

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN EN BÚSQUEDA DE LA
DISMINUCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES BAJO EL MARCO
DEL DESARROLLO SOSTENIBLE, PARA EL PROYECTO DE
CONSTRUCCIÓN PABELLÓN DEPORTIVO PARQUE DE LA PAZ.**

Práctica dirigida sometida a consideración de la Comisión de Evaluación de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Ciencias Ambientales, para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Gestión Ambiental

VIVIANA LEITÓN MADRIGAL

Heredia, Costa Rica

Febrero del 2020

Trabajo de graduación aprobado por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional, para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Gestión Ambiental.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

MSc. Julio Murillo Hernández

Representante Decano de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar

MAP. Igor Zúñiga Garita

Representante de la

Escuela de Ciencias Ambientales

Arq. Andrea Vanessa Coto Martínez

Tutora

M.Sc. María Chaves Villalobos

Lectora

M.Sc. Ing. Henry Alfaro Rojas

Lector

Viviana Leitón Madrigal

Estudiante

RESUMEN

La construcción es una actividad que está estrechamente relacionada con el crecimiento poblacional, siendo esta una acción generadora de impactos ambientales considerables, por lo que, en el marco del desarrollo sostenible, la construcción se desenvuelve basada en una nueva triplete estratégica donde se toma en cuenta el medio ambiente, la sociedad y la economía, a fin de eliminar, reducir o mitigar los impactos.

En el presente trabajo se determinaron las herramientas que conllevan a las buenas prácticas ambientales para el proceso constructivo del proyecto Pabellón Deportivo Parque La Paz desarrollado por el Instituto Costarricense del Deportes y la Recreación, en sus etapas de diseño y construcción.

Para ello, primeramente, se analizó cuáles certificaciones o galardones en función de la construcción sostenible se emplean en el país y si estas eran aplicables a la propuesta de edificación deportiva citada, siendo estas: Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental, Excelencia en el Diseño para Mayores Eficiencias, Requisitos para Edificaciones Sostenibles en el Trópico y el Galardón Programa Bandera Azul Categoría XV Construcción Sostenible. Posteriormente, se determinó que la certificación Requisitos para Edificaciones Sostenibles en el Trópico y el Galardón Programa Bandera Azul Categoría XV Construcción Sostenible eran las que mejor se adaptaban a las necesidades del proyecto y de la Institución, para lo cual se crearon listas de chequeo con los parámetros y medidas a evaluar, con el fin de introducir al proyecto en un proceso de verificación a través de la inclusión transversal de las buenas prácticas ambientales.

Por último, abarcando la fase de diseño para el Galardón de Bandera Azul Ecológica Categoría Construcción Sostenible, se desarrolló la matriz valoración de impactos, donde se plasmaron los cálculos del aporte ambiental para las diferentes medidas de los parámetros. Para la certificación Requisitos para Edificaciones Sostenibles en el Trópico, se desarrolló la matriz de cumplimiento como herramienta de recolección para la evidencia de las medidas solicitadas y a la vez, se indica cuáles, son aplicables tanto para el diseño como para la fase de ejecución y operación de la obra. Todo lo anterior, a modo de guiar las buenas prácticas ambientales para las futuras construcciones en la Institución, se construye una guía para la inclusión de medidas sostenibles en el diseño y construcción de edificaciones deportivas.

Tabla de contenidos

RESUMEN.....	II
Índice de cuadros	v
Índice de figuras.....	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Contexto del proyecto.....	1
1.2. Problemática y justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
2. MARCO CONCEPTUAL.....	5
2.1. Desarrollo sostenible.....	5
2.2. Construcción sostenible.....	5
2.3. Herramientas para la verificación ambiental en la construcción sostenible	6
2.3.1. Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED).....	7
2.3.2. Excelencia en el Diseño para Mayores Eficiencias (EDGE).....	9
2.3.3. Requisitos para Edificaciones Sostenibles en el Trópico (RESET)	10
2.3.4. Programa Bandera Azul Ecológica Categoría XV Construcción Sostenible (PBAE).....	11
2.4. Componentes de las herramientas para la construcción sostenible	12
2.4.1. Estudios preliminares	12
2.4.2. Estudios básicos.....	12
2.4.3. Parámetros ambientales	12
2.4.4. Aspectos ambientales	13
2.5. Medidas ambientales incorporadas en la construcción sostenible	17
2.5.1. Utilización de la energía solar	17
2.5.2. Climatización pasiva.....	17
2.5.3. Recolección de aguas pluviales	17
2.5.4. Registros de consumos	17
2.5.5. Memorias de cálculos	18
2.5.6. Plan de manejo de residuos	18
2.5.7. Reducción de emisiones por transporte	18
2.5.8. Proveer de iluminación natural a la edificación.....	18
2.5.9. Sistema de cimentación	18
2.5.10. Reducción del uso de materiales mediante un diseño eficiente	19
2.5.11. Técnicas de reflexión	19
2.5.12. Crear espacios libres de contaminantes, procurando bienestar y salud.....	19
2.5.13. Técnicas de riego eficiente o aguas tratadas	19
2.5.14. Reforestación, revegetación y restauración.....	19
2.5.15. Establecimiento de las zonas de acceso al proyecto.....	20
2.5.16. Almacenamiento de sustancias peligrosas, materiales y residuos.....	20
2.5.17. Manejo de aguas pluviales	20
2.5.18. Gestión de las aguas residuales	20
2.5.19. Equipo y maquinaria de construcción	21

3. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Objeto de estudio.....	22
3.2. Enfoque de investigación.....	22
3.3. Procedimiento metodológico.....	22
3.3.1. Fase I. Análisis de las posibles certificaciones o galardones ambientales referidos a la construcción sostenible y su proceso como tal.	22
3.3.2. Fase II. Determinación de la certificación en construcción sostenible mejor aplicada y generación de la guía que introduce al proyecto en las buenas prácticas ambientales del proceso de verificación.	24
3.3.3. Fase III. Generación de las herramientas para el proceso de verificación.....	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1. Análisis de construcción sostenible en Costa Rica.....	30
4.1.1. Análisis de datos base sobre tipología de edificaciones sostenibles y herramientas verificadoras	30
4.1.2. Análisis de herramientas verificadoras referidas a construcción sostenible y su proceso como tal	36
4.2. Introducción al proyecto en las buenas prácticas ambientales del proceso de verificación y determinación de la categoría de impacto.	43
4.2.1. Listas de chequeo.....	44
4.2.2. Categoría de impacto para el proyecto Pabellón Deportivo Parque de la Paz.....	59
4.3. Generación de las herramientas para el proceso de verificación.....	61
4.3.1. Desarrollo de matriz “Valoración de impactos” PBAE categoría XV.....	61
4.3.2. Desarrollo de la matriz de cumplimiento RESET.	75
4.3.3. Guía para el diseño y construcción sostenible de edificaciones deportivas.....	81
5. CONCLUSIONES.....	83
6. RECOMENDACIONES.....	85
7. BIBLIOGRAFÍA.....	86
8. ANEXOS.....	95
Anexo 1. Matriz valoración de impactos.....	95
Anexo 2. Hoja de estudios preliminares.....	96
Anexo 4. Oferta de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz dirigida al Instituto Costarricense del Deporte y la Recreación (ICODER).....	99
Anexo 2. Análisis Costo Beneficio incluyendo externalidades ambientales del Proyecto Pabellón Deportivo – ICODER.....	108
9. APÉNDICES.....	116
Apéndice 1. Lista de chequeo para los parámetros del galardón Programa Bandera Azul Ecológica Categoría XV Construcción Sostenible.....	116
Apéndice 2. Listas de chequeo para los parámetros de la certificación RESET.....	117
Apéndice 3. Calculo del requerimiento de paneles solares.....	128
Apéndice 4. Facturación eléctrica sin paneles solares.....	129
Apéndice 5. Facturación eléctrica, ahorro y retorno al instalar el sistema fotovoltaico.....	130
Apéndice 6. Matriz Valoración de Impactos para el Galardón Bandera Azul Ecológica Construcción Sostenible.....	131
Apéndice 6. Herramienta matriz de cumplimiento Requisitos para Edificaciones Sostenibles en el Trópico.....	144
Apéndice 7. Guía para el diseño y construcción sostenible de edificaciones deportivas.....	157

Índice de cuadros

<i>Cuadro 1. Tipo de edificación por categoría.....</i>	<i>8</i>
<i>Cuadro 2. Categoría de impacto.....</i>	<i>25</i>
<i>Cuadro 3. Hoja de Contexto</i>	<i>26</i>
<i>Cuadro 4. Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA).....</i>	<i>36</i>
<i>Cuadro 5. Proceso de certificación para la norma RESET.....</i>	<i>39</i>
<i>Cuadro 6. Proceso de verificación para el Galardón PBAE Construcción Sostenible.....</i>	<i>40</i>
<i>Cuadro 7. Proceso de certificación para la certificación EDGE.....</i>	<i>41</i>
<i>Cuadro 8. Resultados de la lista de chequeo para los parámetros del galardón Programa Bandera Azul Ecológica Categoría XV Construcción sostenible.....</i>	<i>44</i>
<i>Cuadro 9. Resultados de la lista de chequeo aspectos socioeconómicos de RESET.....</i>	<i>49</i>
<i>Cuadro 10. Resultados lista de chequeo entorno y transporte de RESET.....</i>	<i>50</i>
<i>Cuadro 11. Resultados lista de chequeo calidad y bienestar espacial de RESET.....</i>	<i>52</i>
<i>Cuadro 12. Resultados lista de chequeo suelos y paisajismo de RESET.....</i>	<i>54</i>
<i>Cuadro 13. Resultados lista de chequeo materiales de RESET.....</i>	<i>55</i>
<i>Cuadro 14. Lista de chequeo optimización en el uso del agua de RESET</i>	<i>57</i>
<i>Cuadro 15. Lista de chequeo optimización de la energía de RESET</i>	<i>58</i>
<i>Cuadro 16. Hoja de contexto</i>	<i>59</i>
<i>Cuadro 17. Oferta de la CNFL al ICODER para arriendo de techos.</i>	<i>62</i>
<i>Cuadro 18. Resumen de resultados de los cálculos para un sistema fotovoltaico</i>	<i>63</i>
<i>Cuadro 19. Resumen de la facturación del Pabellón Deportivo sin sistema fotovoltaico.....</i>	<i>64</i>
<i>Cuadro 20. Resumen de los resultados de instalar el sistema fotovoltaico al Pabellón Deportivo ..</i>	<i>65</i>
<i>Cuadro 21. Resumen de medidas para los parámetros de energía</i>	<i>66</i>
<i>Cuadro 22. Cálculos de ahorro en consumo de agua potable para cada dispositivo sanitario.....</i>	<i>67</i>
<i>Cuadro 23. Resumen de medidas para los parámetros de consumo de agua potable.....</i>	<i>68</i>
<i>Cuadro 24. Cálculo del consumo de m³ en un pico máximo para eventos.....</i>	<i>69</i>
<i>Cuadro 25. Resumen de medidas para los parámetros de agua residual.....</i>	<i>70</i>
<i>Cuadro 26. Generación de residuos de construcción.....</i>	<i>71</i>
<i>Cuadro 27. Resumen de medidas para los parámetros de biodiversidad.....</i>	<i>72</i>
<i>Cuadro 28. Medidas ambientales que conllevan al cumplimiento de RESET</i>	<i>75</i>

Índice de figuras

<i>Figura 1. Línea del tiempo de LEED. Fuente: US Green Building Council (2018).</i>	7
<i>Figura 2. Categorías de edificios evaluadas por LEED. Fuente: US Green Building Council (2018).</i>	8
<i>Figura 3. Nivel de certificación según el puntaje obtenido. Fuente: US Green Building Council (2018).</i>	9
<i>Figura 4. Logo certificación EDGE. Fuente: Green Building Council Costa Rica (2018).</i>	9
<i>Figura 5. Herramienta utilizada para el cálculo de ahorros. Fuente: Green Building Council Costa Rica (2018).</i>	10
<i>Figura 6. Parámetros y cantidad de criterios para diseño y construcción. Fuente: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (2017).</i>	11
<i>Figura 7. Logo Bandera Azul Ecológica para la Construcción Sostenible. Fuente: CFIA (2019).</i>	12
<i>Figura 8. Tipología de edificaciones construidas al año 2017. Fuente: CFIA & INEC (2017).</i>	31
<i>Figura 9. Tipología de edificaciones sostenibles en Costa Rica.</i>	32
<i>Figura 10. Herramientas de verificación sostenible en Costa Rica.</i>	34
<i>Figura 11. Principales procesos para cada herramienta verificadora.</i>	41
<i>Figura 12. Similitud entre parámetros ambientales.</i>	43
<i>Figura 14. Consumo en m³ para un pico resultante de un evento deportivo.</i>	69

Lista de abreviaturas

BCIE: Banco Centroamericano de Integración Económica

CCC: Cámara Costarricense de la Construcción

CFIA: Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica

CNFL: Compañía Nacional de Fuerza y Luz

COV: Compuestos Orgánicos Volátiles

EDGE: Excelencia en el Diseño para Mayores Eficiencias

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

GBC-CR: Green Building Council Costa Rica

GBC-USA: Green Building Council Estados Unidos

ICE: Instituto Costarricense de Electricidad

ICODER: Instituto Costarricense del Deporte y la Recreación

ICT: Instituto Costarricense de Turismo

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos

INTECO: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica

LEED: Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental

MIDEPLAN: Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica

MS: Ministerio de Salud

ODS: Objetivos para el Desarrollo Sostenible

OMS: Organización Mundial de la Salud

ONU: Organización para las Naciones Unidas

PBAE: Programa Bandera Azul Ecológica

PND: Plan Nacional de Desarrollo

PROMORID: Programa de Modernización y Rehabilitación de Infraestructura Deportiva

PVC: Policloruro de Vinilo

RESET: Requisitos para Edificaciones Sostenibles en el Trópico

SETENA: Secretaría Técnica Nacional Ambiental

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Contexto del proyecto

Durante el año 2016, Costa Rica alcanzó la aprobación de trescientos cuarenta y un millones de dólares norteamericanos (US\$341 000 000), por el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), destinados al apoyo de proyectos que contribuyeran al desarrollo sostenible del país y que respondieran a las necesidades planteadas en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) establecido por el Gobierno de la República de Costa Rica, denominado “Alberto Cañas Escalante 2015 – 2018” (Banco Centro Americano de Integración Económica, 2017).

En el PND, creado por el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (2014), se menciona la necesidad de crear proyectos de infraestructura que promuevan el deporte y la salud en la población, dirigiéndose al Instituto Costarricense del Deporte y la Recreación (ICODER), como institución responsable. Cabe aclarar que es una institución semiautónoma del Estado costarricense, que se crea bajo la Ley 7800, conformado por un Consejo Nacional del Deporte y la Recreación, como ente jerárquico, seguido de la Dirección Nacional, como el órgano ejecutivo superior de la administración que, en conjunto con las Áreas de Deporte Competitivo, Recreación, Administrativa y Financiera, emiten directrices en sus diferentes mandatos, las cuales permiten desarrollar administrativamente la estructura del ICODER, con el fin de conformar proyectos y programas para apoyar y promover la práctica individual y colectiva del deporte como componente fundamental para la salud integral de la población (Instituto Costarricense del Deporte y la Recreación, 2018).

Por esta razón, el ICODER desarrolla la propuesta del proyecto Pabellón Deportivo Parque de La Paz, en el marco del Programa de Modernización y Rehabilitación de Infraestructura Deportiva (PROMORID) mismo que busca responder a la demanda de infraestructura de calidad, mediante la ejecución de edificación deportiva que nace del análisis integral de los componentes sociales, económicos y ambientales, teniendo como financiamiento, además de una contrapartida por parte del ICODER, los fondos de un empréstito brindados por el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), como entidad bancaria comprometida con la sostenibilidad ambiental y social.

1.2. Problemática y justificación

Uno de los más grandes retos del desarrollo en Costa Rica es la creación de infraestructura que incluya buenas prácticas ambientales, tanto en el diseño como en la ejecución de obra constructiva. Lo anterior a pesar de la visión hacia el desarrollo sostenible del país, la cual impulsa, dentro de sus objetivos, la construcción o modernización de infraestructura resiliente, utilizando los recursos con mayor eficiencia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos racionales, fin complejo en especial para el sector público, lo que denota una falta de sinergia entre leyes, decretos, programas e incentivos para el desarrollo de proyectos de construcción pública sostenible.

Si bien el objetivo supra se encuentra incluido en las políticas país, no existe la obligatoriedad en la aplicación de estas prácticas en las Instituciones del Estado, donde media la ausencia del proceso de verificación que las evidencien, caso contrario al sector privado, el cual ha sido uno de los incursores en el tema de sostenibilidad en desarrollo de infraestructura, respaldando la implementación de buenas prácticas ambientales y el adecuado consumo de los recursos, a través del uso de certificaciones voluntarias, internacionales y locales.

En cuanto al Instituto Costarricense del Deporte y la Recreación, así como otras instituciones públicas, cuenta con una política ambiental institucional; sin embargo, no existe la directriz interna de crear o modernizar su infraestructura en apego a ésta, por lo que muchas de sus instalaciones no cuentan con el componente de sostenibilidad ambiental.

El nuevo proyecto Pabellón Deportivo Parque de La Paz, ha permitido al Instituto Costarricense del Deporte y la Recreación gestar la infraestructura pública alineada a los planes y políticas sostenibles del país, con conciencia de los impactos ambientales negativos que el proyecto pueda generar, derivados de la eliminación de cobertura vegetal, cambio en el uso de suelo, erosión, impacto visual, movilización de especies de aves, contaminación del suelo y aguas por derrames de combustibles, generación de aguas residuales y de residuos sólidos especiales, así como emisión de gases por parte de la maquinaria de construcción, entre otros, mismos impactos que se podrían encontrar ligados a la salud de la población en una zona urbanizada.

Para evitar lo antes expuesto, se incorpora el proyecto al proceso de verificación ante la inclusión transversal del componente ambiental en todas sus etapas, culminando con la obtención de la certificación o galardón de construcción sostenible, que otorga credibilidad a la implementación y cumplimiento de las buenas prácticas ambientales en el desarrollo de infraestructura en apego a los

objetivos del desarrollo sostenible del país, como están definidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 “Alberto Cañas Escalante”, “al deber de relacionar el bienestar de las personas con el desarrollo ambientalmente sostenible” (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, 2014), y a la política ambiental institucional, aprobada por el Consejo Nacional del Deporte y la Recreación, según acuerdo No. 20 de la Sesión Ordinaria No.913-2014, que señala:

“La Política Ambiental del Ministerio del Deporte y la Recreación y el Instituto Costarricense del Deporte y la Recreación está basada en el concepto de desarrollo sostenible, compatible con la misión de promover y fiscalizar el deporte y la recreación para la adquisición de estilos de vida activos y saludables de los habitantes del país y dirigida a alcanzar los objetivos de la legislación nacional de defender y preservar el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

Los objetivos de esa política se basan en prevenir, reducir y mitigar los impactos negativos del ambiente, en el desarrollo de las funciones diarias, con el propósito de disminuir la huella de carbono, promover el desarrollo energético y la reducción en la generación de residuos mediante la reutilización, reciclado y valoración” (Instituto Costarricense del Deporte y la Recreación, 2014).

Asimismo, aplicar al proyecto el proceso de certificación o galardón trae consigo diversos beneficios, ya que las medidas ambientales al nacer desde la etapa del diseño permiten a la infraestructura la capacidad del uso óptimo de los recursos; además esta visión otorga importancia en el uso de materiales, el manejo de los residuos, los consumos racionales de electricidad, agua y combustibles, orientada a una mejor gestión del inmueble. En definitiva, todo el proceso que conlleva el cumplimiento de los requisitos de las certificaciones o galardones tienden a ser invisibilizados en la práctica, esto a pesar de la importancia de responder con las exigencias ambientales de los parámetros, y su disminución en los impactos negativos que pueda generar la construcción y la operación de la infraestructura.

Como ejemplo, en Costa Rica el Centro Nacional de Congresos y Convenciones, con un área de 15 900 m² y desarrollado por el Instituto Costarricense de Turismo (ICT), es un proyecto de infraestructura pública sostenible, que aplicó los principios de buenas prácticas ambientales, logrando ser un edificio certificado en construcción sostenible que aporta beneficios en cuanto a reducción de emisiones de 42 tCO₂/año, ahorro de consumo de agua y de electricidad y una importante disminución

y aprovechamiento de los residuos sólidos. En conjunto con la reducción de los impactos al medio ambiente y la obtención de la certificación, este proceso le ha generado una imagen comercial atractiva, tanto a nivel nacional como internacional, lo cual significa mucho éxito para un centro de convenciones, pues le permite competir en la industria internacional de reuniones (Instituto Costarricense de Turismo, 2018). Se espera, para el proyecto Pabellón Deportivo Parque de La Paz, que el proceso de verificación de las buenas prácticas ambientales culmine en la obtención del reconocimiento ambiental, al ser una estructura con enfoque sostenible, que genere una imagen atractiva para eventos deportivos, tanto nacionales como internacionales.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar las herramientas que conlleven a las buenas prácticas ambientales para el cumplimiento de lo indicado en las certificaciones que se adapten al proyecto Pabellón Deportivo Parque La Paz en sus etapas de diseño y construcción.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Realizar un análisis de las posibles certificaciones o reconocimientos ambientales nacionales e internacionales, dirigidos al proceso de diseño y construcción sostenible, para el conocimiento de las diferentes opciones disponibles en el mercado que pueden ser aplicadas al proyecto.
2. Determinar el método de certificación en materia de diseño y construcción sostenible más apropiado para el proyecto, mediante un análisis comparativo para la elaboración de una guía de buenas prácticas ambientales en el proceso de verificación.
3. Definir las herramientas de control y verificación para ser implementadas en las etapas de diseño y construcción, de acuerdo con los protocolos ambientales del o los métodos de certificación seleccionados.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. Desarrollo sostenible

La ONU, junto con los Estados miembros, acogen la definición establecida por Brundtland (1987) sobre el desarrollo sostenible, la cual hace mención a “*utilizar los recursos para satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de estos para las generaciones futuras*”. Con base en esta definición, se determina un conjunto de 17 objetivos para el desarrollo sostenible (ODS), que buscan poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad, la injusticia y hacer frente al cambio climático. Dichos objetivos fueron incorporados en la Agenda 2030, aprobada en el año 2015 en la Cumbre para el Desarrollo Sostenible (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2015).

Costa Rica, como Estado miembro de la ONU, firma en el año 2016 el Pacto Nacional por los 17 ODS; en efecto, para facilitar el logro de este pacto se alinean los ODS con el Plan Nacional de Desarrollo (PND). De manera conjunta, se identifican las prioridades para el país, definiendo los objetivos y resultados a alcanzar, con un enfoque de derechos humanos, equidad de género, sostenibilidad ambiental, fortalecimiento de capacidades y de gestión basada en resultados (Organización de las Naciones Unidas, 2018).

Así, dentro del enfoque para la sostenibilidad ambiental del país, se encuentra la elaboración de infraestructura de bajo impacto ambiental, encaminada al desarrollo de ciudades inteligentes, la cual conlleve a la gestión eficiente de los recursos naturales, empleo de fuentes alternativas de energía, reducción de CO₂, manejo de datos para prevenir o mitigar impactos negativos, aprovechamiento de tecnología y la conexión entre el gobierno y las necesidades de las comunidades. En definitiva, para lograr incorporar este enfoque en el país, se debe comenzar por realizar un cambio de paradigma en la construcción como comúnmente se ejecuta y optar por esta de manera sostenible.

2.2. Construcción sostenible

La construcción comúnmente se basa en tres pilares (costos, calidad y tiempo) para fabricar infraestructuras. Esto lleva a concentrarse en el valor económico de la obra, en la calidad de la edificación que le permita tener una vida útil considerable a través de los años y en el tiempo invertido; no obstante, también existen puntos importantes que parcialmente se dejan de lado, como el impacto social de la obra, el riesgo al que se expone el personal al momento de trabajar y los impactos

ambientales. Sin embargo, esto ha ido cambiando conforme se ha integrado dicha actividad dentro de los objetivos del desarrollo sostenible, llevando a tomar conciencia respecto a la forma en que se fabrica infraestructura y dando paso a una nueva tripleta estratégica, basada en el medio ambiente, la sociedad y la economía, la cual conforma la construcción sostenible (Rodríguez & Gonzalo, 2010). Según Ramírez (2002), define el termino como:

“Aquella que, teniendo especial respeto y compromiso con el medio ambiente, implica el uso eficiente de la energía y del agua, los recursos y materiales no perjudiciales para el medioambiente, resulta más saludable y se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales”. (p.1)

Asimismo, los principios de sostenibilidad para la edificación abarcan el entorno en el que está siendo desarrollada, maximizando la eficiencia en la utilización de los recursos bajo la planificación urbana; la reducción de la demanda del transporte de combustión y tratamiento de residuos de manera controlada; los efectos del ruido sobre las personas que viven alrededores, emisiones o vertidos no controlados; así como las personas que trabajan en la obra, prestando atención a los aspectos laborales de riesgos expuestos, cargas de trabajo y remuneración (Ramírez, 2002). Ahora bien, como resultado de velar por que realmente en la fabricación de infraestructura se estén contemplado estos principios, se crean las herramientas para la verificación ambiental de la construcción sostenible.

2.3. Herramientas para la verificación ambiental en la construcción sostenible

Las herramientas para la verificación de la construcción sostenible tienen como función ser un instrumento que permita analizar el comportamiento integral de la obra en todas sus etapas; por lo tanto, deben ser verificables, medibles y proporcionar una referencia que sirva de base común. En pocas palabras, establecen como objetivo lograr metas con un equilibrio entre el rigor y la practicidad del proceso constructivo (Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica, 2016).

En particular, las certificaciones de edificios sostenibles son un ejemplo de herramientas que intervienen en la toma de decisiones de las diferentes etapas e incorporan criterios responsables con el entorno, por lo que requieren disponer de los datos de gestión socioeconómica y gestión ambiental del proyecto. A la vez, estas herramientas al ser verificables y medibles, como se mencionó anteriormente, evalúan los datos generados en el proyecto a través de un ente externo, a partir de un porcentaje de logro que refleje los esfuerzos realizados en el diseño y construcción de la edificación (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, 2017).

En cuanto a las herramientas de verificación ambiental utilizadas para las edificaciones en Costa Rica, se encuentran las certificaciones Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental, conocida como LEED (por sus siglas en inglés); Excelencia en el Diseño para Mayores Eficiencias, conocida como EDGE (por sus siglas en inglés); Requisitos para Edificaciones Sostenibles en el Trópico (RESET); y un Galardón que otorga el programa Bandera Azul Ecológica en su categoría XV Construcción Sostenible. A continuación, se detalla cada una de ellas.

2.3.1. Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED)

La certificación Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental es desarrollada por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (US Green Building Council) e implementada por primera vez en 1998, pasando por diferentes modificaciones hasta el año 2013 (figura 1), cuando se lanza la cuarta y última versión llamada LEED v4, que integra los proyectos en fase de diseño. Actualmente es la certificación voluntaria más utilizada en el mundo en más de 165 países bajo el marco de crear edificaciones saludables y de alta eficiencia generando ahorros.

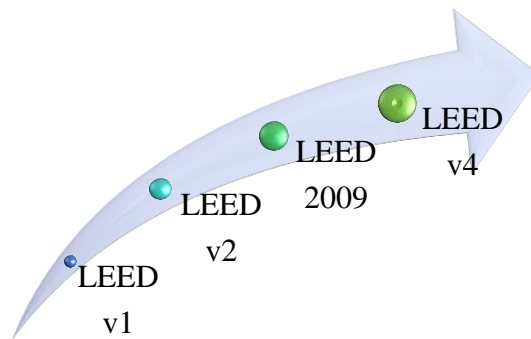


Figura 1. Línea del tiempo de LEED. Fuente: US Green Building Council (2018).

LEED trabaja bajo un sistema de calificación que engloba 5 categorías (figura 2) en las cuales se puede ubicar la edificación de acuerdo con el tipo de proyecto que se quiere desarrollar.

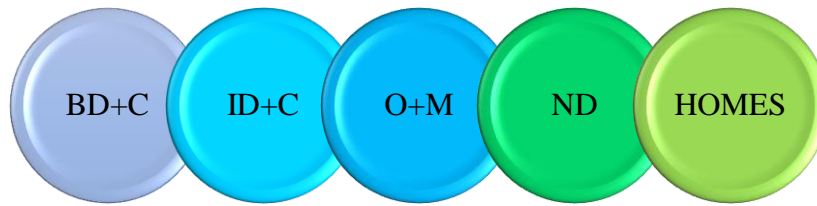


Figura 2. Categorías de edificios evaluadas por LEED. Fuente: US Green Building Council (2018).

Cuadro 1. Tipo de edificación por categoría

<i>Categoría</i>	<i>Tipo de edificación</i>
Diseño y Construcción de edificios (BD+C)	Edificio nuevo
	Hospedaje
	Obra gris
	Data Centers
	Escuelas
	Bodegas
	Retail
	Hospitales
Diseño de interiores y construcción (ID+C)	Comercios
	Retail
	Hospedaje
Edificio en operación y mantenimiento (O+M)	Edificios existentes
	Data Centers
	Escuelas-Bodegas
	Retail
	Hospedaje
Desarrollo de vecindario (ND)	Plan
	Proyecto construido
Casas (Homes)	Hogares y viviendas multifamiliares de baja altura
	Multifamiliares de mediana altura

Fuente: US Green Building Council, 2018.

Para todas las categorías mostradas anteriormente, existen parámetros de evaluación, los cuales son: ubicación y transporte, sitios sostenibles, uso eficiente del agua, energía y atmósfera, materiales y recursos, calidad ambiental interior, innovación en el diseño y prioridad regional. Cada uno de ellos cuenta con criterios específicos de la construcción sostenible, evaluados a través de un sistema de puntuación que otorga el tipo de certificación según el nivel alcanzado.



Figura 3. Nivel de certificación según el puntaje obtenido. Fuente: US Green Building Council (2018).

2.3.2. Excelencia en el Diseño para Mayores Eficiencias (EDGE)

La certificación Excelencia en el Diseño para Mayores Eficiencias es desarrollada por el Green Building Council Costa Rica (GBC-CR). Nace en el año 2007 y a partir del año 2015 comienza su aplicación en el país, buscando ofertar la certificación principalmente de hogares y torres residenciales, debido a que LEED se basa en edificios comerciales y de operación.



Figura 4. Logo certificación EDGE. Fuente: Green Building Council Costa Rica (2018).

EDGE es una norma voluntaria de certificación creada para países en vías de desarrollo, la cual busca enfocarse en las construcciones nuevas, asegurando que desde la planificación de los edificios se cumpla con parámetros ambientales, sin dejar de lado las edificaciones existentes que ya se encuentran en operación. Por ser una norma accesible, brinda una herramienta diseñada por la Corporación Financiera Internacional, compuesta de un *software* que permite evaluar rápidamente el diseño, a

través de categorías por edificación, a saber: hogares, hoteles, comercios, oficinas, hospitales y educación. Cada una de ellas cuenta con medidas preestablecidas que pueden irse seleccionando, sin tener que acudir a grandes y costosos sistemas de cálculos.



Figura 5. Herramienta utilizada para el cálculo de ahorros. Fuente: Green Building Council Costa Rica (2018).

Acercas de las medidas a verificar estos buscan impactar la cantidad de agua y energía eléctrica que se consume en las edificaciones, así como promover buenas prácticas e innovación en torno al uso de materiales, reduciendo la huella de carbono que ocasiona la construcción de edificios generando un ahorro en no menos del 20% para cada parámetro de la línea base que establece la herramienta según el país y los datos de la edificación (Green Building Council Costa Rica, 2018).

En particular el alcance de la certificación se divide en dos etapas, la primera, consiste en la verificación del diseño para el cual se asigna una precertificación, la segunda, se comprueba que todas las medidas que convierte la edificación en sostenible consideradas desde el diseño de los planos sea cumplido durante la construcción obteniendo la certificación final.

2.3.3. Requisitos para Edificaciones Sostenibles en el Trópico (RESET)

La norma INTE C170:2014/Enm 1:2017 Requisitos para Edificaciones Sostenibles en el Trópico fue creada en el año 2012 y ha pasado por modificaciones hasta el año 2017. Es evaluada por el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, INTECO.

RESET es una norma nacional establecida como una herramienta que evalúa las medidas ambientales, sociales y económicas en el diseño, la construcción y operación de edificaciones en el trópico. Tiene como objetivo establecer los requisitos que designen las obras constructivas como sostenibles. Para

ello, contiene siete parámetros de evaluación, que abarcan diferentes criterios en el diseño y construcción.

Capítulo	Cantidad de objetivos	Cantidad de conceptos	Criterios de diseño	Criterios de aplicación
7 Aspectos socio-económicos	4	6	0	11
8 Entorno y transporte	3	10	19	6
9 Calidad y bienestar espacial	3	10	20	8
10 Suelos y paisajismo	4	6	11	8
11 Materiales y recursos	2	7	7	8
12 Usos eficiente del agua	3	5	11	4
13 Optimización energética	2	3	2	7
Total	21	47	71	52
			122	

Figura 6. Parámetros y cantidad de criterios para diseño y construcción. Fuente: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (2017).

2.3.4. Programa Bandera Azul Ecológica Categoría XV Construcción Sostenible (PBAE)

El Programa Bandera Azul Ecológica crea la categoría XV Construcción Sostenible en el año 2017, como reconocimiento para los proyectos arquitectónicos y constructivos que presenten un enfoque ambiental y contribuyan con la resiliencia de los efectos del cambio climático en apego a los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) promulgados por la ONU (Coto-Portuguez et al. 2017).

El Galardón es evaluado y otorgado por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA). Como objetivo busca disminuir los impactos negativos ocasionados por la construcción, en la sociedad y medio ambiente, por lo que se promueve la generación de diseños amigables con el entorno (Coto-Portuguez et al. 2017).

Este Galardón evalúa el diseño y la construcción en dos fases diferentes. Para la primer fase, todos aquellos diseños que cuenten con la aplicación de estrategias pasivas e innovadoras, medidas que disminuyan la generación de residuos, emisiones, consumo energético a través de la incorporación de fuentes alternativas e hídrico mediante la integración de piezas eficientes y reutilización de aguas, así como la aplicación de buenas prácticas constructivas en el uso de los materiales y la mitigación del impacto a la biodiversidad, se les otorgara el sello azul en los planos (CFIA, 2019).

Para la segunda fase, se verifica que las medidas incorporadas en el diseño del proyecto, junto con las establecidas en la construcción, sean cumplidas, para finalmente otorgar la Bandera Azul Ecológica.



Figura 7. Logo Bandera Azul Ecológica para la Construcción Sostenible. Fuente: CFIA (2019).

2.4. Componentes de las herramientas para la construcción sostenible

Las herramientas anteriormente mencionadas se componen por estudios preliminares, estudios básicos, los parámetros ambientales con los que se requiere cumplir y las diferentes variables sobre las cuales inciden los impactos generados por las diferentes acciones en la construcción. Cada una de estos se explica a continuación.

2.4.1. Estudios preliminares

Como base para todo proyecto se deben realizar los estudios preliminares que ayuden a identificar los recursos requeridos para suplir las necesidades y los requisitos con los que se debe cumplir a nivel de normativa y de reglamentación, lo que da paso a los estudios básicos (INTECO, 2017)

2.4.2. Estudios básicos

Los estudios básicos ayudan al planteamiento y desarrollo del proyecto al identificar cuáles son las condiciones físicas, ambientales, socio-culturales y económicas de la zona en la que se encontrará inmersa el área del proyecto (CFIA, 2016).

2.4.3. Parámetros ambientales

Estos se refieren a las métricas, porcentajes y criterios tanto cuantitativos como cualitativos, que como valor de referencia permitan corroborar el impacto a los diferentes aspectos. Cada herramienta de verificación cuenta con los propios, creados a través de un comité evaluador conformado por expertos.

2.4.4. Aspectos ambientales

Para verificar que los impactos negativos al medio ambiente estén siendo evitados o mitigados es necesario evaluar la variabilidad presentada en los aspectos ambientales, entre estos:

a. Agua

Según la ONU (2018), el agua es el recurso hídrico fundamental para el desarrollo socioeconómico, para la producción de energía o alimentos y para la supervivencia misma de los seres humanos. Por lo tanto, es una de las variables sobre las cuales se evalúa que el impacto sea mínimo ya que este recurso también forma parte de la adaptación al cambio climático, y es el vínculo crucial entre la sociedad y el medioambiente.

Para evaluar el impacto se toman en cuenta los parámetros de calidad donde se puede clasificar el recurso hídrico en dos tipos. El primer tipo es el agua potable, cuyas características microbianas, químicas y físicas cumplen con las pautas inocuas de la OMS o los patrones nacionales sobre la calidad para el consumo, fines domésticos o productivos (Organización Mundial de la Salud, 2018).

Como segundo tipo, se encuentran las aguas residuales, las cuales son todas aquellas que resultan del uso doméstico o industrial (se les llama también aguas negras o cloacales). Son residuales ya que, una vez utilizadas, constituyen un residuo por sus componentes agregados. Algunos autores hacen una diferencia entre servidas y residuales, en el sentido que las primeras solo provendrían del uso doméstico y las segundas corresponderían a la mezcla de aguas domésticas e industriales (Garcés & Patiño, 2012).

b. Energía

La energía es la capacidad que tienen los cuerpos para producir trabajo, la cual se manifiesta de distintas formas: cinética química, eléctrica, magnética, nuclear, radiante, etc. Existe, además la posibilidad de que se transformen entre sí, pero respetando siempre el principio de conservación. Las fuentes de este recurso pueden clasificarse, atendiendo a su disponibilidad, en renovables (las cuales son todas aquellas que cuentan con potencial inagotable por provenir de la energía que llega al planeta de forma continua, como la radiación solar) y en no renovables (por existir en la naturaleza en una cantidad limitada y que, por lo tanto, no se renuevan a corto plazo y por eso se agotan cuando se utilizan). Las energías renovables son fundamentales para autoabastecer un proyecto del

requerimiento y evitar así la quema de combustibles fósiles para producirla o el consumo directo de la red eléctrica, que se produce a partir de carbón y petróleo (Rodríguez et al, 2008).

c. Suelos

Según menciona la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (1996), el suelo es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua (Chiappini & Schlegel, 1996).

Además, es la base espacial de la naturaleza y el medio natural por el cual se produce el desarrollo de gran cantidad de actividades humanas como por ejemplo la agricultura, la minería, las carreteras, los desarrollos de edificaciones urbanísticas, etc. En particular, los tipos de este pueden variar dependiendo de las propiedades físicas, químicas, biológicas y mineralógicas que estos presenten. Así, las propiedades físicas están relacionadas con los fenómenos fisiológicos de la planta, las prácticas de manejo de los suelos, la retención de humedad, la aireación, los procesos de erosión, remoción en masa y con algunos aspectos del intercambio químico. Las propiedades químicas permiten conocer el ambiente en ellos, así como el grado de acidez y la concentración en sales que definen la capacidad de uso de estos (Nieto, 2012).

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2011) y Nieto (2012), mencionan, que mediante las características mineralógicas se obtienen los nutrientes requeridos, con los cuales, junto con las propiedades biológicas relacionadas con la materia orgánica y microorganismos se deduce la fertilidad potencial del suelo. Por otro lado, si se da la presencia de residuos líquidos o sólidos que provengan de alguna actividad que altere las propiedades de este descritas anteriormente y originen cambios ambientales que pueden provocar impactos negativos y reduzcan la capacidad del suelo se puede decir que este es un suelo que se encuentra contaminado (Nieto, 2012).

d. Paisaje

Hace referencia a un área de superficie terrestre que cobra valor por su estética, la cual está definida por su relieve, topografía, vegetación, presencia de agua, existencia de especies animales y presencia de actividad humana. Así, los cambios en el paisaje son motivados por perturbaciones de orden natural

como inundaciones, sequías, terremotos, entre otros, pero también estos cambios son originados por la actividad antrópica asociada a procesos económicos (Santana & Aguilera, 2017).

e. Biodiversidad

La biodiversidad, o diversidad biológica, es la variedad de formas de vida en la tierra. Comprende todo ser vivo con su estructura genética particular y abarca desde los virus microscópicos hasta los animales más grandes del planeta. También incluye extensos paisajes formados por una gran variedad de ecosistemas. Los seres humanos son, asimismo, una parte integral de la biodiversidad (UNESCO, 2017).

f. Variables socioeconómicas

La evaluación de impactos ambientales debe incluir también la consideración de algunas variables socioeconómicas fundamentales, las cuales afectan de manera directa o indirecta al medioambiente. A estas se las puede definir como características factibles de ser observadas y/o inferidas, por ser una herramienta que permita caracterizar la esencia del entorno. También es posible generar dicha caracterización mediante indicadores que representen circunstancias empíricas concretas, como la estructura y tamaño de la población, nivel de ingresos y salud pública (Londoño Mora, Kurlat, & Agüero, 2013).

g. Residuos sólidos

Según la Ley para la Gestión Integral de Residuos, emitida por la Asamblea Legislativa (2010), se define residuo como: material sólido, semisólido, líquido o gas, cuyo generador o poseedor debe o requiere deshacerse de él y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente o, en su defecto, ser manejado por sistemas de disposición final adecuados. Los residuos sólidos se dividen en:

a. Residuos peligrosos

Son aquellos que, por su reactividad química y sus características tóxicas, explosivas, corrosivas, radioactivas, biológicas, bioinfecciosas e inflamables, o que por su tiempo de exposición puedan causar daños a la salud y al ambiente (Asamblea Legislativa, 2010). Estos son denominados Clase I, debido al manejo especial y separado de los otros residuos desde su generación hasta la disposición final (Secretaría Técnica Nacional Ambiental, 2016).

Dentro del proceso constructivo se puede identificar la generación de estos, como aceites, lubricantes, combustibles, adhesivos, aerosoles, disolventes, pinturas, barnices y materiales que pueden contener PCB, para los cuales, por su naturaleza ecotóxica, se establece un manejo diferente de los residuos ordinarios, según la regulación vigente en el país por el Ministerio de Salud (Secretaría Técnica Nacional Ambiental, 2016).

b. Residuos ordinarios

Estos son “residuos de carácter doméstico generados en viviendas y en cualquier otra fuente, que presentan composiciones similares a los de las viviendas. Se excluyen los que ameritan un manejo especial o peligroso, regulados en esta Ley y en su Reglamento” (Asamblea Legislativa, 2010).

Con respecto a la actividad constructiva, se generan dos tipos de ordinarios que, por su composición y características, pueden ser dispuestos sin tratamiento especial. El primer tipo es nombrado Clase II y hace referencia a aquel residuo no inerte que tiene propiedades como combustibilidad, biodegradabilidad o solubilidad. El segundo tipo es llamado Clase III, y lo componen los desechos inertes que se caracterizan porque ninguno de sus constituyentes puede ser solubilizados en concentraciones superiores a los patrones de potabilidad del agua (SETENA, 2016).

c. Residuos de manejo especial

También se presentan los que no se clasifican como ordinarios y que tampoco presentan características de peligrosidad expuesta, pero que requieren de un manejo especial para transportarse, así como condiciones de almacenaje, formas de uso o valor de recuperación (Asamblea Legislativa, 2010).

h. Materiales

Los materiales presentan diversas características que se deben conocer previamente al ser seleccionados como el contenido reutilizado y reciclado, la baja o nula liberación de gas de las emisiones nocivas al aire, toxicidad en diferentes niveles, la forma de ser extraídos, de alta reciclabilidad, durabilidad, longevidad, y la producción local. Estos productos promueven la conservación y el aprovechamiento de los recursos. (Dinga et al. 2018).

2.5. Medidas ambientales incorporadas en la construcción sostenible

Una vez que se identifica las variables ambientales sobre las cuales comúnmente se genera la mayoría de los impactos, se crean medidas que busquen la disminución o anulación de estos, y proporcionen sostenibilidad en la construcción. Algunas de las usualmente aplicadas se muestran a continuación.

2.5.1. Utilización de la energía solar

Se define energía solar a aquella que mediante conversión a calor o electricidad se aprovecha de la radiación proveniente del sol. Otra forma de aprovechamiento asociado considera la posibilidad de hacer uso de la iluminación natural y las condiciones climatológicas de cada emplazamiento en la construcción de edificios, mediante lo que se denomina arquitectura bioclimática. La corriente eléctrica generada por una instalación fotovoltaica es una energía renovable que puede ser vertida a la red eléctrica, esto genera un ahorro en el consumo eléctrico común (Secretaría de Energía, 2008).

2.5.2. Climatización pasiva

Gestión de la temperatura y la humedad relativa del aire sin hacer uso de recursos que demandan consumo de energía para el logro del confort de los habitantes de la edificación. Se optimizan los recursos existentes de soleamiento y vientos predominantes, se utiliza la sombra como acondicionador climático para lograr una penumbra al interior confortable (INTECO, 2017).

2.5.3. Recolección de aguas pluviales

Hace referencia a todo tipo de esfuerzo técnico, simple o complejo, surgido de la iniciativa para almacenar el agua de lluvia en el suelo o en estructuras establecidas, de tal manera que pueda ser utilizada posteriormente, disminuyendo el consumo. Cualquier técnica utilizada para aumentar la cantidad retenida puede ser considerada como de captación y aprovechamiento, independientemente del uso que se le otorgue. Inclusive, las prácticas para aumentar la infiltración del agua en el suelo y abastecer la capa freática pueden ser consideradas como captación, puesto que este caudal abastecerá los manantiales de la zona y aumentará la oferta de agua a largo plazo (Van, Prieto, & Vieira, 2013).

2.5.4. Registros de consumos

Entendiendo por consumir el hecho de utilizar productos, bienes o servicios como energía, agua o combustibles para satisfacer necesidades primarias y secundarias. Los registros de consumos hacen referencia a plantillas que permiten ingresar las cantidades consumidas por un periodo establecido,

generando el control que identifica los picos altos y bajos para buscar el consumo óptimo que no permita el desperdicio (INTECO, 2017).

2.5.5. Memorias de cálculos

Las memorias de cálculos se componen por todas aquellas operaciones necesarias que determinan los ingresos y egresos de un proyecto productivo de inversión. Estos datos son utilizados como base para generar las proyecciones de costos y retornos de la inversión necesarias para evaluar la incorporación de medidas ambientales al proyecto (CFIA, 2016).

2.5.6. Plan de manejo de residuos

Desde el diseño de la edificación se debe tomar en cuenta la generación de residuos por tipos, así como la separación y la disposición final. También debe establecerse la ubicación del área que se destinará al almacenamiento de estos. Los residuos durante la construcción pueden ser separados para su reciclaje o recuperación en al menos un 20% de los escombros, cementicios, madera, metal, cartón, vidrio y otros (INTECO, 2017).

2.5.7. Reducción de emisiones por transporte

La edificación se diseña con el objetivo de incentivar a las personas a la utilización de medios de transporte de bajo impacto ambiental, creando espacios reservados para medios de transporte alternativos bajos en emisiones, o la utilización del transporte colectivo a menos de 500 m de la edificación (INTECO, 2017).

2.5.8. Proveer de iluminación natural a la edificación

La edificación puede operar en horas del día sin el uso de luz artificial, cuando las condiciones climáticas lo permiten. El diseño considera el ingreso de luz natural excluyendo la penetración directa de la luz solar (INTECO, 2017).

2.5.9. Sistema de cimentación

El diseño propone un sistema de cimentación que minimiza la necesidad de sustituir el suelo. Se reduce o evitan movimientos de tierra y nivelación e intervención del terreno natural. Se destina áreas para reforestación y recuperación, en caso de hábitats intervenidos y deforestados (INTECO, 2017).

2.5.10. Reducción del uso de materiales mediante un diseño eficiente

Se diseña de manera modular, lo cual, hace referencia a dimensionar las cubiertas, cerramientos, entrepisos, divisiones internas, estructura principal, ventanería, enchapes de pisos y paredes, tomando en cuenta las medidas ya establecidas que traen los materiales desde su venta, reduciendo desperdicio (CFIA, 2016).

2.5.11. Técnicas de reflexión

Estas son “técnicas para reflejar la luz por medio de una superficie lisa para evitar la incidencia directa de los rayos luminosos de la fuente. Se puede entender también como luz indirecta” (INTECO, 2017, p.9).

2.5.12. Crear espacios libres de contaminantes, procurando bienestar y salud

Se cuenta con procedimientos que aseguren la mitigación, el control y la eliminación de las emisiones de los materiales. Dicho procedimiento permite identificar los materiales y procesos de construcción que pueden emanar partículas inhalables y sus respectivas medidas de control. Se utiliza pinturas, recubrimientos, alfombras, adhesivos, selladores y aglomerados bajos en COV y que no emanan químicos nocivos para la salud de los ocupantes (INTECO, 2017).

2.5.13. Técnicas de riego eficiente o aguas tratadas

Se evita el uso de agua potable para riego aprovechando las aguas pluviales o tratadas. Se busca implementar equipos eficientes como los activados por goteo o aspersión (INTECO, 2017).

