construction, Reference Guide. Washington, E.E.U.U.: USGBC.
23. Villalobos, R et al. (2014). Descripción del clima – cantón de Aguirre. San José, Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía – Instituto Meteorológico Nacional.
24. Woolley, T. (1997). Green building handbook: a guide to building products and their impact on the environment. Volumen 1. New York, E.E.U.U.: Taylor & Francis.
25. Woolley, T. (2000). Green building handbook: a guide to building products and their impact on the environment. Volumen 2. New York, E.E.U.U.: Taylor & Francis.

Anexos

Anexo 1. Planos de anteproyecto







ELEVACION LATERAL, IZQUIERDA



ELEVACION FRONTAL

Anexo 2. Planes de gestión

PLAN DE CONTROL DE EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

Información del sitio de construcción

Nombre de proyecto: Casa de Guarda parques y Centro de Visitantes Parque Nacional Manuel Antonio, Sector Playa Rey.

- **Ubicación geográfica:**

Provincia: Puntarenas

Cantón: Quepos

Distrito: Quepos

Otras señas: Playa Rey

Información sobre el tipo y tamaño de la construcción

Tipo de construcción: Habitacional/ turística

Descripción: Casa de guarda parques y centro de visitación

Área del lote:

Área de huella constructiva:

Área interior:

Área de parqueos:

Área total de construcción:

Fechas de construcción

Fecha Inicio de Construcción: Por definir

Fecha estimada de Conclusión de Construcción: Por definir

Cronograma de actividades constructivas pertinentes al plan

Actividad	Fecha según cronograma
Trazado	
Construcción e instalación de barreras y trampas contra la sedimentación	
Construcción de cama de piedras para limpieza de camiones	
Procedimiento para transporte de material fuera del sitio	Periódico
Nivelación inicial y limpieza del sitio	
Remoción y apilamiento de capa vegetal	
Remoción y apilamiento de suelo de excavación para cimientos	
Acondicionamiento de zona para apilamiento y protección de agregados	
Mantenimiento de barreras de control de erosión	Semanal
Apilamiento y protección del material de relleno	
Disposición de sobrantes (agregados y material de relleno)	
Reutilización de la capa vegetal	
Paisajismo y jardinería	

Objetivos y alcance del plan

El plan busca identificar y reducir el impacto ambiental ocasionado por el desarrollo del proceso constructivo.

Las medidas deben ser implementadas **ANTES** y **DURANTE** el tiempo de construcción, particularmente antes del inicio del movimiento de tierras.

El plan reduce el impacto de la sedimentación durante la construcción, debida al flujo de escorrentía y la erosión por viento; sobre los sistemas de alcantarillado y los cuerpos de agua, así como la contaminación del aire por partículas en suspensión.

Las medidas de este plan deben mantenerse en funcionamiento y en buen estado durante todo el proceso constructivo, y una vez terminada la construcción, todas las áreas perturbadas serán estabilizadas.

Medidas de control de erosión y sedimentación

1. Barreras contra la sedimentación (*silt fence*)

El objetivo de esta medida es impedir (o limitar) el transporte de sedimentos fuera de los límites de la obra. Funcionan reduciendo la velocidad de la escorrentía y filtrando el flujo de manera que las partículas de sedimento se mantengan dentro del sitio de proyecto.

El material para la fabricación de las barreras de sedimentación será un geotextil no tejido como el T-1700 o T-2100 de Mexichem, o un producto equivalente. Su mantenimiento será semanal o después de cada evento importante de lluvias.

El proceso de construcción es el siguiente: en la parte inferior, se excava una pequeña trinchera de 15 cm de profundidad, se extiende el geotextil sobre ésta, se coloca una capa de piedra cuarta o lastre y suelo sobre ésta, de forma que el tejido quede tenso y no sea levantado por el flujo de agua.

Trampas contra la sedimentación

Esta estrategia busca evitar que los sedimentos procedentes del movimiento de tierras del proyecto lleguen a los tragantes del alcantarillado pluvial, evitando así atascamientos y posibles problemas de inundaciones futuras.

Se debe colocar alrededor de los tragantes del sistema de alcantarillado pluvial cercanos al proyecto y donde la pendiente favorezca el flujo de sedimentos hacia ellos. El geotextil por utilizar deberá ser el NT-2000 de Mexichem o similar.

Su forma depende del tipo de tragante existente en el sitio. Los dos casos principales son los siguientes:

- a. Rejillas horizontales ubicadas sobre la calle o el caño: se coloca geotextil tejido envolviendo la parte inferior de la rejilla, fijando los extremos mediante una regla de madera de al menos 1" x 2".
- b. Aberturas verticales en el bordillo o cordón de caño: se fabrican "sacos" con geotextil tejido que se rellenan con piedra cuarta; posteriormente, se colocan alrededor de la entrada del tragante en forma de semicírculo, formando así una "pared filtrante".

Protección de la capa vegetal

Se busca evitar la contaminación de la materia orgánica que dificulten o impidan su uso posterior en aplicaciones no constructivas. Se debe designar, con anterioridad al inicio del movimiento de tierras, un espacio adecuado para el apilamiento del material. Dicho espacio debe permanecer limpio y seco, lejos de cualquier contaminante como aceites, residuos de construcción o combustibles y debe permitir el confinamiento del material, por ejemplo, colocando madera de formaleta o bloques de concreto, como paredes temporales, también se puede colocar plástico de construcción como piso. El material debe permanecer totalmente cubierto, para evitar su contaminación, erosión y sedimentación.

Protección de los agregados

Se busca evitar la erosión y sedimentación de los agregados dentro y fuera del sitio de proyecto. Se debe designar, con anterioridad al inicio del movimiento de tierras, un espacio adecuado para el apilamiento de del material. Dicho espacio debe permanecer limpio y seco, lejos de cualquier contaminante como aceites, residuos de construcción o combustibles y debe permitir el confinamiento del material, por ejemplo, colocando madera de formaleta o bloques de concreto como paredes temporales, también se puede colocar plástico de construcción como piso.

El material debe permanecer totalmente cubierto para evitar la contaminación, la erosión y la sedimentación del mismo

Control del polvo.

Las posibles fuentes de polvo se mantendrán húmedas, cubiertas y lejos de fuentes de viento. El material proveniente del movimiento de tierras se trasladará en camiones cubiertos por una lona impermeable, y deben cubrirse dentro del sitio de proyecto. Los baldes de la maquinaria utilizada para el movimiento de tierras deben ser humedecidos con agua.

Transporte de material

Se busca evitar el transporte de sedimentos fuera del sitio de proyecto, mediante la remoción mecánica de partículas al girar las llantas de los vehículos sobre un lecho de grava y el lavado de las llantas de los vehículos que salen de la obra. Las dimensiones de la cama de grava son 15.25 m de longitud por 6 metros de ancho.

El procedimiento constructivo consiste en la excavación de una trinchera de 20 cm de profundidad cuyo fondo se recubre con geotextil tejido. Sobre el geotextil se coloca una capa de 5 cm de lastre sobre la cual se coloca otra capa de 15 cm de piedra segunda.

Esta estrategia se complementa lavando las llantas de los vehículos con una manguera, para asegurar que los sedimentos no abandonen el sitio de construcción. Se debe exigir que la maquinaria que entra y sale del sitio de proyecto no tenga fugas de aceite u otros contaminantes.

Protección de árboles

Se deben proteger los árboles que se conservarán en el sitio, con el fin de evitar que sufran daños por golpes de maquinaria u otros componentes. Se debe crear una barrera perimetral con malla de protección, formando un radio de al menos 1.5 metros. Dentro de este perímetro no se permitirá el almacenamiento de materiales.

Mantenimiento periódico y seguimiento

Se debe establecer un encargado de dar seguimiento y establecer una rutina de mantenimiento para todas las medidas anteriormente establecidas. En caso de requerirse modificaciones, o una ampliación del alcance del proyecto, las medidas adicionales deben seguir los lineamientos de este plan.

Informes de inspección

Después de cada inspección de mantenimiento periódico, el encargado deberá presentar al SINAC un informe con las siguientes características:

- Fecha y hora del informe.
- Condiciones climatológicas al momento de la visita.
- Diagnóstico de cada una de las medidas control de erosión y sedimentación.
- Solución de problemas (en caso de haberlos)
- Fecha del próximo informe.
- Registro fotográfico de cada medida.

Capacitación

Se deben llevar a cabo sesiones de inducción y concientización con todos los trabajadores de la obra, antes y durante la obra, recalcando la importancia de cumplir con las medidas de este plan.

El encargado presentará periódicamente los resultados del informe, resaltando los buenos resultados y buscando soluciones conjuntas para posibles problemas o incumplimientos del plan.

Al final de la obra se realizará una reunión de cierre, donde se expondrán los resultados y los impactos positivos de la implementación de este plan.

Todas las capacitaciones y reuniones serán documentadas con una lista de asistencia, una minuta y un registro fotográfico.