2.5.14. Reforestación, revegetación y restauración

En muchas ocasiones dependiendo de la amplitud de la construcción en la preparación del terreno se presenta la necesidad de remover árboles y vegetación existente, con excepción de toda aquella que se encuentre en veda, por lo que se debe contar con un programa de reforestación y revegetación de las áreas que no fueron impermeabilizadas y que sufrieron de afectación temporal por la actividad.

Si el proyecto no permite la reforestación en sitio y el impacto ambiental es considerablemente negativo por la eliminación de árboles y vegetación, se crea un plan para ello en otro sitio que presente carencia de árboles y cubierta vegetal, tomando en cuenta preferiblemente las características de la zona para insertar especies (Tribunal Ambiental Administrativo, 2010).

2.5.15. Establecimiento de las zonas de acceso al proyecto

En la preparación del terreno para la ejecución de la obra y montaje de obras preliminares, se trazan las rutas de acceso al proyecto que representen la mínima afectación al suelo, aprovechando los caminos existentes siempre y cuando la topografía del lugar lo permita, al crearlos deben ser impermeabilizados. La empresa constructora debe cumplir con el ingreso de maquinaria pesada por la demarcación establecida y ésta evitará derrames en otras áreas del proyecto (Tribunal Ambiental Administrativo, 2010).

2.5.16. Almacenamiento de sustancias peligrosas, materiales y residuos

Las actividades constructivas necesitan instalar bodegas temporales que les permitan almacenar materiales de construcción, sustancias peligrosas y residuos resultantes; para ello, deben tomarse medidas de prevención contra los impactos al medio que puedan causarse por derrame de las sustancias, combinación de residuos y pérdida de materiales en buen estado (SETENA, 2014).

2.5.17. Manejo de aguas pluviales

Las obras constructivas alteran la capacidad de filtración del suelo al impermeabilizarlo aumentando el caudal de aguas pluviales en escorrentía, pues cambian su dirección al no ser absorbidas por el suelo, por lo que se debe procurar, desde el diseño, incluir sistemas de evacuación que las dirija al alcantarillado correspondiente, a un sistema de almacenamiento o algún cuerpo receptor, mediante las medidas que eviten acumulaciones, erosión y arrastre de sedimentos. En conjunto, se aplican buenas prácticas como evitar el movimiento de tierras durante épocas de lluvias intensas, incluir barreras para retención cuando sea requerido, incorporar cunetas de recolección y reducir la velocidad del flujo de las aguas mediante reductores de velocidad variando pendientes, instalando obstáculos o utilizando intervalos regulares (SETENA, 2014).

2.5.18. Gestión de las aguas residuales

De existir un mal manejo de las aguas residuales en la construcción u operación del proyecto se genera contaminación de los cuerpos subterráneos y superficiales, dándose proliferación de enfermedades; por lo tanto, estas se deben gestionar procurando una correcta disposición y reducción, a través de medidas de control final que las dirijan hacia el alcantarillado sanitario o plantas de tratamiento (SETENA, 2014).

2.5.19. Equipo y maquinaria de construcción

En el proceso constructivo es requerido el uso de maquinaria tanto fija como móvil, por lo que es necesario considerar medidas ambientales que eviten o disminuyan los impactos negativos. A esto se asocia velar porque el equipo se encuentre en buenas condiciones, darles mantenimiento correctivo, solicitar que se cumpla con revisión vehicular al día, realizar cambios de aceite o cargas de combustibles sobre áreas impermeabilizadas solamente de ser necesario o, de lo contrario buscar un taller cercano (SETENA, 2014).

3. METODOLOGÍA

3.1. Objeto de estudio

Se investigó las herramientas verificadoras para construcción sostenible que cumplieran con las características más apropiadas para el proyecto Pabellón Deportivo Parque de La Paz. Así mismo, se buscó generar los insumos que permitieran cumplir con las buenas prácticas ambientales en la construcción con el objetivo de mitigar los impactos negativos al entorno lo cual beneficie tanto al ambiente, como a la sociedad y al ICODER.

El alcance de la práctica abarcó el acompañamiento del proceso que conllevó la verificación de las buenas prácticas ambientales en el diseño a partir de los aspectos y parámetros definidos por las certificaciones o galardones, además de las herramientas para la futura construcción del proyecto Pabellón Deportivo Parque de la Paz.

3.2. Enfoque de investigación

La metodología para el proceso de verificación de las buenas prácticas ambientales incorporadas en el diseño y la construcción del proyecto Pabellón Deportivo Parque de la Paz, presentó un enfoque principalmente cuantitativo a través de exploración de datos estadísticos, manejo de relaciones porcentuales y procesamiento de datos de consumo de recursos o generación de contaminantes a través de cálculos.

Sin embargo, se acudió al método cualitativo, como la consulta directa mediante reuniones, el análisis de contenido de los documentos, el trabajo descriptivo y la utilizaron de herramientas para la recopilación de información.

3.3. Procedimiento metodológico

3.3.1. Fase I. Análisis de las posibles certificaciones o galardones ambientales referidos a la construcción sostenible y su proceso como tal.

Inicialmente se requirió información sobre construcción sostenible en Costa Rica y el proceso para aplicar por certificaciones y galardones ambientales. Para esto, se llevó a cabo una exploración sobre el tema a nivel país, con el objeto de conocer tipologías de edificaciones creadas bajo este enfoque junto con la implementación de alguna norma certificable o galardón ambiental. De esta manera se determinó cuáles instrumentos de verificación fueron mayormente utilizados y las organizaciones a

cargo, así mismo se obtuvo todo material publicado por estas, incluyendo guías de información general, modalidades, etapas a verificar, parámetros a evaluar e información de contactos. Una vez que se estudió los insumos obtenidos se comunicó con las organizaciones y se coordinó reuniones con cada una de ellas.

La finalidad de efectuar las reuniones con las organizaciones en primer lugar fue dar a conocer el proyecto y su componente ambiental, segundo se expuso el interés de respaldar las buenas prácticas ambientales constructivas de la obra a través de la obtención del reconocimiento y tercero se consultó las dudas del material recopilado previo al contacto directo con las organizaciones. Además, se recibió las normas actualizadas, hojas de inscripción y demás materiales complementarios para los procedimientos.

Seguidamente, se realizó el análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), apoyado en la información recopilada anteriormente. Para ello se creó una matriz en forma de cuadro en donde a través del método descriptivo, primeramente, se colocó las fortalezas; se identificó ventajas, ofertas, capacidades, reconocimientos, imagen, alcances entre otros aspectos, para cada certificación y galardón analizado, luego se describieron las oportunidades, aquí se consideró el aporte ambiental de mejora al proyecto, los costos, la imagen que le proyecta a la obra, el proceso, la rúbrica de evaluación, la oportunidad de evaluar el eje social entre otras. Posterior a identificar las fortalezas y oportunidades de cada certificación y galardón también se estudió las debilidades, entre estas el tiempo de evaluación, el proceso o la disponibilidad por parte de los contactos, por último, se planteó las amenazas económicas como los tiempos fuera del rango de cumplimiento, las amenazas políticas y los obstáculos del proceso. De este modo se visualizó la situación para cada certificación y galardón.

Para finalizar con el análisis se sintetizó la información por el método comparativo. Mediante diagramas se mostró los procedimientos de cada cual, tomando los parámetros ambientales instaurados por las certificaciones LEED, EDGE, RESET y el galardón PBAE Categoría XV Construcción Sostenible, se agrupó las medidas que conllevaban al cumplimiento y se observó la compatibilidad entre estas herramientas.

3.3.2. Fase II. Determinación de la certificación en construcción sostenible mejor aplicada y generación de la guía que introduce al proyecto en las buenas prácticas ambientales del proceso de verificación.

Se seleccionó la certificación y galardón con base en el análisis anterior. Para ello, se llevó a cabo una reunión con los encargados del proyecto Pabellón Deportivo Parque de La Paz en donde se mostró, mediante la presentación el análisis sintetizado de la fase I, en efecto se expuso la comparación entre las herramientas y las recomendaciones para la selección.

Se tomó como decisión implementar la certificación Requisitos para Edificaciones Sostenibles en el Trópico (RESET), verificada por el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), y el galardón del Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE) Categoría XV Construcción Sostenible, verificada por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA).

Una vez definidas las herramientas verificadoras a aplicar se requirió de una guía para el galardón PBAE Categoría XV y la certificación RESET que ayudaran a introducir las buenas prácticas ambientales del proyecto, para ello se creó las listas de chequeo basadas en los parámetros evaluados por ambos procesos. Es decir, para el galardón se revisó el Manual de Procedimientos PBAE Categoría XV Construcción Sostenible, donde se encontró dichos parámetros de evaluación para las modalidades: Fase 1 PBAE-DS “Diseño” y Fase 2 PBAE-CS “Construcción” y con base en esta información, se creó una lista de chequeo (ver Apéndice 1), con la cual se anotó sí cumplió o no, las medidas que esto conllevaba y el respaldo en los planos o las especificaciones técnicas.

De la misma forma para la certificación RESET se revisó el documento INTE C170: 2014/Enm 1:2017, en este caso se creó 7 listas de chequeo para aplicar (ver Apéndice 2), ya que, con cada una se verificó los diferentes aspectos, entre ellos el socioeconómico, entorno y transporte, calidad y bienestar espacial, suelos y paisajismo, materiales, optimización en el uso de agua y optimización en el uso de energía y su respectiva serie de parámetros preestablecidos por la norma a cumplir tanto para el diseño como para la construcción.

Considerando que el proyecto cumplió en gran parte con lo requerido se comenzó el proceso con el primer paso, en donde se realizó la inscripción ante el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos y el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, como organizaciones a cargo. Por un lado, para el galardón PBAE Categoría XV Construcción Sostenible se completó el formulario de inscripción donde se indicó información general de la obra deportiva y se señaló que la etapa a verificar primeramente sería la del diseño, junto con ello se completó la declaración jurada y, por último, se

conformó un comité participante con cuatro profesionales involucrados en la obra y un coordinador como el contacto directo encargado de la presentación de informes.

Por otro lado, para la certificación RESET se requirió llenar el documento R51-PGDP-01 “Información preliminar para la Certificación de Edificaciones Sostenibles en el Trópico”, en este se indicó la información general, la etapa que se requirió certificar y la información del proyecto por lo cual se describió brevemente las estrategias de sostenibilidad empleadas, se informó del área, tipología, cantidad de niveles, acabados, sistema constructivo y equipo técnico profesional. También se presentó el plano catastrado de la propiedad oficial con sellos, un juego completo de planos, certificación del uso del suelo, cédula de personería jurídica de la institución vigente, copia de la cédula del representante legal y certificación literal de la propiedad del proyecto, emitida por el Registro Público.

Por último, junto con el documento anteriormente mencionado se llenó la Hoja de Contexto para establecer la categoría de impacto del proyecto, que relacionó el tamaño de la obra con el sitio donde se introdujo, a través de cuatro categorías según el puntaje obtenido de acuerdo con el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Categoría de impacto

	<i>Color</i>	<i>Categoría</i>	<i>Puntos requeridos</i>
	Blanco	Vivienda social	n/a
	Amarillo	Bajo impacto	8-20
	Naranja	Mediano impacto	21-30
	Rojo	Alto impacto	31-40

Fuente: INTECO, 2017.

Por lo tanto, en la Hoja de contexto, se completó ocho criterios cada uno con rangos establecidos para evaluarlos a través de un puntaje en donde se tomó 1 como el de menor impacto y el 5 como el de mayor impacto, se sumó los puntos para determinar la categoría según el cuadro anterior y se adjuntó los documentos que respaldasen la veracidad del puntaje. A continuación, se muestra el contenido de la hoja de contexto:

Cuadro 3. Hoja de Contexto

<i>Criterio</i>	<i>Parámetros</i>	<i>Puntos</i>	<i>Clasificación</i>
1 Nivel de desarrollo económico del entorno (Conforme con el Índice de Desarrollo Humano PNUD).	Más de 0,875	1	
	0,750 a 0,875	2	
	0,625 a < 0,750	3	
	0,500 a < 0,625	4	
	< 0,500	5	
2 Tipo de área urbana.	Ciudad 250.000 o más personas	1	
	Ciudad 50.000 a > 250.000 personas	2	
	Pueblo 10.000 a > 50.000 personas	3	
	Comunidad 1.000 a >10.000 personas	4	
	Rural	5	
3 Relación del terreno con recursos de interés natural: bosques, cuerpos de agua, elementos especiales del paisaje.	No afecta recursos de interés natural	1	
	Presenta un 25% de cobertura con áreas de interés natural	2	
	Presenta un 50% de cobertura con áreas de interés natural	3	
	Presenta un 75% de cobertura con áreas de interés natural	4	
	Presenta un 100% de cobertura con áreas de interés natural	5	
4 Densidad de habitantes en la zona.	250 o más hab/ha	1	
	150 a <250 hab/ha	2	
	100 a <150 hab/ha	3	
	50 a <100 hab/ha	4	
	0 a < 50 hab/ha	5	
5 Cobertura de la edificación en el lote (áreas impermeabilizadas)	0 a < 10 % del área	1	
	10 a < 35 % del área	2	
	35 a < 50 % del área	3	
	50 a < 75 % del área	4	

<i>Criterio</i>	<i>Parámetros</i>	<i>Puntos</i>	<i>Calificación</i>
5	Cobertura de la edificación en el lote	75 a 100 % del área	5
6	Tamaño de la edificación, indique los metros cuadrados (m ²) de la edificación.	Muy pequeña: 0 a 50 m ²	1
		Pequeña: 50 a 300 m ²	2
		Mediana: 300 a 1.000 m ²	3
		Grande: 1.000 a 5.000 m ²	4
		Muy grande: más de 5.000 m ²	5
7	Vida útil de la edificación, indicado en número de años.	Más de 71	1
		De 61 a 70 años	2
		De 51 a 60 años	3
		De 41 a 50 años	4
		menos de 40	5
8	Tipos de uso.	Residencial - Unifamiliar	1
		Pequeño hotel/lodge/hostal, espacio público exterior (parques lugares de reunión), estacionamientos de un piso.	2
		Teatros, cines, templos/ comercio/ restaurantes/ académico/ edificio de estacionamiento/ uso mixto /excluido usos del 4 y 5)	3
		Desarrollo hotelero, Público institucional, Centros comerciales, Desarrollo hotelero > 50 habitaciones	4
		Condominio / Multifamiliar	4
	Industrial Hospital/clínica	5	
Puntaje total			40

Fuente: INTECO, 2017.

3.3.3. Fase III. Generación de las herramientas para el proceso de verificación.

Se aplicó las herramientas de verificación para el galardón de PBAE Categoría XV Construcción Sostenible y la certificación RESET, por lo que se trabajó dos documentos diferentes. En cuanto al galardón se desarrolló la matriz “Valoración de impactos”, (ver Anexo1) en efecto para cada medida ambiental que conllevó a cumplir el aspecto evaluado del diseño, se le asignó un cuadro en la cual se justificó el objetivo y su contribución con la mitigación del impacto al entorno, luego se revisó los planos y las especificaciones técnicas de los cuales se extrajo las evidencias visuales del diseño. Por

último, para mostrar los impactos esperados de las medidas se consultó los documentos aportados por el ICODER y se calculó el ahorro obtenido al implementarlas, esto se representó por medio de gráficos. Para ello también se utilizó la calculadora EDGE como *software* que ayudó al cálculo del porcentaje de ahorro.

- Para el cálculo del volumen mensual consumido de agua potable por inodoros, se aplicó la siguiente ecuación (Ec. 1):

$$VT = [(V \times i_n) \times d_n] \times \text{días del mes} \quad \text{Ec. 1}$$

VT = volumen mensual consumido ($\text{m}^3 \text{mes}^{-1}$)

V = volumen de agua potable (m^3)

i_n = cantidad de inodoros

d_n = cantidad de descargas diarias

- Para el cálculo del caudal mensual consumido de agua potable por la grifería (Ec. 2) y por las duchas (Ec. 3) se aplicó las siguientes ecuaciones:

$$Qm = [(Q \times g_n) t \times n] \times \text{días del mes} \quad \text{Ec. 2}$$

$$Qm = [(Q \times \text{duc}_n) t \times n] \times \text{días del mes} \quad \text{Ec. 3}$$

Vm = volumen mensual consumido ($\text{m}^3 \text{min}^{-1}$)

Q = caudal ($\text{m}^3 \text{min}^{-1}$)

t = tiempo

g_n = cantidad de grifos

duc_n = cantidad de duchas

n = cantidad de usos al día

- Para el cálculo del volumen de agua potable consumido mensual por los mingitorios se aplicó la siguiente ecuación (Ec. 4):

$$VT = [(V \times m_n) \times n] \times \text{días del mes} \quad \text{Ec. 4}$$

VT = volumen mensual consumido ($\text{m}^3 \text{mes}^{-1}$)

V = volumen de agua potable (m^3)

m_n = cantidad de inodoros

n = cantidad de usos al día

Para el segundo documento el cual hizo referencia a la certificación RESET, primeramente, se basó en la categoría obtenida con el resultado de la hoja de contexto, se llenó la hoja de estudios preliminares (ver Anexo 2) y se anexó las evidencias. Segundo, se acudió al documento R53-PGDP-01 “Requisitos para la certificación de Edificaciones Sostenibles en el Trópico”, donde se mostró cada parámetro con el tipo de evidencia a presentar. Con base en ese documento y la lista de chequeo, se buscó las evidencias, seguidamente se hizo revisión de los planos del proyecto, de los cuales se extrajo las láminas; además, se trabajó con documentos financieros, memorias de cálculos, permisos otorgados y demás evidencias de las medidas ambientales y los cumplimientos con los parámetros.

Finalmente, se completó la matriz de cumplimiento RESET (ver Anexo 3), y en conjunto se generó un archivo virtual que contuvo todos los documentos creados y recopilados.

Como herramienta final, se creó una guía que ayudase en la inclusión de medidas sostenibles en el diseño y la construcción de instalaciones deportivas, así considerando los parámetros ambientales de las normas certificadoras, se tomó los diferentes puntos con los que debe cumplir el diseño de un proyecto para que este sea sostenible y se desarrolló en la guía. Luego se indicó, para la parte de construcción, las consideraciones ambientales que se deben controlar en cada proceso constructivo para evitar el impacto ambiental.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inicialmente se obtuvo el análisis de las posibles certificaciones o galardones ambientales referidos a construcción sostenible y su proceso como tal, se expuso los datos sobre este tipo de construcción en el país y la implementación en diferentes tipologías de edificaciones, en conjunto con las características y aportes de cada herramienta. Posteriormente, se determinó la selección de dos potenciales herramientas para ser aplicadas, a lo cual se generó una guía introductoria con contenido de los parámetros a verificar resultando la inserción del proyecto con el proceso y el cumplimiento de las buenas prácticas ambientales. Por último, se generó las herramientas para el proceso de verificación mediante el desarrollo de las matrices y la guía para el diseño y construcción sostenible de edificaciones deportivas.

4.1. Análisis de construcción sostenible en Costa Rica

En el país las obras constructivas se clasifican generalmente en siete tipos: habitacional, institucional, industrial, comercio, urbanístico, complementarias y otros, no obstante, no todas las tipologías se desarrollan con un concepto de sostenibilidad, de la misma manera es limitado el porcentaje que opta por este estilo de construcción en conjunto con la aplicación de alguna herramienta verificadora. El análisis en este apartado permitirá conjetura del porcentaje de tipologías que ejecutan la obra con medidas de sostenibilidad y cuáles herramientas de verificación son utilizadas para validarse, seguidamente de la exposición de las características de estas que permitan visualizar las posibilidades de ser aplicadas en una obra de tipo deportivo.

4.1.1. Análisis de datos base sobre tipología de edificaciones sostenibles y herramientas verificadoras

En el siguiente apartado se analizan los datos estadísticos de construcción en el país en comparación con los datos estadísticos de tipología con enfoque sostenible, aparte las opciones de herramientas verificadoras que pueden ser aplicadas.

4.1.1.1. Análisis de datos sobre construcción y su tipología

De la clasificación por tipo de obra desarrollada en el país se obtuvo una serie de datos estadísticos publicados por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica y el Instituto Nacional de Estadística y Censos, lo que permite conocer cómo se comporta la distribución de la construcción. A continuación, la siguiente figura representa la distribución en porcentaje del país.

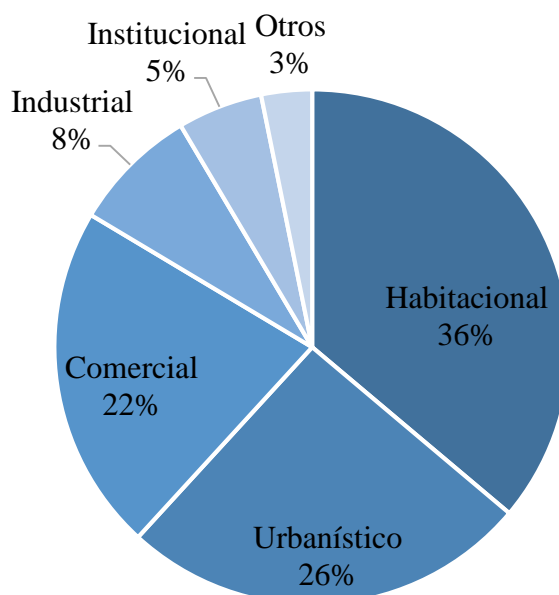


Figura 8. Tipología de edificaciones construidas al año 2017. Fuente: CFIA & INEC (2017).

Las construcciones de tipo habitacional y urbanístico son las de mayor desarrollo, pues abarcan más del 50 % entre las dos. Estas tipologías, según clasificación por parte del CFIA, incluyen las edificaciones de casas, condominios, apartamentos, habitaciones de interés social, urbanizaciones, carreteras y puentes. Tal desarrollo se debe a que muchas empresas privadas en los últimos años se han dedicado a la edificación de condominios y apartamentos representando el 45 % de la construcción privada total; además, en materia de habitaciones de interés social se construyen 11.000 casas anuales con la intención de brindar acceso a la vivienda para la clase media y baja, según proyectos impulsados por el Plan Nacional de Desarrollo. Adicional al crecimiento habitacional, se ha dado, de manera paralela, el desarrollo urbano, mediante la mejora de carreteras y puentes que favorecen el acceso. A ello se encuentra ligada la construcción comercial como locales, centros comerciales y oficinas, que representan el 22 % de la tipología de edificaciones (Campos, G. I., 2018)

En cuanto al porcentaje más bajo, se observa en la figura 8, un 3 % correspondiente a otros, que incluyen las obras de centros de salud, agroindustria y turismo. Estas requieren de planificación y estudios previos más rigurosos, por lo que no se construyen con la misma prontitud que las viviendas, siendo este el mayor motivo por el cual se han establecido menormente, ya que el lento proceso de trámites y permisos desvían el interés de inversión (Garnier, A., 2018).

4.1.1.2. Análisis de datos sobre tipología de obra sostenible

Con respecto a las tipologías de edificaciones sostenibles es el Consejo de Construcción Verde en Costa Rica (GBC-CR) mencionado en el apartado 2.3 quien presenta datos, esto debido a que dicha organización es uno de los entes certificadores en el país que ha sido persistente en la validación de obras desarrolladas bajo esta modalidad. A continuación, en la figura 9 se muestran los resultados:

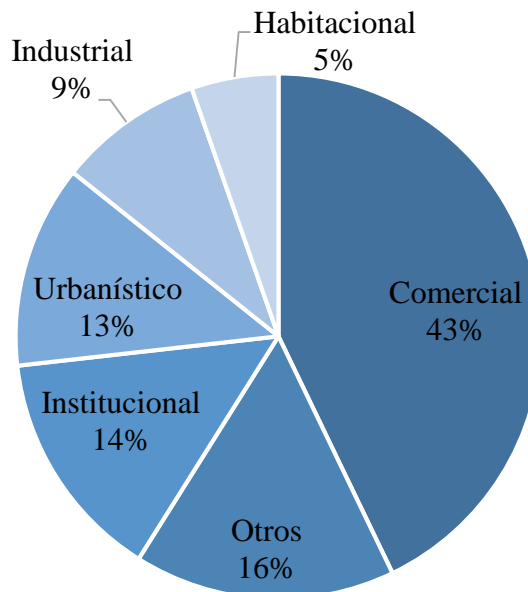


Figura 9. Tipología de edificaciones sostenibles en Costa Rica.

Como se mencionó en el apartado anterior, más del 50 % de las obras anuales son de tipo urbanístico y habitacional, pero tan solo abarcan el 13 % y 5 %, respectivamente, de las construcciones sostenibles en el país. Cabe aclarar que el 13 % corresponde a condominios en forma de torres, con uso mixto entre vivienda y comercio, mas no se aplica ningún parámetro ambiental, como el uso eficiente de materiales, agua y electricidad durante el desarrollo de carreteras o puentes.

Ahora bien, en el caso de las construcciones de tipo habitacional el porcentaje es bajo, debido a que son pocas las viviendas unifamiliares que optan por una arquitectura sostenible, pues no existe ningún requisito obligatorio que indique que se debe cumplir con parámetros de sostenibilidad; no obstante, sí se han considerado para el desarrollo de viviendas de interés social ambientalmente responsables, por parte de la organización Fundación Promotora de Vivienda (FUPROVI).

Por otra parte, la mayor cantidad de edificaciones sostenibles del país corresponde a las obras de tipo comercial, lo cual incluye edificios destinados al uso de oficinas que albergan gran número de personas trabajando y que han presentado cambios sustanciales desde su diseño, con el fin de obtener

una gestión eficiente y un ambiente confortable. Estas edificaciones anteriormente no eran diseñadas pensando en las condiciones ambientales adecuadas, lo que provocaba el uso ineficiente de recursos y un microambiente infectado por componentes volátiles, polvo, fibras, virus, bacterias, hongos y dióxido de carbono, que daban paso a una serie de patologías a las que se exponían los trabajadores, provocándoles enfermedades y disminuyendo la productividad. A raíz de esto, muchas empresas han optado por preferir las edificaciones sostenibles para evitar que su personal enferme y, al mismo tiempo, ser más eficientes en el uso de recursos (Boldú & Pascal, 2005).

Otro punto es la tipología mencionada como otros con un 3 % de las construcciones anuales; sin embargo, en la figura 9, se ubica en el segundo lugar con un 16 % de construcciones sostenibles, tomando en cuenta principalmente edificaciones turísticas y de salud. En el caso de las edificaciones turísticas, según el Instituto Costarricense de Turismo (2017), la distribución espacial de las empresas de hospedaje en el país se da con mayor frecuencia en zonas costeras o montañosas, es decir en los lugares que presentan riqueza natural. Teniendo en cuenta el fuerte desarrollo de la actividad turística e inmobiliaria sin un adecuado ordenamiento territorial que oriente el crecimiento de las zonas en concordancia con la economía local, se genera la preocupación por los impactos negativos sobre los recursos naturales y la calidad del ambiente, que al mismo tiempo puedan dar paso a la aparición de conflictos socio ambientales por la competencia en el uso de los recursos (Román, 2007). Es por esto que el sector turismo se ha preocupado por un desarrollo sostenible, promoviendo que las edificaciones desde su diseño integren parámetros ambientales que permitan el ahorro y uso apropiado de los recursos naturales, así como el manejo adecuado de los desechos, de manera que permita el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales y el éxito económico de la actividad (ICT, 2019).

En cuanto a los centros de salud, la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS), es una de las pocas instituciones públicas que ha tomado medidas a partir de las estadísticas de consumo en recursos como agua potable, energía y combustibles, por lo que en el 2018 aprobó una nueva Política Ambiental, a partir de la importancia de fortalecer el compromiso, mediante un abordaje integral y transversal a toda la organización, lo que impulsa a establecer infraestructura, servicios y prácticas de salud amigables con el entorno (Solís, 2018).

Al tener en cuenta este compromiso ambiental, se destina inversión económica para proyectos constructivos de centros de salud sostenibles, desarrollando dos sedes en la Ribera y en Escobal de Belén. Estas edificaciones incluyeron medidas que permitieron el ahorro energético, ahorro de agua y

manejo de materiales durante el proceso constructivo, así como medidas para la gestión eficiente que se basan en la importancia de manejar adecuadamente los residuos sólidos de tipo ordinario e infectocontagiosos y las aguas residuales que puedan contener sustancias peligrosas (Solís, 2018).

4.1.1.3. Análisis de datos sobre herramientas verificadoras aplicadas en el país

Al investigar las herramientas verificadoras que existen en el país, se encontró con cinco de ellas como las de preferencia, en conjunto una serie de datos que permiten analizar las razones del porque la cantidad de proyectos que han optado por incorporarlas y el tipo de obra que más las demandan. Esto se muestra en la figura 10:

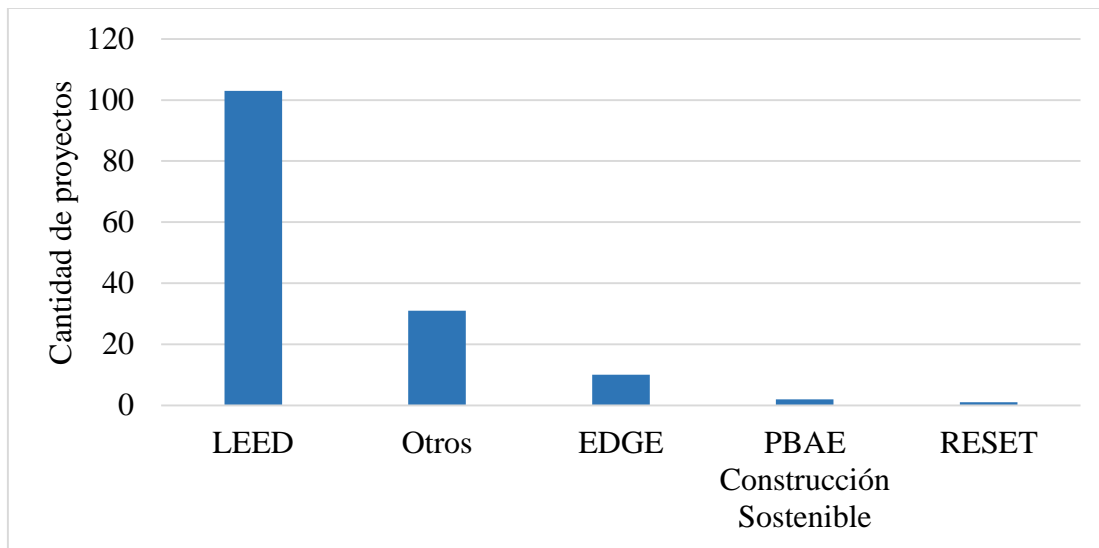


Figura 10. Herramientas de verificación sostenible en Costa Rica.

En Costa Rica, las certificaciones ambientales por las que optan los proyectos son: certificaciones en Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED por sus siglas en inglés), Excelencia en el Diseño para Mayores Eficiencias (EDGE por sus siglas en inglés) y Requisitos para Edificaciones Sostenibles en el Trópico (RESET). También existe el galardón Programa Bandera Azul Ecológica Categoría XV Construcción Sostenible (PBAE) y el premio que otorga la Cámara Costarricense de Construcción (CCC).

LEED es la certificación que lleva mayor tiempo en el mercado, con alto reconocimiento tanto nacional como internacional. Esta comenzó con la verificación de construcciones existentes para maximizar la eficiencia operativa y reducir al mínimo los impactos ambientales negativos de los edificios; luego fue tomando en cuenta las edificaciones nuevas desde el diseño. Por ello, se coloca como la más cotizada; sin embargo, desde el año 2015 se empezó a implementar la norma EDGE con

un incremento en obras nuevas por lo que al momento llevan nueve edificaciones certificadas (GBC-CR, 2018 & GBC-US, 2018).

En cuanto a la norma nacional RESET, creada en el año 2012, de acuerdo con la figura 10 es la más baja. El galardón PBAE, con solo un año de haberse creado, muestra un mayor éxito, pues varios proyectos lo han elegido. Esto puede deberse a que el galardón es un reconocimiento sin costo, lo que incentiva a promover ese compromiso de someter el proyecto a una evaluación sostenible. Asimismo, la baja escogencia de RESET, según Nayak (2017), en unas entrevistas aplicadas a profesionales, se debe a que estos respondieron que los temas principales para certificaciones eran la comercialidad y el reconocimiento, en especial para los expertos con clientes internacionales o empresariales, lo cual los lleva a buscar el reconocimiento de LEED más no el de RESET, pues ellos afirman que es menos probable que RESET sea solicitada por un cliente, por lo que tiene menor posibilidad en el mercado. Los arquitectos entrevistados reconocieron la importancia de comprender el entorno regionalizado de la norma; sin embargo, dijeron no haber tenido ningún incentivo por parte del cliente para seguirla.

Por otro lado, existen en el país proyectos constructivos que, a pesar de ser diseñados bajo el enfoque de sostenibilidad, no han optado por ninguna certificación, debido a los altos costos de inversión que conlleva el proceso. Por este motivo, la Cámara Costarricense de la Construcción creó un galardón llamado “Premio a la Construcción Sostenible” que les permitiera obtener un reconocimiento sin ningún costo (Cámara Costarricense de la Construcción, 2018b).

4.1.2. Análisis de herramientas verificadoras referidas a construcción sostenible y su proceso como tal

4.1.2.1. Análisis FODA

De la información recopilada de las reuniones con los entes evaluadores y materiales como guías o normas se obtuvo los datos para el análisis FODA. A continuación, en el cuadro 9, se resumen los resultados para las certificaciones EDGE, RESET, LEED y el galardón PBAE.

Cuadro 4. Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA)

<i>Fortalezas</i>	<i>Debilidades</i>
<u>RESET</u>	<u>RESET</u>
Presenta un fácil acceso a la norma para consultar el procedimiento a gran escala y los parámetros a evaluar, además de certificar las tres modalidades diseño, construcción y operación con forme avanza el proyecto.	El procedimiento de inscripción se divide en dos partes, por lo que se debe llenar dos formularios diferentes antes de comenzar con la evaluación, lo cual demanda más tiempo.
<u>PBAE</u>	<u>PBAE</u>
El ente evaluador es el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, lo que hace el procedimiento de inscripción y revisión sea más rápido permitiendo que el proyecto galardone el diseño por medio del sello azul y que posteriormente se galardone la construcción una vez finalizada.	Por ser una categoría nueva se presentan cambios en la forma de evaluar provocando retrasos en el proceso, además de que no existe seguimiento para la etapa de operación.
<u>EDGE</u>	<u>EDGE</u>
Esta certificación tiene más tiempo de estar en el mercado siendo reconocida, debido a esto ha certificado más edificios que las anteriores. De igual manera abarca las tres modalidades diseño con una pre certificación, construcción y operación.	Contactar con la organización evaluadora tiene mayor dificultad, además de presentar un costo muy elevado en cuanto a inversión inicial por parte de una institución pública.
<u>LEED</u>	<u>LEED</u>
Es la certificación con mayor reconocimiento tanto nacional como internacional con más años en el mercado.	A diferencia de las anteriores concentra la evaluación en vivienda, hotelería, oficinas, comercio y educación.
	Presenta los costos más elevados comparados con las anteriores, además de tener cuatro niveles distintos de certificación.

<i>Oportunidades</i>	<i>Amenazas</i>
<u>RESET</u>	<u>RESET</u>
Los costos de inversión en general no son elevados, lo que la hace accesible para la institución.	Entre la certificación del diseño y el comienzo de la construcción el tiempo es amplio.
<u>PBAE</u>	<u>PBAE</u>
Es versátil, al no contar con un listado de medidas obligatorias a cumplir, lo que le da una gran capacidad de trabajar de manera simultánea con otra certificación.	Se presentan cambios de formatos durante el proceso.
No tiene un costo de inversión para el proceso evaluador, haciéndola atractiva para proyectos de presupuesto público.	<u>EDGE</u>
<u>EDGE</u>	<u>EDGE</u>
Utiliza un software como herramienta gratuita y accesible en la página de GBC-CR que permite hacer cálculos de ahorro bastante rápidos basados en la escogencia de las medidas que presentan predeterminadamente.	Al evaluarse en vivienda, hotelería, oficinas, comercio y educación puede suceder que al escoger certificar instalaciones deportivas no se adapte la herramienta a las condiciones de la edificación.
<u>LEED</u>	<u>LEED</u>
Darían a conocer la construcción certificada a nivel internacional, siendo la primera edificación deportiva sostenible en el país.	Al encasillar la evaluación para instalaciones comerciales, de oficinas, vivienda y hotelera, podría presentar problemas para instalaciones deportivas en sus parámetros de verificación.

Según el análisis FODA se observa que todas las herramientas ofrecen como fortaleza la posibilidad de tres modalidades, las cuales son diseño, construcción y operación. De este modo, se puede realizar progresivamente el proceso de verificación conforme avanza el proyecto, de modo que permite ejecutar a tiempo las correcciones de malas prácticas en cualquier etapa, asegurando el éxito del compromiso ambiental. También da paso a que la edificación sea diseñada pensando en los impactos negativos que pueda generar y que desde el inicio se incluyan las medidas para eliminarlos o mitigarlos.

Por el contrario, como debilidad, se observa que la incorporación del proyecto al proceso de verificación EDGE, LEED y RESET inicialmente es dividido en dos o más partes, asimismo, EDGE

y LEED dirigen la certificación específicamente a edificaciones para habitación, educación, hoteles y comercio, lo que dificulta la aplicación hacia una obra distinta no contemplada, por lo cual se debe adaptar las medidas para poder ser cumplidas, lo que ocasiona atrasos que difieran del cronograma inicial de la obra y el desfase entre la verificación del diseño y el inicio de la construcción (GBC-CR, 2018 & GBC-US, 2018).

En lo que se refiere a las oportunidades que presentan las certificaciones se puede destacar la de utilizar un *software* para ingresar las medidas ambientales y obtener predicciones indicadoras del cumplimiento porcentual de ahorro y, por lo tanto, del cumplimiento con la certificación. Al mismo tiempo, esto promueve la seguridad de inversión; además, agregándole que el costo del procedimiento sea accesible, incentivará el financiamiento para obtener el reconocimiento sostenible de la obra. También esta herramienta sirve como incentivo para las carteras de inversión verde (Nayak, 2017), en especial hoy en día que los bancos, como parte del compromiso con la sostenibilidad del país, han creado líneas de crédito especializadas para apoyar proyectos que promuevan el uso sostenible de los recursos naturales y la protección al medioambiente. En una noticia publicada por el Mundo CR (2018) se menciona entre los bancos que ofrecen créditos verdes al Banco Nacional, Banco de Costa Rica, BAC, Banco Popular, Davivienda y Promerica.

Otra oportunidad destacada es la que presenta PBAE, al no contar con una serie de medidas rígidas a cumplir dentro de los parámetros ambientales, dando la opción de generar las propias medidas de sostenibilidad acordes al tipo de obra que se quiere desarrollar y ofreciendo mayor versatilidad y adaptación para trabajarse en paralelo con otra certificación ambiental. Por el contrario, si la certificación es dirigida solamente a ciertas tipologías de edificaciones, como se mencionó anteriormente en las debilidades, ocurriría que estas no concuerden con las medidas para instalaciones deportivas, presentando la amenaza de una mala inversión tanto de tiempo como de dinero.

También se observa en el análisis FODA que los altos costos de las certificaciones se consideran amenazas, pues al momento que el desarrollo de una obra presente algún inconveniente y esta requiera modificar los presupuestos, los primeros recortes serán dirigidos hacia las acciones opcionales. Por tanto, al ser la verificación ambiental un proceso opcional, se puede ver seriamente afectado, dando paso a que surjan detractores, pero si de lo contrario el costo es menor o nulo, es posible que el proceso continúe sin problemas.

4.2.2. Análisis técnico comparativo

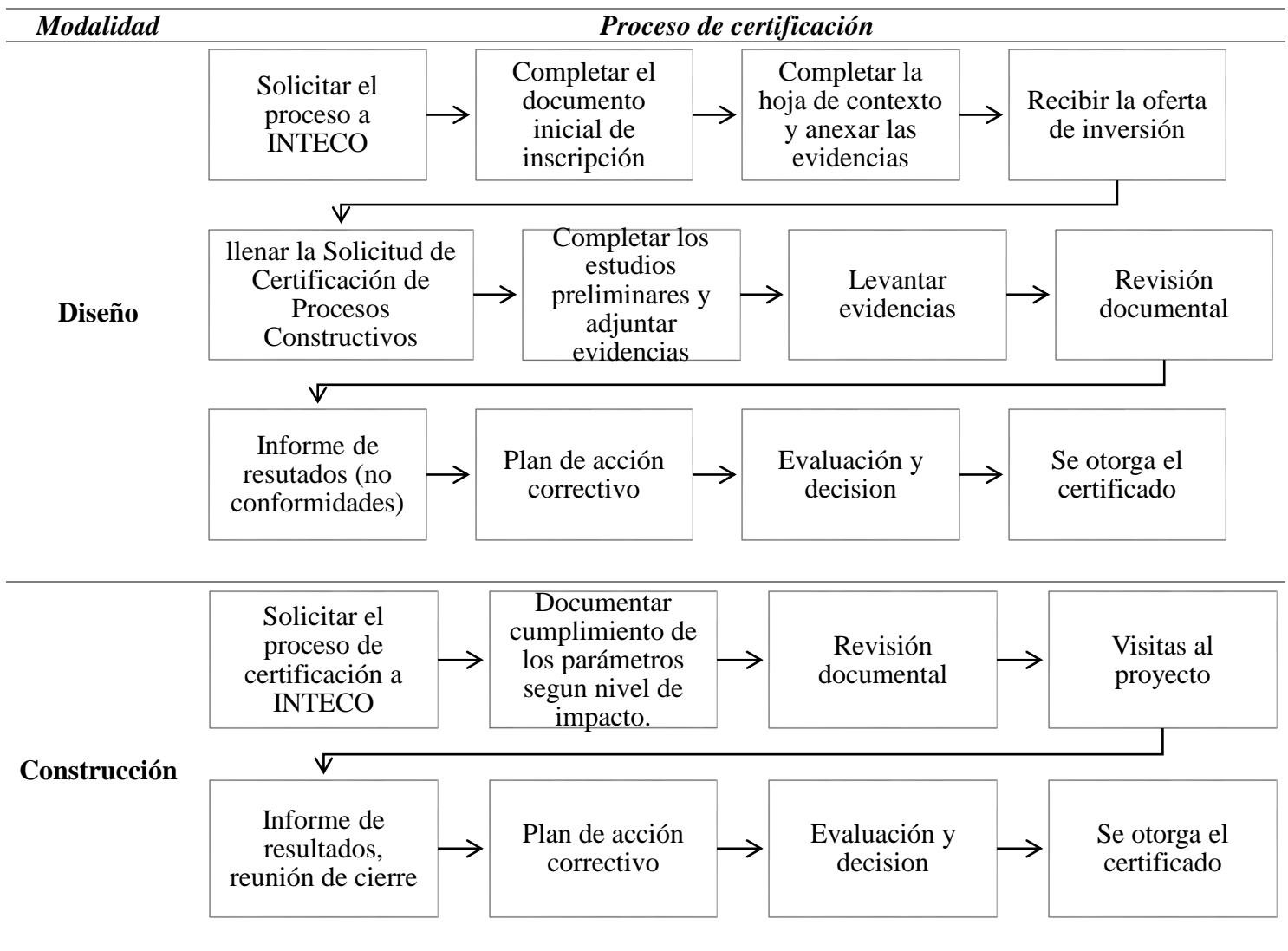
En este apartado se muestra las comparaciones de los componentes más destacados en las diferentes herramientas con el fin de visualizar similitudes o discrepancias entre estas, cayendo en un análisis más técnico que ayude a seleccionar la herramienta que mejor se adapte al proyecto.

4.2.2.1. Comparación de procesos verificadores

Este análisis reúne los procesos en forma de diagrama que se deben aprobar para cada certificación y el galardón.

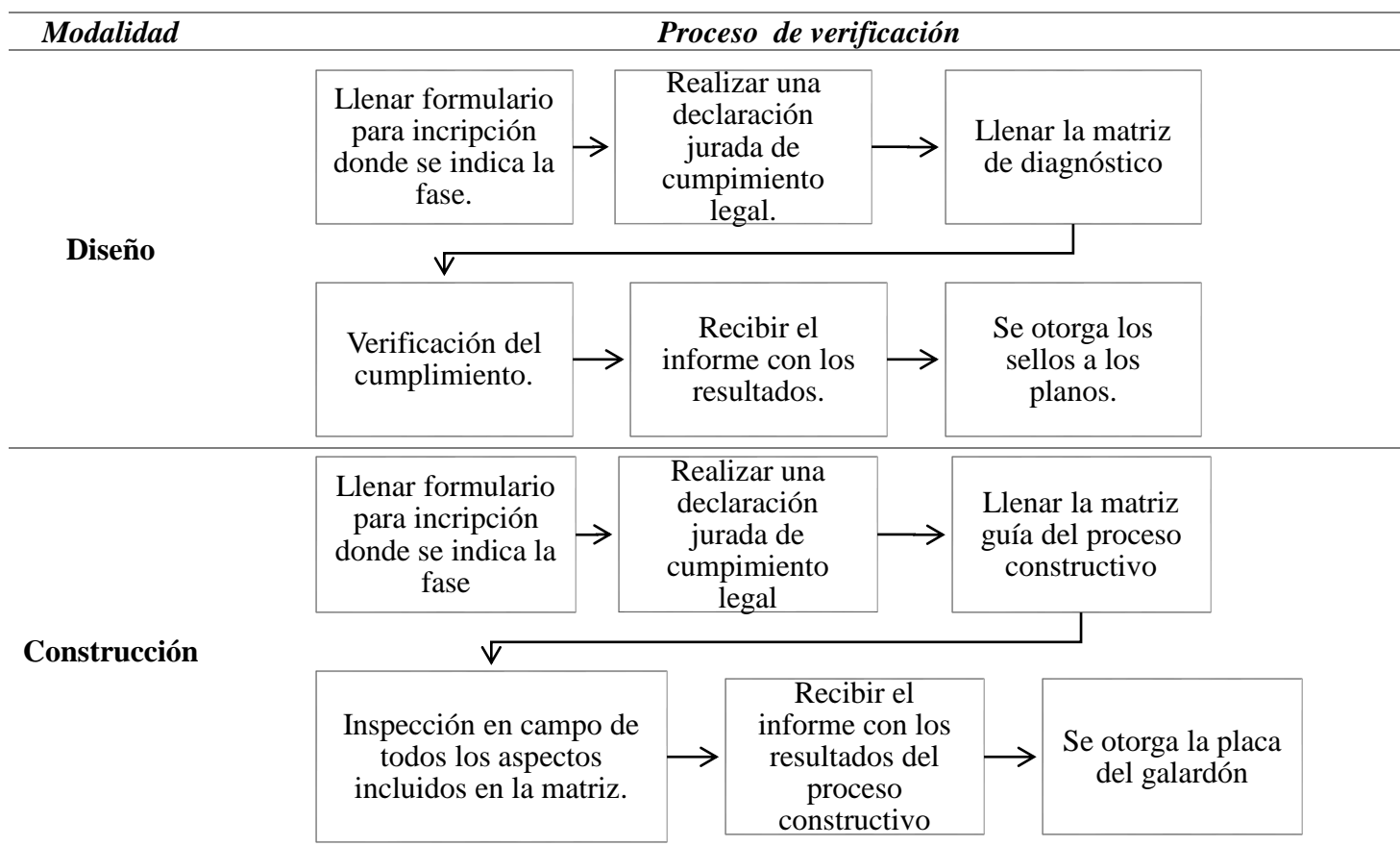
El documento RS-SE-10 (V03) Requisitos para la Certificación RESET, establece de forma general las fases para la certificación de las etapas. En el cuadro 10 se muestra los procesos:

Cuadro 5. Proceso de certificación para la norma RESET



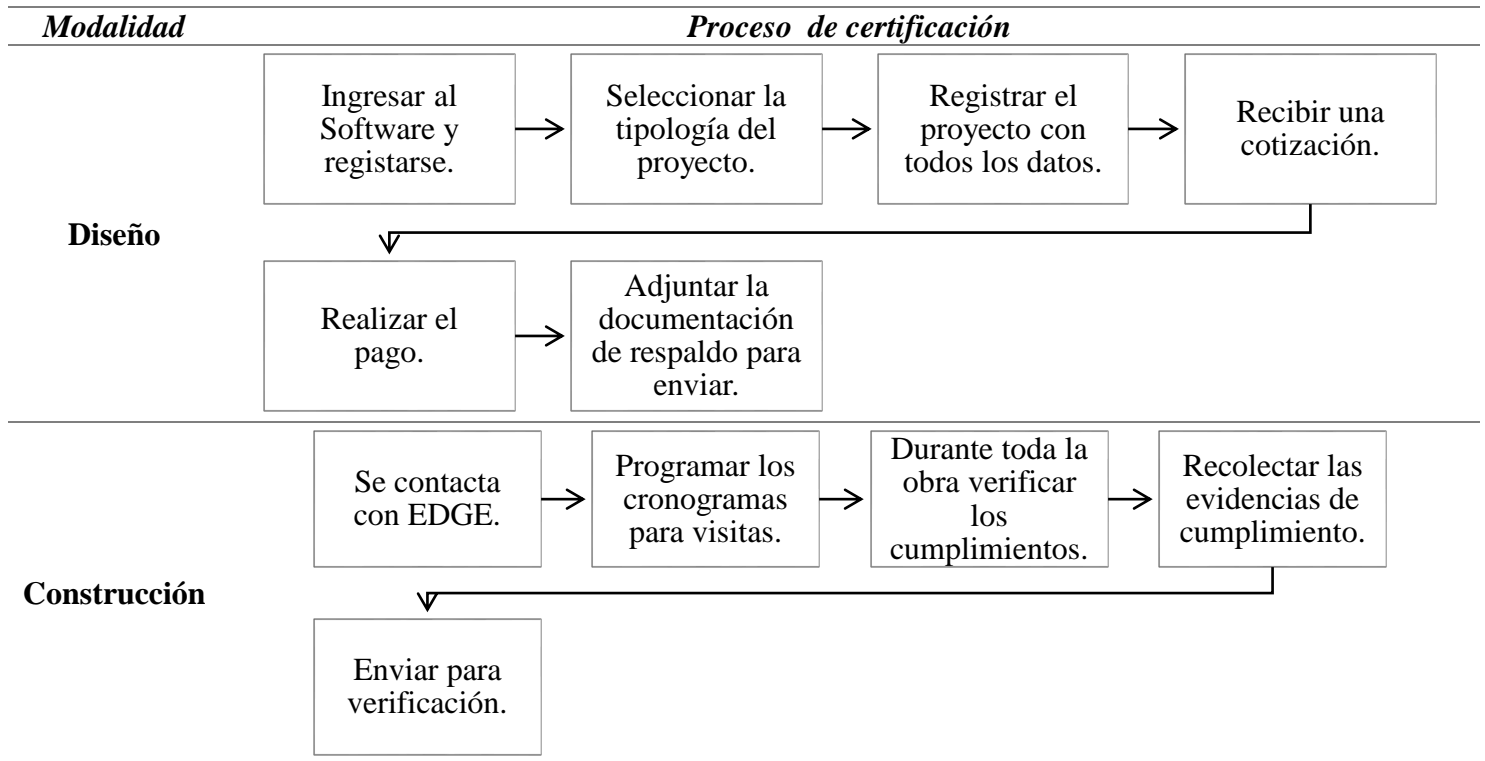
El manual de Procedimientos Categoría de Construcción Sostenible PBAE-CFIA 2017, menciona las etapas del proceso por lo que en el cuadro 11 se muestra en forma de diagrama y de manera general el proceso a seguir para la verificación de ambas modalidades.

Cuadro 6. Proceso de verificación para el Galardón PBAE Construcción Sostenible



El Consejo de Construcción Verde en Costa Rica (GBC-CR), encargado de la certificación EDGE establece el proceso para ambas modalidades el cual se muestra en el cuadro 12 de manera general.

Cuadro 7. Proceso de certificación para la certificación EDGE



La figura 11 resume a modo de comparación la cantidad de procesos tanto para el diseño y la construcción que se deben aprobar para obtener el reconocimiento.

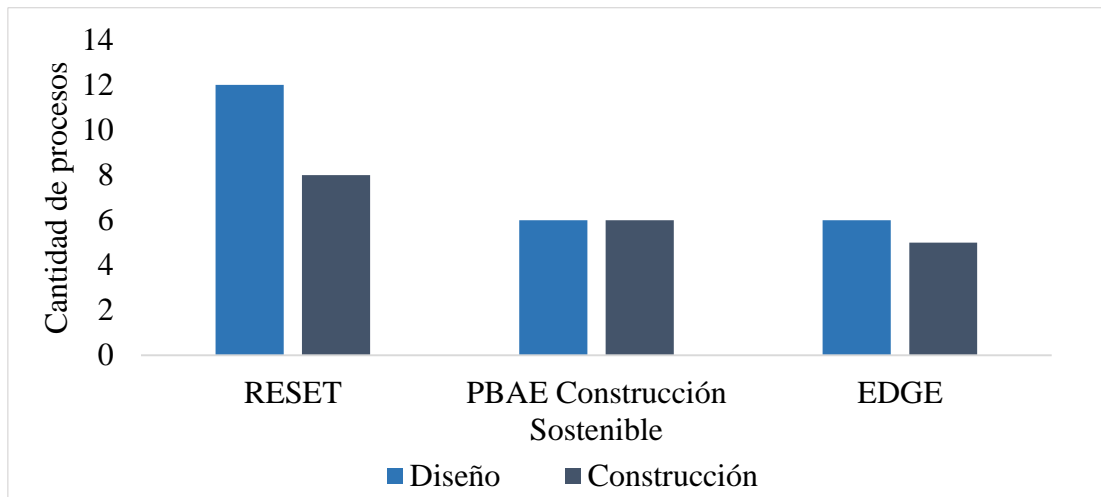


Figura 11 .Principales procesos para cada herramienta verificadora.

Se observa que el proceso evaluador del diseño para la norma RESET cuenta con una mayor cantidad de pasos que para PBAE y EDGE. Considerando los diagramas que en detalle se observan en el cuadro

10, cuadro 11 y cuadro 12, se puede determinar que la diferencia se da principalmente porque RESET solicita llenar dos documentos previos para evaluar la magnitud del proyecto y, con base en ello, ofertar el costo del proceso verificador; por el contrario, el galardón de PBAE no tiene costo alguno. Por lo tanto, el proceso de inscripción es directo y simultáneo al proceso verificador del diseño. Ahora bien, para EDGE la metodología es diferente, ya que es a través del *software* que se registra el encargado y este, a la vez, registra el proyecto, escogiendo la tipología de la edificación junto con las medidas y los documentos adjuntos que las respaldan, lo cual es enviado para ser aprobado inicialmente y comunicar el costo de la certificación.

En el caso de la construcción, sigue siendo RESET la que posee más pasos; no obstante, el procedimiento no es tan diferente de EDGE, pues ambos se centran en las visitas de campo para verificar que las buenas prácticas ambientales durante la construcción estén siendo aplicadas, con base en toda la documentación entregada previamente para la certificación del diseño. En cuanto al galardón PBAE, primero se deberá crear la matriz “Guía del Proceso Constructivo”, donde se colocan los impactos durante la construcción y las medidas que los eviten o mitiguen. Una vez revisado y aprobado por el CFIA, se realizan las visitas de campo para verificar que se esté cumpliendo con todo lo propuesto en dicha matriz.

4.2.2.2. Similitud y discrepancias entre parámetros y sus medidas

Otro punto de comparación técnica de las certificaciones RESET, LEED, EDGE y el galardón de PBAE son los parámetros en común y la cantidad de medidas que contiene cada uno. A continuación, en la figura 12 se resumen los resultados encontrados.

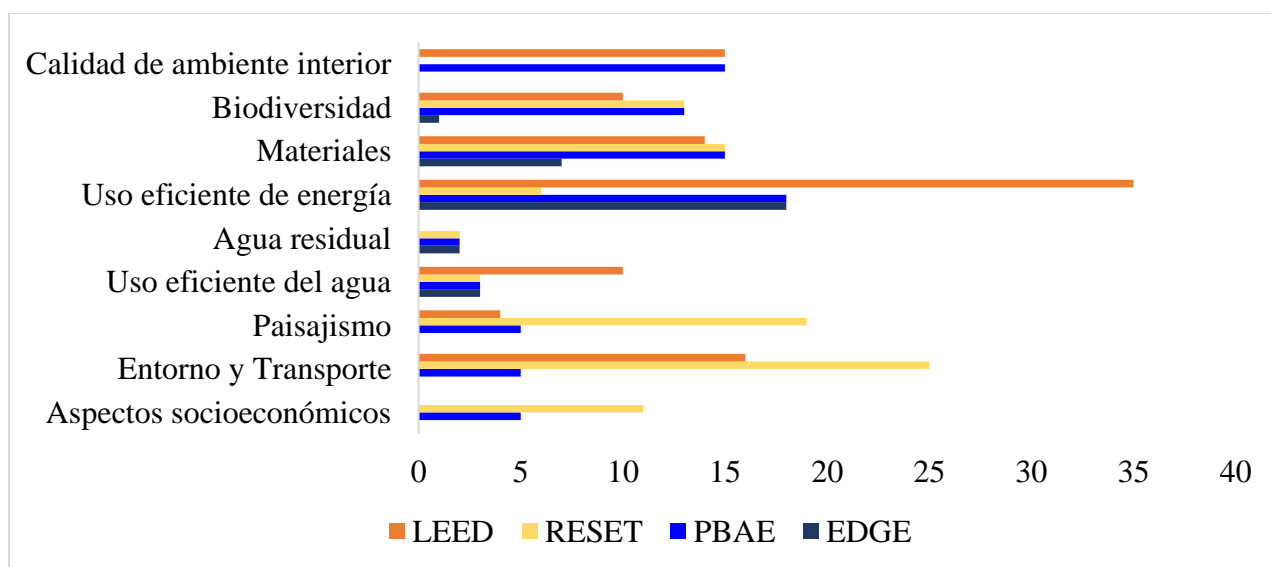


Figura 12. Similitud entre parámetros ambientales.

Se observa que la certificación EDGE es la que menos parámetros verifica, pues se basa principalmente en la eficiencia del consumo y los materiales; por el contrario, es el galardón PBAE categoría XV el que presenta la mayor similitud, debido a que establece los parámetros a trabajar, pero no enlista una serie de medidas a cumplir, permitiéndole combinarse con las medidas que exponen las otras certificaciones.

Otro punto es el componente social y económico; se observa que EDGE no verifica este parámetro; y RESET destaca por ser la certificación que más medidas incluye, considerando que es una norma nacional, le da importancia al componente social, tanto para las comunidades aledañas al proyecto como para los trabajadores. No obstante, este resultado difiere de lo encontrado en el informe de pasantía realizado por Nayak (2017), el cual menciona que EDGE tanto como RESET son certificaciones creadas para un país en desarrollo, refiriéndose directamente a la empresa verde con inclusión social, incluso más que LEED, pero al momento de ingresar al Green Building Council Costa Rica en ningún momento este considera medidas para el aspecto social, solamente evalúa a través del *software* elementos de diseño, como la orientación del edificio, según el país seleccionado y los consumo de energía, agua y materiales. Teniendo esto en cuenta puede ser que, al momento de comenzar el proceso, directamente con el GBC-CR y llenar los formularios, se soliciten algunas medidas del componente social; sin embargo, esto no es posible afirmarlo.

Por otro lado, LEED propone un parámetro exclusivo para calidad del aire interior, adicional al de energía; sin embargo, muchas de las medidas solicitadas en el parámetro de uso eficiente de la energía cumplen con crear un ambiente confortable y, por ende, mantener la calidad de aire dentro de las edificaciones, evitando la proliferación de enfermedades.

4.2. Introducción al proyecto en las buenas prácticas ambientales del proceso de verificación y determinación de la categoría de impacto.

Teniendo en cuenta que se seleccionó la certificación Requisitos para Edificaciones Sostenibles en el Trópico (RESET) y el galardón del Programa Bandera Azul Ecológica Categoría XV (PBAE) para implementarlas debido a que son las que mejor se adaptan a una edificación deportiva, es necesario crear una guía que permita ordenar los parámetros y sus medidas en ambas herramientas verificadoras, obteniendo como resultado una mayor claridad de con cuales de estas cumple y las que son necesarias de introducir, a fin de que el proyecto logre el cumplimiento deseado de las buenas prácticas

ambientales constructivas. Una vez teniendo claro el potencial de cumplimiento es necesario completar la hoja de contexto que resulta en la determinación de la categoría de impacto requerida para realizar la inscripción.

4.2.1. Listas de chequeo

Las listas de chequeo se desarrollan como las guías que arrojan los resultados del potencial cumplimiento del proyecto con ambas herramientas verificadoras. A continuación, en los siguientes cuadros se muestran los resultados de la evaluación obtenida para ambos reconocimientos.

4.2.1.1. Lista de chequeo para los parámetros del galardón PBAE

Se desarrolla la lista de chequeo con base en los parámetros del manual de procedimientos categoría construcción sostenible PBAE-CFIA 2017. Se observa en el cuadro 13 los siguientes resultados

Cuadro 8. Resultados de la lista de chequeo para los parámetros del galardón Programa Bandera Azul Ecológica Categoría XV Construcción sostenible

<i>Aspecto</i>	<i>Parámetros de evaluación</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Cuáles medidas</i>	<i>Referencia en planos o especificaciones técnicas</i>
Agua	Ahorro en consumo de agua potable.	X		Duchas de bajo flujo. Grifos de bajo flujo en todos los baños. Baja descarga para inodoros en todos los baños.	Planos mecánicos: AM12-1 - Simbología tablas y detalles de fontanería. BM12-1 - Simbología tablas y detalles de fontanería. CM12-1 - Simbología tablas y detalles de fontanería. DM12-1 - Simbología tablas y detalles de fontanería.

<i>Aspecto</i>	<i>Parámetros de evaluación</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Cuáles medidas</i>	<i>Referencia en planos o especificaciones técnicas</i>
Agua	Ahorro en consumo de agua potable.			<p>Urinarios eficientes en el uso de agua en todos los baños.</p> <p>Jardinería con uso eficiente de agua.</p>	<p>M12-1 - Simbología tablas y detalles de fontanería.</p> <p>BM12-1 - Simbología tablas y detalles de fontanería.</p> <p>CM12-1 - Simbología tablas y detalles de fontanería.</p> <p>DM12-1 - Simbología tablas y detalles de fontanería.</p> <p>EM12-1 - Simbología tablas y detalles de fontanería</p>
	Reducción y disposición de aguas residuales.	X		<p>Disposición de las aguas residuales al alcantarillado sanitario.</p> <p>Utilización de trampas de grasa en comedores.</p>	<p>Conexión con el alcantarillado sanitario</p> <p>Planos mecánicos:</p> <p>UM02.5- Planta mecánica conjunto – pot san lpg inc.</p> <p>Trampa de grasa</p> <p>Planos mecánicos:</p> <p>AM02-1 - Planta de fontanería- nivel 0-00.</p> <p>AM02-3 - Plantas ampliadas de fontanería- baños-vestidores-cocina.</p> <p>AM12-1 - Simbología tablas y detalles de fontanería.</p> <p>AM12-2 - Detalles de fontanería.</p>
	Impacto a la biodiversidad por tema de agua.	X		<p>Diseño de laguna de retención para aguas pluviales.</p>	<p>Planos arquitectónicos y estructurales</p> <p>U. Conjunto:</p> <p>UA03-3 - Planta de siembra.</p> <p>US12-1 - Detalles desfogue de laguna de retención.</p> <p>US10-9 - Perfiles de movimientos de tierras laguna.</p>
Energía	Ahorro en consumo de electricidad y combustible	X		<p>Utilización de paneles solares para abastecimiento de energía</p>	<p>Planos eléctricos</p> <p>Baloncesto. AE02-11 - Planta de ubicación de paneles fotovoltaicos.</p> <p>Voleibol. BE02-17 - Planta de ubicación de paneles fotovoltaicos.</p> <p>Balonmano. CE02-11 - Planta de ubicación de paneles fotovoltaicos</p> <p>Fútbol sala. DE02-11 - Planta de ubicación de paneles fotovoltaicos</p> <p>Módulo de combate. EE02-11 - Planta de ubicación de paneles fotovoltaicos.</p>

<i>Aspecto</i>	<i>Parámetros de evaluación</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Cuáles medidas</i>	<i>Referencia en planos o especificaciones técnicas</i>
Energía	Ahorro en consumo de electricidad y combustible.	X		Utilización de colectores solares de placa plana para el calentamiento de agua requerida en duchas	Planos mecánicos A. Baloncesto AM02-5 - Cortes e isométricos de fontanería. AM12-3 - Detalles de fontanería. B. Voleibol BM02-6 - Plantas ampliadas de fontanería- servicios sanitarios secciones e isométricos. BM12-2 - Detalles de fontanería. C. Balonmano CM02-5 - Cortes e isométricos de fontanería. CM12-2 - Detalles de fontanería. D. Fútbol sala DM-02-5 - Cortes e isométricos de fontanería.
				Utilización de colectores solares de placa plana para el calentamiento de agua requerida en duchas	D. Fútbol sala DM-12-2 - Detalles de fontanería. E. Módulo combate EM12-2 - Detalles de fontanería.
				Utilización de estrategias pasivas en el diseño	Especificaciones técnicas Ingeniería Mecánica. Apartado 63.6. Celosías para exteriores Louvers, p.118. Ficha técnica Louvers. Especificaciones técnicas Sistemas de Puertas y Ventanas. Apartado 4.9. Sistemas de ventanas, p. 28. Fecha técnica de las fachadas muro cortina piel de vidrio.
	Impactos a biodiversidad por uso de energía y combustibles.	X		Se diseñan áreas de parqueos para evitar la erosión del suelo en las zonas verdes del parque, pero se incentiva el transporte sin emisiones	Plano arquitectónico U. Conjunto: U00-7 - Planta de configuración del proyecto

<i>Aspecto</i>	<i>Parámetros de evaluación</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Cuáles medidas</i>	<i>Referencia en planos o especificaciones técnicas</i>
Energía	Impactos a biodiversidad por uso de energía y combustibles	X		El diseño contempla que la instalación eléctrica subterránea no interfiera con las raíces de los árboles existentes y de plantaciones futuras.	Planos eléctricos U. Conjunto: UE02-1 -Planta de canalizaciones eléctricas - TP1 ACOMETIDAS. UE02-2 -Planta de canalizaciones eléctricas - TP2 ACOMETIDAS. UE12-3-Detalles eléctricos. UE12-5 -Detalles eléctricos.
	Modulación para planificar una menor generación de residuos.	X		Se diseña bajo el concepto de modulación tomando en cuenta las medidas predestinadas de los materiales a utilizar	Planos arquitectónicos AA05-1 - Planta de acabados nivel -0-00. AA05-2 - Planta de acabados nivel 3-12. BA05-1 - Planta de acabados nivel -0-00. BA05-2 - Planta de acabados nivel 3-12. BA05-3 - Planta de acabados nivel 9-12. CA05-1 - Planta de acabados nivel -0-00. CA05-2 - Planta de acabados nivel 3-12. DA05-1 - Planta de acabados nivel -0-00. DA05-2 - Planta de acabados nivel 3-12. EA05-1 - Planta de acabados nivel -0-00. EA05-2 - Planta de acabados nivel 3-12.
Materiales	Incorporación de estrategias para optimizar el uso y utilización de materiales	X		Se utilizan materiales en el diseño que tengan potenciales característicos de reutilización o reciclaje	Especificaciones Técnicas Arquitectura-Paredes. Especificaciones Técnicas Arquitectura-Cubiertas-Cielos. Especificaciones Técnicas Puertas-Ventanas. Especificaciones Técnicas Obras Externas. Manual de Especificaciones Ambientales. Apartado 5.2.1. Programa de Manejo de Residuos.

<i>Aspectos</i>	<i>Parámetros de evaluación</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Cuáles medidas</i>	<i>Referencia en planos o especificaciones técnicas</i>
Biodiversidad	Incorporar estrategias de diseño paisajístico que incluya biodiversidad de la zona.	X		Restaurar y fortalecer las asociaciones vegetales existentes por medio del proceso especializado de jardinería y el Plan de Reforestación.	Planos Arquitectónicos U. Conjunto: UA03-3 - planta de siembra. UA03-1 - Plantas arquitectónica de paisajismo. Especificaciones Técnicas Obras Externas. Apartado 4 Tratamiento del paisaje inmediato, p. 16.

Mediante la lista de chequeo mostrada en el cuadro 13, las medidas ambientales consideradas en el diseño y su respectiva ubicación en los planos; refleja el estado de sostenibilidad ambiental del proyecto, cumpliendo con todos los parámetros solicitados. Sin embargo, para el parámetro de agua se encuentra que el *render* del proyecto, presentado por el Centro de Investigación y Capacitación en Administración Pública (CICAP), visualiza la reutilización de aguas pluviales para el uso en inodoros y riego, así como un sistema de retardo pluvial, pero al momento de ubicar estas medidas en los planos mecánicos de conjunto y simbología de detalles de fontanería no se observa que los tanques para abastecimiento de agua potable sean distintos a los destinados para riego. Por tanto, no se tiene certeza de que se vaya a utilizar el agua pluvial para esta actividad; ahora bien, para el sistema de retardo pluvial se muestra los planos estructurales con los detalles de desfogue de la laguna y los perfiles de movimiento de tierra, pero no se ubica con claridad la conexión que dirija las aguas pluviales hacia la laguna de retención.

En cuanto al resto de las medidas, estas se encuentran con éxito en los planos y en el manual de especificaciones técnicas; es decir, para el parámetro de energía, los paneles solares, canalizaciones de acometidas y luminarias están en los planos eléctricos, los colectores solares en los planos mecánicos y, en lo que concierne a las estrategias pasivas importantes para la minimización del consumo de energía, se detallan en las especificaciones técnicas. De igual forma, para el parámetro de materiales la medida de modulación se comprueba a través de las dimensiones en los planos, pero

las características potenciales de reutilización y reciclaje se detallan en las especificaciones técnicas y se respaldan con las fichas de cada material.

4.2.1.2. Lista de chequeo para los parámetros de la certificación RESET

Se desarrolla una lista de chequeo para cada aspecto con base en los parámetros del documento R51-PGDP-01 “Información preliminar para la Certificación de Edificaciones Sostenibles en el Trópico”.

Se observa en los siguientes cuadros los resultados obtenidos:

4.2.1.2.1. Aspectos socioeconómicos

Para evaluar si el proyecto cumple con los parámetros de gestión económica, cobertura de inclusión social y seguridad, se aplica la lista de chequeo para aspectos socioeconómicos observando en el cuadro 14 los resultados:

Cuadro 9. Resultados de la lista de chequeo aspectos socioeconómicos de RESET

<i>Parámetros</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Observación</i>
Dispone de bases de participación y consultas para todos los involucrados. (bases de participación para oferentes para concurso).	X		
Dispone de documentos necesarios para comprobación de flujos económicos en forma oportuna si son requeridos (presupuestos, gastos, créditos, cualquier desembolso en consultoría).	X		
El proyecto cuenta con al menos un 30% de personal local.	X		
Se cuenta con un programa de capacitación planificado que incorpora charlas, cursos, foros o cualquier otro mecanismo de enseñanza para capacitar a los participantes del proyecto en los temas concernientes a su concepto y operación.	X		
Se respetan los derechos humanos, las garantías sociales, los seguros de riesgos laborales, los salarios y honorarios de ley y se rechaza el trabajo infantil, la discriminación de razas o género.	X		
La edificación cuenta con programas de asistencia e información para las personas con “discapacidades”. Señalización (visual y táctil) y personal competente para el manejo y asistencia de estas personas.	X		
Se cuenta con un plan de emergencias aprobado por la entidad competente y con un plan de capacitación de actuación ante emergencias.	X		
Se cuenta con los equipos de seguridad requeridos y medidas de actuación para trabajos seguros.	X		
Se cuenta con un estudio sociológico previo del sector social a tratar, incorporando variables de convivencia, espacialidad, usos y materiales adecuados.	X		

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Los aspectos socioeconómicos en la evaluación de impacto ambiental son un mecanismo cuyo objetivo es diagnosticar efectos secundarios no esperados de acciones humanas por el desarrollo de

un proyecto sobre el medio, por lo que se incluyen factores como calidad de vida, demografía, economía y población activa, factores culturales, paisaje y relaciones de la comunidad social con su medio ambiente biofísico (Echavarren, 2007), al compararlo con las medidas de la lista de chequeo mostrada en el cuadro 14, se observa que la norma RESET evalúa dichos factores a través del parámetros de aspectos socioeconómicos, pero además toma en cuenta la adecuada gestión económica del proyecto, seguridad para los ocupantes y las garantías laborales de los trabajadores.

4.2.1.2.2. Entorno y transporte

Los parámetros para entorno evalúan la sostenibilidad integrada al medio cultural, físico y natural minimizando los riesgos de contaminación por las intervenciones del proyecto, al igual que busca la eficiencia del transporte hacia fuera y dentro del área constructiva. A continuación, el cuadro 15 muestra los resultados:

Cuadro 10. Resultados lista de chequeo entorno y transporte de RESET

<i>Parámetros</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Observación</i>
Documento que verifica que la edificación no está construida en parques, refugios o áreas de conservación. (evidencia la ubicación y el razonamiento de como la edificación respeta la zona de interés).	X		
Construye en zonas previamente urbanizadas.	X		
Se respetan edificaciones y estructuras de interés patrimonial (justificación de la significancia cultural o histórica de la estructura y con un registro histórico fotográfico de la conservación o restauración realizada).			No aplica
Evitar construir en suelos y rellenos inestables.	X		
Evitar construir en zonas cercanas a fallas geológicas, volcánicas, áreas de deslizamiento y orillas de cuerpos de agua.	X		
Tomar previsiones al construir en zonas con riesgo de inundación.	X		
Armoniza la arquitectura con el entorno y se prefieren vistas de interés.	X		
Se respeta la escala del entorno urbano donde se ubica.	X		
Se cuenta con una relación de área de al menos 5% cedida al espacio público en primera planta.	X		
Se cuenta con al menos un 35 % de visibilidad en cerramientos y/o fachada con frente a calle.	X		
Las soluciones de sostenibilidad aplicadas destacan por su propuesta arquitectónica.	X		
La edificación presenta elementos de diseño que responden a prácticas sostenibles. Se dispone de explicaciones gráficas o literarias al respecto.	X		
El edificio es replicable porque logra un bajo costo mediante el uso de materiales de baja transformación in situ, implementa el uso de mano de obra local y utiliza el ingenio local.		X	

ENTORNO Y TRANSPORTE

		<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Observación</i>
ENTORNO Y TRANSPORTE	Parámetros			
	El proyecto reduce los máximos establecidos en materia de cobertura por los planes reguladores y/o reglamento de construcción. (reduce la cobertura en un 5 % por debajo de los requisitos legales).	X		
	El proyecto aprovecha la densidad máxima establecida en la zona por los planes reguladores. (aprovecha al menos el 100 % de la densidad permitida para la zona y se utilizan ordenanzas municipales que permitan su aumento).	X		
	La edificación cuenta con transporte colectivo a menos de 500 m de la edificación en zona urbana.	X		
	Al menos el 20 % de los estacionamientos están destinados y equipados para estacionamiento preferencial para transportes alternativos.	X		
	Al menos el 2 % del espacio de estacionamiento de vehículos está reservado para vehículos de baja emisión.	X		
	Se da prioridad a rampas y escaleras con respecto a los equipos de transporte mecanizados.		X	
	Se utilizan rampas y escaleras para acceder a los primeros niveles de la edificación además del transporte mecanizado.		X	
	Se utilizan materiales baja reflectividad y/o soluciones que muestran como las fachadas y cubiertas evitan o reducen la incidencia directa de los rayos del sol y de la iluminación artificial.		X	
	Se recupera y/o se hace disposición final de los suelos contaminados.		X	
	Se aplican prácticas constructivas que aseguran que se evite o minimiza la contaminación acústica y del aire durante el proceso de construcción.		X	
	Al menos el 5 % de los usuarios cuentan con facilidades para aseo personal (duchas y lockers).		X	
El equipo mecanizado cuenta con etiqueta o información que evidencia que son de bajo consumo.		X		

Al evaluar el parámetro de entorno y transporte, se encuentra incumplimiento en dos medidas, a mencionar, el diseño propuesto para la infraestructura deportiva no es replicable en algún otro sitio, debido a que es una obra diseñada para un contexto específico con características propias. El incumplimiento se da debido a que no se solicita a la empresa constructora que el equipo mecánico cuente con etiqueta de bajo consumo. Sin embargo, el resto de medidas sí se cumplen, lo cual demuestra que el proyecto puede ser integrado al entorno cultural, físico y natural de la zona. En cuanto al transporte, se busca incentivar al uso eficiente de este y el empleo de movilidad alternativa por medio de bicicletas o transporte público.

4.2.1.2.3. Calidad y bienestar espacial

La calidad y bienestar espacial establece medidas que llevan al diseño al desenvolvimiento de hábitos sostenibles en los que asegure a través de acciones pasivas el confort y la salud para los usuarios. Se muestra los resultados obtenidos en el cuadro 16:

Cuadro 11. Resultados lista de chequeo calidad y bienestar espacial de RESET

<i>Parámetros</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Observación</i>
La edificación incorpora elementos como patios, terrazas, balcones, corredores, jardines, viveros entre otros.	X		
La edificación incorpora espacios intermedios tales como zaguanes, vestíbulos, corredores, patios, galerías y elementos de circulación vertical y horizontal.	X		
La edificación incorpora elementos arquitectónicos que tradicionalmente han funcionado en diferentes regiones provenientes de la construcción vernácula.			No aplica
Se desarrolla un diseño que incorpora espacios que fomentan la gestión integral de residuos.	X		
Diseño que utiliza estrategias pasivas, el diseño incorpora análisis climáticos tales como diagramas, matrices, esquemas tablas, simulaciones entre otros.	X		
Se emplaza el edificio de manera que se optimiza los recursos existentes de soleamiento y vientos predominantes para su climatización pasiva.	X		
Se utilizan elementos tales como techos, aleros, pantallas, toldos, parasoles, enrejados o cualquier otro dispositivo eficiente. Se evitan las superficies reflectantes en el campo de la incidencia solar.	X		
Se utilizan fachadas compuestas, o pantallas para lograr climatización pasiva en la edificación y/o se determina la orientación, composición, inclinación, longitudes de cubiertas según los requerimientos climáticos del lugar.	X		
Se incorporan patios, jardines, techos y paredes vivas o cualquier otro elemento vegetal con características tales como capacidad de remover vapores químicos, facilidad de crecimiento, bajo mantenimiento, resistencia a plagas y transpiración.	X		
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. (Se eleva la edificación con un dimensionamiento acorde con el entorno).	X		
Se utiliza el agua como elemento regulador de temperatura y confort, evitando la generación de humedad para climas altamente húmedos.			No aplica
Se utilizan muros y volúmenes para enfriar y/o calentar el edificio por absorción y liberación de calor, utilizando el sol y fuentes climáticas para manejar su temperatura.	X		
La edificación permite su operación en horas del día sin el uso de luz artificial cuando las condiciones climáticas lo permiten.	X		
Se genera ventilación cruzada con fuentes de aire no contaminadas, asegurando que la velocidad del viento no altere la ejecución de las actividades proyectadas para cada espacio.	X		
El diseño permite conectar visualmente a los usuarios con el ambiente exterior a través de vanos, ventanas y aberturas.	X		

CALIDAD Y BIENESTAR ESPACIAL	<i>Parámetros</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Observación</i>	
	Se cuenta con termostatos, sensores, gráficos, medidores, apagadores, “dimmer” u otros dispositivos de control en forma accesible.	X			
	El sistema de ventilación y/o iluminación cuenta con dispositivos de control a conveniencia de los usuarios del recinto para lograr el confort.	X			
	Se utilizan vidrios o películas termo absorbente, doble, aislado entre otros.	X			
	Se utilizan techos y pavimentos de baja absorción térmica.	X			
	Se utilizan ventiladores de bajo consumo de energía y mantenimiento.				No aplica
	Se utiliza equipo que cumpla con la normativa nacional de eficiencia energética y que no contiene refrigerantes prohibidos por la legislación.				No aplica
	Se cumple al menos con los requisitos legales asociados al uso de la edificación y su entorno de manera que no interfiera con las actividades proyectadas.	X			
	El proyecto incorpora espacios para el encuentro y/o la reunión informal como salas de espera, galerías, antesalas, entre otros.	X			
	Al menos el 100 % del mobiliario diseñado para el proyecto cumple con los parámetros ergonómicos.			X	
Al menos el 60 % de los materiales que se utilizan no emanan agentes tóxicos o venenosos, y se utiliza la siguiente lista como pauta: CFC`s, neopreno, formaldehido, retardantes de fuego halogenados, HCFC`s, plomo. Mercurio, fertilizantes, pesticidas petroquímicos, pentaclorofenol, entre otros.	X				
Se cuenta con procedimientos constructivos que aseguren la mitigación, el control y la eliminación de las emisiones de los materiales (El procedimiento permite identificar los materiales y procesos de construcción que pueden emanar partículas inhalables y sus respectivas medidas de control).	X				

Al aplicar la lista de chequeo parámetro de calidad y bienestar espacial mostrada en el cuadro 16, se logra corroborar que el diseño contempla medidas de estrategias pasivas para lograr el confort sin la necesidad de usar aires acondicionados o ventiladores; por lo tanto, no aplican las medidas de utilizar agua como regulador de temperatura, bajo consumo en los equipos mecánicos y el uso refrigerantes que no sean prohibidos. En cuanto a la única medida no cumplida, se hace mención a incluir 100 % del mobiliario con parámetros ergonómicos, pero para efectos del proyecto eso le correspondería a la administración del edificio una vez terminada la construcción.

4.2.1.2.4. Suelos y paisajismo

Se evalúan medidas para la conservación y el uso adecuado del suelo en conjunto con los elementos bióticos o biodiversidad del sitio, en el cuadro 17 se muestran los resultados:

Cuadro 12. Resultados lista de chequeo suelos y paisajismo de RESET

<i>Parámetros</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Observación</i>
El diseño propone un sistema de cimentación que minimiza la necesidad de sustituir el suelo.	X		
En el proyecto se puede visualizar que el 70 % de las zonas verdes han sido conservadas o restauradas, además de los accesos.	X		
Se conserva al menos un 80 % de árboles de más de 25 cm de diámetro y más de 3,0 m de altura.	X		
Se compensa con reforestación de especies nativas equivalentes a la superficie intervenida.	X		
Se incluyen al menos dos hábitats que propician el desarrollo de especies locales.	X		
En el diseño del paisajismo se incluyen al menos dos especies nativas.	X		
Se introduce en el área distintos estratos vegetales aprovechando la disponibilidad.	X		
Al menos 50 % del total de cerramientos incorpora algún tipo de cobertura vegetal exceptuando accesos.			No aplica
Al menos 50 % del área de siembra incorpora de forma combinada o segregada especies nativas o exóticas adaptadas.	X		
Se detecta al menos un corredor biológico que permite el paso de dos o más especies de interés del entorno.			No aplica
El abono y los pesticidas se fabrican utilizando los residuos generados en el proyecto.	X		
En caso de presentarse sedimentación y erosión de suelos se utilizan sistemas que incorporan plantas para estabilización de taludes.	X		
Se cuenta con evidencia documentada de que se han identificado los contaminantes del suelo y que se han aplicado las respectivas medidas de control.	X		
Se conserva la tierra orgánica existente, estableciendo un manejo de ella durante el proceso constructivo mediante recuperación, almacenamiento y reutilización (al menos el 50 % del estrato vegetal equivalente a la cobertura de la edificación).	X		
Se limita y controla la incorporación de especies invasoras. (identifica un plan de manejo para las especies invasoras presentes en el proyecto).		X	
El proyecto cuenta con áreas específicas que permite actividades como compostaje y la optimización de cultivos.			No aplica
Se cuenta con una bitácora que indica los pesticidas que se deben evitar por contener químicos nocivos a la salud y el ecosistema (paraquat, endosulfan, metomil, terbufos, metamidofos, forato, insecticidas organofosforados, carbofuran, etoprofos, aldicarb, clorpirifos y bromuro de metilo entre otros).			No aplica
Se evidencia que las especies utilizadas están adaptadas al régimen pluvial del lugar.	X		
Se cuenta con equipos eficientes de riego (por ejemplo, por goteo y/o aspersión) y hay evidencia del aprovechamiento de las aguas tratadas.	X		

SUELOS Y PAISAJISMO

En relación con el parámetro de suelo y paisajismo se encuentra que la composición del suelo es mayormente de arcilla expansiva, lo cual lo hace un suelo no apto para edificar. Por lo tanto, es necesario realizar una sustitución parcial del 0,75 a 1,00 m de espesor acompañado de un sistema de cimentación adecuado, que asegure la estabilidad correcta para edificar sin problemas (Castro y De la Torre, 2016). En cuanto a la medida no cumplida, no se cuenta con un plan de manejo para especies invasoras, definiendo especie invasora, según la ley de Biodiversidad Decreto n°34433, como aquella que al introducirse en sitios fuera de su dispersión geográfica natural, coloniza los ecosistemas de manera tan abundante que se convierte en un competidor, predador, parásito o patógeno de las especies silvestres nativas o especies domesticadas por el hombre.

También se incluyen aquellas especies exóticas cuyas poblaciones llegan a ser abundantes y producen un daño en las actividades del hombre o salud humana (Reglamento a la Ley de Biodiversidad, La Gaceta n°68, 8 abril del 2008). No contar con el plan se debe a que el proyecto no es desarrollado en un área que se considere protegida, en donde el Sistema Nacional de Áreas de Conservación intervenga; sin embargo, el proyecto sí tiene un plan de arborización que incluye especies nativas, con el cuidado de no atraer especies de flora y fauna que vayan a desplazar las propias de la zona, pues se podrían alterar las condiciones biofísicas.

4.2.1.2.5. Materiales

El uso de materiales en la construcción genera residuos que deben ser tratados adecuadamente por lo que se busca mediante estas medidas evaluar la gestión adecuada, el uso eficiente y la escogencia de materiales con bajo impacto ambiental. Los resultados obtenidos se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 13. Resultados lista de chequeo materiales de RESET

	<i>Parámetros</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Observación</i>	
MATERIALES	Se aprovechan materiales y componentes de una edificación existente en el sitio del proyecto.			No aplica	
	Se incluyen materiales y componentes de edificaciones existentes en el país		X		
	Se diseña para propiciar el desmantelamiento de los componentes del edificio permitiendo su reutilización y reciclaje. (Al menos el 20 % de los acabados, cerramientos y componentes livianos y el 10 % de los componentes estructurales de la edificación son diseñados para ser desmantelados).			X	
	Se diseña de manera modular, reduciendo desperdicio.		X		
	Se presenta evidencia documental de que la edificación ha sido diseñada con sistemas constructivos con pesos menores a 90 kg/m ² en al menos dos de los siguientes componentes relevantes: cubiertas, cerramientos, divisiones internas.		X		

		<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Observación</i>
MATERIALES	<i>Parámetros</i>			
	El 60 % del área las paredes divisorias interiores son independientes de la estructura principal y la envolvente del edificio.	X		
	Se introduce en el área distintos estratos vegetales de manera que se aproveche al máximo el área disponible.	X		
	Al menos 50 % del total de cerramientos incorpora algún tipo de cobertura vegetal exceptuando accesos.			No aplica
	Se incorporan estrategias para proteger debidamente partes expuestas del edificio y materiales que disminuyen la frecuencia de cambio	X		
	Se separa para su reciclaje o recuperación un porcentaje de los escombros, restos de materiales de construcción y demolición (El 25 % de materiales y elementos desechados se separan para su reciclaje o recuperación (cementicios, madera, metal, cartón, vidrio).	X		
	Se coordina con programas locales de reciclaje, se llevan los residuos a centros de acopio o lugares indicados que los recuperan, alargando así el ciclo de vida de los materiales.	X		
	Al menos uno de los materiales más utilizados ya sea en estructuras, cerramientos o acabados, cuenta con evidencia documentada de sus componentes reciclados o de su capacidad de reciclaje.		X	
	Al menos el 30 % del área de la superficie expuesta de los materiales son de bajo mantenimiento y fácil limpieza.	X		
	Al menos el 40 % del presupuesto de los materiales y productos utilizados en las edificaciones son nacionales.	X		
	Al menos 2% de los productos de construcción utilizados en la edificación cuentan con una certificación ambiental o fueron suministrados por un proveedor con un reconocimiento o certificación ambiental.	X		Revisar fichas técnicas
	El 100 % de la madera incorporada está certificada o cumple con los estándares de sostenibilidad establecidos en la legislación nacional.			No aplica
El 100 % del volumen nominal total de los materiales de origen vegetal no incorporados a la edificación (estructuras auxiliares, encofrados, entre otros) proviene de materiales de origen vegetal de ciclos cortos de recuperación.			No aplica	

Para el presente trabajo, no aplica reutilizar los de obras preexistentes en el sitio, debido a que no se harán demoliciones de estructuras, pero tampoco se utilizarán materiales de otras edificaciones ni con componentes reciclados, incumpliendo con esas medidas. Tampoco se cumple con diseñar pensando en la posibilidad de dismantelar y aprovechar los materiales en buen estado una vez que el edificio cumpla con su vida útil.

4.2.1.2.6. Optimización en el uso del agua

En este apartado se evalúa que desde el diseño se consideren medidas que reduzcan el consumo de agua potable en conjunto con el tratamiento y manejo adecuado de las aguas residuales del proyecto.

El cuadro 19 muestra los resultados.

Cuadro 14. Lista de chequeo optimización en el uso del agua de RESET

OPTIMIZACIÓN EN EL USO DEL AGUA	<i>Parámetros</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Observación</i>
	Se reduce el abastecimiento de agua potable captando agua de lluvia.		X	
	Se reduce el abastecimiento de agua potable reciclando aguas grises o aprovechando aguas tratadas para riego y otros usos.		X	
	Se incorporan de forma visible al usuario elementos arquitectónicos que manifiestan la estrategia de uso de agua que se propone para el proyecto.	X		
	En caso de no contar con red de alcantarillado ni planta de tratamiento, se utiliza un tratamiento local.			No aplica
	Se utilizan tanques sépticos mejorados, biodigestores y plantas de tratamiento y sistemas por gravedad o bombas eficientes en su defecto.			No aplica
	Se diseñan sistemas que no mezclan aguas pluviales y aguas servidas.	X		
	Se evita la contaminación de fuentes de agua potable.			No aplica
	El diseño permite el flujo constante de los caudales hacia red pública o cauces naturales.	X		Red pública
	Se permite la infiltración de agua pluvial hacia el subsuelo (pavimentos, calzadas, área libre). Al menos un 20 % del área del suelo intervenido.	X		
	Se contempla un factor de sobredimensionamiento en los diámetros de las tuberías de evacuación de un 5 % por sobre el cálculo para un período de retorno de al menos 10 años.	X		
	Cuenta con un sistema de retardo del flujo dimensionado de acuerdo con memoria de cálculo.	X		
	Se utilizan piezas sanitarias, griferías y accesorios eficientes en el consumo de agua. Se reduce el consumo de agua potable en al menos un 30 % del consumo base, definida por la entidad competente.	X		
	Se cuenta con equipos de seguimiento y/o control de consumos por sectores y con reportes de consumo de agua sectorizados que evidencian mejoras en los consumos semestrales.	X		
	La filtración se realiza con ayuda de especies fitodepuradoras, se utilizan geotextiles y cualquier especie fitodepuradora siempre y cuando cumpla con la legislación vigente (Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales).			No aplica
	Se realizan análisis del agua y los lodos generados por el sistema de tratamiento (en presencia de planta de tratamiento).			No aplica
	Se da mantenimiento a los sistemas de tratamiento de aguas servidas según lo establecido por el fabricante.			No aplica

Como resultado se observa que el proyecto sí considera medidas de ahorro en el consumo mediante equipos y piezas sanitarias, sin embargo, no existe en el diseño el sistema para recolección de aguas pluviales, por otro lado, se muestra gestión de aguas residuales al contar con tubería separada de las aguas pluviales siendo estas dirigidas al alcantarillado sanitario, no obstante, queda en evidencia que no se cumple con medidas que las aprovechen para reuso.

4.2.1.2.7. Optimización de la energía

El uso de fuentes alternativas de energía limpia y las estrategias de eficiencia que reduzcan el consumo como el equipo adecuado y el manejo correcto de la iluminación son los apartados evaluados por lo que el cuadro 20 muestra los siguientes resultados:

Cuadro 15. Lista de chequeo optimización de la energía de RESET

	<i>Parámetros</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Observación</i>
OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA	Se diseñan espacios para el secado de ropa en forma pasiva.			No aplica
	Se diseñan los circuitos de iluminación artificial de acuerdo con aporte de iluminación natural.	X		
	En un 50 % del área de la edificación durante el horario de 07:00 a 17:00 no se necesita luz artificial para su operación.			
	La energía del proyecto se obtiene de proveedores de energía renovables y se cuenta con un contrato con el proveedor de energía para la producción in situ (según estudio de viabilidad económica).	X		
	Al menos el 30 % del agua caliente (60 °C) requerida en el proyecto se genera con fuentes de energía limpia generada en el sitio.	X		
	Se utiliza equipo que cumple con normativa nacional o internacional de eficiencia energética.	X		
	Se cuenta con dispositivos para control de "consumo pasivo".	X		
	Se utilizan luminarias con técnicas de reflexión que evitan radiación hacia el entorno natural inmediato y el cielo nocturno.	X		
	Los espacios habitables cumplen con los requisitos de la norma nacional INTE T45 de iluminancia y condiciones de iluminación en los centros de trabajo.			No aplica
	Se utiliza tecnología de iluminación con baja generación de contenido armónico.	X		

Asimismo, para la optimización de la energía se muestra que se cumple con todas las medidas solicitadas, pues se tienen estrategias para la reducción del consumo por medio de equipo y luminarias eficientes, que cuentan con sello de eficiencia energética y bajo contenido armónico que no perturba el ecosistema, así como la generación de energía limpia a través de la implementación de paneles solares.

En conjunto el resultado obtenido para el proyecto es bueno debido a que presenta potencial de verificación respecto a la norma, pues a pesar de identificar algunas medidas que no cumplen estas en su mayoría se pueden retomar y aplicar durante el desarrollo del proyecto.

4.2.2. Categoría de impacto para el proyecto Pabellón Deportivo Parque de la Paz

La hoja de contexto define la categoría de impacto del proyecto en relación al tamaño y el sitio de desarrollo, relacionando así la importancia del proyecto con el impacto social y ambiental en cuatro categorías dependiendo del puntaje obtenido. Este apartado muestra el resultado de la evaluación de los ocho criterios para la certificación RESET observado en el siguiente cuadro:

Cuadro 16. Hoja de contexto

<i>Criterios</i>	<i>Parámetros</i>	<i>Puntos</i>	<i>Calificación</i>	
1	Nivel de desarrollo económico del entorno (Conforme con el Índice de Desarrollo Humano PNUD).	Más de 0,875	1	
		0,750 a 0,875	2	2
		0,625 a < 0,750	3	
		0,500 a < 0,625	4	
		< 0,500	5	
2	Tipo de área urbana.	Ciudad 250.000 o más personas	1	
		Ciudad 50.000 a > 250.000 personas	2	
		Pueblo 10.000 a > 50.000 personas	3	3
		Comunidad 1.000 a >10.000 personas	4	
		Rural	5	
3	Relación del terreno con recursos de interés natural: bosques, cuerpos de agua, elementos especiales del paisaje.	No afecta recursos de interés natural	1	
		Presenta un 25% de cobertura con áreas de interés natural	2	2
		Presenta un 50% de cobertura con áreas de interés natural	3	
		Presenta un 75% de cobertura con áreas de interés natural	4	
		Presenta un 100% de cobertura con áreas de interés natural	5	
4	Densidad de habitantes en la zona.	250 o más hab/ha	1	
		150 a <250 hab/ha	2	
		100 a <150 hab/ha	3	3
		50 a <100 hab/ha	4	
		0 a < 50 hab/ha	5	
5	Cobertura de la edificación en el lote (áreas impermeabilizadas).	0 a < 10 % del área	1	
		10 a < 35 % del área	2	
		35 a < 50 % del área	3	
		50 a < 75 % del área	4	4
		75 a 100 % del área	5	

<i>Criterios</i>	<i>Parámetros</i>	<i>Puntos</i>	<i>Calificación</i>
6 Tamaño de la edificación, indique los metros cuadrados (m ²) de la edificación.	muy pequeña: 0 a 50 m ²	1	
	pequeña: 50 a 300 m ²	2	
	mediana: 300 a 1.000 m ²	3	
	grande: 1.000 a 5.000 m ²	4	
	muy grande: más de 5.000 m ²	5	5
7 Vida útil de la edificación, indicado en número de años.	Más de 71	1	
	De 61 a 70 años	2	
	De 51 a 60 años	3	
	De 41 a 50 años	4	4
	menos de 40	5	
8 Tipos de uso.	Residencial - Unifamiliar	1	
	Pequeño hotel/lodge/hostal		
	Espacio público exterior (parques lugares de reunión)	2	
	Estacionamientos de un piso		
	Teatros, Cines, Templos/ Comercio/Restaurantes/Académico		
	Edificio de estacionamiento	3	
	Uso Mixto /excluido usos del 4 y 5)		
	Público Institucional	4	4
	Industrial Hospital/clínica	5	
	Puntaje total	40	27

Fuente: INTECO, 2017.

El Proyecto Pabellón Deportivo Parque de La Paz se ubica en la provincia de San José, cantón Central, distrito de San Sebastián, al costado sur del Parque de La Paz, por lo que se toma en cuenta el índice de desarrollo humano publicado por el PNUD para el cantón central de San José (0,769). Asimismo, para determinar el tipo de área urbana se consulta la ficha de información distrital publicada por la Dirección de Planificación y Evaluación Municipal, que indica una población de 40.065 habitantes y una densidad de población de 10.006,6 hab/km². Además, el área total del terreno es de 100.833 m² en donde el área de intervención (edificaciones y espacio urbano) será de 35.726,50 m², el área construida será de 20.401,50 m², área de cubierta será de 20.462,56 m² y el área exterior será de 15.325 m², se estima que la vida útil del proyecto sea de 50 años. Al conocer estos criterios y seleccionarlos en la hoja de contexto, se obtiene una puntuación final de 27, encontrándose en el rango de 21-30 puntos, para una categoría anaranjada de mediano impacto.