PLAN DE GESTIÓN PARA ESCOGENCIA DE MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN

Información del sitio de construcción

Nombre de proyecto: Casa de Guarda parques y Centro de Visitantes Parque Nacional Manuel Antonio, Sector Playa Rey.

- Ubicación geográfica:

Provincia: Puntarenas

Cantón: Quepos

Distrito: Quepos

Otras señas: Playa Rey

Información sobre el tipo y tamaño de la construcción

Tipo de construcción: Habitacional/ turística

Descripción: Casa de guarda parques y centro de visitación

Área del lote:

Área de huella constructiva:

Área interior:

Área de parqueos:

Área total de construcción:

Fechas de construcción

Fecha Inicio de Construcción: Por definir

Fecha estimada de Conclusión de Construcción: Por definir

Objetivos y alcance del plan

El plan busca enunciar lineamientos para la escogencia de materiales de construcción, de acuerdo con criterios de sostenibilidad extraídos de estándares de construcción verde como LEED, LBC y RESET. Las medidas deben ser implementadas **ANTES y DURANTE** el tiempo de construcción.

El plan reduce el impacto ambiental provocado por la inclusión, en proyecto, de los materiales de construcción, poniendo especial atención a su proceso de extracción, fabricación, transporte y disposición final.

Medidas del plan de gestión

Consideraciones de diseño

Protección y acabado de materiales expuestos

Incorporar estrategias para proteger debidamente partes expuestas del edificio y materiales que disminuyen la frecuencia de cambio, , incluyendo una selección basada en durabilidad y tratamientos resistentes al intemperismo.

Al menos el 30% del área de los componentes con acabado son de bajo mantenimiento y fácil limpieza, de acuerdo con los lineamientos del punto anterior.

Escogencia de materiales

Materiales regionales

El proyecto debe incorporar soluciones basadas en el lugar y contribuir a la expansión de una economía regional, apoyada en prácticas, productos y servicios sostenibles.

La ubicación del fabricante para materiales y servicios debe cumplir con las siguientes restricciones:

- El 20% o más del presupuesto de materiales de construcción debe provenir de dentro de los 500 kilómetros del sitio de construcción.

- Un 30% adicional del presupuesto de materiales de construcción debe venir de dentro de 1000 kilómetros del sitio de construcción o más cerca.
- Un 25% adicional del presupuesto de materiales de construcción debe venir de dentro de 5000 kilómetros del sitio de construcción.
- El 25% de los materiales pueden obtenerse de cualquier lugar.

Materiales con contenido de reciclados y declaraciones ambientales

Se debe dar prioridad a materiales con contenidos de reciclaje pre-consumo y post consumo; sobre materiales fabricados con materia prima virgen. Este criterio no debe afectar la calidad o de especificación técnica, para el material en cuestión.

Para los productos con declaraciones ambientales, lograr una o más de las siguientes opciones

- Declaración de Producto Ambiental (EPD, por sus siglas en inglés)

Utilizar productos que permanecerán permanentemente instalados de al menos cinco fabricantes diferentes, que cumplan uno de los criterios de divulgación que figuran a continuación.

- Declaración específica del producto: productos con una evaluación del ciclo de vida, revisada críticamente conforme al ISO 14044 que tengan al menos un alcance de la cuna a la puerta.
- Declaraciones ambientales de productos, que cumplan con las normas ISO 14025, 14040, 14044 y EN 15804 o ISO 21930 y tienen al menos un alcance de la cuna a la puerta:
 - Productos EPD de carácter industrial (genéricos).
 - Producto específico tipo III EPD.
- Programa aprobado por el USGBC - Productos que cumplan con otros marcos de declaración de productos ambientales aprobados por el USGBC.
- En el caso de la madera, el 100% debe estar certificada con las normas de etiquetado *Forest Stewardship Council* (FSC por sus siglas en inglés), de fuentes recuperadas o de la cosecha intencional de madera in situ.

- Para la piedra, los equipos de proyecto deben abogar por las canteras y / o los fabricantes de todos los productos de piedra de dimensión utilizados dentro del proyecto bajo la certificación del estándar Natural Stone Council (NSC, por sus siglas en inglés) 373.

Divulgación y optimización del producto

Utilizar productos de construcción; para al menos el 25%, por costo, del valor total de los productos permanentemente instalados en el proyecto que:

- Proceden de fabricantes que participan en programas validados y sólidos de seguridad, salud, y riesgo que, como mínimo, documentan al menos el 99% (en peso) de los ingredientes utilizados para fabricar el producto de construcción o material de construcción;
- Son procedentes de fabricantes con verificación independiente de terceros de su cadena de suministro que, como mínimo, verifica:
 - Existen procesos para comunicar y priorizar de forma transparente los ingredientes químicos a lo largo de la cadena de suministro de acuerdo con la información disponible sobre riesgo, exposición y uso para identificar aquellos que requieren una evaluación más detallada
 - Existen procesos para identificar, documentar y comunicar información sobre la salud, la seguridad y las características ambientales de los ingredientes químicos.
 - Existen procesos para implementar medidas para administrar la salud, seguridad y riesgo medioambiental y riesgo de ingredientes químicos
 - Se han establecido procesos para optimizar la salud, la seguridad y los impactos.
 - Diseñan y mejoran los ingredientes químicos
 - Existen procesos para comunicar, recibir y evaluar la información sobre la inocuidad de los ingredientes químicos y la administración a lo largo de la cadena de suministro

- La información de seguridad y administración sobre los ingredientes químicos está disponible públicamente en todos los puntos a lo largo de la cadena de suministro.

Seguimiento

Se debe definir un encargado de establecer una rutina de seguimiento, para todas las medidas anteriormente establecidas. En caso de requerirse modificaciones, o una ampliación del alcance del proyecto, las medidas adicionales deben seguir los lineamientos de este plan.

Informes de inspección

Después de cada inspección periódica, el encargado deberá presentar al SINAC un informe con las siguientes características:

- Fecha y hora del informe.
- Principales hallazgos.
- Solución de problemas (en caso de haberlos)
- Fecha del próximo informe.
- Registro fotográfico de cada medida.

Capacitación

Se deben llevar a cabo sesiones de inducción y concientización con todos los trabajadores de la obra, antes y durante la obra, recalcando la importancia de cumplir con las medidas de este plan.

El encargado presentará periódicamente los resultados del informe, resaltando los buenos resultados y buscando soluciones conjuntas para posibles problemas o incumplimientos del plan.

Al final de la obra se realizará una reunión de cierre donde se expondrán los resultados y los impactos positivos de la implementación de este plan. Todas las capacitaciones y reuniones serán documentadas con una lista de asistencia, una minuta y un registro fotográfico.

PLAN PARA LA ADECUADA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN

Información del sitio de construcción

Nombre de proyecto: Casa de Guarda parques y Centro de Visitantes Parque Nacional Manuel Antonio, Sector Playa Rey.

- **Ubicación geográfica:**

Provincia: Puntarenas

Cantón: Quepos

Distrito: Quepos

Otras señas: Playa Rey

Información sobre el tipo y tamaño de la construcción

Tipo de construcción: Habitacional/ turística

Descripción: Casa de guarda parques y centro de visitación

Área del lote:

Área de huella constructiva:

Área interior:

Área de parqueos:

Área total de construcción:

Fechas de construcción

Fecha Inicio de Construcción: Por definir

Fecha estimada de Conclusión de Construcción: Por definir

Objetivos y alcance del plan

El plan busca identificar, separar y disponer adecuadamente, los principales residuos, producto del proceso constructivo de la edificación.

El plan reduce el impacto ambiental provocado por la inclusión, en proyecto, de los materiales de construcción, poniendo especial atención a su proceso de extracción, fabricación, transporte y disposición final.

Medidas del plan de gestión

El equipo del proyecto debe esforzarse por reducir o eliminar la producción de desechos durante el diseño, la construcción, la operación y el final de la vida, con el fin de conservar los recursos naturales y encontrar formas de integrar los residuos en un circuito industrial o en un circuito natural de nutrientes (LBC, 2015).

Residuos por gestionar

El proyecto debe gestionar los residuos provenientes de los materiales no peligrosos de la construcción. Los principales son los siguientes:

Material	Disposición	Materiales admitidos (limpios y secos)
Papel y cartón	reciclaje	papel, cartón, bolsas de cemento, periódico
Acero	reciclaje	sobrantes de varillas y mallas electrosoldadas
Aluminio	reciclaje	latas limpias y secas
Cobre	reciclaje	sobrantes de cables eléctricos sin cubierta, tubería y accesorios de cobre
Hierro	reciclaje	sobrantes de tubos estructurales y alambres de hierro
Plástico	reciclaje	envases plásticos
Vidrio	reciclaje	recipientes, envases y cristales, SIN pulverizar
Suelo	relleno	material de relleno
Escombros	relleno	material de relleno
Madera	desfibrado/usado como combustible	tarimas, reglas y tablas de formaleta

Desvío de residuos

Durante la construcción, el equipo del proyecto debe desviar residuos a los siguientes niveles (porcentajes por peso o volumen):