4.3. Generación de las herramientas para el proceso de verificación.

En este apartado se encuentran los resultados de desarrollar la matriz valoración de impactos de PBAE y la matriz de cumplimiento de RESET, además de la guía para diseños y construcciones sostenibles de instalaciones deportivas como herramienta que aporta las pautas para futuras construcciones en las que la institución desee incluir medidas de sostenibilidad.

4.3.1. Desarrollo de matriz “Valoración de impactos” PBAE categoría XV

A continuación, se muestra los resultados y la discusión de los cálculos para los impactos esperados en cada parámetro evaluado por la matriz.

4.3.1.1. Parámetro de evaluación energía

A modo que crece la población, simultáneamente crece la demanda energética, la cual convencionalmente es producida a partir de hidrocarburos, lo que representa un problema ambiental. Por tal motivo, las compañías de distribución eléctrica han venido desarrollando alternativas que implican el aprovechamiento de energías renovables, como la energía solar (Fernández, 2010). En Costa Rica, la demanda nacional aumentó un 3,06 %, teniendo como fuente principalmente las energías renovables, las cuales representan el 98,91 % del total, posicionando al ICE como la empresa número uno de diez en producción bruta de electricidad en el país. Al consultar la capacidad instalada en el país para cada tipo de tecnología de producción se encuentra entre las tres primeras posiciones la hidroeléctrica, como la principal, produciendo aproximadamente 65,15 %; la segunda es la termoeléctrica, con un 16,49 %; y la tercera es la producción eólica (Herrera, 2017a).

Según el informe del Estado de la Nación (2018), por razones ambientales de sostenibilidad futura ante escenarios de cambio climático, se busca descentralizar la producción con base en la hidroeléctrica, ya que hasta el día de hoy el aporte de las otras fuentes no convencionales es marginal; por ello, se requiere impulsar las fuentes emergentes según el Plan Estratégico para la Promoción y Desarrollo de Fuentes Renovables No Convencionales 2016-2035, con especial atención en el potencial de la energía solar.

Por lo tanto, en el marco restringido de los recursos, se busca nuevas oportunidades de desarrollo para proyectos de energía solar. En efecto, la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) le oferta al ICODER el arrendamiento de las estructuras de los techos del proyecto Pabellón Deportivo para la generación de un proyecto de energía fotovoltaica con una potencia instalada de 1079 kWp, colocando 3322 paneles solares de 325 W cada uno. Observando la figura 13, por el arriendo de 6664 m² el

ICODER se ahorraría un 8,77% de la factura mensual, sin embargo, en la oferta mostrada que la CNFL le realiza al ICODER (ver Anexo 4) no se menciona que la compañía les vaya a suministrar la energía requerida al proyecto para operar, por lo que la edificación requerirá consumir energía de la red eléctrica.

A continuación, en la figura 13 se presenta la oferta de arriendo de techos para el sistema fotovoltaico, los datos se obtuvieron de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz.

Cuadro 17. Oferta de la CNFL al ICODER para arriendo de techos.

<i>Oferta de arriendo de techos en el Pabellón Deportivo</i>	
Facturación promedio mensual estimada	₡ 4 655 154
Facturación promedio anual	₡ 55 861 845
Área aprovechable aproximada para instalación de módulos	6 664 m ²
Potencia pico estima máxima del sistema, bajo modalidad de arriendo	1 079 kWp
Producción de energía estimada promedio anual	1 452 918 kWh
Estimado de pago promedio por arriendo de techos (m ² /año)	₡ 737,59
Estimado de pago de arriendo anual promedio	₡ 4 900 566
Estimado de pago de arriendo mensual promedio	₡ 408 381
Porcentaje de pago de arriendo sobre facturación actual	8,77%

Fuente: CNFL (2018).

Por otro lado, proyectando que el ICODER coloque sus propios paneles solares para autoconsumo Reyes, V (2017) realiza el análisis costo-beneficio (ver Anexo 5) en donde calcula que el proyecto requerirá de un consumo mensual estimado de 52 706, 25 kWh y una potencia de 224,75 kW, para lo que plantea un sistema fotovoltaico de 325 kWp a través de 1000 paneles solares con una energía disponible de 11 150 kWh al mes. Verificando sí este planteamiento es el adecuado se recalcula el sistema fotovoltaico necesario (ver Apéndice 3), basado en el dato anterior de 52 706, 25 kWh al mes más la potencia necesaria de 224,75 kW y la colocación de paneles de 325 W de potencia, por lo que se obtiene como resultado lo observado en el cuadro 22, en donde considerando que cada panel solar mida 2 m² que la irradiación global horizontal sobre la ubicación del Pabellón Deportivo en el peor escenario sea de 3,611 kWh/m² al día y los techos tengan una inclinación del 16 %, se obtiene un aproximado de 7 horas solar pico, sumándole que la instalación presente un rendimiento del 80 %, se necesitara instalar 1015 paneles solares que generaran una potencia de 329,73 kWp y un aproximado

de 73 027, 11 kWh al mes, así en concordancia con Reyes solamente con instalar 1000 paneles de 325 W cada uno el sistema fotovoltaico daría abasto, pero se difiere respecto a la energía mensual disponible dado que es muy poca la que Reyes menciona. En resumen, incluso se podrían usar 1000 paneles de 285 W o 720 paneles de una potencia mayor como 330 W escogiendo la combinación que sea más factible.

Cuadro 18. Resumen de resultados de los cálculos para un sistema fotovoltaico

<i>Datos</i>	
Consumo promedio mensual requerido	52 706,25 kWh
Irradiación Global Horizontal	3,611 kWh/m ² al día
Hora solar pico	7
Inclinación de los techos	16 %
Potencia de cada panel	325 W
Rendimiento del panel	80 %
Numero de paneles	1016
kWp generada	329,73 kWp
Promedio de la energía generada mensual	73 027, 11 kWh

Otro punto a considerar es la inversión económica que deberá hacer el ICODER para colocar el sistema fotovoltaico y el tiempo de retorno de esa inversión. Para ello primeramente se calculó cuál sería la factura eléctrica mensual a pagar si el proyecto no contará con autoabastecimiento (ver Apéndice 4), en efecto se observa en el cuadro 23 que con una tarifa comercial bimodal el monto a pagar sería de ¢7 439 957 mensuales y de ¢89 279 486,95 anuales.

Cuadro 19. Resumen de la facturación del Pabellón Deportivo sin sistema fotovoltaico

<i>Medidor No. -----</i>	<i>Energía</i>		<i>Demanda</i>		<i>Total</i>
<i>CNFL</i>	<i>Promedio mensual (kWh)</i>	<i>Tarifa CNFL por energía</i>	<i>Promedio Demanda mensual(kW)</i>	<i>Tarifa CNFL por potencia</i>	<i>Total</i>
Energía Eléctrica (consumo en kWh)	52706,25	3849137,438	224,75	2569200,4	6418337,845
Alumbrado Público (¢3,51 por kWh consumido)					184998,9375
Impuesto de ventas					834383,9199
Tributo a Bomberos (monto de energía/kWh mensuales*1750KWH*1,75%)					2236,54375
Total Factura					7439957,246

Segundo, se calcula de cuánto será la facturación anual con paneles y el ahorro respecto a lo obtenido anteriormente (ver Apéndice 5), tomando en cuenta el Art 34. Autorización para almacenamiento y retiro de energía del decreto N° 39220-MINAE que menciona:

“El productor-consumidor podrá depositar en la red de distribución la energía no consumida, y tendrá derecho a retirar hasta un máximo del cuarenta y nueve por ciento (49%) de la energía total generada, para utilizarla en el mes o meses siguientes en un periodo anual” (Asamblea Legislativa, 2008).

Teniendo en cuenta estos detalles se resume los resultados en el cuadro 24, observando que el monto de facturación anual con paneles será de ¢8 094 428,768, resultando en un ahorro de ¢81 185 058,19 anual. Por último, se calculó el costo de la instalación, en donde el precio de cada panel de 325 W ronda los ¢128 000, a esto se le debe sumar los costos de estructura, inversor, trámites, etc., contactando con Enertica el funcionario Calvo, A (2018), explica que el costo de instalación se relaciona directamente con la capacidad de kW que se necesite instalar y entre más capacidad de potencia más barato el costo, por lo que para un sistema como el del Pabellón Deportivo puede salir aproximadamente en US\$1,45 por kWp, esto mismo se encuentra en el documento realizado por

Reyes, V (2017), teniendo esto en cuenta la inversión sería de ¢128.284.163,75 por lo tanto el retorno se da en 1 año y 7 meses.

Cuadro 20. Resumen de los resultados de instalar el sistema fotovoltaico al Pabellón Deportivo

<i>Consumo y generación de energía con sistema FV</i>	<i>Datos anuales</i>
Energía Generada	870 485,2144
Energía consumida	632 934,96
Excedentes netos	237 550,25
Excedentes Diferidos	1 521 420,19
Límite de retiro	426 537,75
Total retirado del diferido	123 869,93
Calculo por tarifa de acceso	¢4 995 681,85
<i>Pago con paneles Instalados</i>	
<i>Energía por bloque</i>	
Bloque a	¢219 090 al mes
Bloque b	
Subtotal	¢2 629 080
Alumbrado publico	¢126 360
Impuestos de venta	¢341 780,4
Bomberos	¢1 526,52
TOTAL	¢8 094 428,768
<i>Pago sin paneles</i>	
Consumo energético kWh	632 934,96
TOTAL	¢89 279 486,95
<i>Ahorro con el sistema FV</i>	
Ahorro anual	¢81 185 058,19

También aparte de los paneles se consideran otras medidas de ahorro energético como implementación de luminarias LED y ventilación e iluminación natural por lo que se observa en el cuadro 25, el ahorro esperado que genera dichas medidas.

Cuadro 21. Resumen de medidas para los parámetros de energía

<i>Parámetro</i>	<i>Medida aplicada</i>	<i>Dispositivos</i>	<i>Consumo mensual sin la medida (kWh)</i>	<i>Consumo estimado aplicando las medidas (kWh)</i>	<i>Ahorro (kWh)</i>	<i>%</i>
Electricidad	luminarias led exteriores e interiores	1 936	274 450	21.837	252612	92%
	Iluminación natural		2 460	923	1 537	62%
	Ventilación cruzada	-11	3 946	0,00	3 946	100%
	Total disminuido		280 856	22 760	258095	

4.3.1.2. Parámetro de evaluación para consumo y manejo del agua

El cambio climático es un fenómeno que resulta amenazante para la disponibilidad de agua potable. Según Alvarado et al. (2012), se pronostican menores precipitaciones en la mayor parte del país, afectando la recarga de las cuencas hídricas que acentúan la falta de agua dulce; esto resulta en la escasez para la accesibilidad, convirtiéndose en un desafío garantizar el suministro tanto presente como futuro que satisface el crecimiento de la demanda de agua potable para las diferentes actividades desarrolladas en el país. Ahora bien, no solamente el faltante de precipitaciones causa la disminución, a ello también se le suma el crecimiento acelerado y desordenado de las áreas urbanas, la aparición de proyectos turísticos e inmobiliarios y el mal empleo del agua potable que termina en desperdicio (Valverde, 2013; Herrera, 2017b).

Los centros deportivos forman parte del desarrollo urbano y estos, al igual que las actividades de la zona donde se construyan, requieren del consumo de recursos para funcionar. A razón de esto, sus principales consumos de agua se destinan a las instalaciones sanitarias, refrigeración, calefacción, zonas verdes, piscina y limpieza. Para el Pabellón Deportivo se encuentra que serán las instalaciones sanitarias y las zonas verdes los principales puntos de consumo, ya que no contará con piscina, ni sistemas de calefacción que requieran recirculación.

En lo que concierne al diseño de la edificación que aporte al desarrollo urbano sostenible, este incorpora dispositivos sanitarios eficientes que disminuyan el consumo de agua potable; de acuerdo

con estas medidas, se observa en el cuadro 26 los resultados del cálculo de ahorro mensual para cada uno con base en su uso diario, para actividades como entrenamientos de atletas y recreación.

Cuadro 22. Cálculos de ahorro en consumo de agua potable para cada dispositivo sanitario

<i>Consumos por descarga para los inodoros</i>		<i>Consumo mensual de los inodoros</i>
Inodoros comunes	0,01 m ³	$[(0,01 \text{ m}^3 \times 163) \times 2] \times 25 \text{ días} = 81,5 \text{ m}^3 / \text{mes}$
Inodoros eficientes	0,006 m ³	$[(0,006 \text{ m}^3 \times 163) \times 2] \times 25 \text{ días} = 48,9 \text{ m}^3 / \text{mes}$
Ahorro		$81,5 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}} - 48,9 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}} = 32,6 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}}$ 40%
<i>Consumo de la grifería</i>		<i>Consumo mensual de la grifería</i>
Grifería común	0,00013333m ³ /s	$\left[\left(0,00013 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 60 \text{ s} \times 202 \right) \times 3 \right] \times 25 \text{ días} = 121,2 \text{ m}^3 / \text{mes}$
Grifería con cierre automático	0,00013333 m ³ /s	$\left[\left(0,00013 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 26 \text{ s} \times 202 \right) \times 3 \right] \times 25 \text{ días} = 52,52 \text{ m}^3 / \text{mes}$
Ahorro		$121,2 \text{ m}^3 / \text{mes} - 52,52 \text{ m}^3 / \text{mes} = 68,68 \text{ m}^3 / \text{mes}$ 57%
<i>Consumo de las duchas</i>		<i>Consumo mensual de las duchas</i>
Ducha común	0,012 m ³ min ⁻¹	$\left[\left(0,012 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \times 1 \text{ min} \times 134 \right) \times 1 \right] \times 25 \text{ días} = 40,2 \text{ m}^3 / \text{mes}$
Ducha eficiente	0,007 m ³ min ⁻¹	$\left[\left(0,007 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \times 1 \text{ min} \times 134 \right) \times 1 \right] \times 25 \text{ días} = 23,45 \text{ m}^3 / \text{mes}$
Ahorro		$40,2 \text{ m}^3 / \text{mes} - 23,45 \text{ m}^3 / \text{mes} = 16,75 \text{ m}^3 / \text{mes}$ 42%
<i>Consumo de los mingitorios</i>		<i>Consumo mensual de los mingitorios</i>
Mingitorio común	0,005 m ³	$[(0,005 \text{ m}^3 \times 38) \times 2] \times 25 \text{ días} = 9,5 \text{ m}^3 / \text{mes}$
Mingitorio eficiente	0,0038 m ³	$[(0,005 \text{ m}^3 \times 38) \times 2] \times 25 \text{ días} = 7,22 \text{ m}^3 / \text{mes}$
Ahorro		$9,5 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}} - 7,22 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}} = 2,28 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}}$ 24%

Teniendo en cuenta cada uno de los ahorros antes mencionados, se resumen en el cuadro 27, lo cual permite observar que se obtiene en total un ahorro del 48 % del consumo de agua potable al mes.

Cuadro 23. Resumen de medidas para los parámetros de consumo de agua potable

<i>Parámetro</i>	<i>Medida aplicada</i>	<i>Cantidad de dispositivos</i>	<i>Consumo m³</i>		<i>Ahorro esperado mensual</i>	
			<i>Sin la medida</i>	<i>Con la medida</i>	<i>m³</i>	<i>%</i>
Agua	Grifería cierre automático	202				
	Duchas bajo flujo	134				
	Inodoros eficientes	163	252,4	132,09	120,31	48%
	Mingitorios eficientes	38				
Total disminuido			252,4	132,09	120,31	

También se debe tomar en cuenta la importancia de estas medidas, cuando por naturaleza del proyecto se realicen eventos deportivos de alta visitación, ya sea para eventos nacionales o internacionales; por ello, se calcula el ahorro para un pico alto de demanda que pueda requerir estos eventos. Los cálculos se detallan en el cuadro 28. Asumiendo que el 30 % de la visitación haga uso de las instalaciones sanitarias dos veces, se descargará 32,74 m³ de agua potable aproximadamente; así pues, calculando el ahorro por las piezas sanitarias eficientes, se observa en la figura 14, la disminución del consumo por parte del inodoro y los grifos, obteniendo un 53 % de ahorro durante el evento.

Cuadro 24. Cálculo del consumo de m³ en un pico máximo para eventos

<i>Dispositivo</i>	<i>Consumo</i>
Cantidad de activaciones	1819
Inodoro común	$0,01 \text{ m}^3 \times 1819 = 18,192 \text{ m}^3$
Inodoros eficientes	$0,006 \text{ m}^3 \times 1819 = 10,9152 \text{ m}^3$
Consumo de Grifería común	$0,008 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \times 1819 = 14,5536 \text{ m}^3$
Consumo de Grifería con cierre automático	$0,003467 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \times 1819 = 6,30656 \text{ m}^3$

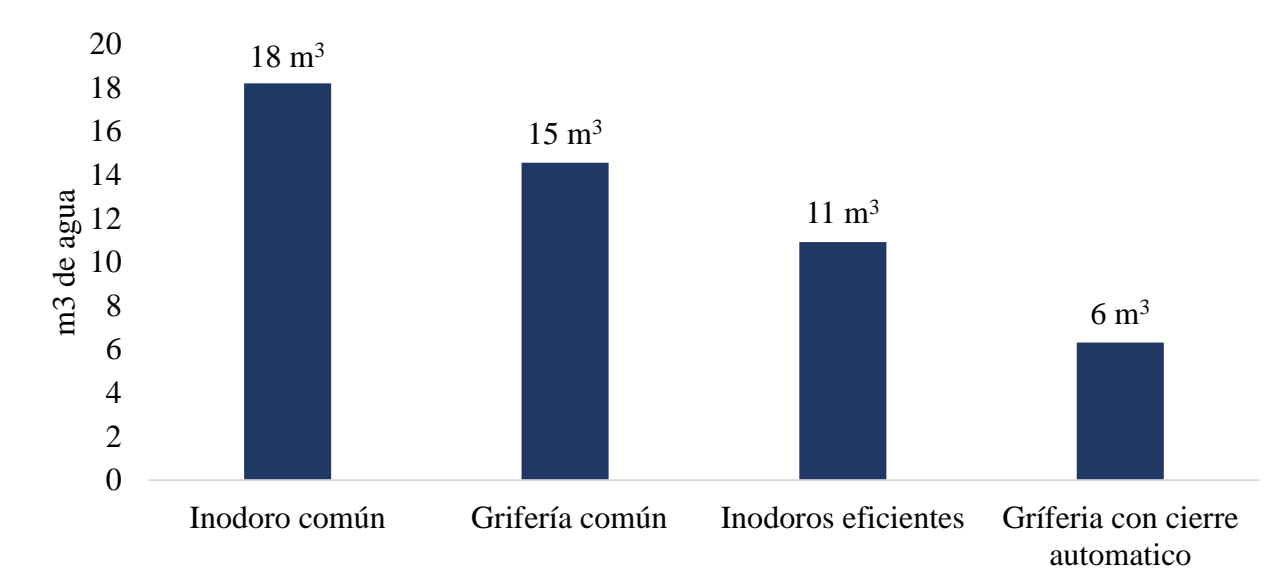


Figura 13. Consumo en m³ para un pico resultante de un evento deportivo.

Por otro lado, se encuentra la generación de aguas residuales. Considerando las actividades que serán desarrolladas en la edificación, la generación de estas será de tipo ordinario; ahora bien, para conocer la cantidad de metros cúbicos, la manera más certera sería realizar mediciones directas. Sin embargo, esto no es posible, ya que la edificación aún no existe; por el contrario, en el estudio realizado por Reyes (2017), “Análisis de costo beneficio incluyendo externalidades ambientales para el Pabellón Deportivo”, se presentan cálculos que estiman un consumo mensual de 3420 m³. Por lo tanto, partiendo de que los 3420 m³ de agua potable sean utilizados en procesos de cocción de alimentos, ingesta y limpieza, se concluye que una parte resultará en pérdidas durante su empleo y que la otra se

convertirá en agua residual. Teniendo esto en cuenta se puede estimar que un 85 % de la totalidad del agua potable consumida será agua residual (Shammas & Wang, 2011); así se muestra en el cuadro 29, donde se indica que el Pabellón Deportivo verterá 2907 m³ mensualmente al alcantarillado sanitario.

Cuadro 25. Resumen de medidas para los parámetros de agua residual

<i>Parámetro</i>	<i>Medida aplicada</i>	<i>Cantidad de m³ de agua requeridos para uso de la edificación</i>	<i>Agua residual vertida m³ al alcantarillado sanitario</i>	<i>% Agua residual que no será vertida dentro del parque ni alrededores</i>
Aguas Residuales	Disposición de las aguas residuales al alcantarillado sanitario y utilización de trampas de grasa	3420	2907	85%
Total disminuido		3420	2907	

4.3.1.3. Parámetro de evaluación Materiales

En el país, la gestión integral de residuos es regulada por la Ley 8839; sin embargo, no se cuenta con una regulación específica para residuos de construcción y estos, por su naturaleza, no pueden ser tratados igual que los ordinarios, a pesar de que generalmente se originan desechos de papel, cartón, vidrio, metales, madera y plástico, también se encuentran residuos de restos de concreto, ladrillo, agregados, ácidos, solventes, pinturas, pegamentos, textiles, cerámica, yeso, etc. (Leandro, 2007).

Por ello, parte importante de una construcción sostenible es el manejo responsable y consiente de las altas cantidades de estos desechos. Para la construcción del Pabellón Deportivo se espera como mínimo reciclar y reutilizar el 25 % de los residuos cuyas características lo permitan, para lo que se requiere estimar un aproximado de la cantidad que se generará, pero la información sobre la cantidad y clasificación de residuos de construcción en el país es escasa y, según Abarca (2008), los indicadores encontrados en estudios varían significativamente respecto a lo que se muestran valores de generación desde 11-25 kg/m², 115 kg/m² y 300-700 kg/m² (Villalobos, 1995; Leandro, 2008; Ramírez 1995 como se citó en Arce, 2017).

A razón de esto, se realizan los cálculos basados en los datos del estudio para construcción sostenible en edificaciones nacionales con áreas mayores a 1000 m², por Méndez (2009), los cuales se encuentran en el cuadro 30. Así, para un total de 18 meses de duración de la construcción, se obtiene una generación de 98,61 toneladas de residuos ordinarios, metales, maderas y escombros, y si se recicla y reutiliza el 25 % solamente se enviaría al relleno sanitario 73,96 toneladas, cantidad que aún sigue siendo significativa. Esta se podría reducir si durante la ejecución de la obra se verifica que la empresa constructora esté cumpliendo con reutilizar al máximo, separar correctamente, revisar que el material recibido sea el solicitado que las cantidades no sean menores o mayores y que se utilice una bodega con las condiciones adecuadas que mantengan los materiales exentos de daños.

Cuadro 26. Generación de residuos de construcción

<i>Tipo de residuos</i>	<i>Kilogramos semanales según Méndez, Á. (2009)</i>	<i>Kilogramos mensuales según Méndez, Á. (2009)</i>	<i>Duración en meses del proyecto</i>	<i>Kilogramos de residuos generados en los 18 meses del proyecto</i>	<i>Toneladas de residuos generados en los 18 meses del proyecto</i>
Ordinarios	747	2988	18	53784	55
Acero y otros metales	207	828		14904	15
Madera	157,7	630,8		11354	11
Escombros	257,92	1031,68		18570	18
Total	1369,62	5478,48		98613	99
Cantidad de toneladas generadas		98,612		25% del total de toneladas que podrán ser reutilizadas y recicladas	24,653

4.3.1.4. Parámetro de evaluación Biodiversidad

El Parque de La Paz es un parque recreativo creado en 1989, actualmente posee una extensión 100.833,23 m² y cuenta con áreas verdes y recreativas. Chaverri (como se citó en Avendaño y Zeledón, 2014), dice que el área de un parque recreativo es construida por el ser humano, haciéndolo accesible a un número significativo de la población, con un área relativamente poco frágil de uso intensivo, siendo aceptada la alteración y manipulación humana del terreno.

Teniendo en cuenta que el parque de La Paz ya tiene 30 años de existir, se ha introducido una serie de flora y fauna como parte del paisaje, que lo convierte en un entorno ecológico urbano, ayudando a la polución atmosférica al mismo tiempo que genera oxígeno y, por lo tanto, no debería ser modificado sin valorar la intensidad de agresión a la que pueda exponerse; por el contrario, se deberá velar por mejorar el parque de manera que se incrementen las ventajas ambientales del mismo. En relación con ello, se indica que el proyecto se adaptará con el paisaje del parque bajo la propuesta de arborización, manteniendo la vegetación relevante existente del lugar, paralelo a incorporar alrededor de 397 especies nativas de la zona, detalladas en el cuadro 31, permitiendo un ambiente confortable y un valor agregado a la biodiversidad del parque.

Cuadro 27. Resumen de medidas para los parámetros de biodiversidad

<i>Parámetro</i>	<i>Medida aplicada</i>	<i>Área total</i>	<i>Área del proyecto</i>	<i>Total zonas verdes</i>	<i>%</i>
	Zonas verdes	100833,23	35787,56	65045,67	65%
Biodiversidad	Árboles a plantar	Medida	Especies	Cantidad	Total de árboles a plantar
		Almendro (<i>Terminalia Catappa</i>)	15	397	
		Corteza Amarillo (<i>Tabebuia Ochracea</i>)	19		
		Guapinol (<i>Hymenaea Courbaril</i>)	3		
		Primavera (<i>Tabebuia donnell smithii</i>)	10		
		Tirrá (<i>Ulmus mexicana</i>)	5		
		Mamón (<i>Melicoccus bijugatus</i>)	3		
		Muñeco (<i>Cordia eriostigma Pittier</i>)	5		
		Iguano (<i>Dilodendrom costarricense</i>)	10		
		Nance (<i>Byrsonima crassifolia</i>)	3		

Madroño (<i>Calycophyllum candissimum</i>)	30
Coralillo (<i>Cassia moschata</i>)	3
Raspa Guacal (<i>Pedrea Volubilis</i>)	17
Heliconia (<i>Heliconia wagneriana</i>)	70
Paquira acuática (<i>Paquira aquatica</i>)	3
Equisetos (<i>Equisetum myriochaetum</i>)	17
Oreja de elefante (<i>Alocasia macrorrhiza</i>)	12
Papiro nativo (<i>Cyperus alternifolius</i>)	31
Lirio araña (<i>Hymenocallis littoralis</i>)	9
Cala blanca (<i>Spathiphyllum wallisii</i>)	29
Lágrima de San Pedro (<i>Coixlacryma-jobi</i>)	40
Pluma de indio variegada (<i>Ctenanthe setosa</i>)	30
Helecho trapezoidal (<i>Adiantum trapeziforme</i>)	33

El manual de especificaciones técnicas relativas a las obras externas del ICODER expone las consideraciones para la selección de especies tomando en cuenta como punto importante: la estimulación de la presencia de fauna, la armonía y convivencia con las especies ya existentes. También hace mención a la capacidad de adaptación con el suelo y clima de la zona, siendo de fácil mantenimiento y que aporten experiencia sensorial al lugar a través de la coloración y aromatización. Por lo tanto, una de las plantas con mayor número de ejemplares a sembrar será la Heliconia (*Heliconia wagneriana*), una planta pequeña ornamental de vital importancia ecológica, pues debido a su crecimiento rizomatoso ayuda a mantener la estabilidad del suelo, contrarrestando los movimientos de la tierra, además de atraer a sus principales polinizadores, los colibríes (Sosof, Alvarado y Sánchez, 2006).

Teniendo en cuenta las Zonas de Vida Holdridge para la cobertura del Valle Central, las cuales corresponden a Bosque Húmedo Premontano (bh-P) y muy Húmedo Premontano (bmh-P), se sembrarán especies como *Tabebuia Ochracea*, *Cordia eriostigma Pittier* y *Dilodendrom costarricense* (Barrantes y González, 2018). También como especie nativa maderable se introduce el árbol de Tirrá (*Ulmus mexicana*), este suele encontrarse entre los 1200-2100 m.s.n.m y es una excelente opción para reforestación, al tener facilidad de propagación y aclimatación, especialmente

en material juvenil (Badilla-López, 2001; Quesada, 2007). De igual manera, el Almendro (*T. Catappa*) se utiliza comúnmente en parques, aceras y jardines, se adapta hasta los 1300 m.s.n.m y sirve de alimento para muchos animales; además, es una especie de amplia distribución en ambas vertientes de Costa Rica (Camacho-Céspedes & Stewart-Lindquist, 2007; Zuchowski 2007).

Como árboles frutales se incorporará el Guapinol (*Hymenaea courbaril*), un árbol neotropical de semillas grandes que debe gran parte de su distribución generalizada a la dispersión de semillas, generalmente se encuentra en el bosque seco de tierras bajas de Costa Rica (Hallwachs, 1986); y el Mamón (*Melicoccus bijugatus*), especie exótica de árbol frutal, cuyas ramas anidan grandes cantidades de aves incrementando la biodiversidad biológica del entorno y fortaleciendo la estructura ecológica de la ciudad. Este también produce sombra, descontamina el aire y tiene aspectos ornamentales que embellecen (Vargas y Molina, 2007).

En cuanto a la primavera (*Tabebuia donnell smithii*), en los resultados del taller nacional sobre identificación de especies invasoras Sierra y Herrera (2005), se enlista como especie invasora nativa del Trópico de México, de impacto mínimo y carácter temporal. Específicamente, afecta ecosistemas de áreas abiertas, como humedales temporales, espejos de agua pequeños y herbazales en estado sucesión joven, Salgado-Mora, Macías-Sámamo y Guzmán-Salas (2011), en un estudio realizado en Guadalupe, municipio de Huehuetán, Chiapas, México, encontraron que es una especie empleada para embellecer, que florece en un periodo de tres meses (enero, febrero, marzo), con mayor floración en la época seca y un periodo de fructificación de tres meses (febrero, marzo, abril). Es decir, la producción de follaje en esos meses tiene una estrecha relación con la estación seca costarricense, resultando adaptable.

Por otro lado, en el cuadro 31 se coloca la especie Lágrima de San Pedro (*Coixilacryma-jobi*) como la segunda planta con más ejemplares a sembrar, investigando sobre su aplicación en el país se encuentra un estudio en Monteverde, donde se emplea en los humedales artificiales establecidos como sistema para el tratamiento de las aguas residuales, esto por ser una macrofita miembro de la familia Tripsaceae, que presenta un sistema de raíces con penetración profunda, lo cual le permite maximizar el contacto con aguas residuales. Además, presenta una fácil propagación por semillas, un rasgo considerado favorable. El tratamiento de aguas grises con estas plantas resulta exitoso, ya que alcanza un nivel de tratamiento que cumple con los requisitos de los estándares costarricenses para la reutilización de aguas residuales (Dallas, Scheffe, y Ho, 2004).

En resumen, todas estas especies vegetales contribuyen a la salud humana en la medida en que mejoran la calidad del aire, absorbiendo contaminantes, amortiguando el ruido de la ciudad y regulando la filtración solar, la temperatura y humedad, pero también le traen beneficios al parque, como la estabilidad del suelo por medio de la permeabilización del agua, aporte de nutrientes y la conservación atreves del equilibrio ecológico.

4.3.2. Desarrollo de la matriz de cumplimiento RESET.

Al completar la matriz de cumplimiento RESET se trabajó con documentos financieros, memorias de cálculos, permisos otorgados y demás evidencias de las medidas ambientales por lo que el cuadro 32 resume los resultados de las medidas cumplidas.

Cuadro 28. Medidas ambientales que conllevan al cumplimiento de RESET

<i>N°</i>	<i>Parámetro ambiental</i>	<i>Medida ambiental aplicada</i>
1	Aspectos socioeconómicos	Hacer de conocimiento público el pliego de licitación, para la participación y adjudicación de los diferentes oferentes del concurso.
2		Los planos mecánicos cumplen con las disposiciones técnicas generales del sistema de protección contra incendios y seguridad humana.
3		Se adecúan las soluciones arquitectónicas en el plano de conjunto del proyecto al contexto sociocultural de la zona.
1	Entorno y transporte	Ubicación del proyecto donde demuestra que se encuentra lejano de áreas protegidas.
2		Ubicar el proyecto en zona urbanizada con acceso a servicios básicos y transporte público.
3		Estudio de suelo que demuestre la estabilidad de este para la construcción.
4		Contar con el mapa oficial de zonas de riesgo de la Comisión Nacional de Emergencias y la ubicación del proyecto.
5		Constancia de la empresa de que procesará los suelos contaminados.
6		Se demuestra cómo la edificación se integra al paisaje del sitio a través del plano arquitectónico de paisajismo y plano de siembra.
7		Se cuenta con el estudio morfológico y fotografías de las construcciones del entorno.

N°	Parámetro ambiental	Medida ambiental aplicada	
8	Entorno y transporte	Mediante el plano arquitectónico de conjunto que muestre la planta de configuración del proyecto, se evidencia la accesibilidad y aprovechamiento del proyecto para la comunidad.	
9		El proyecto no presenta cerramientos, permitiendo la visualización por completo de la fachada principal hacia la calle pública.	
10		Las luminarias utilizadas en espacios externos cuentan con especificaciones técnicas que indican la nula perturbación de terrenos aledaños.	
11		Se demuestra los aspectos arquitectónicos sostenibles por medio del <i>render</i> y planos.	
12		Concordar el uso de suelo de la Municipalidad de San José, donde indica el porcentaje de cobertura con los planos del primer nivel.	
13		El proyecto presenta una ubicación óptima para el transporte público, según el mapa de la red vial del MOPT.	
14		En la planta arquitectónica se señala los camerinos con las facilidades de aseo personal para los usuarios.	
15		La planta de configuración del proyecto cuenta con estacionamientos para bicicletas.	
1		Calidad y Bienestar Espacial	El proyecto cuenta con espacios de vínculo entre los usuarios y la naturaleza del parque.
2			Se cuenta con espacios intermedios de corredores, áreas verdes y pasos de circulación vertical y horizontal.
3			El proyecto tiene un PGA con medidas de manejo de los residuos en la construcción y durante la operación del proyecto.
4			Análisis climático del sitio del proyecto con factores de soleamiento y temperatura.
5			Análisis bioclimático que conlleva al emplazamiento del edificio.
6			Plano cortes longitudinales generales, planta de siembra donde se indica la colocación de árboles como elementos naturales de sombra y modelos del edificio que muestran los espacios de sombra y ventilación pasiva.
7			Cuenta con modelos que demuestran la climatización pasiva para la estructura.
8	Se solicita que los materiales a utilizar para zonas expuestas cuenten con fichas técnicas que respalden los índices de reflexión solar y el control de masa térmica.		
9	La edificación se diseña con climatización pasiva e iluminación natural, pero se colocan dispositivos de control para la iluminación.		

<i>N°</i>	<i>Parámetro ambiental</i>	<i>Medida ambiental aplicada</i>
1	Suelo y Paisajismo	Se realizará la sustitución y fortalecimiento del suelo según el estudio respectivo. Planos de levantamiento topográfico y movimiento de tierras junto con el estudio de suelo.
2		Se cuenta con un mapa de zonificación que evidencia las zonas verdes previamente existentes y su área de cobertura.
3		Se solicita a los oferentes un PGA con las medidas de control para cada posible fuente de contaminación.
4		Se establece un plan arborización con distintas especies mostradas en el plano planta de siembra, el cual cuenta con la simbología de las especies vegetales y cada área de siembra.
5		Se cuenta con un sistema de riego eficiente para cubrir las áreas verdes con un caudal apropiado de agua.
1	Materiales	Cada módulo del proyecto cuenta con sus respectivas láminas de acabados, donde se encuentra la información de las medidas de modulación estipuladas en el diseño.
2		Para el subsistema constructivo se utilizan componentes livianos.
3		Estrategias para proteger los acabados de las obras.
4		Revisar las fichas técnicas de todos los materiales para asegurar que estos sean los solicitados.
5		Materiales nuevos con características de reciclaje.
6		Utilización de materiales con capacidad para ser reutilizados o reciclados.
1	Optimización del uso de agua	Equipamiento sanitario de bajo consumo que permita el ahorro de agua potable entre ellos sanitarios, grifos, orinales y duchas.
2		Contar con medidores que permitan el control del consumo.
3		En los planos se muestran las plantas de conjunto pluvial y conjunto de fontanería donde señala la división de las aguas pluviales y las aguas servidas.
4		Se incorpora una laguna de retención con un sistema de disipación de energía para dirigir las aguas pluviales.
5		El proyecto cuenta con áreas verdes que permiten la filtración de agua pluvial en un gran porcentaje incluyendo su direccionamiento a la laguna de retención.
1	Optimización del uso de la energía	Sistema de calentadores solares de agua de placa plana para las duchas de los diferentes módulos del proyecto.
2		Sistema de paneles solares para suministrar energía al proyecto.
3		Luminarias de bajo consumo con los planos de fotometría y especificaciones técnicas.
4		Todo equipo de consumo eléctrico deberá contar con evidencia de eficiencia energética.

El proyecto Pabellón Deportivo toma en cuenta a las comunidades, así como lo recomienda Echavarren (2007) se debe tener presente los límites de los impactos directos e indirectos y las afectaciones positivas o negativas a través de procesos de participación social; por ello, se realizaron dos estudios: el primero fue cuantitativo, para el cual se tomó en cuenta los distritos Catedral, San Francisco de Dos Ríos y San Sebastián y se definieron estratos de la población a los cuales el ICODER les aplicó entrevistas para conocer la posición con respecto al proyecto, la relación de este con los servicios básicos, públicos, mobiliario comunal, red vial o circulación vehicular, paisaje y medioambiente; mientras que el segundo estudio fue cuantitativo, y en él se reunió con la comunidad en un conversatorio obteniendo una respuesta positiva por parte de los ciudadanos al proyecto.

Por otro lado, con el fin de velar por la seguridad de los trabajadores en cuanto a garantías laborales, a la empresa constructora se le solicita cumplir con condiciones justas como salario, jornadas adecuadas, seguro de la Caja Costarricense del Seguro Social y el Instituto Nacional de Seguros, entre otras, además de contar con el plan de salud ocupacional que resguarde la seguridad de los trabajadores. Ahora bien, esto parte de la importancia del aumento en el empleo para construcción; según estadísticas del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) y el Informe Económico del III trimestre del 2018, se emplearon 1.839 personas más que para el 2017 durante el mismo período (Cámara Costarricense de Construcción, 2018a).

Se estima que al menos el 60 % de los peones son nicaragüenses y muchos empleadores no cumplen con la obligación de asegurar a las personas, en especial si estas son inmigrantes ilegales desprotegidos socialmente por estas condiciones de irregularidad migratoria, dándose la contratación espuria con pagos por debajo del salario mínimo, sin seguro social e incumplimiento de las jornadas de trabajo (Paniagua, 2007; Gatica, 2017). A causa de ello se solicita presentar como evidencia de buenas prácticas el contrato que demuestre respetar las tarifas mínimas, declaración de estar al día con obligaciones obrero patronales y planillas que contengan cédula de identidad, residencia o permiso de trabajo. Lo anteriormente mencionado cumple con las medidas socioeconómicas del proyecto.

En cuanto al entorno donde será construido el proyecto, se consulta la zonificación de uso de suelo establecido por la Municipalidad de San José, encontrando que el sitio es urbanizado y su uso de suelo corresponde a zona de áreas verdes o comunales y zona de uso mixto residencial-comercial, por lo que posee fácil acceso a los servicios básicos como agua potable y energía, así como el ingreso, ya sea en transporte privado o público, teniendo como opción el autobús e inclusive la bicicleta pues,

según Bohian (2017), en una investigación sobre el uso de la bicicleta en Costa Rica, “para la zona metropolitana del Valle Central, se ha ido extendiendo el grupo de ciudadanos que abogan por el impulso de la bicicleta como medio de transporte alternativo, sin embargo, aún siguen siendo una minoría”(p. 32). Esto debido a que históricamente en esta zona eran utilizadas las carretas con animales de tiro para transportar personas o mercadería y la bicicleta no tomo importancia, contrario a las zonas rurales.

Actualmente, las vías públicas se las han apropiado los vehículos automotores constituyendo, según un análisis de calidad de aire para el área metropolitana, la primera fuente de contaminación del aire, correspondiéndole el 56 % de las emisiones (Briceño et al., 2016). Paralelamente al uso intensivo del automotor, se ha dejado de lado la seguridad para los ciclistas, a pesar de que en las últimas décadas el Ministerio de Obras Públicas (MOPT) ha dedicado esfuerzos a recuperar espacios interconectando sitios a través de ciclovías. Por lo tanto, el proyecto destinará espacios exclusivos para el parqueo de bicicletas, como modo de incentivar el cambio cultural hacia el transporte alternativo, que tiene como principal impacto positivo al ambiente la menor emisión de hidrocarburos en los alrededores del parque recreativo, cuyo fin es mejorar la salud física y mental en un espacio libre de contaminación, a medida que se vincula a los usuarios con la naturaleza del lugar en un constructo ecológico-psicológico-social, percibido por el ser humano como un espacio de relajación pues la estructura no será hermética, sino que incluirá espacios intermedios como corredores y pasos de circulación en conexión a las áreas verdes (Echavarren, 2007).

Otro punto por el cual el proyecto no tiene cerramientos es para ubicar la fachada principal en dirección a la calle pública, visualizando el paso de personas y dando seguridad al usuario, además de que este emplazamiento responde al análisis climático de soleamiento y temperatura, dando paso al uso de estrategias pasivas como ventilación e iluminación natural. Incluso si se siembra árboles, estos proveen sombra, lo que ayuda aún más al confort térmico, pero también le aportaría calidad microbiológica al suelo (Hernández-Moreno y Delgado-Hernández, 2010), que para el sitio del proyecto deberá ser sustituido según las recomendaciones hechas por Castro y De la Torre (2016), mediante el estudio de suelos en donde afirma que:

“Para conformar rellenos de buena calidad, lo recomendable sería eliminar en su totalidad los estratos de relleno de arcilla expansiva (capa A), el relleno artificial heterogéneo de limo plástico con betas de arcilla expansiva (capa B), el relleno artificial heterogéneo de limo

plástico contaminado con materia orgánica (capa C), el suelo orgánico natural de sitio (capa D) y la arcilla expansiva (capa E), los cuales tienen 4,05 m, 3,60 m y 1,80 m de espesor en los sectores de P-1 a P-3 respectivamente; pero como dichos estratos tienen altos espesores, no sería viable sustituir su totalidad, por lo que se propone sustituir de 0,75 a 1,0 m de espesor de los suelos superficiales, banqueando el suelo de sitio, para evitar conformar rellenos sobre planos inclinados de falla. Los suelos naturales de sitio de las capas F y G, se podrían usar para conformar rellenos en las épocas de verano, que es cuando se puede lograr control de la humedad óptima para compactarse en capas al 95% del próctor estándar. El estrato de la capa E, por tratarse de arcilla expansivas no se recomienda utilizarlo para conformar rellenos, pues como se mencionó anteriormente el mismo es propenso a sufrir altos movimientos de contracción y expansión con cambios de humedad”. (p. 24)

Además de la sustitución del suelo para aumentar la estabilidad del terreno, se mapea la cobertura de la edificación y las áreas verdes que permitirán integrar al proyecto un plan de rearboreación, en donde su sistema radicular, al unirse con el suelo, formará parte de este, protegiendo la superficie de efectos erosivos por el impacto de lluvias y ayudando a la absorción de agua filtrada, evitando así las inundaciones.

Anteriormente, se mencionó que el emplazamiento del edificio ayuda al aprovechamiento de las estrategias pasivas para el confort; a ello se le suma utilizar materiales refractivos y de control térmico, como la relación muro-ventana con vidrios de protección UV para uso exterior. En conjunto, estas medidas disminuyen el consumo energético, pues eliminan la necesidad del equipo mecanizado. También la eficiencia en la iluminación aporta importante disminución del consumo de la energía, especialmente en este caso, en el que los módulos deportivos requieren en su interior de un mayor número de luminarias que una edificación común, lo cual se observa en los planos de fotometría.

Asimismo, para el exterior, estas luminarias deben presentar niveles adecuados que no perturben áreas aledañas del parque. Es importante que estas sean respaldadas por sellos de eficiencia energética, al igual que las duchas y el equipo adquirido para oficinas o aulas; esto con motivo de ser complementario a la producción de energía generada por los paneles solares y colectores solares, dado que la conexión de muchos equipos altamente ineficientes tendría como consecuencia un consumo mayor al estimado, agotando la energía acumulada por el sol durante las horas de aporte energético antes de lo requerido, acortando el abastecimiento y obligando a que se consuma de la red eléctrica,

por lo que se debería tener una conducta muy controlada por parte del usuario, para que la energía dé a basto. Además, se anularía el esfuerzo por ahorrar y se vería reflejado en la factura eléctrica, comprometiendo seriamente la integridad de la instalación e incrementando sustantivamente los costos de operación y mantenimiento. Por ello, en los planos y especificaciones técnicas se detalla el tipo de luminaria y equipo eléctrico a colocar, con base en la ficha técnica para que la edificación pueda hacer un uso adecuado de la energía aportada por los paneles solares sin ningún problema.

Con respecto a la eficiencia de la edificación, no solo se debe pensar en el uso de electricidad, también se debe tener en cuenta el uso de agua; por lo tanto, con el objetivo de disminuir el consumo de agua potable, se incluye equipo sanitario con piezas eficientes y aspersores para riego uniforme de zonas verdes. Además, una medida que puede sustituir el uso de agua potable para utilizar en los sanitarios o el riego es el aprovechamiento de aguas residuales tratadas; sin embargo, en este proyecto no se tratan las aguas residuales para poder hacer reuso de ellas. Lo que se muestra en planos es la separación del agua pluvial y las aguas servidas como buena práctica, dirigiendo solamente las aguas servidas al alcantarillado sanitario; para las aguas pluviales se construirá una laguna de retención que amortigüe el impacto en la edificación y alrededores de lluvias intensivas.

Por último, en cuanto a la generación de residuos, se conoce que la construcción es una actividad que genera grandes cantidades, por lo que la edificación se diseñó bajo el concepto de modulación, el cual ayuda a que se utilicen los materiales con medidas ya preestablecidas y no se tengan desperdicios por cortes innecesarios. A parte de la modulación del diseño, en un informe sobre desechos de la construcción, realizado por Leandro (2007), se encuentra como alternativa para disminuir los residuos el reuso de materiales de otras construcciones que ya cumplieron con su ciclo de vida. Sin embargo, para este caso no hay ninguna obra antes construida en el sitio y el ICODER no contempla la idea de utilizar material de otras edificaciones; por el contrario, se solicita en las especificaciones técnicas que todos los materiales deberán ser nuevos.

4.3.3. Guía para el diseño y construcción sostenible de edificaciones deportivas

En su mayoría las medidas discutidas anteriormente son parte del cumplimiento de la etapa del diseño sin embargo varias de estas aplican al momento de la construcción y hasta la operación. A modo de no dejar incompleto el proceso de verificación se creó la guía para la inclusión de medidas sostenibles en el diseño y construcción de edificaciones deportivas (ver Apéndice 7), en la cual dentro de su contenido cuenta con un apartado que indica las prácticas que deben ser acogidas durante la

construcción en sus diferentes etapas, como lo son las instalaciones provisionales, movimiento de tierras, cimentación, las estructuras cubiertas cerramientos y particiones, las instalaciones eléctricas y mecánicas y, por último los acabados. Dicho contenido está relacionado con lo evaluado por ambas herramientas verificadoras, por lo tanto, si para futuras construcciones de edificaciones deportivas el ICODER desea implementar el tema de sostenibilidad la guía también contiene las medidas que se deben tomar desde el diseño como son estrategias pasivas, uso eficiente del agua y la energía, disposición adecuada de aguas residuales y residuos sólidos e inclusión de medidas para el manejo eficiente de materiales, según la guía de la Cámara Costarricense de Construcción para materiales, elaborada por Abarca y Leandro (2016) y así lograr el objetivo, o hasta optar nuevamente por incorporarse a un proceso de verificación con la certeza de obtener el reconocimiento.

La guía también se desarrolla teniendo en cuenta que el deporte siendo un tema dentro de la sociedad relacionado directamente con la calidad de vida; requiere de infraestructura desarrollada bajo un concepto de sostenibilidad, que prevea la consideración de aspectos sociales enlazados con el cuidado ambiental y coste económico de la obra, yendo más allá de una acción aislada para la práctica y disfrute de este (Instituto Navarro de Deporte y Juventud, 2006).