Material	Porcentaje mínimo por ser desviado
Metal	99%
Papel y cartón	99%
Suelo y biomasa	100%
Espuma rígida, alfombras y aislamiento	95%
Todos los demás – promedio ponderado combinado	90%

Área para disposición de residuos

El espacio dedicado al acopio de los residuos de construcción debe tener características mínimas que se presentan a continuación:

- El tamaño del espacio debe ser suficiente para almacenar la cantidad de residuos generados por el proyecto. Este dependerá del tamaño de la obra, su complejidad y la frecuencia de recolección.
- El espacio debe ser accesible para todos los trabajadores, deberá estar rotulado adecuadamente y tener contenedores que se ajuste a las dimensiones del material a almacenar.
- El centro de acopio debe estar techado y aislado del suelo, de manera que no haya posibilidad de que la humedad, o cualquier otro factor contaminante afecte la calidad de los residuos.

Recolección, transporte y disposición final

Cada vez que se recoja un contenedor, el encargado del proyecto debe recibir documentación que contenga el peso o volumen de residuos retirados y cuál será su disposición final. Los camiones utilizados para la recolección deberán ser cargados y cubiertos dentro del perímetro de la construcción.

Seguimiento

Se debe definir un encargado de establecer una rutina de seguimiento para todas las medidas anteriormente establecidas. En caso de requerirse modificaciones, o una ampliación del alcance del proyecto, las medidas adicionales deben seguir los lineamientos de este plan.

Informes de inspección

Después de cada inspección periódica, el encargado deberá presentar al SINAC un informe con las siguientes características:

- Fecha y hora del informe.
- Condiciones climatológicas al momento de la visita.
- Diagnóstico de cada una de las medidas control de erosión y sedimentación.
- Solución de problemas (en caso de haberlos)
- Fecha del próximo informe.
- Registro fotográfico de cada medida.

Capacitación

Se deben llevar a cabo sesiones de inducción y concientización, con todos los trabajadores de la obra, antes y durante la obra, recalcando la importancia de cumplir con las medidas de este plan.

El encargado presentará periódicamente los resultados del informe, resaltando los buenos resultados y buscando soluciones conjuntas para posibles problemas o incumplimientos del plan.

Al final de la obra se realizará una reunión de cierre, donde se expondrán los resultados y los impactos positivos de la implementación de este plan. Todas las capacitaciones y reuniones serán documentadas con una lista de asistencia, una minuta y un registro fotográfico.

Anexo 3. Lista de verificación para estrategias de sostenibilidad.

ÁREA DE EVALUACIÓN	CRITERIO DE SOSTENIBILIDAD	ACCIONES POR REALIZAR	APLICABILIDAD		NORMATIVA DE REFERENCIA
			SI	NO	
UBICACIÓN Y TRANSPORTE	Límites de crecimiento	Construir el proyecto en un terreno previamente desarrollado			LEED LT-CRE_1 / LBC_IMP1 / RESET OBJ_5_CRI2
		Respetar los retiros de ley a cuerpos de agua	REQUERIDO		
	Instalaciones para bicicletas	Proporcionar estacionamiento seguro para bicicletas			LEED LT-CRE_1 /WELL AF- OPT 69
		Proporcionar duchas y cambiadores para los usuarios que se transportan en bicicleta			
		Proporcionar casilleros para los usuarios que se transportan en bicicleta			
	Estacionamientos	No superar la cantidad mínima de espacios de estacionamiento solicitados por la legislación local			LEED LT-CRE_6 / LEED LT-CRE_1 / RESET_OBJ 7-CRI 21-22-23
		Proporcionar espacios preferenciales para vehículos de baja emisión (eléctricos, híbridos, hidrógeno)			
	Estilo de vida impulsado por el ser humano	Promover y facilitar a los usuarios el uso del transporte público			LBC_IMP 4 / RESET_OBJ 7-CRI 24
		Promover estrategias de movilidad inteligente como teletrabajo y carpooling			
		Promover y facilitar la movilidad peatonal mediante infraestructura adecuada (aceras, iluminación, bebederos)			
Promover el uso de escaleras en lugar de ascensores					
Seguridad y disuasión del vandalismo	Contar con más de un 35 % de visibilidad en las fachadas perimetrales			LBC_IMP 4 / RESET_OBJ 6-CRI 11-12	