5. CONCLUSIONES

- Si se quiere construir un entorno sostenible, es necesario impulsar que las edificaciones habitacionales también opten por la obra sostenible.
- El Estado por alineación con las políticas país, debe ser el principal promotor de la aplicación de certificaciones al diseño y construcción de sus edificios.
- La certificación nacional Requisitos para Edificaciones Sostenible en el Trópico, como una norma para construcción sostenible, aún no es conocida por muchos profesionales.
- Los clientes buscan el reconocimiento que les aportan las certificaciones a su visión empresarial a pesar del precio que deban pagar en el caso concreto de LEED y EDGE.
- Cada certificación estudiada en este trabajo y el galardón presentan un conjunto de pros y contras que deben ser consideradas según el tipo de edificación a la que se quiera aplicar.
- Para una edificación deportiva de presupuesto público no es viable aplicar las certificaciones de LEED y EDGE, no solamente por el elevado costo y la demanda de tiempo que conlleva el proceso, sino también porque ninguna categoría de las que se dispone está acorde a la verificación de este tipo de edificación.
- Las herramientas verificadoras estudiadas en esta práctica presentan parámetros y medidas en común y los tiempos del proceso entre una herramienta y la otra no interfieren entre sí. Por ende, las dos certificaciones se pueden trabajar en conjunto, ya que no son excluyentes; por el contrario, llegan a ser homólogas.
- Para que la construcción sea sostenible, los impactos ambientales, sociales y económicos se deben contemplar a lo largo de las tres etapas el diseño, la construcción y la operación; de lo contrario, no se cumpliría el objetivo.
- De las tres certificaciones estudiadas en esta práctica, LEED y EDGE mencionan verificar la operación del proyecto, pero no se encuentra evidencia de que así sea.
- En cuanto a RESET, la matriz para el cumplimiento de las medidas indica cuáles de estas aplican solamente para el diseño, la construcción y la operación o cuáles aplican para varias etapas al mismo tiempo, lo que permite observar que también la norma está previendo la evaluación de los impactos para el instante en que la edificación entre en funcionamiento.

- El galardón de Programa Bandera Azul Ecológica Categoría XV Construcción Sostenible, justifica el accionar durante la operación de cada medida verificada en el diseño, pero por ser aún un programa tan reciente no verifican la etapa de operación.
- Los sistemas de certificación de construcciones sostenibles constituyen una herramienta para medir el nivel de sostenibilidad de las edificaciones y una guía de buenas prácticas en el campo de la construcción.
- A pesar de ser el primer proyecto en que el ICODER incorpora el concepto de sostenibilidad, no se encuentra lejos de cumplir con ser una construcción sostenible.

6. RECOMENDACIONES

- De ser subcontratado el diseño del proyecto por el Instituto Costarricense del Deporte y la Recreación, se debe especificar que este sea acorde a los lineamientos para una edificación sostenible, en conjunto con las medidas ambientales requeridas.
- Los profesionales responsables de la gestión de proyectos de inversión de obra pública deben asegurar la presencia de medidas ambientales en cada una de las fases de un proyecto.
- Al tener intercambios con las organizaciones verificadoras de las certificaciones se debe solicitar todo el material que compete a formularios, guías, matrices, los tiempos del proceso y el costo aproximado,
- El galardón del Programa Bandera Azul Ecológica Categoría XV Construcción Sostenible en cuanto a las herramientas verificadoras, es la recomendada para un proyecto constructivo, dado que presenta la oportunidad de incluir las medidas propias del proyecto y además la flexibilidad de trabajarla paralelamente con alguna otra certificación.
- Se debe considerar para el desarrollo de proyectos de inversión por el ICODER sistemas que permitan aprovechar el agua residual y pluvial para reuso, con el fin de disminuir el empleo de agua potable para actividades que no requieren necesariamente la potabilidad del recurso.
- Se recomienda realizar el estudio de factibilidad ambiental y viabilidad económica dirigido al aprovechamiento de las áreas verdes para integrar un sistema de humedal artificial que emplee las plantas Coix Larryma- Jobi, propuestas para siembra dentro del plan de arborización, tratando las aguas servidas de la edificación, con el fin de reuso en los sanitarios o riego, disminuyendo el consumo de agua potable que requerirá la edificación para estas actividades.
- El edificio en operación deberá contar con el Plan de Gestión Ambiental Institucional (PGAI), que haga gestión de los recursos, residuos sólidos, aguas residuales y emisión de gases.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, L. (2008). Construcción sostenible en Costa Rica: Hacia un enfoque de gestión de materiales para la reducción de desechos. Congreso de Ingenieros Civiles.
- Abarca Guerrero & Leandro Hernandez. (2013). Guía para el manejo eficiente de materiales de construcción. Cartago, C.R.: Tecnológico de Costa Rica y Cámara Costarricense de Construcción.
- Alvarado, L., Contreras, W., Alfaro, M. & Jiménez, E. (2012). Escenarios de cambio climático regionalizados para Costa Rica: mejoramiento de las capacidades nacionales para la evaluación de la vulnerabilidad y adaptación del sistema hídrico al cambio climático en Costa Rica, como mecanismo para disminuir el riesgo al cambio climático y aumentar el índice de desarrollo humano (proyecto 61.152). San José: Departamento de Climatología e Investigaciones aplicadas, IMN y Minaet.
- Arce, E. M. (2017). Validación de la Guía de manejo eficiente de materiales de construcción (Proyecto de graduación Ingeniería Ambiental). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. Recuperado de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9343/validacion_guia_manejo_eficiente_materiales.pdf.
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (2010). Ley N° 8839. Ley para la Gestión Integral de Residuos. Diario Oficial La Gaceta N° 135, San José, Costa Rica, 13 de julio del 2010.
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (2008). Reglamento N° 34433. Ley de Biodiversidad. Diario Oficial La Gaceta N° 68, San José, Costa Rica, 8 de abril del 2008.
- Avendaño, J. & Zeledón, L. (2014). Promoción de los Parques Recreativos Metropolitanos de Costa Rica mediante el uso de medios tecnológicos y otros medios tradicionales (Tesis de Maestría). Escuela Ciencias de la Administración, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica. Recuperado de <http://repositorio.uned.ac.cr/reuned/bitstream/120809/1279/1/Parques%20Recreativos.pdf>
- Badilla-López, J. (2001). Propagación vegetativa de Tirrá Ulmus mexicana (Tesis 3680). Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
- Banco Centroamericano de Integración Económica. (2017). Acerca del BCIE. San José, Costa Rica.: BCIE. Recuperado de <https://www.bcie.org/acerca-del-bcie/>

- Barrantes, T & González, M. (2018). Arboreal species identified in the Educational Forest of University of Costa Rica's Western Branch. *Pensamiento Actual: Salud y Medio Ambiente*, 18 (30), 78-124.
- Bohian, P. (2017). Uso de la bicicleta en Costa Rica: repaso histórico y caracterización del tipo de ciclistas y su movilidad en el entorno vial nacional. *Infraestructura Vial / Lanamme UCR*, 19 (33), 26-34. Recuperado de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-37052017000100026&script=sci_arttext.
- Boldú, J. & Pascal, I. (2005). Enfermedades relacionadas con los edificios. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 28 (Supl.1), 117-121. Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272005000200015&lng=es&tlng=es
- Briceño, Herrera, Solórzano, Beita, Rojas. (2016). Informe de calidad del aire del área metropolitana de Costa Rica 2013 – 2015. Sexto informe de la calidad de aire GAM. Universidad Nacional, Heredia, C.R.: Laboratorio de Análisis Ambiental.
- Brundtland, G. H. (1987). *Nuestro futuro común*. (Comisión mundial sobre medioambiente y desarrollo). Noruega: Organización de las Naciones Unidas.
- Calvo, A. (2018). *Energetica costo de instalación por paneles solares*. San José, Costa Rica.
- Camacho-Céspedes, F. & Stewart-Lindquist, E. (2007). *Árboles comunes de la Reserva Natural Absoluta Cabo Blanco*. Heredia, Costa Rica: INBio.
- Cámara Costarricense de Construcción. (2018a). Informe económico del sector construcción. San José, CR.: CCC. Recuperado de <https://www.construccion.co.cr/Multimedia/Archivo/5884>
- Cámara Costarricense de Construcción. (2018b). Premio de Construcción Sostenible. San José, C.R.: CCC. Recuperado de <https://www.construccion.co.cr/Multimedia/Archivo/3811>
- Campos, G. I. (2018). Vivienda, financiamiento y ordenamiento territorial: El reto de ordenar y dar acceso a una casa. *Revista Construcción*, 25 (224), 10-11
- Castro & De la Torre. (2016). Informe del estudio geotécnico, terreno de San Sebastián donde se proyecta la construcción del Pabellón Deportivo Parque de La Paz. San José, C.R.

- Chiappini, A. & Schlegel, F. (1996). *Ecología y enseñanza rural: nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. Tema 2 El Suelo*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/006/W1309S/w1309s00.htm#TopOfPage>
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. (2016). *Guía normativa y consideraciones aplicables a la construcción*. San José, Costa Rica.: CFIA. Recuperado de <http://www.cfia.or.cr/descargas/2016/guiaNormativa2016.pdf>
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. (2019). *Bandera Azul Ecológica: Construcción Sostenible para Proyectos Ticos*. San José, Costa Rica.: CFIA. Recuperado de <https://revista.cfia.or.cr/bandera-azul-ecologica-construccion-sostenible-para-proyectos-ticos/#:~:text=La%20nueva%20Categor%C3%ADa%20XV%20de,dise%C3%B1o%20y%20construcci%C3%B3n%20de%20infraestructuras>.
- Coto-Portuguéz, A.; Bolaños-Campos, S.; Chacón-Hernández, J.; Vega, J.; Gutiérrez-Madrigal, E. & Chavez, A. (2017). *Programa Bandera Azul Ecológica para la Construcción Sostenible*. San José, Costa Rica: Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos.
- Dallas, S., Scheffe, B. & Ho, G. (2004). Reedbeds for greywater treatment—case study in Santa Elena-Monteverde, Costa Rica, Central America. *Ecological Engineering*, 23(1), 55-61. doi: 10.1016/j.ecoleng.2004.07.002.
- Diaz, M. & Ruggeri, P. (2009). *Guide of Good Environmental Practices for Building Sites*. Buenos Aires, Argentina: Edition Union of the Construction of the Argentine Republic.
- Dinga, Z., Ze, F., Tam, V., Bian, Y., Li, S., Illankoon, I. & Moon, S. (2018). Green building evaluation system implementation. *Building and Environment*, 133, 32-40. Recuperado de [doi:doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.02.012](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.02.012)
- Echavarren, J. (2007). Socioeconomic aspects of environmental impact asses. *Revista Internacional de Sociología (RIS)*, 65 (47), 99-116. doi:10.3989/ris. 2007.i47.54.
- El Mundo CR. (31 de mayo 2018). Bancos apuestan por líneas de financiamiento relacionadas con créditos verdes. *elmundocr*. Recuperado de <https://www.elmundo.cr/economia-y-negocios/bancos-apuestan-por-lineas-de-financiamiento-relacionadas-con-creditos-verdes/>

- Estado de la Nación. (2018). Desarrollo Humano Sostenible. PEN-CONARE. San José, C.R.: Servicios Gráficos AC.
- Garcés, R. L., & Patiño, E. C. (2012). Implementación de un sistema de tratamiento de agua residual para la obtención de la licencia ambiental en la compañía empacadora Empacreci SA en el cantón Durán provincia del Guayas, durante el año 2012 (Tesis de Ingeniería en Contaduría Pública y Auditoría CPA). Recuperado de <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/320>
- Garnier, A., (2018). Tramitomanía y clima de negocios: Cómo sobrevivir a lostrámites y no morir en el intento. *Revista Construcción*, 25 (224), 8-9
- Gatica, L. (2017). Aportes de las personas migrantes y refugiadas a la creación de riqueza en Costa Rica. *Rupturas*, 8 (1), 71-100. doi: 10.22458/rr. v8i1.1974
- Green Building Council Costa Rica. (2018). Certificación EDGE para edificios sostenibles. San José, CR.: GCB-CR.
- Green Building Council Estados Unidos (2018). Leadership in Energy & Environmental Design. Estados Unidos: GBC-US.
- Hallwachs, W. (1986). Agoutis (*Dasyprocta punctata*): The Inheritors of Guapinol (*Hymenaea courbaril*: Leguminosae). *Frugivores and Seed Dispersal*, 285–304. doi:10.1007/978-94-009-4812-9_25
- Herrera, M. (2017a). Uso y estado de los recursos: energía. Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Pavas, C.R.: PEN.
- Herrera, M. (2017b). Uso y estado de los recursos: recurso hídrico. Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Pavas, C.R.: PEN.
- Hernández-Moreno, S. & Delgado-Hernández, D. (2010). Manejo sustentable del sitio en proyectos de arquitectura; criterios y estrategias de diseño. *Estudios Territoriales*, 12 (1), 38-51. Recuperado de <https://quivera.uaemex.mx/article/view/10210>
- Instituto Costarricense de Turismo (ICT). (2017). Plan Nacional de Desarrollo Turístico de Costa Rica. San José, Costa Rica: ICT. Recuperado de <https://www.ict.go.cr/en/documents/plan-nacional-y-planes-generales/plan-nacional-de-desarrollo/1071-plan-nacional-de-desarrollo-turistico-2017-2021/file.html>

- Instituto Costarricense de Turismo. (2018). Centro Nacional de Congresos y Convenciones. San José, Costa Rica: ICT. Recuperado de <http://www.icc.co.cr/proyectos/centro-nacional-de-convenciones-de-costarica/>
- Instituto Costarricense de Turismo (ICT). (2019). Sostenibilidad turística. San José, CR.: ICT. Recuperado de <https://www.ict.go.cr/es/sostenibilidad.html>
- Instituto Costarricense del Deporte y la Recreación. (2014). Política Institucional, CNDR-432-09 2014, MIDEPOR_26-06-2014. San José, Costa Rica: ICODER. Recuperado de <http://www.icoder.go.cr/documentos/func-startdown/1526/>
- Instituto Costarricense del Deporte y la Recreación. (2018). Instituto Costarricense del Deporte y la Recreación: ¿Quiénes Somos? San José, Costa Rica: ICODER. Recuperado de <http://www.icoder.go.cr/icoder#quienes-somos>
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO). (2017). Requisitos para edificaciones sostenibles en el trópico (RESET). San José, Costa Rica: INTECO. INTEC170:2014/Enm: 2017.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2011). Propiedades del Suelo. Colombia. Recuperado de ftp://gisweb.ciat.cgiar.org/DAPA/users/apantoja/london/Colombia/Suelos/00_shape_suelos/DEPARTAMENTALES_2011_Brayan_Silvia/AMAZONAS/Memoria%20tecnica/capitulo%204.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). (2017). Estadísticas de la construcción. Recuperado de <https://www.inec.cr/economia/estadisticas-de-la-construccion>.
- Instituto Navarro de Deporte y Juventud. (2006). Manual básico de instalaciones deportivas de la Comunidad Foral de Navarra. Navarra, España: Fondo de Publicaciones del Gobierno de Navarra.
- Leandro, H. A. (2007). Administración y manejo de los desechos en proyectos de construcción ETAPA 2 Alternativas de Manejo (Informe proyecto de investigación). Escuela de Ingeniería en Construcción. Centro de Investigaciones en vivienda y construcción CIVCO. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. Recuperado de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/492/Informe%20final%20Manejo%20de%20Desechos%20enla%20construcci%EF%BF%BD%EF%BF%BDn%20Etapa%20II.pdf>
- Ley de Biodiversidad, decreto n°34433. Diario Oficial La Gaceta, Costa Rica, 8 de abril de 2008. Recuperado de

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=62838&nValor3=110325&strTipM=TC

Londoño M, P., Kurlat, M. & Agüero, M. (2013). Conjunto de Indicadores Socioeconómicos para un Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones. *Ciencia y tecnología*, 13 (33), 323-332. Recuperado de http://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CyT_13_22.pdf

Méndez, Á. (2009). Elaboración de una guía de procedimientos constructivos sostenibles en edificaciones nacionales, con áreas mayores a 1000 m² (Informe de Licenciatura). Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, C.R.

Ministerio de Planificación Nacional & Política Económica. (2014a). Plan Nacional de Desarrollo Costa Rica 2015 – 2018: Capítulo 2: El estado de situación y las condiciones para el bienestar de las personas. Unidad de Comunicación. San José, Costa Rica: MIDEPLAN.

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2014b). Plan Nacional de Desarrollo Costa Rica 2015 – 2018: Capítulo 5; Propuestas Estratégicas Sectoriales: Sector Salud, Nutrición y Deporte. Unidad de Comunicación. San José, Costa Rica: MIDEPLAN.

Nayak, N. (2017). La globalización de la construcción sostenible en Costa Rica: Estudio de caso (Informe de pasantía). Escuela de Ingeniería Civil. Universidad de Costa Rica, San José, C.R.

Nieto, E. (2012). Eco innovación en procesos industriales: variables ambientales. España: Unión Europea.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (1996). Ecología y enseñanza rural nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. Recuperado de <http://www.fao.org/3/W1309S/w1309s00.htm#TopOfPage>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2017). Ciencias Naturales: Biodiversidad. UNESCO. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/es/office-in-montevideo/natural-sciences/ecological-sciences/mab-lac-themes/biodiversidad/#topPage>

Organización de las Naciones Unidas. (2018). Asuntos que nos importan: Agua. Recuperado de <http://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>

Organización de las Naciones Unidas. (2018). Objetivos de Desarrollo Sostenible. San José, CR.: ONU. Recuperado de <http://www.ods.cr/17-objetivos-de-desarrollo-sostenible>

- Organización Mundial de la Salud. (2018). Agua potable salubre y saneamiento básico en pro de la salud. EE. UU: OMS. Recuperado de http://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/
- Paniagua, A. (2007). Labour and social situation of nicaraguan people in Costa Rica. *Social Sciences Magazine*, 117, 51-71. doi: 10.15517/RCS.V0I117-118.11013.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2015). Agenda de desarrollo post-2015. Costa Rica: PNUD. Recuperado de <http://www.cr.undp.org/content/costarica/es/home/post-2015/sdg-overview.html>
- Quesada, M. (2007). Los Bosques de Costa Rica (Ponencia). IX Congreso Nacional de Ciencias, Instituto Tecnológico de Costa Rica: Cartago, Costa Rica. Recuperado de <http://www.cientec.or.cr/exploraciones/ponencias2007/RupertoQuesada.pdf>
- Ramírez, A. (2002). La Construcción Sostenible. Consejo de Construcción Verde. Recuperado de: https://www.cofis.es/pdf/fys/fys13/fys13_30-33.pdf
- Reyes, V. (2017). Análisis Costo Beneficio incluyendo externalidades ambientales del Proyecto Pabellón Deportivo – ICODER. San José, CR.: CICAP.
- Rodríguez, F. & Gonzalo, F. (2010). Sustainable engineering and construction: new objectives for construction projects. *Ingeniería de Construcción*, 25 (2), 147-160. doi: [dx.doi.org/10.4067/S0718-50732010000200001](https://doi.org/10.4067/S0718-50732010000200001).
- Román, M. (2007). Décimotercer informe sobre el estado de la nación en desarrollo humano sostenible. Desarrollo turístico e inmobiliario costero y preocupaciones ambientales. Recuperado de https://estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/013/Desarrollo_costero_preocupaciones_ambientales.pdf
- Salgado-Mora, M., Macías-Sámano, J. & Guzmán-Salas, C. (2011). Phenologic description of the *Tabebuia donnell-smithii* Rose tree in the Soconusco region of Chiapas. *Que Hacer Científico*. 1(12), 45-51. Recuperado de https://www.dgip.unach.mx/images/pdf-REVISTA-QUEHACERCIENTIFICO/QUEHACER-CIENTIFICO-2011-jul-dic/Descripcion_fenologica_del_arbol_de_primavera.pdf

- Santana, C. & Aguilera, R. (2017). Fundamentos de la Gestión Ambiental. Recuperado de <http://www.ecotec.edu.ec/content/uploads/2017/09/investigacion/libros/fundamentos-gestion-ambiental.pdf>
- Schallenberg, J., Piernavieja, G., Hernández, C., Unamunzaga, P., García R., Díaz, M. y Subiela, V. (2008). Energías Renovables y Eficiencia Energética. Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. Recuperado de <https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>
- Secretaría de Energía. (2008). Energías Renovables-Energía Solar. Recuperado de https://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro_energia_solar.pdf
- Secretaria Técnica Nacional Ambiental. (2014). Guía ambiental para la construcción. San José, CR.: SETENA. Recuperado de <https://www.setena.go.cr/documentos/Normativa/RES-479-2014.pdf>
- Secretaria Técnica Nacional Ambiental. (2016). Manual de instrumentos técnicos para el proceso de evaluación de impacto ambiental (Manual de EIA)- Parte I. San José, Costa Rica: SETENA. Recuperado de <https://www.setena.go.cr/documentos/Normativa/Decreto-32079.pdf>
- Shammas, N. K. y Wang, L. K. (2011). Water and Wastewater Engineering. Water Supply and Wastewater Removal. Estados Unidos: John Wiley & Sons, Inc.
- Sierra, C. y Herrera, A. (2005). Especies invasoras en costa rica, resultados del taller nacional sobre identificación de especies invasoras. Costa Rica: UICN, INBio.
- Solís, M. (31 julio de 2018). CCSS fortalece su compromiso ambiental con la aprobación de ambiciosa política ambiental [noticia de un blog]. Recuperado de <https://www.ccss.sa.cr/noticia?ccss-fortalece-su-compromiso-ambiental-con-la-aprobacion-de-ambiciosa-politica-ambiental>
- Sosof, Alvarado & Sánchez. (2006). Estudio de la variabilidad de cultivares nativos de flores del género Heliconia (Heliconiaceae) provenientes de la región Suroccidental de Guatemala. Mazatenango: IIDESO.
- Tribunal Ambiental Administrativo. Manual de Buenas Prácticas Ambientales en Costa Rica. (2010). San José, Costa Rica: Tribunal Ambiental Administrativo. Recuperado de http://www.seguridadpublica.go.cr/ministerio/gestion%20ambiental/guias%20y%20manuales/Manual_Buenas_Practicas_Ambientales.pdf

- Valverde, R. (2013). Availability, distribution, water quality and prospects in Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci)*, 45(1): 5-12. doi: <http://dx.doi.org/10.15359/rca.45-1.1>
- Van Wambeke, J., Prieto Celi, M. y Vieira, M. (2013). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Santiago, Chile: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/019/i3247s/i3247s.pdf>
- Vargas, B. & Molina, L. (2007). Árboles para Bucaramanga, Especies que fortalecen la Estructura Ecológica Principal. *Nodo: Arquitectura. Ciudad. Medio Ambiente*, 1 (2), 25-40. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3396717>
- Zuchowski, W. (2007). *Tropical Plants of Costa Rica a guide to native and exotic flora*. Ithaca, Miami, US.: A Zona Tropical Publication.

8. ANEXOS

Anexo 1. Matriz valoración de impactos



**CATEGORIA XV CONSTRUCCION SOSTENIBLE PBAE-CFIA
MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS**



**PROYECTO: PABELLÓN DEPORTIVO PARQUE DE LA PAZ
PROPIETARIO: INSTITUTO COSTARRICENSE DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN
OC 789310 CONTRATO DEL APC**

	Aspecto ambiental evaluado	Justificación de la medida adoptada	Impacto esperado
Referencias en planos			

Fuente: Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, 2017.

Anexo 2. Hoja de estudios preliminares

Estudios preliminares del terreno	Conservación y recuperación de hábitats y componentes naturales					
Objetivos	Criterio		Categoría de impacto			Cumplimiento
			Bajo	Medio	Alto	
1) Estudios previos del terreno y sus suelos. Disponer de estudio del suelo según etapa a analizar:	1	Tipo de material geológico existente			X	
	2	Caracterización geotécnica del suelo	X	X	X	
	3	Caracterización geotécnica del subsuelo	X	X	X	
	4	Pendientes	X	X	X	
	5	Topografía	X	X	X	
	6	Capacidad de infiltración y permeabilidad del suelo	X	X	X	
	7	Identificación de áreas de erosión y sedimentación activas (deslizamientos, terrazas)		X	X	
	8	Contexto hidrogeológico (acuíferos, pozos, elementos hidrológicos)		X	X	
	9	Criterios de diseño sísmico (índice de sismicidad local)	X	X	X	
	10	Riesgo volcánico	X	X	X	
	11	Riesgo inundación (valle fluvial, Tsunamis)	X	X	X	
	12	Estudio de biotopos			X	
	13	Presencia áreas protegidas	X	X	X	
	14	Presencia de áreas con potencial ecológico de conservación o reserva		X	X	
	15	Identificación de ecosistemas sensibles			X	
	16	Infraestructura de servicios existente	X	X	X	
	17	Sitios de interés cultural y arqueológico		X	X	
	18	Estudio de unidades de paisaje			X	

Estudios preliminares del terreno	Conservación y recuperación de hábitats y componentes naturales					
	Objetivos	Criterio	Categoría de impacto			Cumplimiento
			Bajo	Medio	Alto	
2) Levantamiento y documentación del estado de sitio	1	Fotografías - video	X	X	X	
	2	Reuniones multidisciplinarias del equipo de trabajo en el sitio			X	
	3	Reuniones de consulta con partes interesadas		X	X	
3) Estudios de recursos climáticos y geofísicos	1	Soleamiento y orientación	X	X	X	
	2	Régimen de precipitaciones	X	X	X	
	3	Vientos predominantes	X	X	X	
	4	Vistas de interés	X	X	X	
	5	Elementos únicos aprovechables (cuerpos de agua, árboles, laderas, entre otros)	X	X	X	
	6	Identificación de zona bioclimática	X	X	X	

Fuente: INTECO, 2017.

Anexo 3. Matriz de cumplimiento RESET

<i>Parámetro Ambiental</i>		<i>Requisito</i>	<i>Ponderación</i>				<i>Evidencia aportada y razones porque no aplica</i>	<i>Etapa: diseño, construcción u operación</i>			
<i>Objetivo</i>	<i>Concepto</i>	<i>Criterios</i>	<i>Calificación del criterio</i>				<i>Resultado</i>	<i>Punto plus</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>O</i>
			X	X	X	X			X	X	
					X	X			X	X	X
									X	X	X

Fuente: INTECO, 2017.

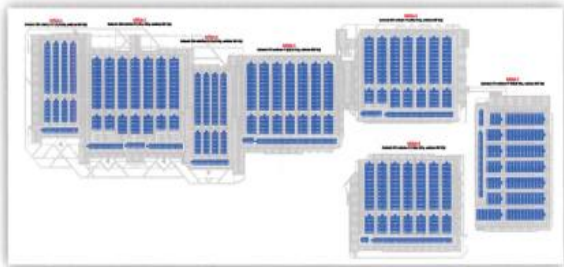
Anexo 4. Oferta de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz dirigida al Instituto Costarricense del Deporte y la Recreación (ICODER).

COMPAÑÍA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ, S.A.

OFERTA ECONOMICA PRELIMINAR DIRIGIDA AL INSTITUTO COSTARRICENSE DEL DEPORTE (ICODER)

"ARRIENDO DE TECHOS PARA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA"

OFERENTE: COMPAÑÍA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ (CNFL)
CÉDULA JURÍDICA: 3-101-00046



CONTENIDO

1.	OBJETO DE LA OFERTA DE ARRIENDO DE TECHOS	1
2.	DETALLE TECNICO DE LA OFERTA.....	2
2.1.	REFERENCIAS TÉCNICAS GENERALES	2
2.1.1.	EFECTO FOTOELÉCTRICO	2
2.1.2.	EL GENERADOR (MÓDULO) FOTOELÉCTRICO	3
2.1.3.	EL ACONDICIONADOR (INVERSOR) DE ENERGÍA	4
2.1.4.	REFERENCIAS PARA LA ESTIMACIÓN DEL RECURSO SOLAR DISPONIBLE	5
3.	UBICACIÓN DEL SITIO	7
4.	ASPECTOS TÉCNICOS GENERALES.....	8
5.	OFERTA ECONOMICA DE ARRIENDO DE TECHOS.....	14
6.	VIGENCIA DE LA OFERTA	15
7.	CONDICIONES, SUPUESTOS DE LA PRESENTE OFERTA.....	16

Atención: Ing. Andrés Morales
Arq. Ruddy Piedra
Universidad de Costa Rica

MARZO, 2018

1. OBJETO DE LA OFERTA DE ARRIENDO DE TECHOS

La Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A. (CNFL S.A.) a través del Programa de Generación Fotovoltaica en modalidad de Arriendo de Techos, ofrece al Instituto Costarricense del Deporte (ICODER) la posibilidad de convertirse en un socio estratégico para desarrollar un proyecto de generación fotovoltaica con una potencia instalada de 1 079 kWp haciendo uso de la infraestructura de techos del futuro complejo denominado Pabellón Deportivo.

Esta alianza con CNFL S.A., le permite al ICODER valorizar un activo improductivo (estructuras de techo) y recibir un beneficio económico a su favor por el arriendo de las estructuras de techos anteriormente mencionadas, que se traduce en un ahorro mensual en un plazo de 20 años.

2. DETALLE TECNICO DE LA OFERTA

2.1. REFERENCIAS TÉCNICAS GENERALES

2.1.1. Efecto fotoeléctrico

El efecto fotovoltaico fue descubierto por el físico experimental Edmund Becquerel en 1839, y es la base del proceso mediante el cual una célula fotovoltaica convierte la luz solar en electricidad.

Cuando la luz del sol incide sobre ciertos materiales llamados semiconductores, los fotones que la constituyen son capaces de transmitir su energía a los electrones de valencia del semiconductor para que rompan el enlace que les mantiene ligados a los átomos respectivos (formación de pares electrón-hueco). Por cada enlace roto queda un electrón libre para circular dentro del sólido. La falta del electrón en el enlace roto, que se llama hueco, también puede desplazarse libremente por el interior del sólido, transfiriéndose de un átomo a otro debido al desplazamiento del resto de los electrones de los enlaces. Los huecos se comportan en muchos aspectos como partículas con carga positiva igual a la del electrón.

El movimiento de los electrones y los huecos en direcciones opuestas genera una corriente eléctrica en el semiconductor capaz de circular por un circuito externo y liberar en él energía de la cedida por los fotones al crear los pares electrón-hueco. Para separar los electrones de los huecos e impedir que restablezcan el enlace, se utiliza un campo eléctrico que hace que ambos circulen en direcciones opuestas, dando lugar a una corriente en el sentido del citado campo eléctrico.

Figura 1: Esquema básico del efecto fotoeléctrico.

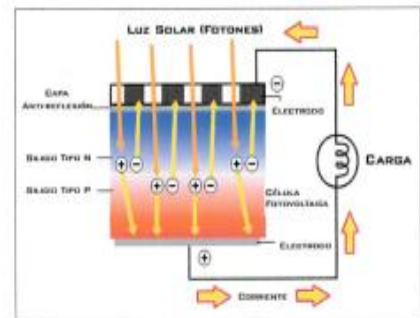
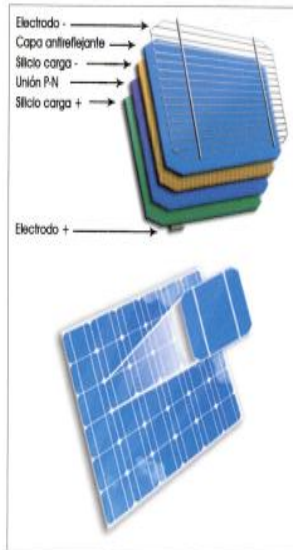


Figura 2: Esquema básico de la composición de una celda fotovoltaica.



2.1.2. El generador (módulo) fotoeléctrico

El generador o módulo fotovoltaico es el encargado de transformar la energía solar directamente en energía eléctrica. Está conformado por arreglos de módulos fotovoltaicos y estos a su vez están constituidos por arreglos de células (celdas) solares (iguales), conectadas eléctricamente entre sí. Estas células están conectadas en serie y/o en paralelo, de forma que la tensión y corriente suministradas por el panel se ajusten al valor de diseño deseado.

La mayor parte de los módulos solares se construyen asociando primero células en serie hasta conseguir el nivel de tensión deseado, y luego asociando en paralelo varias de estas series de células para alcanzar el nivel de corriente requerido.

Los módulos cuentan con otros elementos además de las células solares, que hacen posible la adecuada protección del conjunto frente a los agentes externos; asegurando una rigidez suficiente, posibilitando la sujeción a las estructuras de soporte y la conexión eléctrica con los demás elementos del sistema.

Figura 3: Esquema básico de los principales componentes de un módulo fotovoltaico.

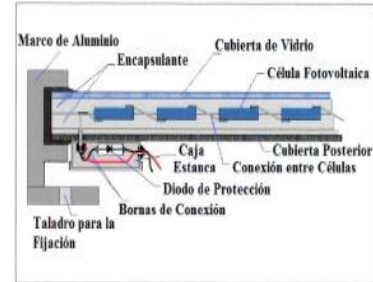
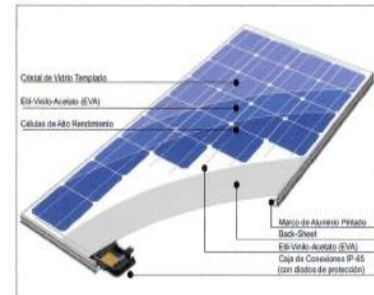


Figura 4: Vista general de la composición de un módulo fotovoltaico.



2.1.3. El acondicionador (inversor) de energía

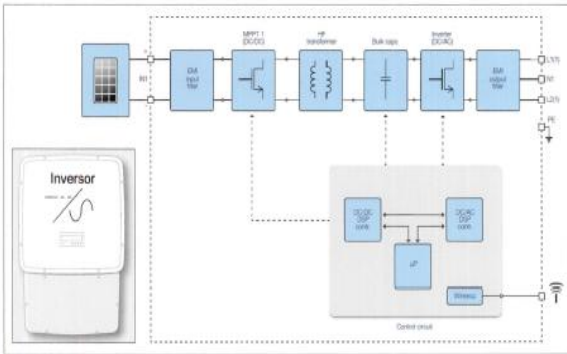
El acondicionador o inversor de energía es el equipo encargado de transformar la energía recibida del generador fotovoltaico (en forma de corriente continua) y adaptarla a las condiciones requeridas según el tipo de cargas, por lo general en corriente alterna, para luego ser suministrada a la red de eléctrica circundante.

Los inversores vienen caracterizados principalmente por la tensión de entrada, que se debe adaptar a los módulos fotovoltaicos, la potencia máxima que puede proporcionar a las cargas, la tensión de salida y la eficiencia. Esta última se define como la relación entre la potencia eléctrica que el inversor entrega a la utilización (potencia de salida) y la potencia eléctrica que extrae de los módulos fotovoltaicos (potencia de entrada).

Entre los aspectos técnicos que los inversores a considerar en el Proyecto se encuentran:

- 1) Una eficiencia elevada en relación a los módulos, si no sería necesario aumentar la cantidad de los mismos para alimentar las cargas adecuadamente.
- 2) Están adecuadamente protegidos contra cortocircuitos y sobrecargas. Incorporar rearme y desconexión automáticos.
- 3) Admiten demandas instantáneas de potencia mayores del 150% de su potencia máxima.
- 4) Baja distorsión armónica.
- 5) Bajo consumo.
- 6) Sistema de medidas y monitorización.

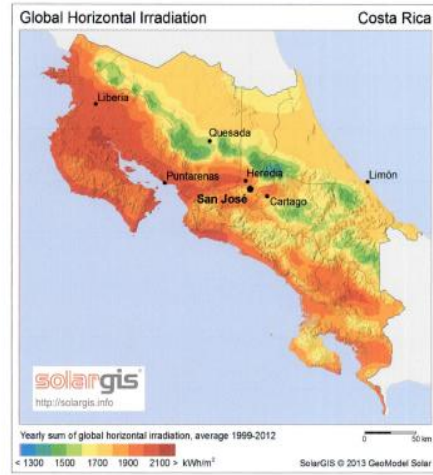
Figura 5: Esquema básico interno de un inversor típico, disponible en el mercado.



2.1.4. Referencias para la estimación del recurso solar disponible

A continuación se indica referencias generales del recurso solar que se estima está disponible en el país para su explotación mediante la implementación de sistemas fotovoltaicos.

Figura 6: Referencia de la base de datos de Solargis (pv Planner).



La CNFL cuenta con licencia propia para el uso de la base de datos global SOLARGIS, la cual es una herramienta de gran utilidad y de amplio uso a nivel mundial por la industria solar para hacer las estimaciones del potencial de generación fotovoltaica de los sistemas por implementar. Al ser el recurso solar un tipo de energía renovable, variante e impredecible, este tipo de herramientas permiten reducir el nivel de incertidumbre de manera considerable.

La CNFL desde el año 2012 instaló una serie de sistemas fotovoltaicos a lo largo de su área de concesión, de los cuales 10 sitios poseen monitoreo remoto. Dichos sitios se utilizan como puntos de control de referencia (PCR) para analizar el comportamiento histórico de la generación fotovoltaica en diferentes áreas del área servida por la CNFL.

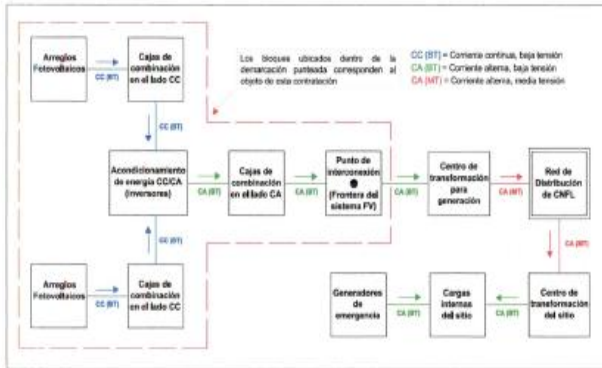
El punto de control de referencia más cercano, se encuentra ubicado aproximadamente a 2,1 km hacia el noroeste del sitio, por lo que se prevé un comportamiento muy similar al del punto de referencia, en condiciones normales de funcionamiento.

En la siguiente figura se muestra la ubicación del punto de control de referencia más cercano respecto al Complejo Pabellón Deportivo (Google Earth), denominado PCR6 (Barrio Luján).

4. ASPECTOS TÉCNICOS GENERALES

En la siguiente figura se ilustra el diagrama de bloques del principio de funcionamiento de un sistema fotovoltaico interactivo conectado en paralelo con la red de distribución de la CNFL.

Figura 9: Diagrama de bloques básico de un sistema fotovoltaico.



A continuación se detalla la modulación conceptual sugerida de los sistemas fotovoltaicos en el techo de los edificios del Complejo Pabellón Deportivo, lo anterior, de acuerdo a los planos de planta suministrados por el equipo del proyecto y supuestos de aprovechamiento de techos que deberán ser revisados, ajustados y validados por el diseñador del proyecto.

Figura 10: Modulación conceptual para el Sistema fotovoltaico del Edificio 1.

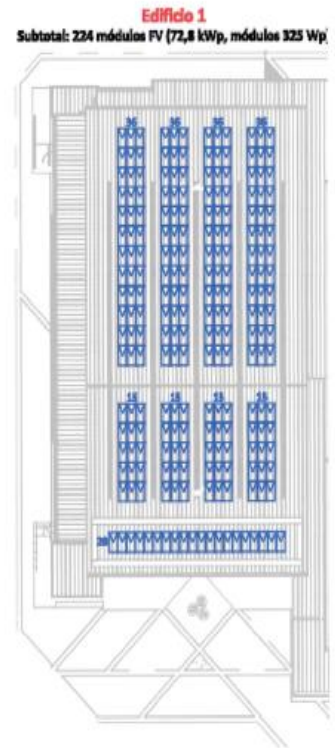


Figura 11: Modulación conceptual para el Sistema fotovoltaico del Edificio 2.

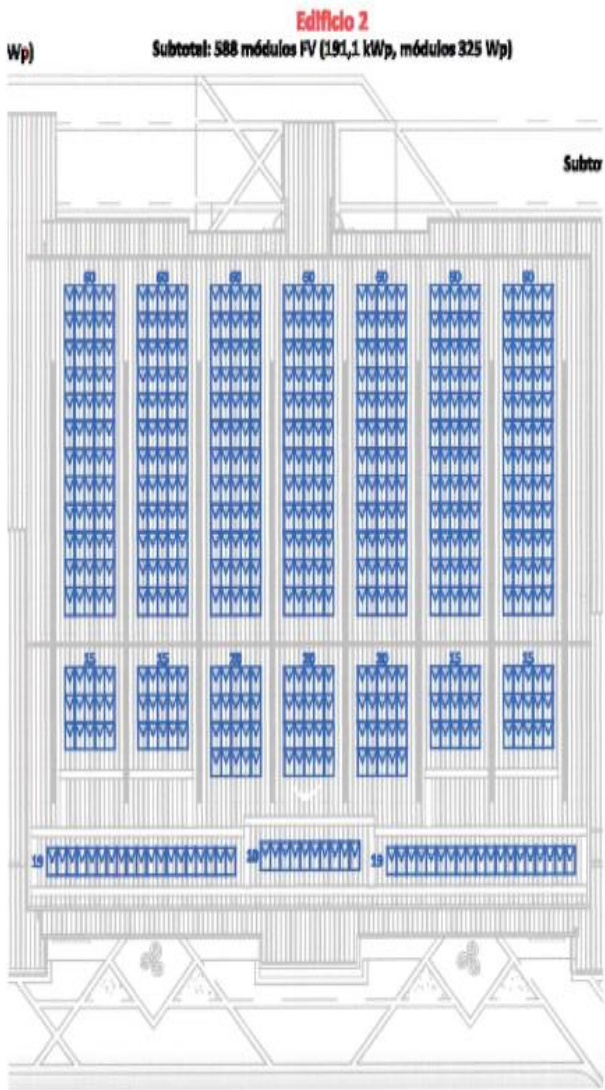


Figura 12: Modulación conceptual para el Sistema fotovoltaico del Edificio 3.

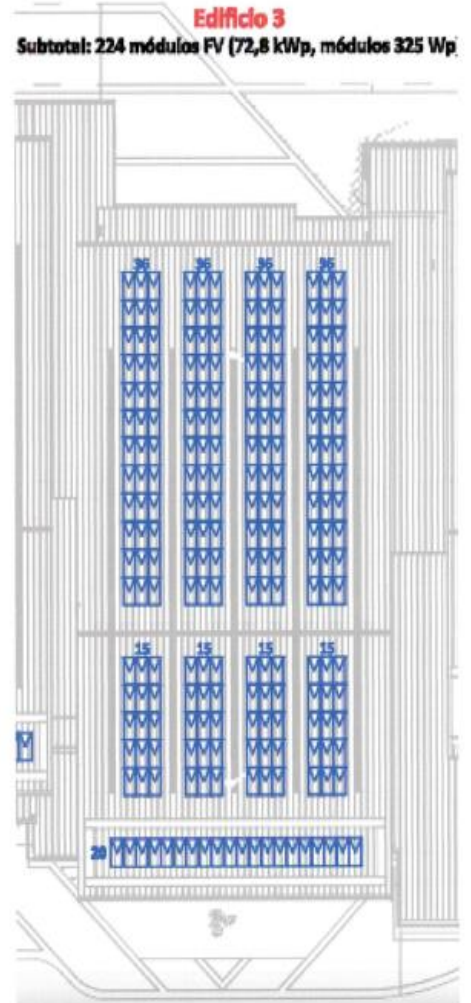


Figura 13: Modulación conceptual para el Sistema fotovoltaico del Edificio 4.

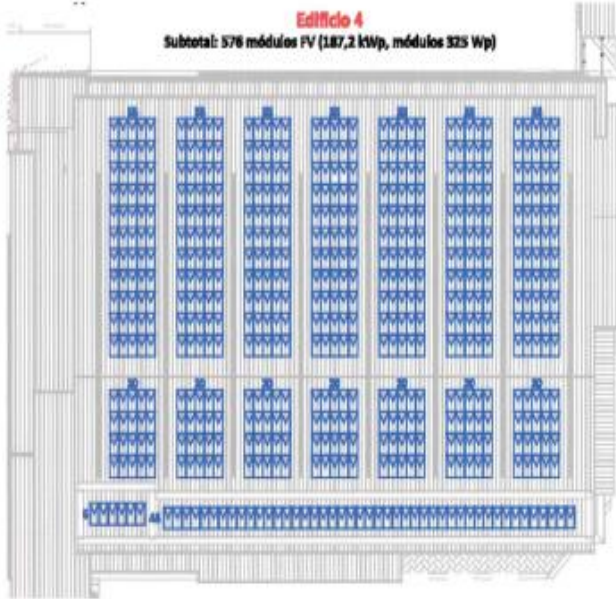


Figura 14: Modulación conceptual para el Sistema fotovoltaico del Edificio 5.

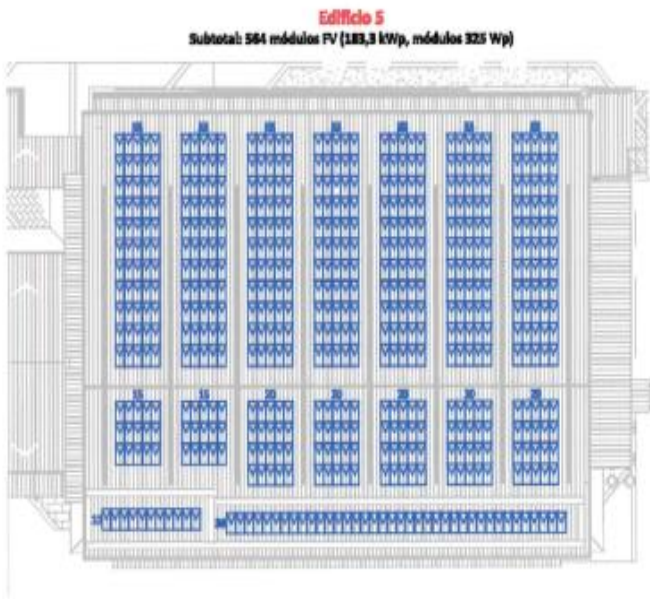


Figura 15: Modulación conceptual para el Sistema fotovoltaico del Edificio 6.

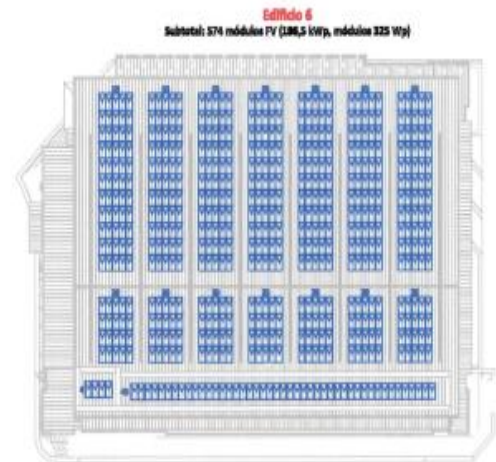
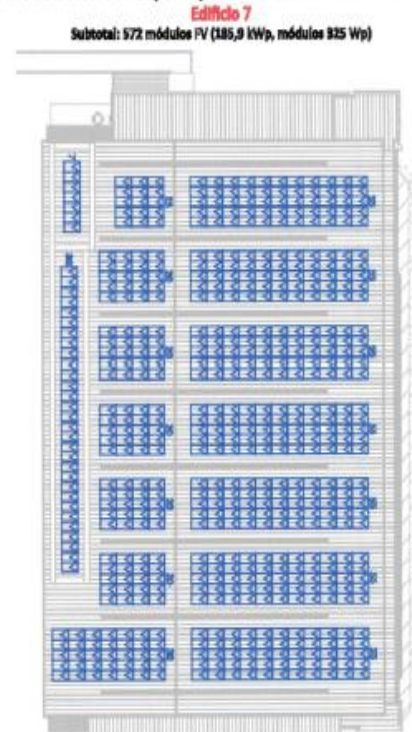


Figura 16: Modulación conceptual para el Sistema fotovoltaico del Edificio 7.



5. OFERTA ECONOMICA DE ARRIENDO DE TECHOS

El resultado coordinado mediante la información remitida por el equipo técnico diseñador y representante del ICODER y la valoración técnico-financiera del equipo de CNFL durante los últimos meses, permitió elaborar una propuesta preliminar, de la cual se concluyeron premisas técnicas y financieras para el desarrollo del proyecto en mención.

En la siguiente tabla se detalla condiciones ofrecidas por CNFL al ICODER para arriendo de techos:

Tabla 1: Condiciones de arriendo de techo para generación fotovoltaica en el Pabellón Deportivo

OFERTA DE ARRIENDO DE TECHOS EN EL PABELLÓN DEPORTIVO	
Facturación promedio mensual estimada:	¢4 655 154
Facturación promedio anual:	¢55 861 845
Área aprovechable aproximada para instalación de módulos:	6 664 m ²
Potencia pico estimada máxima del sistema, bajo modalidad de arriendo:	1 079 kWp
Producción de energía estimada promedio anual:	1 452 918 kWh
Estimado de pago promedio por arriendo de techos (m ² /año):	¢737,59
Estimado de pago de arriendo anual promedio:	¢4 900 566
Estimado de pago de arriendo mensual promedio:	¢408 381
Porcentaje de pago de arriendo sobre facturación actual:	8,77%

El pago por arriendo mensual está directamente relacionado a la generación de energía y al ahorro resultante con respecto a la compra de energía del Sistema Eléctrico Nacional, de tal forma que según nuestros análisis financieros, se estarían reconociendo en promedio ¢737,59 anuales por metro cuadrado de techo utilizado para instalación de paneles fotovoltaicos, como bien se describe en la tabla anterior.

Es importante aclarar que las cifras presentadas en éste documento responden a un estudio bajo ciertas condiciones financieras evaluadas hasta el momento, lo anterior, con la finalidad de someter a consideración de las autoridades del Pabellón Deportivo los alcances técnicos y financieros que implicaría el desarrollo del proyecto. Esta oferta será firme y definitiva, una vez se adjudique la empresa desarrolladora del proyecto, momento en que las partes procederán con la formalidad de la relación mediante un contrato de arriendo de techos con condiciones a convenir.

6. VIGENCIA DE LA OFERTA

Esta oferta tiene una vigencia de 30 días naturales a partir del recibo por parte del Pabellón Deportivo.

Atentamente,



Elabora:

Vanesa Castro López

Jefe, Área Investigación e Ingeniería de Proyectos Empresariales



Revisa:

Alberto Coto Chacón

Jefe, Unidad de Proyectos Empresariales



7. Condiciones, supuestos de la presente oferta

1. Las condiciones de esta oferta económica no son definitivas y dependerán de las condiciones de financiamiento que CNFL logre acceder una vez formalizada su fase de ejecución.
2. Al tratarse de un proyecto no construido, el estimado de ahorro sobre la facturación, responde a los cálculos proyectados de demanda y consumo facilitados por el Ing. Andrés Morales en el informe "*Ampliación de Informe sobre Generación Fotovoltaica*".
3. Para la instalación de los equipos, el ICODER deberá espacio físico en una pared dentro de las naves, para la instalación de los inversores y dispositivos eléctricos.
4. Los paneles irán montados sobre los techos de las naves, fijados por una estructura con rieles de aluminio anodizado anclados a los clavadores del techo.
5. Se da por un hecho que el techo deberá soportar el peso de 32 kg/panel instalado (módulos solares y estructuras) y del personal de mantenimiento.
6. Se da por un hecho que el techo se encuentra en buenas condiciones para soportar los paneles.
7. Se da por un hecho que la nave se encuentra estructuralmente en buen estado.
8. Se da por un hecho que el área de techo en donde se proyectó la instalación de los paneles fotovoltaicos estará disponible y no tendrá equipos, rótulos, chimeneas o antenas que puedan generar sombras.
9. El cliente deberá suministrar un espacio físico seguro para la ubicación de la bodega de las herramientas, materiales y equipos necesarios para la instalación en la obra.
10. Se recomienda la instalación de un acceso fijo al techo; ejemplo, escalera tipo caracol o en línea para facilitar el acceso para labores de instalación y mantenimiento.
11. Se recomienda la instalación de una toma de agua en cada techo de la nave para realizar la limpieza de los equipos (tubería de ½" y su respectiva llave de paso).
12. Se da por un hecho la instalación como mínimo de líneas de vida en los techos de las naves para la protección del personal.

Anexo 2. Análisis Costo Beneficio incluyendo externalidades ambientales del Proyecto Pabellón Deportivo – ICODER



Análisis Costo Beneficio incluyendo externalidades ambientales del Proyecto Pabellón Deportivo – ICODER

Elaborador por:

Virginia Reyes Gatjens, MSc Economía Ambiental

Agosto, 2017

Externalidades positivas

1. Ahorro por la atención médica en la Seguridad Social por enfermedades no transmisibles cuyos riesgos se reducen con la práctica del deporte

En el estudio de factibilidad del Pabellón Deportivo se realiza la estimación del impacto sobre la salud de la práctica del deporte y por ende el impacto de la construcción del proyecto al incidir en la reducción de los riesgos de padecer enfermedades no transmisibles. En el Cuadro 4, se presentan los resultados de las estimaciones realizadas en dicho estudio, del costo total por persona (248.999,67 colones), los cuales se multiplican por el número de personas que estarían dispuestos a pagar por la práctica del deporte, las cuales se estimaron en 26.000 personas, para un total de 5.975.4 millones de colones (10,6 millones de dólares).

Cuadro 4. Proyección de ahorro en gasto de atención médica en la Seguridad Social por enfermedades no transmisibles cuyos riesgos se reducen con la práctica del deporte en 1995, actualizado al año 2016 (INCIENSA, 1998)

	Costo 1995	Tipo de cambio junio 1998	Total dólares en agosto 2016	Tipo de cambio agosto 2016	Total en Colones en Agosto 2016
Diabetes Mellitus	140.215,00	256,85	545,90	558,6	304.941,01
Cardiopatía Isquémica	92.785,82	256,85	361,25	558,6	201.791,55
Hipertensión Arterial Esencial	75.067,75	256,85	292,26	558,6	163.258,11
Enfermedad Cardíaca Hipertensiva	114.492,60	256,85	445,76	558,6	248.999,67

Fuente. INCIENSA, según Egresos reportados en los hospitales periféricos, tomado del Estudio de Factibilidad del Pabellón Deportivo.

Sustitución parcial del uso de energía eléctrica del sistema por sistemas fotovoltaicos

En el Reglamento generación distribuida para autoconsumo con fuentes renovables modelo de contratación medición neta sencilla No. 39220 MINAE del 19 de agosto de 2016 se estipulan las regulaciones para la generación distribuida de auto consumo, en el cual se indica lo siguiente:

- “Que los recursos energéticos constituyen factores esenciales y estratégicos para el desarrollo socioeconómico y sostenible del país, sobre los que el Estado mantendrá un papel preponderante, por lo que es indispensable planificar su desarrollo a fin de asegurar el abastecimiento oportuno y eficiente de electricidad y de esa forma generar una estrategia integral de gestión, que permita la participación y alianza con los sectores de la sociedad, y así, reducir la vulnerabilidad de nuestra economía a factores externos.
- Que la actividad de generación distribuida para autoconsumo es una herramienta para promover el uso de las energías renovables proporcionando la máxima eficiencia social de los recursos energéticos disponibles
- Que la actividad de generación distribuida para autoconsumo en Costa Rica es una alternativa para que los abonados generen electricidad mediante fuentes renovables con el propósito de satisfacer sus necesidades, funcionando en paralelo con la red de distribución eléctrica, bajo el concepto de depósito y devolución de energía. O bien utilizar baterías químicas como sistema de almacenamiento de energía.”

En el Art. 34, se indica que el productor-consumidor podrá depositar en la red de distribución la energía no consumida, y tendrá derecho a retirar hasta un máximo del cuarenta y nueve por ciento (49%) de la energía total generada, para utilizarla en el mes o meses siguiente en un período anual. La energía total producida y la energía no consumida serán contabilizadas de forma mensual por un período de un año dentro del proceso de facturación, siendo su fecha anual de corte un acuerdo de las partes dentro del contrato de interconexión.

A partir de dicho Decreto, como parte del Proyecto se propuso la instalación de un sistema fotovoltaico, que permitirá maximizar el uso de los recursos a través del auto consumo de energía solar. En el estudio desarrollado por el Ing. Andrés Morales de la empresa Electricidad en Concreto

S.A., se realiza una estimación del consumo mensual de energía de acuerdo a los horarios de uso de la iluminación, los cuales fueron calculados de la siguiente manera:

- 8 am a 4 pm: Uso de oficinas administrativas a un 20%
- 4 pm a 6 pm: Exteriores e inicio de iluminación de canchas deportivas al 35%
- 6 pm a 10 pm: Actividades deportivas a un 80%
- 10 pm a 6 am: Iluminación de exteriores y actividades de madrugada a un 10%

A partir de dicha información se calcula en 1.882,38 kWh la energía para un consumo mensual estimado de 52.706,52 kWh/mes y una potencia de 224,75 kw y un consumo anual de 632.478,24 kwh/año. Ello implica un pago mensual en la factura eléctrica de 5.612.734,19 colones (US\$9.847) para una facturación anual de 67.352.810,27 colones (US\$ 118.162,8 por año). En este sentido, se plantea un sistema fotovoltaico de auto consumo de 325.000 Watts (1000 paneles de 325 Watts cada uno), con una energía disponible de 11.150 kwh por mes (133.811,6 kwh por año).

El costo por Watt pico instalado es de US\$ 1,45, para una inversión total requerida de US\$471.250. El ahorro mensual estimado es de US\$5.712,6 y un ahorro anual de US\$68.551,6, que corresponde al 58% de lo que se facturaría sin el sistema solar. El ahorro durante la vida útil del Proyecto se calcula en US\$1.371.032. Sin embargo, dado que el sistema fotovoltaico se está diseñando a partir del consumo estimado de energía, se recomienda la instalación progresiva del sistema solar con el fin de determinar el sistema apropiado con base en los consumos reales del Pabellón Deportivo.

Ahorro generado al país por la sustitución de energía térmica por solar

En el país el 98,21% (10.588,67 GWh) de la energía que se produjo en el 2016 fue renovable, no obstante, se produjo un 1,79% (193,03 GWh) en energía termoeléctrica como se indica en el Cuadro 5. Además de la energía térmica generada el país compro en el Mercado Regional de Energía (MER) 150,38 GWh.

El precio de compra de la energía en el MER fue de US\$ 202 /MWh para el año 2014 y de US\$ 222,9 /MWh el precio promedio de la energía térmica en el año 2013. La producción de energía anual estimada del sistema fotovoltaico se estima en 133,8 MWh por año, la cual contribuye a reducir el consumo de

energía termoeléctrica producida a nivel nacional o comprado en el MER. Se estima por tanto, que el proyecto contribuye en reducir la producción o compra de energía térmica en US\$29.824,02 por año si se produce en el país o en US\$27.027,6 si se compra en el MER.

Cuadro 5. Balance eléctrico por fuente 2016, acumulado a diciembre.

Tipo fuente	GWh	%	Tipo fuente	GWh	%
Termoeléctrica	193,03	1,79%	Hidroeléctrica	8.025,95	74,44%
			Geotérmica	1.339,51	12,42%
			Bagazo	74,51	0,69%
			Eólico	1.147,29	10,64%
			Solar	1,41	0,01%
No renovable	193,03	1,79%	Renovable	10.588,67	98,21%
Generación bruta: 10.781,69 GWh					
Intercambio de energía: 150,38 GWh					
Demanda Nacional: 10.932,08					

Fuente: Centro Nacional de Control de Energía, 2016.

Incremento de la plusvalía de los terrenos ubicados en las zonas de influencia del proyecto

La construcción del Pabellón Deportivo podría tener un impacto sobre el valor de la tierra en las áreas de influencia del proyecto. De acuerdo a la Municipalidad de San José, la construcción del Estadio Nacional generó un incremento en el valor de la tierra en un 50%, que además podría estar asociado a la construcción de torres de apartamentos y condominios en la zona de influencia de la Sábana. Desde este punto de vista, tal y como se muestra en el Cuadro 6, si la construcción del Pabellón Deportivo en el Parque de la Paz genera un incremento conservador en el valor de la tierra del 25%, este podría generar un aumento en la plusvalía de los terrenos equivalente a 1.230.037.500 colones (US\$ 2.139.195) por año.

Cuadro 6. Estimación del impacto de la construcción del Pabellón Deportivo sobre el valor de la tierra en el área de influencia

Cantón	Precio Colones /m2 (Mapa Valores Homogéneos Ministerio de Hacienda)	Precio Incremento del 25% Colones / m2	Número de viviendas (Censo de población 2011)	Incremento en el valor tierra área influencia (Colones)
San Sebastián	150.000	37.500	11.884	445.650.000
Zapote	225.000	56.250	6.348	357.075.000
San Francisco de Dos Ríos	250.000	62.500	6.837	427.312.500
Total				1.230.037.500
				US\$2.139.195

Fuente: Elaboración propia con base en información suministrada por la Municipalidad de San José, Mapa de valores homogéneos del Ministerio de Hacienda y el INEC.

Reforestación del Parque de la Paz con especies nativas

De acuerdo al Plan de Reforestación del Pabellón Deportivo se plantea la siembra de 107 árboles de especies nativas alrededor del mismo. Las especies recomendadas para la siembra, así como la relación ecológica que aporta cada especie tanto para la fauna como para el suelo, incluye el Almendro, Cortez amarillo, Guapinol, Primavera, Tirri, Muñeco, Iguano, Nance, Madrolo, Coralillo, Raspa guacal, Tucuico y Mamon. El costo promedio de la siembra de un árbol es de 1.500 colones, lo que implica un costo total aproximado por la siembra de los árboles de 160.500 colones (US\$282).

Externalidades negativas

Consumo de agua potable

El consumo de agua potable se estimó como una externalidad negativa dado que el ICODER deberá comprar el agua al AyA, lo que implica un alto costo. El consumo estimado por el Ing. Victor Fung, es de 114 m³ por día, 3.420 m³ por mes y 41.040 m³ por año. De acuerdo a la ARESEP la tarifa para el sector gobierno para julio del 2017 se determinó en 1.440 colones/m³, lo que implica por tanto un gasto mensual de 4.924.800 colones y un gasto anual de 59.097.600 colones. En tanto que la perforación de un pozo podría reducir considerablemente el gasto en agua potable, dado que el costo de los estudios y la perforación de un pozo pueden rondar los 50 millones de colones, que podrían ser recuperados en un año y adicionalmente, solo se requeriría el pago de la electricidad por el bombeo de agua a un tanque, para su distribución por gravedad.

Movimiento de tierras durante el proceso de construcción

Dado que el suelo en la zona donde se construirá el Pabellón Deportivo es arcillosa, no será posible construir el edificio sobre el mismo, razón por la cual esa tierra deberá ser extraída. El CICAP estimó que para ello se requiere extraer 58.438,08m³ de tierra, cuya extracción tiene un costo de 52.560.000 colones, dado que el costo de una hora de trabajo para la extracción de material se cotiza en el mercado a 45.000 colones (Información suministrada por ALBOSA y Black Maquinaria) y se requieren 1.168 horas para extraer todo el material indicado.

Aunque la extracción de este material tiene un costo, el mismo no tiene un valor comercial, razón por la cual no se incluye dentro del análisis costo beneficio ajustado.

Cuadro 7. Cantidad de m3 de tierra que deberán ser extraídos durante la etapa de construcción del Pabellón Deportivo

Extracciones	Área (m2)	Cantidad m3
Excavaciones módulo baloncesto	2.944,75	4.485,36
Excavaciones módulo voleibol	2.203,37	4.804,49
Excavaciones módulo balonmano	2.203,37	4.485,36
Excavaciones módulo futbol sala	2.203,37	4.485,36
Excavaciones módulo combate	4.944,83	12.930,09
Excavaciones área landscape	22.777,55	23.549,62
Total		58.438,08

Fuente: Información suministrada por el CICAP.

Derrames de combustibles

El derrame de combustibles se generaría en la etapa de construcción, no obstante, de acuerdo al EIA el impacto es muy poco, por tanto, no se valora, ni incluye dentro del análisis costo beneficio ajustado.

1. Contaminación de cuerpos de agua por arrastre de sedimentos

La contaminación de cuerpos de agua por arrastre de sedimentos es otra externalidad negativa que se podría generar durante la etapa de construcción del Pabellón Deportivo, sin embargo, según el EIA el impacto no será relevante, razón por la cual esta externalidad tampoco es valorada, ni incorporada dentro del análisis.

2. Contaminación sónica

La contaminación sónica se producirá durante la etapa de construcción del Pabellón Deportivo, pero dado que la misma se desarrollará al lado de la carretera circunvalación, razón por la cual en el EIA se indica que el impacto podría ser muy poca, por tanto, esta externalidad no se incluye dentro del análisis.

9. APÉNDICES

Apéndice 1. Lista de chequeo para los parámetros del galardón Programa Bandera Azul Ecológica Categoría XV Construcción Sostenible.

<i>Aspecto Ambiental</i>	<i>Parámetros de Evaluación</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Medidas</i>	<i>Referencia en planos o especificaciones técnicas</i>
Agua	Ahorro en consumo de agua potable.				
	Reducción y disposición de aguas residuales.				
	Impacto a la biodiversidad por tema de agua.				
Energía	Ahorro en consumo de electricidad y combustible.				
	Impactos a biodiversidad por uso de energía y combustibles.				
Materiales	Modulación para planificar una menor generación de residuos.				
	Incorporación de estrategias para optimizar el uso y utilización de materiales.				
Biodiversidad	Incorporar estrategias de diseño paisajístico que incluya biodiversidad de la zona.				

Apéndice 2. Listas de chequeo para los parámetros de la certificación RESET

Aspectos Socioeconómicos

	<i>Parámetros</i>	<i>Sí No Observación</i>
ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	Dispone de bases de participación y consultas para todos los involucrados. (bases de participación para oferentes para concurso).	
	Dispone de documentos necesarios para comprobación de flujos económicos en forma oportuna si son requeridos (presupuestos, gastos, créditos, cualquier desembolso en consultoría).	
	El proyecto cuenta con al menos un 30% de personal local.	
	Se cuenta con un programa de capacitación planificado que incorpora charlas, cursos, foros o cualquier otro mecanismo de enseñanza para capacitar a los participantes del proyecto en los temas concernientes a su concepto y operación.	
	Se respetan los derechos humanos, las garantías sociales, los seguros de riesgos laborales, los salarios y honorarios de ley y se rechaza el trabajo infantil, la discriminación de razas o género.	
	La edificación cuenta con programas de asistencia e información para las personas con “discapacidades”.	
	Señalización (visual y táctil) y personal competente para el manejo y asistencia de estas personas.	
	Se cuenta con un plan de emergencias aprobado por la entidad competente.	
	Se cuenta con un plan de capacitación de actuación ante emergencias. (Usuarios del edificio).	
	Se cuenta con los equipos de seguridad requeridos y medidas de actuación para trabajos seguros.	
Se cuenta con un estudio sociológico previo del sector social a tratar, incorporando variables de convivencia, espacialidad, usos y materiales adecuados.		

Entorno y transporte

	<i>Parámetros</i>	<i>Sí No Observación</i>
ENTORNO Y TRANSPORTE	Documento que verifica que la edificación no está construida en parques, refugios o áreas de conservación. (evidencia la ubicación y el razonamiento de como la edificación respeta la zona de interés).	
	Construye en zonas previamente urbanizadas.	
	Se respetan edificaciones y estructuras de interés patrimonial (justificación de la significancia cultural o histórica de la estructura y con un registro histórico fotográfico de la conservación o restauración realizada).	
	Evitar construir en suelos y rellenos inestables.	
	Evitar construir en zonas cercanas a fallas geológicas, volcánicas, áreas de deslizamiento y orillas de cuerpos de agua.	
	Tomar previsiones al construir en zonas con riesgo de inundación.	
	Armoniza la arquitectura con el entorno y se prefieren vistas de interés.	
	Se respeta la escala del entorno urbano donde se ubica.	
	Se cuenta con una relación de área de al menos 5% cedida al espacio público en primera planta.	
	Se cuenta con al menos un 35 % de visibilidad en cerramientos y/o fachada con frente a calle.	
	Las soluciones de sostenibilidad aplicadas destacan por su propuesta arquitectónica.	
	La edificación presenta elementos de diseño que responden a prácticas sostenibles.	
	Se dispone de explicaciones gráficas o literarias al respecto.	
	El edificio es replicable porque logra un bajo costo mediante el uso de materiales de baja transformación in situ, implementa el uso de mano de obra local y utiliza el ingenio local.	
	El proyecto reduce los máximos establecidos en materia de cobertura por los planes reguladores y/o reglamento de construcción. (reduce la cobertura en un 5 % por debajo de los requisitos legales).	
El proyecto aprovecha la densidad máxima establecida en la zona por los planes reguladores. (aprovecha al menos el 100 % de la densidad permitida para la zona y se utilizan ordenanzas municipales que permitan su aumento).		
La edificación cuenta con transporte colectivo a menos de 500 m de la edificación en zona urbana.		

	<i>Parámetros</i>	<i>Sí No Observación</i>
ENTORNO Y TRANSPORTE	Al menos el 20 % de los estacionamientos están destinados y equipados para estacionamiento preferencial para transportes alternativos.	
	Al menos el 2 % del espacio de estacionamiento de vehículos está reservado para vehículos de baja emisión.	
	Se da prioridad a rampas y escaleras con respecto a los equipos de transporte mecanizados.	
	Se utilizan rampas y escaleras para acceder a los primeros niveles de la edificación además del transporte mecanizado.	
	Se utilizan materiales baja refractividad y/o soluciones que muestran como las fachadas y cubiertas evitan o reducen la incidencia directa de los rayos del sol y de la iluminación artificial.	
	Se recupera y/o se hace disposición final de los suelos contaminados.	
	Se aplican prácticas constructivas que aseguran que se evite o minimiza la contaminación acústica y contaminación del aire durante el proceso de construcción. (cumple con requisitos establecidos por la autoridad competente en materia de contaminación acústica y del aire).	
	Al menos el 5 % de los usuarios cuentan con facilidades para aseo personal (duchas y lockers).	

Calidad y bienestar espacial

	<i>Parámetros</i>	<i>Sí No Observación</i>
CALIDAD Y BIENESTAR ESPACIAL	El equipo mecanizado cuenta con etiqueta o información que evidencia que son generadores de energía o de bajo consumo.	
	La edificación incorpora elementos como patios, terrazas, balcones, corredores, jardines, viveros entre otros.	
	La edificación incorpora espacios intermedios tales como zaguanes, vestíbulos, corredores, patios, galerías y elementos de circulación vertical y horizontal.	
	La edificación incorpora elementos arquitectónicos que tradicionalmente han funcionado en diferentes regiones provenientes de la construcción vernácula.	
	Se desarrolla un diseño que incorpora espacios que fomentan la gestión integral de residuos.	
	Diseño que utiliza estrategias pasivas, el diseño incorpora análisis climáticos tales como diagramas, matrices, esquemas tablas, simulaciones entre otros.	
	Se emplaza el edificio de manera que se optimiza los recursos existentes de soleamiento y vientos predominantes para su climatización pasiva.	
	Se utilizan elementos tales como techos, aleros, pantallas, toldos, parasoles, enrejados o cualquier otro dispositivo eficiente. Se evitan las superficies reflectantes en el campo de la incidencia solar.	
	Se utilizan fachadas compuestas, o pantallas para lograr climatización pasiva en la edificación y/o se determina la orientación, composición, inclinación, longitudes de cubiertas según los requerimientos climáticos del lugar.	
	Se incorporan patios, jardines, techos y paredes vivas o cualquier otro elemento vegetal con características tales como capacidad de remover vapores químicos, facilidad de crecimiento, bajo mantenimiento, resistencia a pestes y transpiración.	
	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. (Se eleva la edificación con un dimensionamiento acorde con el entorno).	
	Se utiliza el agua como elemento regulador de temperatura y confort, evitando la generación de humedad para climas altamente húmedos.	
Se utilizan muros y volúmenes para enfriar y/o calentar el edificio por absorción y liberación de calor, utilizando el sol y fuentes climáticas para manejar su temperatura.		

	<i>Parámetros</i>	<i>Sí No Observación</i>
CALIDAD Y BIENESTAR ESPACIAL	La edificación permite su operación en horas del día sin el uso de luz artificial cuando las condiciones climáticas lo permiten.	
	Se genera ventilación cruzada con fuentes de aire no contaminadas, asegurando que la velocidad del viento no altere la ejecución de las actividades proyectadas para cada espacio.	
	El diseño permite conectar visualmente a los usuarios con el ambiente exterior a través de vanos, ventanas y aberturas.	
	Se cuenta con termostatos, sensores, gráficos, medidores, apagadores, “ <i>dimmer</i> ” u otros dispositivos de control en forma accesible.	
	El sistema de ventilación y/o iluminación cuenta con dispositivos de control a conveniencia de los usuarios del recinto para lograr el confort.	
	Se utilizan vidrios o películas termo absorbente, doble, aislado entre otros.	
	Se aplica el límite de tolerancia a la temperatura y humedad relativa de las personas en el trópico (28°C y 80 % HR).	
	Se determina la zona de confort según la actividad y vestimenta de los usuarios.	
	Se utilizan techos y pavimentos de baja absorción térmica.	
	Se utilizan ventiladores de bajo consumo de energía y mantenimiento.	
	Se utiliza equipo que cumpla con la normativa nacional de eficiencia energética y que no contiene refrigerantes prohibidos por la legislación.	
	Se cumple al menos con los requisitos legales asociados al uso de la edificación y su entorno de manera que no interfiera con las actividades proyectadas.	
	El proyecto incorpora espacios para el encuentro y/o la reunión informal como salas de espera, galerías, antesalas, entre otros.	
	Al menos el 100 % del mobiliario diseñado para el proyecto cumple con los parámetros ergonómicos.	
	Al menos el 60 % de los materiales que se utilizan no emanan agentes tóxicos o venenosos, y se utiliza la siguiente lista como pauta: CFC`s, neopreno, formaldehído, retardantes de fuego halogenados, HCFC`s, plomo. Mercurio, fertilizantes, pesticidas petroquímicos, pentaclorofenol, entre otros.	
Se cuenta con procedimientos constructivos que aseguren la mitigación, el control y la eliminación de las emisiones de los materiales.		

Suelos y paisajismo

	<i>Parámetros</i>	<i>Sí No Observación</i>
SUELOS Y PAISAJISMO	El diseño propone un sistema de cimentación que minimiza la necesidad de sustituir el suelo.	
	En el proyecto se puede visualizar que el 70 % de las zonas verdes han sido conservadas o restauradas, además de los accesos.	
	Se conserva al menos un 80 % de árboles de más de 25 cm de diámetro y más de 3,0 m de altura.	
	Se compensa con reforestación de especies nativas equivalentes a la superficie intervenida.	
	Se incluyen al menos dos hábitats que propician el desarrollo de especies locales.	
	En el diseño del paisajismo se incluyen al menos dos especies nativas, de forma visible.	
	Se introduce en el área distintos estratos vegetales de manera que se aproveche al máximo el área disponible.	
	Al menos 50 % del total de cerramientos incorpora algún tipo de cobertura vegetal exceptuando accesos.	
	Al menos 50 % del área de siembra incorpora de forma combinada o segregada especies nativas o exóticas adaptadas.	
	Se detecta al menos un corredor biológico que permite el paso de dos o más especies de interés del entorno.	
	El abono y los pesticidas se fabrican utilizando los residuos generados en el proyecto.	
	En caso de presentarse sedimentación y erosión de suelos se utilizan sistemas que incorporan plantas para estabilización de taludes.	
	Se cuenta con evidencia documentada de que se han identificado los contaminantes del suelo y que se han aplicado las respectivas medidas de control.	
Se conserva la tierra orgánica existente, estableciendo un manejo de ella durante el proceso constructivo mediante recuperación, almacenamiento y reutilización (al menos el 50 % del estrato vegetal equivalente a la cobertura de la edificación).		

	<i>Parámetros</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Observación</i>
SUELOS Y PAISAJISMO	Se limita y controla la incorporación de especies invasoras. (identifica un plan de manejo para las especies invasoras presentes en el proyecto).			
	El proyecto cuenta con áreas específicas que permite actividades como compostaje y la optimización de cultivos.			
	Se cuenta con una bitácora que indica los pesticidas que se deben evitar por contener químicos nocivos para la salud y el ecosistema (paraquat, endosulfan, metomil, terbufos, metamidofos, forato, insecticidas organofosforados, carbofuran, etoprofos, aldicarb, clorpirifos y bromuro de metilo entre otros).			
	Se evidencia que las especies utilizadas están adaptadas al régimen pluvial del lugar.			
	Se cuenta con equipos eficientes de riego (por ejemplo, por goteo y/o aspersión) y hay evidencia del aprovechamiento de las aguas tratadas.			

Materiales

MATERIALES	<i>Parámetros</i>	<i>Sí No Observación</i>	
	Se aprovechan materiales y componentes de una edificación existente en el sitio del proyecto.		
	Se incluyen materiales y componentes de edificaciones existentes en el país		
	Se diseña para propiciar el desmantelamiento de los componentes del edificio permitiendo su reutilización y reciclaje. (al menos el 20 % de los acabados, cerramientos y componentes livianos y el 10 % de los componentes estructurales de la edificación son diseñados para ser desmantelados).		
	Se diseña de manera modular, reduciendo desperdicio.		
	Se presenta evidencia documental de que la edificación ha sido diseñada con sistemas constructivos con pesos menores a 90 kg/m ² en al menos dos de los siguientes componentes relevantes: cubiertas, cerramientos, divisiones internas.		
	En el 60 % del área las paredes divisorias interiores son independientes de la estructura principal y la envolvente del edificio.		
	Se introduce en el área distintos estratos vegetales de manera que se aproveche al máximo el área disponible.		
	Al menos 50 % del total de cerramientos incorpora algún tipo de cobertura vegetal exceptuando accesos.		
	Se incorporan estrategias para proteger debidamente partes expuestas del edificio y materiales que disminuyen la frecuencia de cambio.		
Se separa para su reciclaje o recuperación un porcentaje de los escombros, restos de materiales de construcción y demolición (el 25 % de materiales y elementos desechados se separan para su reciclaje o recuperación (cementicios, madera, metal, cartón, vidrio).			

	<i>Parámetros</i>	<i>Sí No Observación</i>
MATERIALES	Se coordina con programas locales de reciclaje. Se llevan los residuos a centros de acopio o lugares indicados que los recuperan, alargando así el ciclo de vida de los materiales.	
	Al menos uno de los materiales más utilizados ya sea en estructuras, cerramientos o acabados, cuenta con evidencia documentada de sus componentes reciclados o de su capacidad de reciclaje.	
	Al menos el 30 % del área de la superficie expuesta de los materiales son de bajo mantenimiento y fácil limpieza.	
	Al menos el 40 % del presupuesto de los materiales y productos utilizados en las edificaciones son nacionales.	
	Al menos 2% de los productos de construcción utilizados en la edificación cuenta con una certificación ambiental o fueron suministrados por un proveedor con un reconocimiento o certificación ambiental.	
	El 100 % de la madera incorporada está certificada o cumple con los estándares de sostenibilidad establecidos en la legislación nacional.	

Optimización en el uso del agua

	<i>Parámetros</i>	<i>Sí No Observación</i>
OPTIMIZACIÓN EN EL USO DEL AGUA	El 100 % del volumen nominal total de los materiales de origen vegetal no incorporado a la edificación (estructuras auxiliares, encofrados, entre otros) proviene de materiales de origen vegetal de ciclos cortos de recuperación.	
	Se reduce el abastecimiento de agua potable captando agua de lluvia.	
	Se reduce el abastecimiento de agua potable reciclando aguas grises o aprovechando aguas tratadas para riego y otros usos.	
	Se incorporan de forma visible al usuario elementos arquitectónicos que manifiestan la estrategia de uso de agua que se propone para el proyecto.	
	En caso de no contar con red de alcantarillado ni planta de tratamiento, se utiliza un tratamiento local.	
	Se utilizan tanques sépticos mejorados, bio digestores y plantas de tratamiento y sistemas por gravedad o bombas eficientes en su defecto.	
	Se diseñan sistemas que no mezclan aguas pluviales con aguas servidas.	
	Se evita la contaminación de fuentes de agua potable.	
	El diseño permite el flujo constante de los caudales hacia red pública o cauces naturales.	
	Se permite la infiltración de agua pluvial hacia el subsuelo (pavimentos, calzadas, área libre). Al menos un 20 % del área del suelo intervenido.	
	Se contempla un factor de sobredimensionamiento en los diámetros de las tuberías de evacuación de un 5 % por sobre el cálculo para un período de retorno de al menos 10 años.	
	Cuenta con un sistema de retardo del flujo dimensionado de acuerdo con memoria de cálculo.	
	Se utilizan piezas sanitarias, griferías y accesorios eficientes en el consumo de agua reduciendo el consumo de agua potable en al menos un 30 % del consumo base, definida por la entidad competente.	
Se cuenta con equipos de seguimiento y/o control de consumos por sectores y con reportes de consumo de agua sectorizados que evidencian mejoras en los consumos semestrales.		

	<i>Parámetros</i>	<i>Sí No Observación</i>
OPTIMIZACIÓN EN EL USO DEL AGUA	La filtración se realiza con ayuda de especies fitodepuradoras.	
	Se utilizan geotextiles y cualquier especie fitodepuradora siempre y cuando cumpla con la legislación vigente (Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales).	
	Se realizan análisis del agua y los lodos generados por el sistema de tratamiento (en presencia de planta de tratamiento).	

Optimización de la energía

	<i>Parámetros</i>	<i>Sí No Observación</i>
OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA	Se da mantenimiento a los sistemas de tratamiento de aguas servidas según lo establecido por el fabricante.	
	Se diseñan espacios para el secado de ropa en forma pasiva.	
	Se diseñan los circuitos de iluminación artificial de acuerdo con el aporte de iluminación natural.	
	En un 50 % del área de la edificación durante el horario de 07:00 a 17:00 no se necesita luz artificial para su operación.	
	La energía del proyecto se obtiene de proveedores de energía renovables y se cuenta con un contrato con el proveedor de energía para la producción in situ (según estudio de viabilidad económica).	
	Al menos el 30 % del agua caliente (60 °C) requerida en el proyecto se genera con fuentes de energía limpia generada en el sitio.	
	Se utiliza equipo que cumple con normativa nacional o internacional de eficiencia energética.	
	Se cuenta con dispositivos para control de "consumo pasivo".	
	Se utilizan luminarias con técnicas de reflexión que evitan radiación hacia el entorno natural inmediato y el cielo nocturno.	
	Los espacios habitables cumplen con los requisitos de la norma nacional INTE T45 de iluminancia y condiciones de iluminación en los centros de trabajo.	
Se utiliza tecnología de iluminación con baja generación de contenido armónico.		

Apéndice 3. Calculo del requerimiento de paneles solares.

Mes	Consumo de energía (kWh)	Irradiación global horizontal (kWh/m ² *día)	Días al mes	Energía [kWh/día]	Factor de energía	Declinación solar	Inclinación optima	Irradiación global diaria sobre la superficie inclinada	Factor de irradiación	Hora solar pico	Energía necesaria [kWh/día]	Potencia Pico (kW/día)	N° Paneles	Energía generada
Enero	52706,25	7,2	31	1700,20	0,0042477	-21,27	21,43	7,72	0,9457	7	2.125,25	291,19	996	73820,89
Febrero	52706,25	7,2	31	1700,20	0,0042477	-13,62	13,78	7,44	0,9777	7	2.125,25	292,32	999	73820,89
Marzo	52706,25	7,2	31	1700,20	0,0042477	-2,82	2,98	7,24	0,9990	7	2.125,25	293,85	1.005	73820,89
Abril	52706,25	7,2	30	1756,88	0,0041107	9,45	-9,29	7,27	0,9893	7	2.196,09	305,49	1.044	71439,57
Mayo	52706,25	7,2	31	1700,20	0,0042477	19,03	-18,87	7,48	0,9565	7	2.125,25	297,20	1.016	73820,89
Junio	52706,25	7,2	30	1756,88	0,0041107	23,31	-23,15	7,63	0,9348	7	2.196,09	307,91	1.053	71439,57
Julio	52706,25	7,2	31	1700,20	0,0042477	21,52	-21,36	7,56	0,9444	7	2.125,25	297,64	1.018	73820,89
Agosto	52706,25	7,2	31	1700,20	0,0042477	13,78	-13,62	7,34	0,9772	7	2.125,25	296,32	1.013	73820,89
Septiembre	52706,25	7,2	30	1756,88	0,0041107	2,22	-2,06	7,22	0,9994	7	2.196,09	304,39	1.041	71439,57
Octubre	52706,25	7,2	31	1700,20	0,0042477	-9,60	9,76	7,34	0,9889	7	2.125,25	292,90	1.001	73820,89
Noviembre	52706,25	7,2	30	1756,88	0,0041107	-19,15	19,31	7,63	0,9560	7	2.196,09	301,23	1.030	71439,57
Diciembre	52706,25	7,2	31	1700,20	0,0042477	-23,34	23,50	7,82	0,9347	7	2.125,25	290,87	994	73820,89
Inclinación de techos %		Rendimiento de instalación		Potencia del panel		N° Paneles	kWp							
16%		0,8		0,325		1.015	329,7312							

Apéndice 4. Facturación eléctrica sin paneles solares.

Medidor No. -----	Energía				Demanda				Total
CNFL	Promedio mensual (kWh)	Tarifa CNFL primeros 3000 kWh	Tarifa CNFL cada kW adicional	Monto extra energía	Promedio Demanda mensual (kW)	Tarifa CNFL primeros 8 kW	Tarifa CNFL cada kW adicional	Monto extra demanda	Total
Energía Eléctrica (consumo en kWh)	52706,25	219090	73,03	3630047,44	224,75	91450,96	11431,37	2477749,448	6418338
Alumbrado Público (¢3,51 por kWh consumido)									184999
Impuesto de ventas									834384
Tributo a Bomberos (monto de energía/kWh mensuales*1750KWH*1,75%)									2237
Total Factura									7439957

Datos de tarifas de distribuidores de servicio eléctrico			
Compañía Nacional e Fuerza y Luz (CNFL)			
Tarifa comercial o servicios			Tarifa de acceso
Bloque a	Cargo fijo	¢ 219.090	¢ 21
Bloque b	> 3000 kWh	¢ 73	

Apéndice 5. Facturación eléctrica, ahorro y retorno al instalar el sistema fotovoltaico

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Energía Generada	73932	66777	73932	71547	73932	71547	73932	73932	71547	73932	71547	73932	870485,2144
Energía consumida	52745	52745	52745	52745	52745	52745	52745	52745	52745	52745	52745	52745	632934,96
Excedentes netos	21187	14032	21187	18802	21187	18802	21187	21187	18802	21187	18802	21187	237550,2544
Excedentes Diferidos	21187	35219	56406	75209	96396	115198	136385	157572	176374	197561	216363	237550	1521420,189
Límite de retiro	0	68947	105174	140232	176458	211516	247742	283969	319027	355253	390311	426538	426537,755
Total retirado del diferido	0	21187	35219	56406	75209	96396	115198	136385	157572	176374	197561	216363	
Cuanta energía a tarifa ordinaria (kwh)	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	Tarifa Minima
Calculo por tarifa de acceso	₡ 445.563,47	₡ 295.100,70	₡ 445.563,47	₡ 395.409,21	₡ 445.563,47	₡ 395.409,21	₡ 445.563,47	₡ 445.563,47	₡ 395.409,21	₡ 445.563,47	₡ 395.409,21	₡ 445.563,47	₡ 4.995.681,85
Pago por tarifa ordinaria con paneles instalados													
Energía por bloque													
Bloque a	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00
Bloque b	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
Subtotal	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 219.090,00	₡ 2.629.080
Alumbrado publico	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
Impuestos de venta	₡ 28.481,70	₡ 28.481,70	₡ 28.481,70	₡ 28.481,70	₡ 28.481,70	₡ 28.481,70	₡ 28.481,70	₡ 28.481,70	₡ 28.481,70	₡ 28.481,70	₡ 28.481,70	₡ 28.481,70	₡ 341.780
Bomberos	₡ 127,21	₡ 127,21	₡ 127,21	₡ 127,21	₡ 127,21	₡ 127,21	₡ 127,21	₡ 127,21	₡ 127,21	₡ 127,21	₡ 127,21	₡ 127,21	₡ 1.527
TOTAL	₡ 247.699	₡ 247.699	₡ 247.699	₡ 247.699	₡ 247.699	₡ 247.699	₡ 247.699	₡ 247.699	₡ 247.699	₡ 247.699	₡ 247.699	₡ 247.699	₡ 7.968.068,77
Pago por tarifa ordinaria sin paneles instalados													
Consumo energetico kwh	52744,58	52744,58	52744,58	52744,58	52744,58	52744,58	52744,58	52744,58	52744,58	52744,58	52744,58	52744,58	632934,96
TOTAL	₡ 7.439.957	₡ 7.439.957	₡ 7.439.957	₡ 7.439.957	₡ 7.439.957	₡ 7.439.957	₡ 7.439.957	₡ 7.439.957	₡ 7.439.957	₡ 7.439.957	₡ 7.439.957	₡ 7.439.957	₡ 89.279.486,95
Ahorro implementación medida													
Ahorro mensual	₡ 7.192.258	₡ 7.192.258	₡ 7.192.258	₡ 7.192.258	₡ 7.192.258	₡ 7.192.258	₡ 7.192.258	₡ 7.192.258	₡ 7.192.258	₡ 7.192.258	₡ 7.192.258	₡ 7.192.258	₡ 81.311.418
Recuperación de la inversión													
Costo kW instalado										\$1,45			
Cantidad de kW instalados										325,00			
Costo de instalación por kW										\$471,25			
Cambio del Dólar										₡603,00			
Costo de instalación por kW										₡284.163,75			
Costo de los 1000 paneles										₡128.000.000,00			
Total de la inversión										₡128.284.163,75			
1	Año					7	Meses						

Apéndice 6. Matriz Valoración de Impactos para el Galardón Bandera Azul Ecológica Construcción Sostenible.

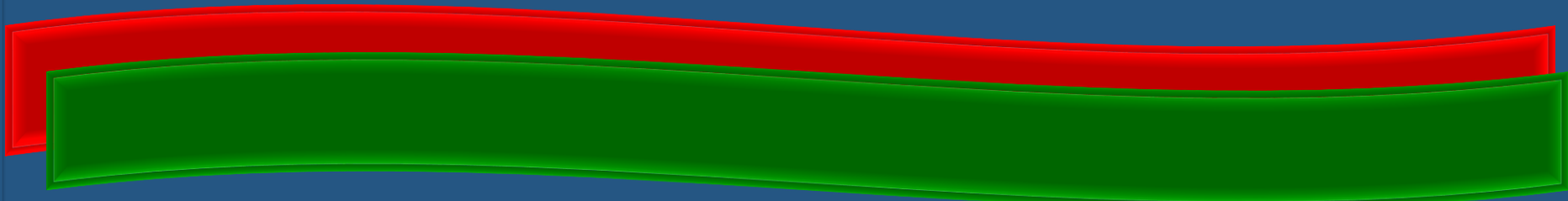


**CATEGORIA XV CONSTRUCCION SOSTENIBLE PBAE-CFIA
MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS**



**PROYECTO: PABELLÓN DEPORTIVO
PARQUE DE LA PAZ**

**PROPIETARIO: INSTITUTO
COSTARRICENSE DEL DEPORTE Y LA
RECREACIÓN**



Parámetro de evaluación Agua

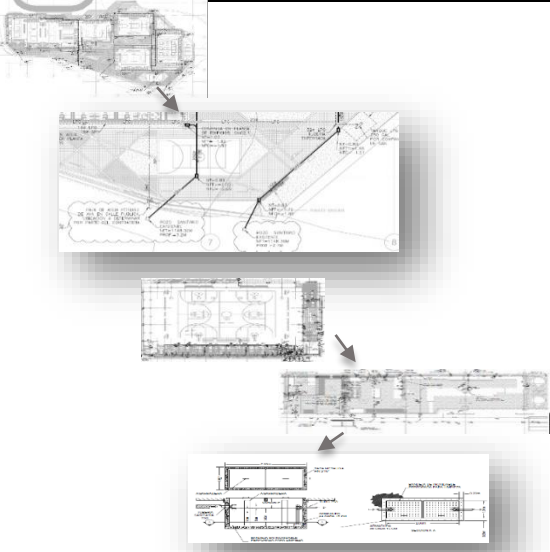


CATEGORIA XV CONSTRUCCION SOSTENIBLE PBAE-CFIA
 MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS
 PROYECTO: PABELLÓN DEPORTIVO PARQUE DE LA PAZ
 PRIPIETARIO: INSTITUTO COSTARRICENSE DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN
 OC 789310 CONTRATO DEL APC



ASPECTO AMBIENTAL EVALUADO	JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA ADOPTADA	IMPACTO ESPERADO																																	
<div data-bbox="115 357 525 535"> </div> <div data-bbox="115 568 483 730"> </div> <div data-bbox="115 747 462 925"> </div> <div data-bbox="493 747 672 925"> </div> <p data-bbox="336 933 483 966">REFERENCIA</p> <ul data-bbox="105 1006 630 1136" style="list-style-type: none"> • AM12-1 - Simbología tablas y detalles de fontanería. • BM12-1 - Simbología tablas y detalles de fontanería. • CM12-1 - Simbología tablas y detalles de fontanería. • DM12-1 - Simbología tablas y detalles de fontanería. • EM12-1 - Simbología tablas y detalles de fontanería. <p data-bbox="745 763 892 909">Incorporación de grifería, duchas, inodoros y mingitorios de bajo consumo</p>	<p data-bbox="913 438 1344 682">Se incorpora en el diseño la instalación de grifería de cierre automático en lavatorios, duchas de bajo consumo y servicios sanitarios eficientes con el objetivo de reducir el consumo de agua potable, contribuyendo a la mitigación del impacto que se genera de un consumo ineficiente y descontrolado que conlleva a la degradación de los ríos, la sobreexplotación de los acuíferos y la desertización del territorio.</p> <p data-bbox="913 706 1344 901">Los inodoros por instalar serán de fluxómetro bajo consumo utilizando solamente 6 litros por descarga a diferencia de los inodoros que actualmente consumen 10 litros por descarga, de la misma manera los mingitorios serán con fluxómetro de válvula para acción manual, con descarga en la pared y de bajo consumo de agua, 3.8 litros por descarga.</p> <p data-bbox="913 925 1344 1023">La grifería por instalar será de Push automático temporizado regulables de 5 a 13 segundos y cierre automático, para todos los lavamanos.</p> <p data-bbox="913 1047 1344 1144">Las regaderas de las duchas contarán con economizador dinámico de agua. Estas presentan un sistema de aspersor amplio que distribuye el agua uniformemente.</p>	<p data-bbox="1575 365 1806 389">IMPACTO ESPERADO</p> <p data-bbox="1533 414 1848 430">37.34% Cumple con la norma EDGE en materia de consu...</p> <div data-bbox="1533 438 1848 600"> <table border="1"> <caption>Agua (m³/día)</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Línea base</th> <th>Línea mejorada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Shower</td> <td>~100</td> <td>~100</td> </tr> <tr> <td>Water Closets & Urinals</td> <td>~100</td> <td>~100</td> </tr> <tr> <td>Water Fixtures</td> <td>~100</td> <td>~100</td> </tr> <tr> <td>Self-Cleaning</td> <td>~100</td> <td>~100</td> </tr> <tr> <td>Landscape</td> <td>~100</td> <td>~100</td> </tr> <tr> <td>ITAC</td> <td>~100</td> <td>~100</td> </tr> <tr> <td>Swimming Pool</td> <td>~100</td> <td>~100</td> </tr> <tr> <td>Other</td> <td>~100</td> <td>~100</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p data-bbox="1354 609 2037 722">El ahorro obtenido por aplicación de las medidas en consumo de agua es del 37,34% según el gráfico anteriormente presentado, el cual ha sido generado a través de la calculadora EDGE para la modalidad de educación en instalaciones deportivas. Se indica con mayor claridad que los ahorros se presentan en los aspectos de:</p> <ul data-bbox="1354 730 2037 876" style="list-style-type: none"> • Duchas de bajo flujo • Grifos de bajo flujo en todos los baños • Baja descarga para inodoros en todos los baños: 6 l / primera descarga. • Urinarios eficientes en el uso de agua en todos los baños • Jardinería con uso eficiente de agua <div data-bbox="1512 885 1869 1055"> <table border="1"> <caption>m3 de agua potable para un pico de consumo generado por un evento corto</caption> <thead> <tr> <th>Grifería</th> <th>Inodoro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grifería común: 14,5536</td> <td>Inodoro común: 18,192</td> </tr> <tr> <td>Grifería eficiente: 6,30656</td> <td>Inodoro eficiente: 10,9152</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1701 925 1848 974">Representa un ahorro del 53% de consumo en agua potable</p> </div> <p data-bbox="1354 1063 2037 1250">Al ser un tipo de infraestructura deportiva diariamente se encontrará personal laborando, sin embargo, en ocasiones se presentarán eventos en estas instalaciones por lo cual, se calcula el impacto que se obtendría al colocar grifería e inodoros comunes versus eficientes ante tal evento. Observando el resultado en el gráfico se indica un ahorro del 53% del consumo de agua potable considerando que tan solo el 30% de la población visitante del evento utilice el sanitario y el lavatorio al menos 2 veces durante el tiempo dure el evento.</p>	Categoría	Línea base	Línea mejorada	Shower	~100	~100	Water Closets & Urinals	~100	~100	Water Fixtures	~100	~100	Self-Cleaning	~100	~100	Landscape	~100	~100	ITAC	~100	~100	Swimming Pool	~100	~100	Other	~100	~100	Grifería	Inodoro	Grifería común: 14,5536	Inodoro común: 18,192	Grifería eficiente: 6,30656	Inodoro eficiente: 10,9152
Categoría	Línea base	Línea mejorada																																	
Shower	~100	~100																																	
Water Closets & Urinals	~100	~100																																	
Water Fixtures	~100	~100																																	
Self-Cleaning	~100	~100																																	
Landscape	~100	~100																																	
ITAC	~100	~100																																	
Swimming Pool	~100	~100																																	
Other	~100	~100																																	
Grifería	Inodoro																																		
Grifería común: 14,5536	Inodoro común: 18,192																																		
Grifería eficiente: 6,30656	Inodoro eficiente: 10,9152																																		