ÁREA DE EVALUACIÓN	CRITERIO DE SOSTENIBILIDAD	ACCIONES POR REALIZAR	APLICABILIDAD		NORMATIVA DE REFERENCIA
			SI	NO	
SITIO SOSTENIBLE	Control de erosión y sedimentación	Crear e implementar un plan de control de erosión y sedimentación durante el proceso constructivo	REQUERIDO		LEED SS-PRE_1 / RESET OBJ_11_CRI 5-6-7
		Crear e implementar un plan de control de erosión y sedimentación para ampliaciones y remodelaciones	REQUERIDO		
	Protección del hábitat	El diseño debe intentar la máxima reducción posible de la huella constructiva			LEED SS-CRE_2 / LEED SS-CRE_3 / RESET OBJ_11_CRI 1-2-3-4 / RESET OBJ_12_CRI 8-9-10-12-13 / RESET OBJ_14_CRI 18
		Reutilizar el suelo orgánico dentro del diseño paisajístico del sitio			
		Inclusión de plantas nativas o adaptadas en el diseño paisajístico	REQUERIDO		
	Reducción del efecto de isla de calor	Utilización de materiales con SRI de al menos 78 para techos y superficies expuestas a la radiación solar			LEED SS-CRE_5
		Utilización de árboles y arbustos que proporcionen sombra en las áreas no techadas			
		Incluir techos y fachadas vegetadas			
	Acceso universal a la naturaleza	El diseño no bloquea el acceso a la naturaleza, para ninguno de los usuarios ni los vecinos			LBC_IMP 16
		Se brinda acceso inclusivo al edificio y los senderos	REQUERIDO		

ÁREA DE EVALUACIÓN	CRITERIO DE SOSTENIBILIDAD	ACCIONES POR REALIZAR	APLICABILIDAD		NORMATIVA DE REFERENCIA
			SI	NO	
USO EFICIENTE DEL AGUA	Calidad del agua	Cumplir con los requerimientos del Reglamento para la calidad del agua potable	REQUERIDO		LBC-IMP_5
	Reducción del consumo del agua exterior	Diseño paisajístico, que reduzca o elimine por completo el riego	REQUERIDO		LEED WE-PRE_1 / LEED WE-CRE_1
	Reducción del consumo de agua potable en el interior de la edificación	Instalación de accesorios de plomería eficientes (inodoros y mingitorios de bajo consumo, aireadores para lavamanos, fregaderos y duchas)	REQUERIDO		LEED WE-PRE_2 / LEED WE-CRE_2 / RESET-OBJ 17_CRI 3-4
		Cosecha de agua pluvial para uso en inodoros			
	Medición de consumos	Instalación de medidores de agua por sectores, para identificar consumos anormales			LEED WE-PRE_3 / LEED WE-CRE_4 / RESET-OBJ 17_CRI 5 / LBC-IMP_5
		Desarrollar en implementar estrategias de ahorro en el consumo de agua potable	REQUERIDO		
	Tratamiento de aguas residuales	Instalación de sistemas de tratamiento avanzado para mejorar la calidad del efluente			RESET-OBJ 17_CRI 1-2 / RESET-OBJ 14_CRI 19 / RESET-OBJ 18_CRI 6-9-10-11 / LBC-IMP_5
Manejo de aguas pluviales	Canalización adecuada de las aguas pluviales para su entrega a un cuerpo de agua recepto o irrigación			RESET-OBJ 18_CRI 12-13 / LBC-IMP_5	

ÁREA DE EVALUACIÓN	CRITERIO DE SOSTENIBILIDAD	ACCIONES POR REALIZAR	APLICABILIDAD		NORMATIVA DE REFERENCIA
			SI	NO	
ENERGÍA	Comisionamiento	Supervisar la puesta en marcha del sistema eléctrico, para garantizar que su funcionamiento corresponda con el propuesto en el diseño			LEED EA-PRE_1 / LEED EA-CRE_1
	Medición de consumos	Establecer puntos de medición por sectores para identificar consumos excesivos			LEED EA-PRE_3 / LEED EA-CRE_3
		Establecer estrategias para reducción del consumo de electricidad			
	Gestión de refrigerantes	No utilizar refrigerantes en el edificio			LEED EA-PRE_4 / LEED EA-CRE_6
	Producción de energía renovable	Generar energía con fuentes renovables y limpias, como la energía solar			LEED EA-CRE_5 / RESET-OBJ 20_CRI 1-2-3 / LBC-IMP_6
	Reducción del consumo	Utilizar luminarias de bajo consumo y equipos con certificaciones de eficiencia energética			RESET-OBJ 21_CRI 4-5-6-8
		Fomentar el ahorro energético	REQUERIDO		
Aprovechar la iluminación natural de los espacios					
Iluminación exterior	Utilizar luminarias "total cut off" para evitar la perturbación del ecosistema nocturno			RESET-OBJ 21_CRI 7	