Parámetro de evaluación Agua

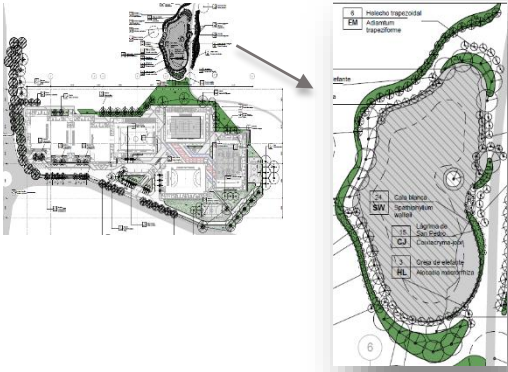
CATEGORIA XV CONSTRUCCION SOSTENIBLE PBAE-CFIA MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS PROYECTO: PABELLÓN DEPORTIVO PARQUE DE LA PAZ PRIPIETARIO: INSTITUTO COSTARRICENSE DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN OC 789310 CONTRATO DEL APC			
ASPECTO AMBIENTAL EVALUADO		JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA ADOPTADA	IMPACTO ESPERADO
 <p style="text-align: center;">REFERENCIA</p> <p style="text-align: center;">Conexión con el alcantarillado sanitario Planos Mecánicos</p> <p style="text-align: center;">Conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UM02.5- Planta mecánica conjunto – pot san lpg inc <p style="text-align: center;">Trampa de Grasa Planos Mecánicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • AM02-1 - Planta de fontanería- nivel 0-00. • AM02-3 - Plantas ampliadas de fontanería- baños-vestidores-cocina. • AM12-1 - Simbología tablas y detalles de fontanería. • AM12-2 - Detalles de fontanería 		<p>Disposición de las aguas residuales al alcantarillado sanitario y utilización de trampas de grasa</p> <p>Las aguas residuales generadas en los edificios no serán más que aguas de tipo ordinarias debido a la naturaleza del proyecto por lo que su disposición será a través del sistema de alcantarillado sanitario, sin embargo, las aguas residuales del comedor deberán pasar por trampas de grasas para retener sólidos inertes cumpliendo con el límite máximo de 50 mg/L que establece el reglamento de vertido y reuso de aguas residuales N° 33601 para deposito en el alcantarillado sanitario.</p> <p>Disponer adecuadamente de las aguas residuales mediante el alcantarillado sanitario tendrá como objetivo evitar el vertido descontrolado hacia las zonas aledañas que causando daños urbanos o en la población vecina al proyecto por presencia de patógenos u otros productos químicos que puedan encontrarse disueltos en este residuo líquido, así como también se evitará el impacto a la composición del suelo por la mala gestión y un inadecuado vertido de estas aguas dentro del área del proyecto.</p> <p>Por otro lado, actualmente se trabaja en el acondicionamiento del alcantarillado sanitario en todo el casco central de San José para disponer las aguas residuales en la planta de tratamiento los Tajos. Esto finalmente contribuirá a que las aguas residuales que resulten de la edificación sean tratadas de forma centralizada.</p>	<p>Se estima que el proyecto tendrá un consumo de agua potable de 3420 m³ al mes y que el 85% será el porcentaje de contribución de aguas residuales, asumiendo que un 15% se retiene por procesos de consumo para hidratación o cocción en el comedor. Por lo tanto, se estima que un aproximado de 2907 m³ de agua residuales no estará siendo vertido dentro del terreno del parque ni en los terrenos de la comunidad aledaña.</p>

Parámetro de evaluación Agua




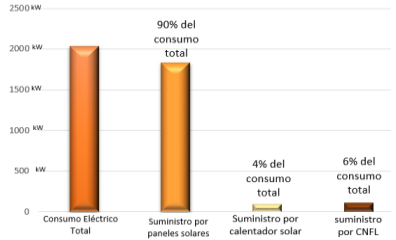


CATEGORIA XV CONSTRUCCION SOSTENIBLE PBAE-CFIA
 MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS
 PROYECTO: PABELLÓN DEPORTIVO PARQUE DE LA PAZ
 PRIPIETARIO: INSTITUTO COSTARRICENSE DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN
 OC 789310 CONTRATO DEL APC

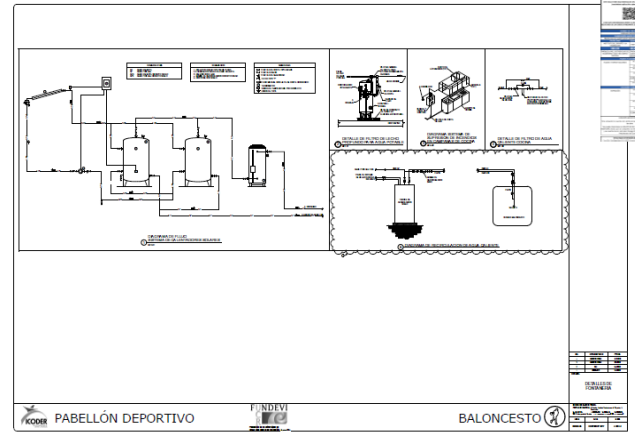


	ASPECTO AMBIENTAL EVALUADO	JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA ADOPTADA	IMPACTO ESPERADO
 <p>REFERENCIA</p> <p>Laguna de Retención para aguas pluviales</p> <p>Planos Arquitectónicos U. Conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UA03-3 - Planta de siembra <p>Planos Estructurales U. Conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • US12-1 - Detalles desfogue de laguna de retención • US10-9 - Perfiles de movimientos de tierras laguna 	<p>Diseño de la laguna de retención para aguas pluviales</p>	<p>Se diseña una laguna de retención cercana al proyecto con un paso previo por un sistema de reducción de energía antes del desfogue y trampas de sedimentos, con el fin de movilizar y contener las aguas pluviales que son desplazadas por la impermeabilización del suelo que crea la edificación. De esta manera se evitará que durante la época lluviosa sea afectada la capacidad del nivel freático del suelo que conlleve a erosionar el terreno.</p> <p>Con el sistema de evacuación de aguas pluviales, que separe las aguas provenientes de la infraestructura y las dirija hacia la laguna de retención del proyecto, se evitará enviar todas estas al alcantarillado. Al utilizar el dissipador de energía a la salida de las aguas pluviales estas no provocarán problemas de erosión.</p>	<p>El área de huella edilicia total del proyecto será de 15 916, 90 m², en los meses más lluviosos del año los metros cúbicos de precipitación que se desplacen en esta área serán dirigidos a la laguna de retención.</p>



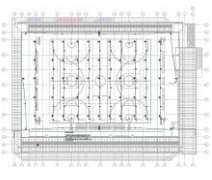

Parámetro de evaluación Energía

CATEGORIA XV CONSTRUCCION SOSTENIBLE PBAE-CFIA MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS PROYECTO: PABELLÓN DEPORTIVO PARQUE DE LA PAZ PRIPIETARIO: INSTITUTO COSTARRICENSE DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN OC 789310 CONTRATO DEL APC													
													
ASPECTO AMBIENTAL EVALUADO	JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA ADOPTADA	IMPACTO ESPERADO											
 <p style="text-align: center;">REFERENCIA</p> <p style="text-align: center;">Planos Eléctricos</p> <ul style="list-style-type: none"> Baloncesto: AE02-11 - Planta de ubicación de paneles fotovoltaicos. Voleibol: BE02-17 - Planta de ubicación de paneles fotovoltaicos. Balonmano: CE02-11 - Planta de ubicación de paneles fotovoltaicos Futbol Sala: DE02-11 - Planta de ubicación de paneles fotovoltaicos Módulo de Combate: EE02-11 - Planta de ubicación de paneles fotovoltaicos. 	<p style="text-align: center;">Utilización de Paneles Solares para abastecimiento de energía</p> <p>La edificación tiene como función social disponer las áreas deportivas para uso de los centros educativos cercanos, los atletas en entrenamiento y la comunidad en recreación; por lo tanto, se encontrará constantemente en función, además contendrá las oficinas de diferentes federaciones y será sede de grades eventos deportivos. En efecto se requerirá de una alta demanda energética para desarrollar las diferentes funciones, a causa de la necesidad de consumo se plantea incorporar al diseño los espacios para la colocación de Paneles Solares con el fin de mitigar el impacto ambiental por consumo eléctrico.</p> <p>Considerando la cantidad de adquisición de Paneles Solares para autoconsumo se recibe la oferta de arrendamiento de los techos por parte de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz S.A (CNFL S.A) a través del Programa de Generación Fotovoltaica. Dicha alianza le permite al ICODER recibir un beneficio económico y ambiental al autoabastecerse de energía renovable al mismo tiempo que contribuye con la generación de energía limpia incorporada a la red energética diversificada para el país.</p>	<p style="text-align: center;">Consumo eléctrico vs tipos de suministros</p>  <table border="1"> <caption>Consumo eléctrico vs tipos de suministros</caption> <thead> <tr> <th>Tipo de suministro</th> <th>Porcentaje del consumo total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consumo Eléctrico Total</td> <td>2000 kW</td> </tr> <tr> <td>Suministro por paneles solares</td> <td>90%</td> </tr> <tr> <td>Suministro por calentador solar</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>suministro por CNFL</td> <td>6%</td> </tr> </tbody> </table> <p>El consumo eléctrico está representado por el total de la demanda de carga eléctrica que presenta cada gimnasio y espacios adyacentes a estos que completan el proyecto. En el gráfico se representa los tres tipos de suministros energéticos que tendrá el proyecto para ello se observa que el 90% de la demanda será suplida de manera autónoma por los paneles solares, un 4% en lo que concierne a los Colectores Solares y quedaría tan solo el 6% de la demanda del proyecto suministrada por la red eléctrica CNFL. Cabe destacar que los paneles tendrán el acompañamiento de la implementación de luminarias y equipo eficiente de bajo consumo.</p>		Tipo de suministro	Porcentaje del consumo total	Consumo Eléctrico Total	2000 kW	Suministro por paneles solares	90%	Suministro por calentador solar	4%	suministro por CNFL	6%
Tipo de suministro	Porcentaje del consumo total												
Consumo Eléctrico Total	2000 kW												
Suministro por paneles solares	90%												
Suministro por calentador solar	4%												
suministro por CNFL	6%												

Parámetro de evaluación Energía

CATEGORIA XV CONSTRUCCION SOSTENIBLE PBAE-CFIA MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS PROYECTO: PABELLÓN DEPORTIVO PARQUE DE LA PAZ PRIPIETARIO: INSTITUTO COSTARRICENSE DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN OC 789310 CONTRATO DEL APC		
ASPECTO AMBIENTAL EVALUADO	JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA ADOPTADA	IMPACTO ESPERADO
 <p>REFERENCIA</p> <p>Colectores Solares Planos Mecánicos A Baloncesto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • AM02-5 - CORTES E ISOMETRICOS DE FONTANERIA: cuarto mecánico • AM12-3 - DETALLES DE FONTANERIA <p>B. Voleibol</p> <ul style="list-style-type: none"> • BM02-6 - PLANTAS AMPLIADAS DE FONTANERIA- SERVICIOS SANITARIOS SECCIONES E ISOMETRICOS. • BM12-2 - DETALLES DE FONTANERIA. <p>C. Balonmano</p> <ul style="list-style-type: none"> • CM02-5 - CORTES E ISOMETRICOS DE FONTANERIA: cuarto mecánico • CM12-2 - DETALLES DE FONTANERIA. <p>D. Futbol Sala</p> <ul style="list-style-type: none"> • DM-02-5 - CORTES E ISOMETRICOS DE FONTANERIA. • DM-12-2 - DETALLES DE FONTANERIA. <p>E. Modulo Combate</p> <ul style="list-style-type: none"> • EM12-2 - DETALLES DE FONTANERIA. 	<p>Utilización de Colectores Solares de Placa Plana para el calentamiento de agua requerida en duchas</p> <p>Se dispondrá para las regaderas el uso de agua caliente, a fin de dar un mayor confort a los usuarios de los diferentes módulos en eventos deportivos. Esta actividad tiene un requerimiento energético que puede ser suministrado por la red eléctrica, gas o por energía renovable.</p> <p>En este caso el diseño del proyecto contempla la opción de colocar Colectores Solares de Placa Plana, para sustituir el uso del gas ya que a pesar de tener un impacto reducido en la calidad de aire al emitir menor cantidad de CO₂ a la atmosfera frente a los hidrocarburos, el gas sigue siendo un combustible fósil que además ocupa ser transportado a través de vehículos.</p> <p>Por otro lado, se conoce que de la red eléctrica del país cuenta con una matriz diversificada, abastecida en un alto porcentaje por energía renovable con mayor peso en la hidroeléctrica, por lo que en época seca es necesario el uso de bunker para suplir la demanda país generando emisiones, por lo tanto, con el uso de los Colectores se crea independencia y se asegura que la actividad no contribuya a la emisión de gases de efecto invernadero.</p> <p>También este sistema será complemento importante de apoyo al autoabastecimiento a través de energía fotovoltaica permitiendo que se aproveche dicha energía para suplir otras actividades de mayor demanda.</p>	<p>Los Colectores Solares responden al 4% de la energía total consumida y remplazaran el uso del tanque de gas que contiene 1000 litros.</p>


Parámetro de evaluación Energía

CATEGORIA XV CONSTRUCCION SOSTENIBLE PBAE-CFIA MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS PROYECTO: PABELLÓN DEPORTIVO PARQUE DE LA PAZ PRIPIETARIO: INSTITUTO COSTARRICENSE DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN OC 789310 CONTRATO DEL APC			
			
ASPECTO AMBIENTAL EVALUADO	JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA ADOPTADA	IMPACTO ESPERADO	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  <p>Iluminarias Internas</p> </div> <div style="width: 45%;">  <p>Iluminarias Externas</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">REFERENCIA</p> <p style="text-align: center;">Planos Eléctricos</p> <p style="text-align: center;">U. Conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UE02-5 - Planta eléctrica de iluminación _ conjunto este • UE02-6 - Planta eléctrica de iluminación _ conjunto oeste • UE12-1 - Detalles eléctricos <p style="text-align: center;">A. Baloncesto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • AE02-4 - Planta eléctrica de iluminación señalización e iluminación de emergencia - nivel 0-00 • AE02-5 - Planta eléctrica de iluminación señalización e iluminación de emergencia - nivel 3-12 • AE02-6 - Planta eléctrica de iluminación - nivel 9-00 <p style="text-align: center;">B. Voleibol</p> <ul style="list-style-type: none"> • BE02-6 - Planta eléctrica de iluminación señalización e iluminación de emergencia - nivel 0-00 • BE02-7 - Planta eléctrica de iluminación señalización e iluminación de emergencia - nivel 3-12 • BE02-8 - Planta eléctrica de iluminación señalización e iluminación de emergencia - nivel 6-12 • BE02-9 - Planta eléctrica de iluminación señalización e iluminación de emergencia - nivel 9-12 <p style="text-align: center;">C. Balonmano</p> <ul style="list-style-type: none"> • CE02-4 - Planta eléctrica de iluminación señalización e iluminación de emergencia - nivel 0-00 • CE02-5 - Planta eléctrica de iluminación señalización e iluminación de emergencia - nivel 3-12 • CE02-6 - Planta eléctrica de iluminación - nivel 9-12 <p style="text-align: center;">D. Futbol Sala</p> <ul style="list-style-type: none"> • DE02-4 - Planta eléctrica de iluminación señalización e iluminación de emergencia - nivel 0-00 • DE02-5 - Planta eléctrica de iluminación señalización e iluminación de emergencia - nivel 3-12 • DE02-6 - Planta eléctrica de iluminación - nivel 9-00 <p style="text-align: center;">E. Modulo Combate</p> <ul style="list-style-type: none"> • EE02-4 - Planta eléctrica de iluminación señalización e iluminación de emergencia - nivel 0-00 • EE02-5 - Planta eléctrica de iluminación señalización e iluminación de emergencia - nivel 3-12 • EE02-6 - Planta eléctrica de iluminación - nivel 9-00 	<p style="text-align: center;">Colocación de luminarias eficientes de bajo consumo</p> <p>Por la naturaleza del proyecto este deberá contar con luminarias especiales para actividades deportivas en sus 8 módulos, además de las luminarias para oficinas, comedor, tienda, baños, bodegas y exteriores.</p> <p>Con el objetivo de disminuir el consumo eléctrico y emisiones de CO₂ sin disminuir la calidad de luz, se implementará el uso de luminarias LED considerando su eficiencia y vida útil mayor a la de las luminarias comunes como focos incandescentes y fluorescentes.</p> <p>Las luminarias LED emiten luz monocromática y por lo tanto no generan luz ultravioleta ni infrarroja. De este modo se evitan riesgos tanto en la salud humana como en la flora y fauna del parque.</p> <p>Por último, este tipo de luminarias cumple con la directriz 11 del MINAET que establece la prohibición de adquirir artefactos ineficientes y contaminantes. En este caso los materiales de las luminarias LED son menos contaminantes que los bombillos incandescentes o los fluorescentes que contienen mercurio y que por su vida útil menor son rápidamente desechados.</p>	<p>Aproximadamente el proyecto contará con un total de 1936 luminarias para interiores y exteriores, las cuales representarían un consumo eléctrico de 274 450 kWh al mes y 15.29 tonCO₂e de emisiones, si se usaran luminarias incandescentes. Al remplazarse todas esas luminarias por las de tipo LED que se tienen destinadas al proyecto el consumo eléctrico disminuirá a 21 837, 44 kWh al mes.</p>	


Parámetro de evaluación Energía

CATEGORIA XV CONSTRUCCION SOSTENIBLE PBAE-CFIA MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS PROYECTO: PABELLÓN DEPORTIVO PARQUE DE LA PAZ PRIPIETARIO: INSTITUTO COSTARRICENSE DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN OC 789310 CONTRATO DEL APC			
ASPECTO AMBIENTAL EVALUADO		JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA ADOPTADA	IMPACTO ESPERADO
<p>Ventilación Cruzada</p>  <p>ÁREA DEPORTIVA ESPACIOS DE APOYO ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN</p>  <p>Iluminación Natural</p> <p>Área deportiva Pasillos Oficinas</p>    <p>REFERENCIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones técnicas Ingeniería Mecánica. Apartado 63.6. Celosías para exteriores Louvers, pág.118 (anexo 1). • Ficha técnica Louvers (anexo 2). • Especificaciones técnicas Sistemas de Puertas y Ventanas. Apartado 4.9. Sistemas de ventanas, pág. 28 (anexo 3). • Fecha tecnica de las fachadas muro cortina piel de vidrio (anexo 4) 		<p>Utilización de estrategias pasivas en el diseño</p> <p>El diseño de la edificación utilizó estrategias pasivas aprovechando las condiciones climáticas de la zona, por lo que se orienta la edificación de manera que se beneficie al máximo de la dirección de los vientos y los rayos solares para la climatización interna de los diferentes módulos.</p> <p>Con el aprovechamiento de la iluminación natural a través de fachadas muro cortina piel de vidrio se disminuirá la necesidad de utilizar las luminarias durante las horas efectivas de luz para la ejecución de actividades, de igual forma que la ventilación cruzada a través de los louvers permitirá mantener un confort térmico reemplazando el uso de artefactos mecánicos como abanicos o aires acondicionados.</p> <p>Considerando que las medidas disminuyen significativamente el consumo energético que tendría la operación diaria de los módulos permitirá que la energía producida por los paneles solares sea mejor aprovechada.</p>	<p>Cada aire acondicionado eficiente de tipo Split Pared consume aproximadamente 358, 72 kWh al mes, de utilizarse para el proyecto se colocarían 11 equipos, equivalente a un consumo mensual de 3946 kWh, por lo tanto, al contar con ventilación cruzada se elimina el consumo eléctrico de estos equipos mecánicos. Al mismo tiempo se evitaría emitir 818 kg CO₂e a la atmosfera durante el ciclo del refrigerante considerando que los equipos utilicen R410a como refrigerante.</p> <p>Por otro lado, de no contar con iluminación natural se presentaría la necesidad de mantener encendidas las luminarias de uso diario las 8 horas laborales consumiendo 2460 kWh al mes utilizando iluminación LED, de lo contrario al contar con iluminación natural las horas de uso de luminarias se reducen por lo que solo consumirían 923 kWh al mes representado un ahorro del 37%.</p>



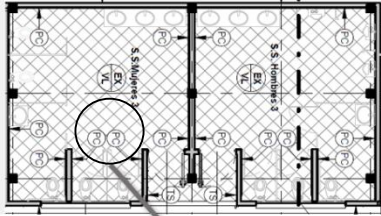
Parámetro de evaluación Energía

CATEGORIA XV CONSTRUCCION SOSTENIBLE PBAE-CFIA MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS PROYECTO: PABELLÓN DEPORTIVO PARQUE DE LA PAZ PRIPIETARIO: INSTITUTO COSTARRICENSE DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN OC 789310 CONTRATO DEL APC				
		ASPECTO AMBIENTAL EVALUADO	JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA ADOPTADA	IMPACTO ESPERADO
 <p style="text-align: center;">REFERENCIA</p> <p style="text-align: center;">Plano Arquitectónico U. Conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • U00-7 - Planta de configuración del proyecto. 		<p style="text-align: center;"><i>Se diseñan áreas de parqueos para evitar la erosión del suelo en las zonas verdes del parque</i></p>	<p>El diseño del proyecto contempla zonas de parqueos permitiendo controlar que el flujo vehicular dentro de las instalaciones sea por los accesos establecidos y no por los espacios verdes donde puedan dañar la vegetación del parque por el peso que estos ejercen al suelo compactándolo y erosionando o bien por alguna fuga de aceite o combustible que pueda presentarse alterando la composición del suelo.</p> <p>También se diseñan espacios de parque para las bicicletas a modo de incentivar a la población a visitar las instalaciones en vehículos alternativos a los de combustión.</p>	<p>Se cuenta con un terreno de 100 833, 23 m² en donde 20 462, 56 m² corresponde al área de edificación y 15325 m² a las áreas de exterior, resultando 65045, 67 m² libres con áreas verdes y espacios deportivos que se evitara impactar.</p>

Parámetro de evaluación Energía

CATEGORIA XV CONSTRUCCION SOSTENIBLE PBAE-CFIA MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS PROYECTO: PABELLÓN DEPORTIVO PARQUE DE LA PAZ PRIPIETARIO: INSTITUTO COSTARRICENSE DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN OC 789310 CONTRATO DEL APC				
		ASPECTO AMBIENTAL EVALUADO	JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA ADOPTADA	IMPACTO ESPERADO
 <p>REFERENCIA Plano eléctrico U. Conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UE02-1 -Planta de canalizaciones eléctricas - TP1 ACOMETIDAS • UE02-2 -Planta de canalizaciones eléctricas - TP2 ACOMETIDAS • UE12-3-Detalles eléctricos • UE12-5 -Detalles eléctricos 		<p>El diseño contempla que la instalación eléctrica subterránea no interfiera con las raíces de los árboles existentes y de plantaciones futuras</p>	<p>Considerando que el proyecto se encuentra dentro de un parque recreativo es probable que pueda existir interferencia entre la flora y la instalación eléctrica, por lo que se diseña las instalaciones eléctricas de manera subterránea a fin de evitar que deba realizarse el desramado o corta de árboles que en muchas ocasiones debe hacerse para las instalaciones eléctricas aéreas.</p> <p>También a modo de evitar riesgos de interferencia con las raíces se trabaja en paralelo el diseño de la planta de siembra con los planos de canalizaciones eléctricas.</p>	<p>Se evitará que intervenga la instalación eléctrica con 8 árboles de <i>Calycophyllum candidissimum</i> (Madroño), 1 árbol de <i>Byrsonima crassifolia</i> (Nance), 3 árboles de <i>Tabebuia orchracea</i> (Cortez Amarillo), 3 árboles de <i>Terminalia catappa</i> (Almendra).</p>

Parámetro de evaluación Materiales

CATEGORIA XV CONSTRUCCION SOSTENIBLE PBAE-CFIA MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS PROYECTO: PABELLÓN DEPORTIVO PARQUE DE LA PAZ PRIPIETARIO: INSTITUTO COSTARRICENSE DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN OC 789310 CONTRATO DEL APC			
			
	ASPECTO AMBIENTAL EVALUADO	JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA ADOPTADA	IMPACTO ESPERADO
 <div data-bbox="409 649 892 820" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>DR Muro liviano de tabla-roca o superior, sellador 522-000 de SUR QUIMICAS o superior aprobado por la inspección, y tres manos de pintura de base acrílica satinada igual o superior a GÖLTEx SATINADO BLANCO 502-01100-000 de SUR QUIMICAS.</p> <p>PC Enchape de gres porcelánico de 30x60 cms igual o superior al MARAZZI 2016 MKK BROOKLYN ANTHRACITE colocado horizontalmente en tres hileras luego de la banda de la curva sanitaria de 10 cms del acabado de piso. Igualmente una franja de gres porcelánico de 10 cms x 60 cms igual o superior al MARAZZI 2016 BKSL BROOKLYN WHITE y posteriormente repete el modulo de 3 piezas de 30x60 cms y la banda de remate de 10 cms en la misma secuencia descrita.</p> <p>K MUIROS CONTRAFUEGO con retardo al fuego de una hora, en panelería de yeso con núcleo procesado de alta resistencia al fuego, igual o superior a Sheetrock®FIRECODE Núcleo tipo "X", reforzado con 1 capa de termofibra de 25.4mm de espesor del lado de la "zona segura". Con recubrimiento igual o superior al tipo Sheetrock® Durabond 90 de United States Gypsum Co. Una capa de sellador Blanco 522-000 SUR y tres capas de Göllex anti hongos satinado, código 502-01100-000 SUR.</p> </div> <p style="text-align: center;">REFERENCIA</p> <p style="text-align: center;">Planos Arquitectónicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • AA05-1 - Planta de acabados nivel -0-00 • AA05-2 - Planta de acabados nivel 3-12 • BA05-1 - Planta de acabados nivel -0-00 • BA05-2 - Planta de acabados nivel 3-12 • BA05-3 - Planta de acabados nivel 9-12 • CA05-1 - Planta de acabados nivel -0-00 • CA05-2 - Planta de acabados nivel 3-12 • DA05-1 - Planta de acabados nivel -0-00 • DA05-2 - Planta de acabados nivel 3-12 • EA05-1 - Planta de acabados nivel -0-00 • EA05-2 - Planta de acabados nivel 3-12 	<p>Se diseña bajo el concepto de modulación tomando en cuenta las medidas predestinadas de los materiales a utilizar</p>	<p>Partiendo del concepto de eficiencia que hace mención a la práctica de generar más con la menor cantidad de recursos posibles se aplica al proyecto las medidas de modulación, donde, se establecen las dimensiones de los materiales dentro de los planos constructivos como una alternativa que mejore la planificación en la cantidad a utilizar, reduciendo la pérdida de materiales que terminen siendo un desecho al ambiente por causa de la disposición de toneladas en rellenos sanitarios que pudieron haber sido evitadas.</p> <p>Se establece desde el diseño empatar las medidas de los edificios a construir con las dimensiones de los materiales a utilizar, solicitándole a la empresa constructora en los planos los tipos de materiales y medidas que se deben usar para la construcción, tomando en cuenta el comportamiento de los materiales para colocarse en el interior o exterior de la obra.</p>	<p>Por medio de la modulación se evitará generar al menos un 15% de escombros.</p>

Parámetro de evaluación Materiales


CATEGORIA XV CONSTRUCCION SOSTENIBLE PBAE-CFIA MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS PROYECTO: PABELLÓN DEPORTIVO PARQUE DE LA PAZ PRIPIETARIO: INSTITUTO COSTARRICENSE DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN OC 789310 CONTRATO DEL APC				
		ASPECTO AMBIENTAL EVALUADO	JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA ADOPTADA	IMPACTO ESPERADO
<ul style="list-style-type: none"> Identificar y demarcar áreas de disposición de los residuos, que claramente indiquen los materiales específicos que pueden ser depositados en cada uno; no se quemará ningún tipo de residuos en el campus o ningún sitio de deposición; Controlar la ubicación de los residuos de construcción en sitios de disposición autorizados por la normativa ambiental municipal y nacional (de conformidad con la normativa nacional de retiros de áreas de protección). No podrá depositar residuos en áreas de pendiente, ladera y orillas que facilite el escurrimiento de contaminantes a las quebradas, cauces, ríos, lagos o humedales. Disponer en áreas autorizadas por el RGA todos los residuos sólidos y líquidos, metales, aceites usados y material excedente generado durante la construcción y estos residuos en la manera posible deberán ser incorporados a sistemas de reciclaje. Se permite el uso de botaderos que al menos cuenten con permiso municipal y de rellenos sanitarios autorizados por Ministerio de Salud, así como un gestor autorizado con permiso de funcionamiento. Se deberá informar al RGA el medio o empresa utilizada. <p>Evitar el uso de materiales como: madera de especies nativas de bosques tropicales que se encuentren amenazados o en peligro, pinturas basadas en plomo, amianto, y asbestos y otros que se indiquen por el RGA.</p> <p>REFERENCIA</p> <ul style="list-style-type: none"> Especificaciones Técnicas Arquitectura-Paredes (anexo 5). Especificaciones Técnicas Arquitectura-Cubiertas-Cielos (anexo 6) Especificaciones Técnicas Puertas-Ventanas (anexo 7) Especificaciones Técnicas Obras Externas 10 (anexo 8) Manual de Especificaciones Ambientales. Apartado 5.2.1. Programa de Manejo de Residuos, pág. (anexo 9) 		<p><i>Se utilizan materiales en el diseño que tengan potenciales característicos de reutilización o reciclaje</i></p>	<p>Los módulos mantienen semejanzas en el diseño para aprovechar los materiales de un edificio a otro, debido a que muchos de los materiales utilizados en la construcción con un correcto manejo pueden ser reutilizados dentro del mismo proyecto disminuyendo la necesidad de hacer nuevas compras.</p> <p>Los materiales utilizados para el diseño en mayores cantidades para la construcción se componen de madera, acero, hierro, cartón, aluminio, cobre, vidrio, papel entre otros teniendo alto potencial de reciclaje los residuos que se generen.</p>	<p>Un aproximado de generación mensual de residuos en la construcción se puede presentar de la siguiente manera:</p> <p>Ordinarios: 2.988 toneladas Acero y otros metales: 0.828 toneladas Madera: 0.631 toneladas Escombros: 1.03168 toneladas</p> <p>El proyecto tendrá una duración máxima de 18 meses por lo que se estima una generación de residuos de 98.612 toneladas de estos se espera reciclar y reutilizar al menos el 25% lo que equivale a 24.65 toneladas que no serán enviadas al relleno sanitario.</p>

Parámetro de evaluación Biodiversidad



CATEGORIA XV CONSTRUCCION SOSTENIBLE PBAE-CFIA
 MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS
 PROYECTO: PABELLÓN DEPORTIVO PARQUE DE LA PAZ
 PRIPIETARIO: INSTITUTO COSTARRICENSE DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN
 OC 789310 CONTRATO DEL APC



ASPECTO AMBIENTAL EVALUADO	JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA ADOPTADA	IMPACTO ESPERADO
 <p>REFERENCIA</p> <p>Planos Arquitectónicos U. Conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UA03-3 - planta de siembra • UA03-1 - Plantas arquitectónica de paisajismo • Especificaciones Técnicas Obras Externas. Apartado 4 Tratamiento del paisaje inmediato, pág. 16 (anexo 8) 	<p>Restaurar y fortalecer las asociaciones vegetales existentes por medio del proceso especializado de jardinería y el Plan de Reforestación.</p> <p>Todo proceso constructivo tiene como impacto ambiental la eliminación de vegetación existente para el levantamiento de obra. Dado que el proyecto necesitará remover la cobertura vegetal del área a construir dentro del parque se plantea como medida de compensación restaurar las asociaciones vegetales existentes con el fin de devolverle al sitio la conformación vegetal concordante, por lo que se diseña en planta de siembra los espacios para desarrollar el Plan de Reforestación.</p> <p>El Plan de reforestación pretende dar al área del proyecto una mejor condición en biodiversidad que la encontrada actualmente, considerando que el sitio cuenta con una superficie que en principio fue rellenada con suelo arcilloso presentando limitaciones en su composición para nutrirse en materia orgánica y microorganismos del suelo.</p>	<p>Se espera tener un impacto positivo en la biodiversidad del parque incorporando 22 distintas especies como: Almendro (<i>Terminalia Catappa</i>), Cortez Amarillo (<i>Tabebuia Ochracea</i>), Guapinol (<i>Hymenaea Courbaril</i>), Primavera (<i>Tabebuia donnell smithii</i>), Tirrá (<i>Ulmus mexicana</i>), Mamón (<i>Melicoccus bijugatus</i>), Muñeco (<i>Cordia eriostigma Pittier</i>), Iguano (<i>Dilodendrom costarricense</i>), Nance (<i>Byrsonima crassifolia</i>), Madroño (<i>Calycophyllum candissimum</i>), Coralillo (<i>Cassia moschata</i>), Raspa Guacal (<i>Pedrea Volubilis</i>), Heliconia (<i>Heliconia wagneriana</i>), Paquirá acuática (<i>Paquirá aquatica</i>), Equisetos (<i>Equisetum myriochaetum</i>), Oreja de elefante (<i>Alocasia macrorrhiza</i>), Papiro nativo (<i>Cyperus alternifolius</i>), Lirio araña (<i>Hymenocallis littoralis</i>), Cala blanca (<i>Spathiphyllum wallisii</i>), Lágrima de San Pedro (<i>Coixlacryma-jobi</i>), Pluma de indio variegada (<i>Ctenanthe setosa</i>), Helecho trapezoidal (<i>Adiantum trapeziforme</i>).</p>

Apéndice 6. Herramienta matriz de cumplimiento Requisitos para Edificaciones Sostenibles en el Trópico.

ASPECTOS SOCIO ECONÓMICOS										
Aspectos socioeconómicos		Requisito	Ponderación				Evidencia aportada y razones porque no aplica	Etapa: diseño, construcción u operación		
Objetivo	Concepto	Criterios	Calificación del criterio		Resultado	Punto plus		D	C	O
1. Generar de forma transparente y segura el recurso financiero y humano del proyecto	1	1	X	X	X	X				
3. Asegurar la accesibilidad y seguridad de los usuarios en la edificación	2	9			X	X				
4. Adecuar las soluciones arquitectónicas y planos la planificación del proyecto al contexto sociocultural de la	1	11								
							<p>Carpeta de aspectos socioeconómicos: Criterio 1: Se encuentra el pliego de licitación pública, para la participación y adjudicación para los diferentes oferentes del concurso.</p>	X	X	
							<p>Carpeta de aspectos socioeconómicos: Criterio 9: Planos Mecánicos, se encuentran los planos donde se puede observar la protección contra incendios.</p>	X	X	X
							<p>Carpeta de aspectos socioeconómicos: Criterio 11: Plano de Conjunto donde evidencia que el proyecto no tiene bordes que lo separen de la comunidad, ya que la idea es que esta haga uso de las instalaciones otorgándoles un beneficio.</p>	X	X	X

**ENTORNO Y
TRANSPORTE**

Entorno y Transporte		Requisito	Ponderación			Evidencia aportada y razones porque no aplica	Etapa: diseño, construcción u operación						
Objetivo	Concepto	Criterios	Calificación del criterio	Resultado	Punto plus		D	C	O				
5. Respetar zonas de interés natural y/o cultural evitando zonas de riesgo para el proyecto	1	1	X	X	X	X				No aplica debido a que el proyecto se encuentra totalmente alejado de algún área protegida ya que será desarrollado en una zona urbana ubicada en la Provincia de San José, Cantón Central y Distrito San Sebastián	X	X	
		2								Carpeta Entorno y Transporte: Criterio 2: Imagen de Google Earth donde se visualiza la propiedad del lado norte, sur, este y oeste, quedando en evidencia que es zona urbanizada.	X	X	
		3			X	X				No aplica debido a que en el terreno donde se llevará a cabo la construcción no se encuentra ninguna construcción previa.	X	X	
	2	4							Carpeta Entorno y Transporte: Criterio 4: El Estudio de Suelo Casto & La Torre indica que el sitio se conforma por un relleno de tipo arcilloso por lo tanto se establece hacer la sustitución de este que permita tener un terreno estable.	X			
	3	5		X	X	X				Carpeta Entorno y Transporte: Criterio 5. Se muestra en el mapa que la zona de San Sebastián donde se encuentra el proyecto está fuera de riesgos.	X	X	
		6		X	X	X				No aplica el proyecto se encuentra ubicado en zona segura según el mapa de CNE	X	X	
		7	X	X	X	X				La carta de constancia de la empresa que proceso los suelos contaminados se obtiene una vez que se realice la adjudicación del proyecto.	X	X	

**ENTORNO Y
TRANSPORTE**

Entorno y Transporte		Requisito	Ponderación				Evidencia aportada y razones porque no aplica	Etapa: diseño, construcción u operación			
Objetivo	Concepto	Criterios	Calificación del criterio			Resultado		Punto plus	D	C	O
6. Diseñar la edificación integrándola al entorno	1	8							X	X	
		9							X	X	
	2	10							X	X	
		11							X	X	
	3	12							X	X	

ENTORNO Y TRANSPORTE									
Entorno y Transporte		Requisito	Ponderación			Evidencia aportada y razones porque no aplica	Etapa: diseño, construcción u operación		
Objetivo	Concepto	Criterios	Calificación del criterio		Resultado	Punto plus	D	C	O
6. Diseñar la edificación integrándola al entorno	3	13					X	X	
	4	14					X	X	
	5	16					X	X	X
	6	17			X		X	X	
7. Movilizar usuarios hacia el proyecto y desde el	1	20			X		X		X
		22					X	X	X
	2	23					X	X	X

**CALIDAD Y BIENESTAR
ESPACIAL**

Calidad y Bienestar Espacial		Requisitos	Ponderación			Evidencia aportada y razones porque no aplica	Etapa: diseño, construcción u operación					
Objetivo	Concepto	Criterios	Calificación del criterio				Resultado	Punto plus	D	C	O	
8. Promover un ambiente que apoye el bienestar y la productividad de las personas acercando al usuario en su relación con la naturaleza	1	1	X	X	X	X			Carpeta Calidad y Bienestar Espacial: Criterio 1: Planta de configuración del proyecto. Se muestra las zonas de paso y vínculos con áreas verdes del parque.	X	X	
		2			X	X			Carpeta Calidad y Bienestar Espacial: Criterio 2: Planta de configuración del proyecto. Se muestran los espacios intermedios como corredores, áreas verdes, pasos de circulación vertical y horizontal.	X	X	
		3							No aplica no es una zona que resalte la construcción vernácula y la tipología arquitectónica dentro del parque es de canchas, gimnasios, salones, velódromo y diferentes instalaciones deportivas las cuales se mantiene.	X	X	
		4	X	X	X	X			Carpeta Calidad y Bienestar Espacial: Criterio 4: Se muestra el plano de conjunto nivel 0-00 donde se visualiza el espacio destinado para la colocación de los residuos y el PGA se puede ver las medidas de manejo de residuos en la construcción.	X	X	X
	2	5		X	X	X			Carpeta Calidad y Bienestar Espacial: Criterio 5: Análisis climático del sitio del proyecto con factores de soleamiento y temperatura.	X	X	
		6							Carpeta Calidad y Bienestar Espacial: Criterio 6: En la Revista se muestra el análisis bioclimático que conlleva al emplazamiento del edificio	X	X	
		7		X	X	X			Carpeta Calidad y Bienestar Espacial: Criterio 7: Plano cortes longitudinales generales, planta de siembra donde se muestran la colocación de árboles como elementos naturales de sombra y modelos del edificio que muestran los espacios de sombra y ventilación pasiva.	X	X	
		8							Carpeta Calidad y Bienestar Espacial: Criterio 8: Modelos que muestran la climatización pasiva	X	X	
		9							Carpeta Calidad y Bienestar Espacial: Criterio 9: fichas técnicas de vidrios	X	X	
		10							Carpeta Calidad y Bienestar Espacial: Criterio 10: Planta de siembra y planta arquitectónica de paisajismo.	X	X	

CALIDAD Y BIENESTAR ESPACIAL												
Calidad y Bienestar Espacial		Requisitos	Ponderación				Evidencia aportada y razones porque no aplica	Etapa: diseño, construcción u operación				
Objetivo	Concepto	Criterios	Calificación del criterio			Resultado		Punto plus	D	C	O	
8. Promover un ambiente que apoye el bienestar y la productividad de las personas acercando al usuario en su relación con la naturaleza		12		X	X	X			Carpeta Calidad y Bienestar Espacial: Criterio 12: Ficha técnica de pavimentos y documento de especificaciones técnicas.	X	X	X
		13							Carpeta Calidad y Bienestar Espacial: Criterio 13: Plantas de niveles de plaza	X	X	
		15							Carpeta Calidad y Bienestar Espacial: Criterio 15: Se muestran especificaciones técnicas de los materiales para las fachadas los cuales sirven como control de masa térmica.	X	X	
		16							No aplica debido a que el proyecto cuenta con climatización pasiva y por lo tanto no utiliza ventiladores ni equipos mecánicos.	X	X	X
	3	17			X	X			No aplica no hay uso de ningún equipo mecanizado para climatización.	X	X	X
	4	18		X	X	X			Carpeta Calidad y Bienestar Espacial: Criterio 18: Se muestran los planos de isométrico explotado donde se muestra el ingreso de iluminación natural. También se encuentran los modelos del proyecto.	X	X	X
	5	19							Carpeta Calidad y Bienestar Espacial: Criterio 19: Se muestran los planos de las vistas de esquinas en perspectiva donde se visualiza los espacios para una ventilación cruzada	X	X	X
	6	20							Carpeta Calidad y Bienestar Espacial: Criterio 20: Se muestra que los espacios normalmente habitados cuentan con un campo visual a exteriores.	X	X	
	8	22							Carpeta Calidad y Bienestar Espacial: Criterio 22: Se muestran los espacios para encuentros entre ellos el restaurante, comedor, tienda deportiva y zonas de encuentro.	X		X
		23							Carpeta Calidad y Bienestar Espacial: Criterio 23: Se adjunta las especificaciones de los muebles y equipamientos.	X		X

**SUELO Y
PAIAJISMO**

Suelo y Paisajismo		Requisito	Ponderación				Evidencia aportada y razones porque no aplica	Etapa: diseño, construcción u operación			
Objetivo	Concepto	Criterios	Calificación del criterio		Resultado	Punto plus		D	C	O	
11. Diseñar el proyecto considerando la conservación de los suelos y recuperación de los hábitats	1	1									
	2	2									
		3									
	3	5			X	X					
		6			X	X					
		7			X	X					

**SUELO Y
PAISAJISMO**

Suelo y Paisajismo		Requisito	Ponderación			Evidencia aportada y razones porque no aplica	Etapa: diseño, construcción u operación				
Objetivo	Concepto	Criterios	Calificación del criterio		Resultado		Punto plus	D	C	O	
12. Diseñar el proyecto considerando la conservación y recuperación del ambiente biótico (flora y fauna)	4	8						X	X	X	
		9			X	X			X	X	X
		10							X	X	X
		11			X	X	X		X	X	X
		12							X	X	X
		13				X	X		X	X	X
		14				X	X		X		X

SUELO Y PAIAJISMO											
Suelo y Paisajismo		Requisito	Ponderación			Evidencia aportada y razones porque no aplica	Etapa: diseño, construcción u operación				
Objetivo	Concepto	Criterios	Calificación del criterio				Resultado	Punto plus	D	C	O
14. Minimizar el uso del agua potable para el riego	6	18		X	X	X			X	X	X
		19			X	X			X	X	X

MATERIALES														
Materiales		Requisitos	Ponderación			Evidencia aportada y razones porque no aplica	Etapa: diseño, construcción u operación							
Objetivo	Concepto	Criterio	Calificación del criterio		Resultado		Punto plus	D	C	O				
15. Considerar el ciclo de vida del edificio y sus componentes	3	6			X	X				Carpeta Materiales: Criterio 6: Se encuentran las carpetas de cada módulo con sus respectivas láminas de acabados, se muestra la información de las medidas de modulación estipuladas desde el diseño.	X	X		
		7								Carpeta Materiales: Criterio 7: Se encuentra en las especificaciones técnicas los componentes livianos en el subsistema constructivo.	X	X		
		8		X	X	X					No aplica por ser una construcción nueva en su totalidad se establece que los materiales serán nuevos y por lo tanto no se cuenta con ningún material reciclado, sin embargo, se contemplada que los materiales usados tengan capacidad de reciclaje.	X	X	
	4	9									Carpeta Materiales: Criterio 9: se encuentra el plano Planta Arquitectónica de Conjunto en donde se plantea que el módulo de combate tenga paredes corredizas que permitan la unión de los salones para los diferentes usos que sean demandados.	X	X	
		10									Carpeta Materiales: Criterio 10: Documentos que describen las estrategias para proteger los acabados.	X	X	
		11									Carpeta Materiales: Criterio 11: Se muestra el documento de especificaciones técnicas de las obras exteriores.	X		X
16. Utilizar materiales amigables con el ambiente	7	14			X	X				No aplica dado que en el proyecto no se usará madera para ninguna estructura.	X	X		
		15								No aplica porque hace referencia al punto 14 anterior.	X	X		

OPTIMIZACIÓN DEL USO DE AGUA												
Optimización del uso de agua		Requisitos	Ponderación				Evidencia aportada y razones porque no aplica	Etapa: diseño, construcción u operación				
Objetivo	Concepto	Criterio	Calificación del criterio		Resultado	Punto plus		D	C	O		
17. Reducir consumo de agua potable	1	1			X	X			No aplica, el proyecto no cuenta con un sistema de reutilización de aguas grises.	X	X	X
		3							Carpeta optimización del uso del agua: Criterio 3: Se presenta el documento de especificaciones técnicas para equipamiento sanitario de bajo consumo.	X	X	X
	2	5						Carpeta optimización del uso del agua: Criterio 5: Planta mecánica de conjunto se muestra los medidores que permiten el control del consumo del agua.	X	X	X	
18. Tratamiento adecuado de las aguas servidas	3	6		X	X	X			No aplica dado que si se cuenta con red de alcantarillado sanitario y no hay planta de tratamiento.	X	X	X
		7							No aplica no se cuenta con sistema de tratamiento de aguas, ni filtración con especies fitodepuradoras.	X	X	X
	4	8	X	X	X	X			Carpeta optimización del uso del agua: Criterio 9: se muestra las plantas de conjunto pluvial y conjunto de fontanería donde señala la división de las aguas pluviales y las aguas servidas.	X	X	X
		9	X	X	X	X			No aplica, no se cuenta con sistema de tratamiento por lo que no se presenta riesgo de contaminación por salida inadecuada a fuentes de agua superficiales, de igual manera la disposición de aguas servidas es por medio del alcantarillado sanitario demostrado anteriormente separado de las aguas pluviales.	X	X	X
19. Evitar la erosión y daños en el suelo mediante el manejo de las aguas	5	12							Carpeta optimización del uso del agua: Criterio 12: No se obstruye el caudal de aguas pluviales y se incorpora una laguna de retención con un sistema de disipación de energía para dirigir estas aguas.	X	X	X
		13							Carpeta optimización del uso del agua: Criterio 13: El proyecto cuenta con áreas verdes que permiten la filtración de agua pluvial en un gran porcentaje incluyendo su direccionamiento a la laguna de retención	X	X	X

OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LA ENERGÍA											
Optimización del uso de la energía		Requisitos	Ponderación			Evidencia aportada y razones porque no aplica	Etapa: diseño, construcción u operación				
Objetivo	Concepto	Criterios	Calificación del criterio				Resultado	Puntos plus	D	C	O
20. Utilizar fuentes de energía renovable limpia en el proyecto	1	2						Carpeta optimización del uso de energía: Criterio 2: Se muestra el sistema de calentadores solares de agua de placa plana para los diferentes módulos del proyecto.	X	X	X
		3						No aplica no existe área de secado para ropa al no ser un proyecto de vivienda.	X	X	X
21. Reducir el consumo de energía	2	4						Carpeta optimización del uso de energía: Criterio 4: se muestran las fichas técnicas de las luminarias.	X	X	X
		6		X	X	X		Carpeta optimización del uso de energía: Criterio 6: Se muestran los planos de fotometría para cada módulo deportivo, así como las especificaciones técnicas de iluminación.	X	X	X
	3	7						No aplica debido a que se encuentra en una zona urbanizada donde se cuenta con alumbrado público.	X	X	X

A large, mature tree with a thick trunk and dense green foliage dominates the upper half of the image. In the background, a building is under construction, with its steel framework visible. Several people are seen working on the site. The scene is bathed in a warm, golden light, suggesting late afternoon or early morning. The foreground shows a paved area with a grid pattern.