ÁREA DE EVALUACIÓN	CRITERIO DE SOSTENIBILIDAD	ACCIONES POR REALIZAR	APLICABILIDAD		NORMATIVA DE REFERENCIA
			SI	NO	
MATERIALES Y RECURSOS	Recolección y almacenamiento de reciclables	Establecer un plan de gestión para la separación, almacenamiento y disposición final de los residuos generados por los usuarios de la edificación durante su operación			LEED MR-PRE_1 / LEED MR-CRE_8 / RESET-OBJ 15_CRI 4-5 / LBC-IMP_14
		Destinar un espacio accesible, para el acopio de los materiales			
	Gestión de residuos de construcción	Establecer un plan de gestión, para los residuos generados por el proceso constructivo	REQUERIDO		LEED MR-PRE_2 / LEED MR-CRE_1 / RESET-OBJ 15_CRI 1-2-3-6-7-8-9-10-11
		Destinar un espacio accesible, para el acopio de los materiales	REQUERIDO		
	Escogencia de materiales	Elegir materiales de fabricación local			LEED MR-CRE_2 / LEED MR-CRE_3 / RESET-OBJ 8_CRI 4 / RESET-OBJ 16_CRI 12-13-14-15 / LBC-IMP_10 / LBC-IMP_11 / LBC-IMP_12 / LBC-IMP_13 / WELL AF- OPT 97
		Elegir materiales con certificaciones de sostenibilidad (declaraciones ambientales o eco-etiquetado), incluyendo los siguientes aspectos: fabricación local, contenido de reciclados, libre de componentes de la lista roja, huella de carbono incorporada			

ÁREA DE EVALUACIÓN	CRITERIO DE SOSTENIBILIDAD	ACCIONES POR REALIZAR	APLICABILIDAD		NORMATIVA DE REFERENCIA
			SI	NO	
CALIDAD AMBIENTAL	Calidad del aire - ventilación	Permitir una adecuada ventilación natural de los espacios, siguiendo los lineamientos de AASHRAE 62.1-2010 sección 6.4			LEED EQ-PRE_1 / LEED EQ-CRE_3 / WELL AI- PRC 03 / WELL CN- PRC 76 / RESET-OBJ 8_CRI 5-19 / LBC-IMP_8
	Control del humo de tabaco	Prohibición del fumado dentro del edificio y a una distancia no menor a 7,5 m de todas las entradas, ventanas operables y tomas de aire para el edificio	REQUERIDO		LEED EQ-PRE_2 / WELL AI- PRC 02 / LBC-IMP_8
	Ambiente interior saludable	Instalación de sistemas de entrada permanente, de al menos 3 metros de largo en la dirección primaria de desplazamiento, para capturar la suciedad y las partículas que entran al edificio, en los accesos externos usados regularmente			LEED EQ-CRE_1 / WELL AI- PRC 08 / LBC-IMP_8
	Seguridad fundamental de los materiales	Utilizar materiales con baja emisión de VOCs, para productos como pinturas, selladores, barnices y adhesivos, de acuerdo con la normativa atinente			LEED EQ-CRE_2 / WELL AI- PRC 04 / WELL AI- PRC 11 / LBC-IMP_8
		Prohibir el uso de materiales con contenido de asbesto, plomo y mercurio	REQUERIDO		
	Confort térmico	Proporcionar controles individuales de confort térmico, (ventanas operables y ventiladores), para el 100% de los espacios individuales de los ocupantes			LEED EQ-CRE_5 / WELL AI- OPT 19 / WELL CN- OPT 82 / RESET-OBJ 8_CRI 16 / RESET-OBJ 9_CRI 25 / LBC-IMP_7
Proporcionar controles compartidos de confort térmico para espacios comunes					

ÁREA DE EVALUACIÓN	CRITERIO DE SOSTENIBILIDAD	ACCIONES POR REALIZAR	APLICABILIDAD		NORMATIVA DE REFERENCIA
			SI	NO	
CALIDAD AMBIENTAL	Iluminación interior	Para el 100% de los espacios individuales, se proporcionan controles de iluminación individuales, que permiten a los ocupantes ajustar la iluminación, de acuerdo con sus tareas y preferencias individuales, con al menos tres niveles de iluminación o escenas (encendido, apagado, nivel medio)			LEED EQ-CRE_6 / RESET-OBJ 9_CRI 24
	Vistas de calidad y derecho a la luz	Más de un 75% del área ocupada, cuenta con vistas al exterior, permitiendo el acceso a vistas de flora y fauna, el cielo, el movimiento de las olas y las hojas de los árboles en un rango igual o superior a 90°			LEED EQ-CRE_8 / WELL IL- OPT 61 / RESET-OBJ 8_CRI 20
		Más del 75% de la superficie de todos los espacios regularmente ocupados se encuentra a 7,5 m de ventanas con vista			
		Más del 95% de todas las estaciones de trabajo están a 7,5 m de un atrio o una ventana con vistas al exterior			
Control del deslumbramiento	Se colocan parasoles, que evitan el deslumbramiento y la incidencia directa de la luz solar, sobre las superficies internas			WELL IL- PRC 56 / WELL IL- OPT 57 / RESET-OBJ 8_CRI 7-8-9-18	