INCLUSIÓN DE MEDIDAS SOSTENIBLES EN EL
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES
DEPORTIVAS



Introducción



Consideraciones ambientales
para el diseño de instalaciones
deportivas



Consideraciones ambientales
para la construcción de
instalaciones deportivas



Anexos

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	5
Consideraciones ambientales para el diseño de instalaciones deportivas.....	1
1. CRITERIOS DE LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO.....	1
2. ESTRATEGIAS PASIVAS	2
2.1. ORIENTACIÓN.....	2
2.2. VENTILACIÓN PASIVA	2
2.3. ILUMINACIÓN NATURAL.....	2
2.4. TEMPERATURA.....	3
2.5. PRECIPITACIÓN.....	3
3. USO EFICIENTE DEL AGUA.....	4
3.1. SISTEMAS ALTERNATIVOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	4
3.2. PIEZAS SANITARIAS EFICIENTES.....	4
3.3. MEMORIAS DE CÁLCULOS	4
4. DISPOSICIÓN ADECUADA DE AGUAS RESIDUALES	5
4.1. SISTEMAS DE TRATAMIENTO	5
4.2. DIRECCIONAMIENTO DE LAS AGUAS.....	5
5. USO EFICIENTE DE ENERGÍA.....	6
5.1. ILUMINACIÓN EFICIENTE.....	6
5.2. SISTEMA FOTOVOLTAICO	6
5.3. EQUIPO DE OFICINA Y CLIMATIZACIÓN MECÁNICA DE BAJO CONSUMO.....	6
5.4. MEMORIAS DE CÁLCULOS	7
6. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN CON BAJO IMPACTO AMBIENTAL.....	7
6.1. CAPACIDAD DE SER REUTILIZADOS Y RECICLADOS.....	7
6.2. AISLANTES TÉRMICOS	8

<u>6.3. LOCALIDAD</u>	8
<u>6.4. CERTIFICACIONES</u>	8
<u>6.5. MANEJO DE CARGAS</u>	8
<u>6.6. BAJA EMISIÓN DE CONTAMINANTES TÓXICOS Y COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COV)</u>	9
<u>7. MODULACIÓN DEL DISEÑO CON BASE EN LAS DIMENSIONES DE LOS MATERIALES.</u>	9
<u>8. ESPACIOS DESTINADOS A LA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS</u>	9
<u>Consideraciones ambientales en la construcción de instalaciones deportivas</u>	10
<u>1. INSTALACIONES PROVISIONALES</u>	10
<u>2. MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>	12
<u>3. CIMENTACIÓN</u>	12
<u>4. ESTRUCTURA, CUBIERTAS, CERRAMIENTOS Y PARTICIONES</u>	14
<u>6. INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y MECÁNICAS</u>	17
<u>7. ACABADOS</u>	17

INTRODUCCIÓN

El deporte es un tema importante dentro de la sociedad debido a su directa relación con la calidad de vida, por ello se requiere de infraestructura que prevea las condiciones para la práctica y disfrute de este, es así como desarrollarlas bajo un concepto de sostenibilidad asegura la consideración de aspectos sociales, enlazados con el cuidado ambiental y coste económico de la obra, yendo más allá de una acción aislada.

En la presente guía se muestra las consideraciones ambientales tanto para el diseño como para las diferentes etapas de la construcción con el objetivo de fomentar el abordaje del eje ambiental complementario al eje social y económico, desde la planificación de los proyectos y durante el desarrollo de estos, conllevando la infraestructura a una gestión sostenible y brindando calidad del espacio que responde a las necesidades del deportista bajo el uso eficiente de los recursos durante la vida útil de la instalación.

Al considerar las medidas mencionadas en la guía para el diseño y ejecución de obra constructiva, se estará cumpliendo con los lineamientos ambientales de infraestructura según objetivos del desarrollo sostenible país, además de efectuar los parámetros ambientales que dan la opción de incurrir en alguna certificación o reconocimiento de construcción sostenible.

CONSIDERACIONES AMBIENTALES PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES DEPORTIVAS

1. CRITERIOS DE LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Tomar en cuenta la localización del terreno donde se quiera construir e identificar las características de este crea concordancia entre el diseño de la edificación, el paisaje del sitio y las necesidades de la población.

Para ello se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- Buscar la proximidad con espacios verdes públicos que permitan la interacción del paisaje natural con la población, siempre y cuando no se interfiera con áreas protegidas.
- Cercanía con las comunidades y centros de educación donde se logre que la instalación sea aprovechada para recreación y prácticas deportivas.
- El trayecto entre la vía pública y la instalación deportiva no debe distanciarse demasiado, para que el acceso a pie o transporte público al alcance de todos sea preferible al transporte privado e individual.
- Contemplar superficie para parqueos tomando en cuenta como capacidad máxima la cantidad de usuarios, tanto deportistas como espectadores que se podrían presentar a un evento deportivo, esto evitará que las vías públicas aledañas a la instalación sean bloqueadas.
- Contar con espacios para estacionamiento de bicicletas.
- Asegurar que los servicios públicos como agua, luz y alcantarillado puedan ser brindados en el sitio.
- Terrenos preferiblemente con poca pendiente que necesiten un mínimo movimiento de tierras o rellenos para nivelar.
- Terrenos con adecuada permeabilidad para evitar el empozamiento de agua y desplazamiento del suelo que pueda afectar la estructura de la instalación deportiva.
- Sí el terreno se encuentra cerca de algún río se debe respetar el límite constructivo, evitando que la edificación colinde con pendientes que puedan ser erosionadas frente a precipitaciones y crecida de ríos.
- Terrenos con estabilidad y compactación que ayuden a minimizar la necesidad de amplios procesos de movimiento de tierras y cimentación.

- Considerar futuras ampliaciones de la instalación deportiva que conlleve a la mejora de esta, salvo que la naturaleza del terreno no lo permita.

2. ESTRATEGIAS PASIVAS

El diseño debe ser acogido por una serie de estudios climáticos que analice las diferentes variables de temperatura, humedad, precipitación, radiación solar, velocidad y dirección de los vientos dominantes, de forma que permita contar con los datos que respalden un diseño bioclimático.

2.1. ORIENTACIÓN

La adecuada orientación del edificio con el eje longitudinal (Norte-Sur o Este-Oeste) mejor convenga según la zona y las necesidades, permite aprovechar las condiciones climáticas del entorno que contribuyen a generar confort térmico en el interior de la edificación, utilizando a favor el calor generado por los rayos solares, evitando la humedad y aprovechando la entrada de viento que ahorra energía al sustituir la necesidad de climatizar mecánicamente.

Por otro lado, se crea seguridad para el visitante y protección a la edificación si se orienta de forma que la fachada principal dé a la vía pública permitiendo amplia visión y mejorando la interacción entre el interior y el exterior.

2.2. VENTILACIÓN PASIVA

Se conoce como ventilación pasiva el aprovechamiento de los vientos del entorno para enfriar el interior de las estructuras a fin de sustituir los equipos como aires acondicionados y ventiladores. Para ello se debe contar con un estudio de la dirección y velocidad de los vientos que indicará de qué forma pueden ser estos aprovechados y como diseñar las entradas y salidas creando ventilación cruzada.

2.3. ILUMINACIÓN NATURAL

La luz natural proveniente de los rayos del sol es considerada fuente luminosa que dispone de un espectro de colores y resulta agradable, se prefiere en vez de la luz artificial creada por bombillos.

El estudio de soleamiento debe generarse para conocer el desplazamiento del sol que, en conjunto con la profundidad del sitio, el tamaño, la localización de las aperturas como ventanas, techos y cualquier obstrucción externa servirán como base para

diseñar las fachadas que posibiliten el ingreso controlado de luz natural.

Se debe de aprovechar el espectro de luz difusa sin embargo no la luz directa ya que esta puede causar el efecto contrario creando una sensación lumínica excedente lo que se conoce como deslumbramiento.

2.4. TEMPERATURA

Al conocer la temperatura promedio de la zona se define las necesidades para mantener un confort térmico dentro del edificio, con ello se concreta si dichas necesidades son de calefacción por lo que se requiere aprovechar la incidencia de los rayos solares sobre la estructura manteniendo el calor en el interior o, por lo contrario, se busca el enfriamiento mediante aperturas que permitan la ventilación cruzada que extraen el calor del interior.

2.5. PRECIPITACIÓN

Contar con un registro histórico de precipitación en la zona donde se requiere construir permite conocer la intensidad de lluvia y a la vez determinar si la cantidad disponible es efectiva o

no para aprovecharse. Así se define la oferta de agua de forma natural y se calcula las condiciones de abastecimiento para el edificio a través un sistema de captación y uso.

Para diseñar el sistema de captación pluvial asociado a un proyecto es importante conocer cómo se distribuyen las precipitaciones a lo largo del año y la variabilidad a través del tiempo. Así se determina con qué frecuencia al año la edificación puede hacer uso del agua pluvial y reducir los costos económicos por consumo de agua potable según la demanda.

Por otro lado, si la edificación cuenta con espacios verdes y se ubica en una zona seca de escasas precipitaciones anuales deben diseñar un sistema de riego eficiente que distribuya el agua en toda el área requerida o, contrario a ello, sí se encuentra en zona de abundante precipitación en lugar de un sistema eficiente de riego se debe incluir un drenaje que no permita el empozamiento del agua que pueda afectar el terreno y las estructuras por humedad, en conjunto se utiliza materiales que no permitan la degradación acelerada de está llegando a cumplir con el tiempo de vida útil planificado. Por último, conociendo las precipitaciones se puede estimar el grado de erosión, factor que se toma en cuenta para la estabilización del suelo.

3. USO EFICIENTE DEL AGUA

El agua como recurso hídrico escasea cada vez más, por lo que, es urgente utilizarla racionalmente y definir cuales actividades realmente deben hacer uso de agua potable y cuales pueden utilizar aguas tratadas.

3.1. SISTEMAS ALTERNATIVOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

La reutilización del agua se considera una buena práctica ambiental que permite disminuir el consumo del recurso potabilizado y generar un ahorro económico, para ello se debe diseñar la edificación con los sistemas alternativos de abastecimiento. Dichos sistemas permiten que la edificación utilice agua de menor calidad en actividades donde no requiera que esta se encuentre potabilizada como, por ejemplo, descarga de inodoros, riego de zonas verdes, lavado de pisos o paredes, recirculación para sistemas de enfriamiento entre otros.

Entre las aguas utilizadas para reuso se encuentran las aguas grises tratadas o aguas pluviales, el diseño consiste en conectar

la tubería que sale de la planta de tratamiento o del sistema de captación pluvial a la tubería que abastece los inodoros, el sistema de riego y de recirculación para enfriamiento.

3.2. PIEZAS SANITARIAS EFICIENTES

Las piezas sanitarias regulan el caudal de agua que se utiliza para las descargas de inodoros, lavamanos o duchas, al mismo tiempo ayudan a que los sistemas de abastecimiento alternativos den abasto.

3.3. MEMORIAS DE CÁLCULOS

Toda alternativa debe contar con memorias de cálculo que permitan conocer el beneficio de implementar las medidas que reducen el consumo, el coste económico a considerar en el presupuesto del proyecto y en cuanto tiempo será recuperada la inversión comparados a un consumo normal de agua potable.

4. DISPOSICIÓN ADECUADA DE AGUAS RESIDUALES

Luego de utilizar el agua en distintas actividades estas contienen una serie de sedimentos o contaminantes por ello es necesario tratarlas para que puedan ser depositadas sin alterar el ecosistema, sin embargo, la idea de tratar las aguas residuales de la edificación es con el fin de reutilizarlas en actividades que no sean de consumo. Para ello se expone el sistema convencional y una alternativa muy eficiente para áreas verdes o con poco espacio.

4.1. SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Las plantas de tratamiento convencionales en resumen son sistemas que a través de distintas operaciones permiten reducir contaminantes físicos, químicos o biológicos devolviéndole al agua residual la calidad necesaria para ser reutilizada o vertida. Estas plantas de tratamiento requieren de espacios exclusivos para tanques y tuberías dentro del área del proyecto en conjunto de equipo mecánico y supervisión para el funcionamiento, lo que con lleva a que en ocasiones que no son exigidas por ley no se construyan.

Una alternativa de tratamiento para edificaciones deportivas que responde al problema anterior es construir los humedales artificiales o como comúnmente se les conoce biojardineras.

Estos son sistemas que se acomodan al espacio o en áreas verdes y que no requieren consumo energético o medios mecánicos para trabajar, solamente se conducen las aguas grises a una trampa de sedimentos y luego caen a un espacio confinado, donde de manera natural con ayuda de elementos como rocas y plantas purificadoras el agua se limpia de contaminantes, además aporta embellecimiento y armonía al paisaje.

4.2. DIRECCIONAMIENTO DE LAS AGUAS

Sí finalmente no se incluye en el diseño ningún sistema para el tratamiento de las aguas residuales estas no podrán ser vertidas a cuerpos de aguas superficiales como ríos o lagos que se encuentren cerca de las edificaciones ni tampoco a los suelos, por lo que se recomienda direccionar a través del alcantarillado sanitario, siempre teniendo en cuenta que la tubería dirigida al alcantarillado sanitario deberá de encontrarse separa de la tubería que direcciona las aguas pluviales.

5. USO EFICIENTE DE ENERGÍA

5.1. ILUMINACIÓN EFICIENTE

La iluminación de una edificación es un punto importante, a pesar de que se diseñe un edificio con iluminación natural, en días nublados u horas nocturnas se ocupará de la luz artificial que brindan las luminarias. Estas representan un consumo de energía el cual puede llegar a ser significativo cuando se requiere de un conjunto grande de iluminación artificial. Por ello la importancia de tomar en cuenta criterios de eficiencia para adquirir luminarias de interiores y exteriores.

5.2. SISTEMA FOTOVOLTAICO

El sistema solar fotovoltaico es una tecnología que brinda energía renovable, que sí se incorpora correctamente desde el diseño al proyecto este podrá abastecer la obra, dándole independencia de la red eléctrica en un alto porcentaje y disminuyendo los elevados costos por consumo de energía.

El sistema fotovoltaico solar más utilizado es el de paneles solares; estos paneles solares suplen la demanda energética que tenga un edificio a través de la cantidad de placas fotovoltaicas que sean colocadas.

Existe también los sistemas solares térmicos los cuales funcionan como calentadores de agua aprovechando la energía del sol. El agua calentada puede ser utilizada en duchas y piscinas o también para lavados de pisos en cocinas. Hay dos sistemas solares térmicos que se acomodan a las necesidades de

instalaciones deportivas estos son los colectores de placa plana y colectores de tubos al vacío.

5.3. EQUIPO DE OFICINA Y CLIMATIZACIÓN MECÁNICA DE BAJO CONSUMO

En las oficinas siempre se requiere de equipo básico como computadoras, impresoras, teléfonos, equipos de transmisión de sonido e imagen y en algunas ocasiones refrigeradores, coffee-maker, microondas, dispensadores de agua, aires acondicionados o calefacción dependiendo del lugar. Estos equipos constantemente se encuentran utilizando electricidad, por lo que se busca adquirirlos con respaldo de eficiencia, y así cumplan con las funciones a un menor consumo energético que otros equipos mecánicos.

Como saber cuáles equipos cumplen con las características de eficiencia:

- Revisar las fichas técnicas u hojas técnicas: en ellas se describe con mayor detalle las características del equipo, la cantidad de energía que utiliza para desarrollar sus funciones, la vida útil, así como las normas legislativas o certificaciones de calidad u otro tipo con las que cumplen.
- Sello o etiqueta de eficiencia: los equipos eléctricos y electrónicos que han pasado por un laboratorio de calidad que certifica la eficiencia del equipo a través de su vida útil cuentan con un sello visible que puede ser leído al momento de realizar la compra.

5.4. MEMORIAS DE CÁLCULOS

Al incorporar en el diseño los sistemas fotovoltaicos de generación de energía como paneles solares y colectores solares, se calcula las estimaciones de energía requerida que den a

conocer el tamaño del sistema a instalar para suplir la demanda del edificio, así como los costos que conlleva dicha instalación.

Por otro lado, se calcula cuanto se estaría ahorrando en el pago de la facturación eléctrica a través de los años si se utiliza energía mayormente renovable o si se consume solamente de la red eléctrica

También las memorias de cálculos estiman los costos de adquirir iluminarias y equipo eficiente en comparación con el ahorro energético y económico de utilizar estos equipos eficientes en vez de iluminarias y equipos comunes.

6. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN CON BAJO IMPACTO AMBIENTAL

6.1. CAPACIDAD DE SER REUTILIZADOS Y RECICLADOS

Los materiales con los que se diseña una edificación deben tener características que les permitan ser reciclados, así al momento de realizar algún cambio estructural ya sea parcial o total estos

materiales puedan ser separados y enviados a un centro que se encargue de aprovechar sus propiedades como materia prima para un nuevo producto, o bien que todos aquellos materiales residuales de la demolición de una estructura previa o del

proceso constructivo puedan reutilizarse en la nueva construcción.

Entre los materiales que cuentan con características de reciclaje y reuso se encuentran principalmente los conformados a base de madera, metal, aluminio, concreto, plástico, vidrio, yeso, acero y cobre.

6.2. AISLANTES TÉRMICOS

Los materiales para el cerramiento de la edificación aíslan térmicamente el interior de la estructura sin embargo existen materiales que son mejores conductores de calor que otros; por lo que se requiere utilizar los más adecuados. Entre los distintos materiales se encuentran para paredes las placas de yeso, hormigón, bloques de concreto, paneles con fibra de vidrio, laminado de policarbonato, madera, vidrio con filtro UV para ventanas o puertas y para los techos se colocan placas falsas de techo o como comúnmente se conoce “cielo raso”.

6.3. LOCALIDAD

La localidad de un material indica la ubicación de su producción y de su venta. En una construcción sostenible se solicita que los materiales no provengan de lugares muy alejados y que preferiblemente sean materiales nacionales, basados en la idea de quemar menos combustible a menor distancia recorrida en transporte, ya que entre más lejos se encuentre el material del sitio de construcción más medios de transporte se tendrán que

utilizar para hacerlo llegar a su destino final por ende más gases de efecto invernadero se estarían emanando a la atmosfera.

6.4. CERTIFICACIONES

Una certificación es brindada por una tercera parte, esta comprueba y asegura que los materiales de construcción cumplen con los requisitos de calidad. El proceso de certificación se encarga de realizar inspecciones a las operaciones de fabricación, ensayos a muestras y auditorias.

A la vez existen también otros procesos certificadores que indican que la procedencia de los materiales sea de bajo impacto ambiental, un ejemplo de esto es toda aquella madera certificada utilizada en la construcción, que consta su origen de bosques sostenibles gestionados adecuadamente contrastando sus prácticas de ordenación forestal con las normas estipuladas.

6.5. MANEJO DE CARGAS

Se debe diseñar estructuras seguras y resistentes que soporten su propio peso, las cargas por su uso y las cargas por amenazas naturales. En sitios donde el suelo no cumple con características de soporte se remueve y sustituye por un sistema de cimentación adecuado que ayude a soportar las cargas evitando que este no se vaya a derrumbar.

Para la cimentación es necesario realizar el movimiento de tierras esto representa un impacto ambiental pero su magnitud depende del tipo y calidad de suelo que sea removido y de la

profundidad de excavación para crear la cimentación. Entonces a mayor carga tenga el edificio mayor será la estructura de cimentación, de aquí la importancia de diseñar con materiales de bajo peso que no contribuyan al aumento de la carga estructural y que en dado caso de que el suelo sea de buena calidad el movimiento de tierra que se deba hacer para la cimentación sea menor.

7. MODULACIÓN DEL DISEÑO CON BASE EN LAS DIMENSIONES DE LOS MATERIALES.

Se entiende por modulación en el diseño el manejo de elementos repetitivos con características similares de forma, tamaño y función del material. En la construcción sostenible se busca diseñar con dimensiones que coincidan con la de los materiales

8. ESPACIOS DESTINADOS A LA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Toda edificación en operación deberá de contar con un plan de manejo para los diferentes tipos de residuos que generen las actividades.

El plan de manejo de residuos establece como y donde se hará la separación, es por ello que desde el diseño se debe incluir los sitios que van a ser destinados a contener los residuos, estos

6.6. BAJA EMISIÓN DE CONTAMINANTES TÓXICOS Y COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COV)

Los materiales como selladores, pinturas, barniz, diluyentes, sustancias de aerosol, disolventes de grasa entre otros, comúnmente utilizan compuestos orgánicos volátiles (COV), los cuales son peligrosos para la salud y el ambiente por su capacidad como precursores del ozono troposférico y su papel como destructores del ozono estratosférico, por eso se busca utilizar la menor cantidad posible de materiales que contengan COV.

existentes, con el fin de que no se dé el desperdicio y la generación de residuos por cortes al no calzar unos con otros. También trae como beneficio acortar los tiempos de trabajo que se lleva en la construcción haciéndola más eficiente y rentable.

deben contar con las condiciones adecuadas, entre ellas un piso impermeable, buena ventilación, techado, accesibilidad para que el encargado de disponer de los residuos pueda llevarse los.

También se debe incluir espacios de almacenamiento para los residuos recuperables que se destinan al reciclaje igualmente con condiciones adecuadas para que estos no se dañen.

CONSIDERACIONES AMBIENTALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DEPORTIVAS

1. INSTALACIONES PROVISIONALES

Durante las instalaciones provisionales se presentan diferentes impactos al medio ambiente según el proceso, a continuación, se menciona las medidas que contribuyen a evitarlos:

- Preparación de accesos: los accesos son las zonas de paso tanto de maquinaria pesada y liviana como de personas, por lo que existe la posibilidad de que durante la movilización se pueda presentar derrames de materiales o hidrocarburos que afecten al suelo, subsuelo y aguas subterráneas, por lo tanto, para evitarlo se planifican de forma que presenten la mínima modificación al entorno aprovechando caminos existentes, impermeabilizando temporalmente, demarcando y señalando toda entrada y salida al área de construcción.

- Cerramientos: por lo general, los materiales comúnmente utilizados para cerramientos son maderas, mallas metálicas de diferentes formas, lámina galvanizada lisa y ondulada, bloques o ladrillos de obra o sarán, entre otros. Modular los materiales anteriormente mencionados es una medida que permite calcular con aproximación la cantidad a utilizar sin generar residuos innecesarios, también puede aprovecharse material de obras preexistentes en el sitio que deban ser demolidas.

- Instalaciones eléctricas temporales: estas pueden ser instaladas vía aérea o subterránea. Contar con revisiones y verificaciones frecuentes durante todo el tiempo de ejecución de la obra es una buena práctica constructiva para evitar el peligro. Si son colocadas de forma aérea se debe tomar en cuenta que puede existir afectación a la fauna por descargas eléctricas, siendo necesario verificar que los materiales del cableado se encuentren en buen estado manteniendo aislado el paso de corriente con la fauna.

También es importante planear la ubicación adecuada para las acometidas evitando que estas sean superpuestas con árboles existentes en el sitio de obra, ya que por ninguna razón estos pueden ser utilizados como soporte de las líneas eléctricas. De ser inevitable que pasen muy próximas a los árboles, estos podrán ser desramados o cortados dependiendo de la especie de árbol. Si se trata de una especie vedada por decreto no puede ser afectada de ninguna manera y se debe buscar otros medios para pasar la línea eléctrica, por otro lado, si no es el caso de ser especie vedada sí se puede hacer el desramado, corte o trasplante del árbol.

Así también si la instalación se realiza de manera subterránea se debe de considerar la ubicación adecuada para la canalización evitando la interferencia con raíces o conductos de agua. Debe de asegurarse de contar con el cableado requerido y de buena calidad, resistentes al agua, temperatura y golpes, así como contar con señalización que indique Alta Tensión ayudando a brindar la máxima seguridad para el personal de la obra.

- Suministro de agua potable: en el sitio de obra es necesaria la utilización de agua potable para diferentes actividades, por lo que se le solicita a la empresa que brinda el servicio una toma temporal. También se debe realizar revisiones periódicas a las tuberías temporales que permitan corroborar el buen estado evitando desperdicios por fugas.

- Espacios para los trabajadores

Vestidores: se presentan condiciones de salud y seguridad adecuadas, disposición de mobiliario como bancas, armarios, lavatorios y cuando lo requiera duchas para los trabajadores. Al encontrarse elementos que utilizan agua potable y por ende generen aguas residuales se debe de contar con un plan de manejo y disposición, considerando que esas aguas residuales podrán contener no solo jabón o desinfectante si no también restos sólidos o de aceites.

Servicios Sanitarios: se instalan cabinas sanitarias como una opción que consume poca agua en su funcionamiento y que la generación de residuos acuosos es manejada por la empresa que

brinda el servicio evitando contaminación del suelo en el sitio de obra.

Comedores: los comedores pueden ser solamente un espacio que cuente con mesas, lavatorio y microondas o ser espacios donde se preparen alimentos, para ello se tiene que colocar trampas de grasa y tener un plan de manejo y disposición de las aguas residuales.

También debe de contar con contenedores para los diferentes residuos como los orgánicos, plástico, cartón y papel, vidrio, aluminio, tetra pack y residuos no separables. Es importante llevar el registro de la cantidad de residuos recolectados y una certificación de la disposición final.

Atención de primeros auxilios: esta actividad genera residuos bioinfecciosos y punzocortantes requiriendo el plan de manejo y disposición final.

- Bodegas

Se colocan diferentes bodegas para contener el material ya sea nuevo, residual o de manejo peligroso como pinturas, hidrocarburos, disolventes etc., por consiguiente, estas bodegas deben tener pisos impermeabilizados y adecuada ventilación, estando libre de goteras u otras entradas de agua que puedan provocar humedad.

Los materiales no deben presentar contacto con el suelo colocándolos en tarimas o estantes rotulados durante el

almacenamiento, también se debe llevar el registro de la cantidad y tipo de materiales residuales que se van almacenando.

2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Con el movimiento de tierra lo primero que se remueve es la capa vegetal, una buena práctica ambiental es manejarla con cuidado y utilizarla en procesos de revegetación, estabilización de taludes, riberas, cortes y zonas verdes o bien para mejorar el paisaje manteniendo el crecimiento de la vegetación y controlando la erosión.

Después de remover la capa vegetal comienza la excavación, aquí puede realizarse la extracción de tierra o el terraplenado para nivelación. Se recomienda usar el área del terreno estrictamente necesaria y planificada para tener el mínimo efecto en la alteración de la topografía del sitio. En caso de que la tierra que se extrae en la excavación deba ser trasladada fuera del área de

construcción, se lleva el control de la cantidad retirada y el seguimiento de lo que se hará con ella tomando en cuenta la calidad que presente. La tierra no puede ser lanzada en el cauce de un río u otro cuerpo de agua, ni en zonas con bosque, por normativa debe ir a un relleno autorizado en apego a la Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8839. Durante el traslado en camiones o vagonetas la tierra extraída debe ir tapada con lona para evitar la caída de partículas en el camino.

Para evitar problemas de deslizamientos que interfieran con la flora del sitio y se de dispersión de partículas, se recomienda hacer los taludes y apilamientos de un tamaño adecuado procurando no excederse en el nivel de pendiente y protegiéndolos con plástico de la erosión que pueda causar el agua o viento.

3. CIMENTACIÓN

Basados en los estudios de suelo la cimentación busca dar la estabilidad necesaria para que la estructura soporte cargas y no se valla a hundir, quebrar, desplazar o inclinar. El tipo de esta dependerá del suelo y las características donde se requiere

construir, es importante procurar que la profundidad al cimentar no intervenga con las capas freáticas halladas, evitando el rompimiento y la perdida de una posible fuente de agua.

A mayor profundidad se haga la cimentación mayor es el impacto ambiental en el suelo; por consiguiente, dependiendo del tipo de obra y las cargas que esta deba soportar se puede realizar una cimentación que requiera de un menor movimiento de tierra y cambios en la estructura de la topografía, siempre que cumpla con la necesidad de distribución de cargas.

Otro impacto ambiental de importancia que se presenta durante la cimentación es el uso de concreto en gran cantidad, por ser este uno de los principales materiales del cual su producción requiere de energía generada por hidrocarburos; es importante implementar la combinación de otros materiales sin comprometer la resistencia, además de un manejo adecuado para evitar desperdicios del mismo, por ejemplo, si el concreto es contratado el proveedor debe asegurar las normas de calidad, por lo tanto, al recibirlo se debe muestrear corroborando que presente las características adecuadas para realizar la puesta de lo contrario no se podrá utilizar. En el caso de que el concreto sea preparado en sitio se debe impermeabilizar el suelo para evitar que los derrames causen daños. Así mismo, los materiales para prepararlo deberán encontrarse almacenados en las bodegas que cuenten con las condiciones adecuadas evitando que estos se humedezcan.

En cuanto a las formaletas colocadas para chorrearlo, pueden formarse de madera reutilizada minimizando la generación de residuos o bien alquilarse evitando del todo el desecho.

Ahora bien, la generación de residuos sólidos en esta etapa se concentra en escombros conformados de material resultante del concreto, arenas, gravas, tierra y barro, varillas, madera de las formaletas, tablas, metal, polipropileno y plástico negro. Una buena práctica ambiental es no apilarlos todos juntos y lograr la separación en un sitio dentro del área constructiva que cuente con las condiciones para mantenerlos en buen estado, así como no arrojarlos a los botaderos a cielo abierto ilegales o lotes baldíos, también se debe establecerse un plan que posibilite rescatar los residuos valorizables y eliminar aquellos no aprovechables o inertes mediante las escombreras que cuenten con pautas y lineamientos básicos de manejo ambiental.

Otro punto es la generación de residuos líquidos provenientes de la mezcla y el lavado que arrastran restos peligrosos que podrían incurrir en la contaminación del suelo; por lo que se debe contar con un plan de manejo para estas aguas residuales.

En cuanto al uso de maquinaria pesada para trabajar por largas horas a base de combustibles fósiles que generan la emisión de gases de Dióxido de Carbono (CO₂) y ruido en el sitio de obra, es necesario corroborar que se encuentre al día con las revisiones de gases y también llevar un control de los decibeles con el objetivo de comprobar que estos no estén causando daños al personal y las comunidades vecinas.

4. ESTRUCTURA, CUBIERTAS, CERRAMIENTOS Y PARTICIONES

Maquinaria pesada, equipos y vehículos livianos

Al comenzar la estructura, cubiertas, cerramientos y particiones de una obra se necesitará el apoyo de vehículos livianos, así como maquinaria pesada y equipos de menor tamaño. Generalmente estos trabajan a base de la quema de combustibles emitiendo gases a la atmosfera, por esta razón es recomendado llevar el control de gases a través del documento de respaldo que indique la evaluación de toda aquella maquinaria, equipo o vehículo que sea utilizado en el proyecto. También se debe llevar un control del consumo de combustible durante el tiempo que dure la obra, así estos datos servirán de respaldo para saber cuánto dióxido de carbono (CO₂) fue emitido, por lo que se recomienda que si la maquinaria no se encuentra en uso esta se mantenga apagada evitando el consumo innecesario de combustible.

La maquinaria también causa ruido a diferentes niveles dependiendo de la actividad que se esté ejecutando, por consiguiente, es importante realizar un monitoreo en las áreas donde se amerite y en las horas de mayor generación para llevar el control de los decibeles, asegurando el cumplimiento con los límites permitidos para el bienestar de los trabajadores dentro de la construcción, el de las personas que se encuentren habitando en zonas cercanas a la obra o el de la fauna del lugar en caso de zonas con diversidad biológica.

En cuanto al impacto causado en el suelo se da por el derrame de sustancias ajenas a la composición natural que provocan alteración de las propiedades. Para evitar que se dé la contaminación se deberá impermeabilizar los sitios con potencial impacto como las áreas de reparación, cambios de aceite o llenado de combustible y los lugares donde se coloquen mezcladoras. Sin embargo, lo más recomendado es solicitar a la empresa constructora que las reparaciones y mantenimientos de la maquinaria se realicen fuera del área constructiva, así como asegurar que las mezcladoras se encuentren totalmente selladas para evitar derrames.

Consumo eléctrico

La electricidad requerida para trabajar por lo general la brinda alguna compañía eléctrica a través de la red temporal. Esto genera un impacto al ambiente si se considera que la compañía proveedora genera la electricidad a base de la quema de combustibles fósiles, es decir que para poder disminuir el impacto al entorno se debe disminuir el consumo de electricidad haciendo un buen uso y llevando el control mensual en kWh para contabilizar el impacto en CO₂ equivalente a lo largo de la obra, para ello es necesario la instalación de medidores eléctricos que registren el consumo y la solicitud de los recibos. También a través del recibo mensual se puede identificar algún exceso que conlleve a tomar medidas correctivas como la implementación de energía renovable o el uso de equipo eficiente.

Consumo de agua potable

Al igual que con el servicio de electricidad temporal para el servicio de agua potable se colocan medidores y se solicita los recibos mensuales que permiten llevar el registro corroborando que no se den excesos. Se conoce que en esta etapa el uso de agua se concentra en la preparación del concreto como principal material para hacer las estructuras; una manera de disminuir el uso de agua potable en esta actividad es utilizando agua pluvial sin partículas sólidas ni tratamiento para las mezclas menores y contratar el concreto listo para chorrear las estructuras de mayor peso.

También la empresa constructora debe contar con un plan para la menor utilización de agua potable, por lo que, se debe llevar el seguimiento de que este sea cumplido, además se hacen revisiones periódicas de la tubería temporal para corroborar que esta no presenta ningún problema de rupturas que causen fugas.

Transporte

Durante el transporte de materiales es importante que los camiones deban encontrarse cerrados con seguro, salvaguardando los materiales en caso de que el vehículo sufra de algún accidente. Al igual las vagonetas que transporten material o residuos que dispersen partículas tienen que estar tapados con lonas y contar con amarres para evitar la caída de estos en vía pública.

Gestión de los materiales

El personal a cargo de recibir los materiales debe estar capacitado para manipular estos con el debido cuidado.

Al recibirlos en sitio debe revisar la orden de compra para verificar la cantidad correcta según lo solicitado al proveedor con el fin de no recibir material excedente, se debe revisar la calidad del empaque y el estado en el que se encuentran, asegurando que durante el camino estos no hayan sufrido algún daño, también es necesario revisar fechas de vencimiento para todos aquellos productos que puedan expirar y levantar un control tipo inventario de todos los materiales que ingresen a la obra.

Adecuadas áreas de almacenamiento

Se debe vigilar que en las bodegas se esté almacenando los materiales de forma correcta, con las etiquetas y rótulos visibles, debidamente separados sobre tarimas y que estas no presenten goteras o derrames de algún material.

Modulación

Las cuadrillas de trabajadores deben de encontrarse capacitadas en el uso modular de los materiales, dado que se utilizan muchos materiales conformados con medidas solicitadas, por lo que, se debe vigilar que se utilice el material correcto evitando el recorte de partes que se conviertan en residuos.

Manejo adecuado de residuos

Antes de comenzar a almacenar los residuos se debe verificar cumplir con el anexo 1, el cual lista los aspectos para contar con un sitio adecuado y seguro que logre mantener el orden.

Para reducir la generación de residuos es necesario lo siguiente:

- Evitar cambios en el diseño durante la construcción.
- Evitar la ausencia de control en el sitio que provoque el uso del material incorrecto.
- Tener cuidado de no dañar los materiales ya colocados.
- Revisar que no haya errores en las cantidades que entregan los proveedores.
- Evitar restos de materiales en envases mal cerrados.
- Alquilar los paneles para formaletas o reutilizar las de madera al máximo.
- Asegurarse de las medidas antes de realizar algún corte en los materiales.
- Negociar con los proveedores el embalaje sin comprometer la calidad durante el transporte y la devolución del material sobrante.
- Reutilizar en lo posible los materiales de obras preexistentes.

- Reutilizar dentro de la misma construcción todos los materiales que sean posibles.

La salud del personal que manipula los residuos debe de cuidarse por lo tanto utilizaran implementos de protección cada vez que entren en interacción con estos.

Para el manejo de los residuos se deberá contar con un plan que permita realizar una gestión integral, este debe mencionar claramente lo siguiente:

- Como se hará la separación por tipo de residuo.
- Las características de los contenedores y las bolsas a usar para los diferentes tipos de residuos.
- La rotulación de los contenedores y áreas de almacenamiento.
- Control de entrada y salida de residuos.
- La cantidad de estos por tipo.
- Las empresas encargadas de gestionarlos deben estar autorizadas por el Ministerio de Salud y deben de entregar una certificación donde mencione como dispondrá el residuo.

Lo anterior debe ser corroborado durante la construcción, así como el orden de los contenedores y las áreas de almacenamiento temporal.

6. INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y MECÁNICAS

Las instalaciones eléctricas deben contar con el recubrimiento del cableado en buen estado asegurando que no exista riesgo de un cortocircuito, se debe verificar que en el exterior no se cruce con ningún árbol existente en el sitio y que las dimensiones sean acordes al paisaje del lugar.

Al utilizar tubos de PVC para las instalaciones eléctricas y mecánicas se generan residuos de los cortes, estos no deben quedar esparcidos por el área constructiva.

Muchos de los transformadores y condensadores contienen bifenilos policlorados (PCB, ascarel/clorofeno) como líquidos electroaislantes no inflamables estos son altamente tóxicos y cancerígenos, llegando a causar daños crónicos en la salud, además, al entrar en combustión durante un incendio forman dioxinas y furanos. Por eso se recomienda eliminar el uso de estos PCBs.

7. ACABADOS

Para los acabados se utiliza gran cantidad de productos que pueden emitir compuestos orgánicos volátiles (COVs) a la atmósfera. Estos compuestos no solo son perjudiciales para el medio ambiente, también lo son para los trabajadores que se encuentran manipulándolos.

Estos productos se deben encontrar en bodegas debidamente rotuladas, separados unos de otros según su composición

Química y reactividad, con las etiquetas visibles y cuando sean usados se debe corroborar que queden bien tapados.

Una alternativa para disminuir el uso de estos productos es buscar materiales que ya vengan pintados o que no necesiten ser tratados en la obra.

Se pueden buscar materiales de bajo impacto ambiental respaldados con las fichas técnicas para los acabados externos e Interno.

ANEXOS

Anexo 1. Revisión del sitio destinado para el almacenamiento y separación de los residuos.

<u>Área de almacenamiento y separación de los residuos generados durante la construcción</u>	<u>Conforme</u>	<u>Observación</u>
<i>Se cuenta con personal a cargo capacitado para la buena gestión de los residuos</i>		
<i>Se cuenta con los implementos de seguridad personal como guantes, mascarillas, cascos y lentes etc.</i>		
<i>Se encuentran listos los extinguidores en caso de emergencia</i>		
<i>El sitio está en un lugar plano y seguro lejos de taludes, inundaciones o zonas de deslizamientos</i>		
<i>El sitio se encuentra alejado del paso de tuberías de agua</i>		
<i>El piso esta impermeabilizado</i>		
<i>Presenta buena ventilación</i>		
<i>Presenta iluminación adecuada</i>		
<i>Se encuentran los accesos listos para facilitar el transporte</i>		
<i>Se establece los medios internos de transporte para los residuos</i>		
<i>Cuenta con zonas de descarga debidamente señalizadas</i>		
<i>Se dispone de tarimas o contenedores que eviten el contacto de los residuos con el suelo</i>		
<i>Señalización del lugar destinado solamente a residuos peligrosos</i>		
<i>Contar con los controles de entrada y salida de residuos</i>		

Anexo 2. Manejo de residuos en la construcción según el tipo y la Guía Manejo de Materiales de Construcción de la Cámara Costarricense de Construcción.

<u>Tipo de residuo</u>	<u>Reutilización</u>	<u>Reciclaje</u>	<u>Manejo</u>
<u>Residuos de Acero</u>	En buenas condiciones utilizar dentro de la misma obra o en obras futuras.	De no contar con las medidas para ser reutilizado se coloca en los contenedores para reciclaje.	Si el acero se encuentra en estructuras de concreto armado se busca separar con cuidado y clasificarlo para el reciclaje.
<u>Residuos de Aluminio</u>	Puede reutilizarse dentro de la misma construcción.	Tiene alto potencial de reciclaje.	Manipular con cuidado para evitar cortaduras, colocarlo bajo techo en un lugar seco.
<u>Bolsas de Cemento</u>	Se puede reutilizar para contener escombros de manera ordenada.	Se separa como papel, pero debe colocarse a parte de los papeles comunes.	No debe contener residuos de cemento, debe estar seco, podrá colocarse una encima de otra y realizar un amarre para ordenarlas.
<u>Residuos de Cable Eléctrico</u>	Negociar con la empresa proveedora de electricidad para que ellos se los lleven y los aprovechen.	Colocar en los contenedores de residuos eléctricos.	No se debe separar el material aislante del contenido metálico. Se deben de enrollar y colocar por separado de otros residuos.
<u>Residuos de Cartón</u>	Se puede reutilizar para embalaje de materiales en almacenamiento.	Se coloca en el contenedor de cartón, no debe de tener restos de comida, amarras plásticas ni grapas metálicas.	Desarmar las cajas de cartón para acomodarlas más fácilmente, mantenerlos en un lugar seco.

<u>Tipo de residuo</u>	<u>Reutilización</u>	<u>Reciclaje</u>	<u>Manejo</u>
<u>Residuos de Cerámica</u>	Se puede reutilizar como materia de relleno.	Hay empresas que lo reciclan para utilizar como materia prima del concreto.	Colocar por aparte en un contenedor cerrado, utilizar mascarilla, lentes y guantes al momento de manipular.
<u>Residuos de Tuberías de Cobre</u>	Reutilizar para completar tuberías o como piezas para cambios.	Se coloca en contenedores solamente para este tipo de residuo.	Mantenerlo en un lugar seco y seguro para evitar robos.
<u>Residuos de Concreto</u>	Se puede reutilizar para reforzar taludes rellenos.	No se recicla.	Se dispone como escombros inertes en un lugar seco y tapado para luego ser retirados por la empresa gestora.
<u>Residuos de Hierro</u>	Se pueden reutilizar dentro de la misma construcción como vigas o columnas.	Se recicla siempre y cuando no cuente con sustancias peligrosas.	Se coloca en un lugar seco preferiblemente sobre tarima.
<u>Residuos de Madera</u>	Se reutiliza para encofrados, cerramientos, marcos de puertas o ventanas etc.	Tiene alto potencial de reciclaje.	Se debe de retirar los clavos, ganchos o varillas. Se colocan en un lugar seco.
<u>Residuos de Aislantes de fibra de vidrio</u>	Estos se compran en rollos por lo que si no es utilizada del todo puede guardarse para otras construcciones.	No se recicla.	Debe manejarse con cuidado utilizando lentes, mascarilla, guantes y ropa que cubra todo el cuerpo. Almacenarse en un lugar seco y envuelto en plástico.
<u>Residuos Plásticos</u>	Puede ser reutilizado en la construcción dependiendo del tipo de plástico y la forma que este tenga.	Tiene alto potencial de reciclaje.	Se coloca en los contenedores para plásticos limpios y libres de residuos.
<u>Residuos de paredes livianas de Fibrocemento</u>	Se pueden utilizar fragmentos para tapar aberturas en las paredes.	No se recicla.	Se debe almacenar con cuidado, y buscar alguna empresa gestora que trate este tipo de residuos.

<u>Tipo de residuo</u>	<u>Reutilización</u>	<u>Reciclaje</u>	<u>Manejo</u>
<u>Residuos de PVC</u>	Se puede reutilizar para tubos, recubrimientos, membranas aislantes para suelos, en pisos u otros usos encontrados durante el proceso constructivo.	Los residuos del PVC se reciclan separados de los otros tipos de plástico.	Se almacena en contenedores cerrados para luego ser retirados por los gestores autorizados.
<u>Residuos de Yeso, mortero y repello</u>	No se reutiliza.	No se recicla.	Se dispone como escombros para luego ser retirados por la empresa gestora.
<u>Residuos de Vidrio</u>	Si este no se encuentra quebrado puede utilizarse dentro de la construcción para puertas o ventanas o para otras construcciones si sobran.	Tiene alto potencial de reciclaje. Si el vidrio proviene de bombillos o fluorescentes estos no deben mezclarse con vidrio de puertas o ventanas.	Debe manejarse con cuidado para evitar cortes, por lo que se debe utilizar el equipo de protección. Se coloca en un lugar donde no se le coloque peso y se quiebre.
<u>Envases de aceites, lubricantes y combustibles</u>	Solo se pueden reutilizar para envasar un contenido igual al anterior.	No se recicla.	Se deben almacenar con cuidado y aunque sean latas de aluminio, plástico o vidrio no podrán mezclarse con los residuos separables ya que se encuentran contaminados con restos químicos.
<u>Residuos de suelos contaminados</u>	No se reutiliza.	No se recicla.	Debe de contratarse un gestor autorizado.

Anexo 3. Lista de chequeo para el manejo ambiental en la construcción

<u>Manejo ambiental en la construcción</u>		<u>Sí</u>	<u>No</u>
<u>Accesos</u>	Se identifican caminos existentes que puedan ser aprovechados		
	Los accesos se encuentran demarcados y debidamente señalizados		
<u>Cerramiento</u>	Se reutilizan materiales de construcciones preexistentes		
	El material de cerramiento no permite el paso de polvo a zonas externas		
	Se calcula la cantidad de material a utilizar para no generar desperdicios		
<u>Instalaciones eléctricas temporales</u>	Las instalaciones son colocadas de forma aérea		
	Es necesario el desramado de árboles existentes		
	Es necesario el corte o movilización de árboles existentes		
	Las instalaciones son colocadas de forma subterránea		
	Se traza los pasos para las líneas subterráneas dentro del área del proyecto		
	Se usa señalética clara y visible en los pasos de líneas eléctricas y zonas de Alta Tensión		
<u>Vestidores</u>	Cuentan con condiciones de salud y seguridad		
	Cuentan con el mobiliario necesario		
	El vertido de las aguas residuales es a través de alcantarillado sanitario		
	Se cuenta con un plan de manejo para las aguas residuales que no son direccionadas al alcantarillado sanitario		

<u>Manejo ambiental en la construcción</u>		<u>Sí</u>	<u>No</u>
<u>Cabinas Sanitarias</u>	Se cuenta con la cantidad suficientes de cabinas sanitarias según la cantidad de personal		
	Se cuenta con un plan de aseo para las cabinas sanitarias		
	El aseo de las cabinas sanitarias es realiza por la empresa fuera del sitio de construcción		
<u>Comedor</u>	Se encuentra en condiciones de limpieza y mobiliario adecuado		
	Se disponen las aguas residuales al alcantarillado sanitario		
	Se presenta el plan de manejo de residuos para el comedor		
	Se cuenta con contenedores debidamente rotulados para la separación de residuos		
<u>Atención de primeros auxilios</u>	Cuenta con contenedor para residuos ordinarios y otro para residuos infectocontagiosos		
	Presentan plan de manejo y disposición final de los residuos infectocontagiosos		
	La empresa encarga de recibir los residuos se encuentra autorizada por el Ministerio de Salud		
<u>Bodegas</u>	Tienen buena ventilación		
	Tienen pisos impermeabilizados		
	Se encuentran las bodegas para almacenamiento separadas según lo establece el Ministerio de Salud en la guía de evaluación sanitaria		
	Se presenta el plan de prevención y atención de derrames		
	Las bodegas cuentan con un plan de atención a emergencias en obras de construcción		
	Cuenta con tarimas que no permiten el contacto directo con el suelo		
	Cuenta con estantes estables para colocar pinturas, aceites, hidrocarburos, ácidos, disolventes y todo aquel material de manejo peligroso		
	Cuentan con plan de estiba de materiales		
	Las bodegas tienen rotulación y señalización		
	Se tiene el registro al día de entrada y salidas de tanto de materiales como de residuos		

<u>Manejo ambiental en la construcción</u>		<u>Sí</u>	<u>No</u>
<u>Movimiento de Tierra</u>	Se conserva la capa vegetal removida siempre y cuando esta sea de buena calidad		
	Se reutiliza la capa vegetal dentro del proceso constructivo		
	Se realiza estabilización de taludes		
	El tamaño de los taludes y apilamientos no exceden los niveles previamente establecidos		
	Se mantiene riego controlado en las superficies		
	Se cuenta con registros del material removido y transportado fuera del área del proyecto		
	Se utiliza lona para tapar el material transportado evitando caídas de partículas		
	El material de desecho se lleva a un relleno autorizado en apego a la Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8839.		
<u>Cimentación</u>	Se trabaja con las profundidades necesarias para estabilizar el suelo según lo indicado en el estudio de suelos		
	Se utiliza la combinación de otros materiales que reduzcan el uso de concreto		
	Para el concreto contratado se realiza el muestreo en sitio de obra, para corroborar la calidad		
	Se impermeabiliza el área donde se colocan las mezcladoras		
	Se reutilizan las formaletas a lo largo de la construcción		
	Cuenta con plan de manejo para las aguas residuales		
	Cuenta con plan de manejo para residuos de escombros		
	Se lleva el control de la cantidad de escombros retirados por la empresa gestora		
	Cuenta la empresa gestora con los permisos de autorización por parte del Ministerio de Salud		
	Se llevan registros del consumo de combustibles		
	La maquinaria se encuentra al día con las revisiones mecánicas y de gases		
Se hacen mediciones de ruido			

Manejo ambiental en la construcción

Sí

No

Estructura, Cubiertas, Cerramientos y Particiones

Se lleva el control de gases a través del documento de respaldo que indique la evaluación de toda aquella maquinaria, equipo o vehículo que sea utilizado en el proyecto

Se lleva el control del consumo de combustible

Si se realiza algún mantenimiento a la maquinaria dentro del área del proyecto se toman las medidas necesarias para evitar el daño al suelo

Se lleva el control mensual de los kWh consumidos

Se lleva el control mensual de los m3 consumidos de agua potable

Se aplican buenas prácticas para la disminución del consumo de agua

Se realiza la revisión periódica de la tubería temporal

Se asegura de que las vagonetas que transporten material estén tapadas con losas y cuenten con amarras

Se delega un encargado de recibir el material y asegurar que este se descargue con el debido cuidado

Se revisa que la cantidad de material recibido sea el mismo que se estableció en la orden de compras

Se revisa que el material no presente ningún daño

Se revisan las fechas de vencimiento para todos aquellos productos que puedan expirar

Se lleva el inventario de todo el material que entra y sale de las bodegas

Se mantiene el orden en las bodegas de material y residuos