ÁREA DE EVALUACIÓN	CRITERIO DE SOSTENIBILIDAD	ACCIONES POR REALIZAR	APLICABILIDAD		NORMATIVA DE REFERENCIA
			SI	NO	
CALIDAD AMBIENTAL	Diseño exterior activo	Incorporación de facilidades pedestres, tales como bancas y conjuntos de sillas y mesas móviles, para promocionar la actividad pedestre			WELL AF- OPT 67
	Circulación interior y diseño accesible	La escalera se debe ubicar a una distancia menor a 7,5 m de la entrada del edificio, con un ancho superior a 1,4 m entre los pasamanos (para edificios de dos niveles o más)			WELL AF- PRC 64 / WELL CN- PRC 73
		Incorporar elementos de estética, que fomenten el uso de la escalera en lugar del ascensor			
		Cumplir con los requisitos de la ley de igualdad de oportunidades para personas con discapacidad.	REQUERIDO		
	Control olfativo	Incorporación de puertas de cierre automático, como método de separación para todos los baños, la cocina, y la despensa, evitando que los olores fuertes migren a los espacios de trabajo			WELL CN- OPT 77
Diseño bioclimático	Inclusión de elementos de diseño, como la orientación del edificio, la separación entre la edificación y el suelo, la ventilación cruzada y la iluminación natural			LEED EQ / RESET OBJ 8-9-10 / LBC-IMP_7 / LBC-IMP_8 / LBC-IMP_9	

ÁREA DE EVALUACIÓN	CRITERIO DE SOSTENIBILIDAD	ACCIONES POR REALIZAR	APLICABILIDAD		NORMATIVA DE REFERENCIA
			SI	NO	
CALIDAD AMBIENTAL	Belleza y biofilia	La altura del cielo es proporcional a las dimensiones de la habitación y por ende, brinda una sensación expansiva, cómoda y abierta al espacio interior			WELL MN- PRC 87 / WELL MN- PRC 88 / WELL MN- OPT 99 / WELL MN- OPT 100 / RESET- OBJ 8_CRI 1-2-3-10 / LBC-IMP_9 / LBC-IMP_19
		La edificación incluye funciones destinadas a los siguientes elementos: deleite humano, celebración de la cultura, celebración del espíritu y celebración del lugar			
		Más del 25% del área del sitio del proyecto, cuenta con jardines accesibles a los ocupantes del edificio; que consiste en más de un 70% de plantas, incluyendo copas de los árboles (dentro del 25%)			
	Ventanaje para luz día	En las fachadas, la relación entre la ventana y la pared, medida en elevaciones externas, es superior al 50%			WELL IL- OPT 63
		El 40% del área de la ventana, está a por lo menos 2,1 m por encima del nivel de piso			

ÁREA DE EVALUACIÓN	CRITERIO DE SOSTENIBILIDAD	ACCIONES POR REALIZAR	APLICABILIDAD		NORMATIVA DE REFERENCIA
			SI	NO	
CALIDAD AMBIENTAL	Ventanaje para luz día	Todos los acristalamientos ubicados a más de 2,1 m del suelo, (cristal de luz día) tienen valor de transmitancia visible (VT, por sus siglas en inglés) de 60% o más			
		Todos los acristalamientos ubicados a 2,1 m o menos del suelo, (cristal de visión) se especifica un VT de 50% o más			
	Mobiliario activo y ergonomía	Inclusión de mobiliario ergonómico y activo, por ejemplo, escritorios de altura variable			
SIMBOLOGÍA					
LEED: LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN					
RESET REQUISITOS DE SOSTENIBILIDAD PARA EDIFICACIONES EN EL TRÓPICO					
LBC: LIVING BUILDING CHALLENGE / WELL: WELL STANDARD BUILDING					
CRE: CRÉDITO/ CRI: CRITERIO/ IMP: IMPERATIVO/OBJ: OBJETIVO/ PRC: PRECONDICIÓN/					
PRE: PRERREQUISITO/ OPT: OPTIMIZACIÓN					