

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
(UCI)

EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS EN UN PROYECTO DE  
CONSTRUCCIÓN DE TERMINAL DE AUTOBUSES, CONTRA LOS CRITERIOS DE  
SOSTENIBILIDAD DE PROYECTOS DEL GPM.

TOMÁS SEGREDA CASTRO

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN DE  
PROYECTOS

San José, Costa Rica

Febrero, 2022

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como requisito parcial para optar al grado de Máster en Administración de Proyectos

---

RÓGER VALVERDE JIMÉNEZ  
PROFESOR TUTOR

---

CARLOS BRENES VEGA  
PROFESOR LECTOR No.1

---

GABRIEL PÁEZ ZAMORA  
PROFESOR LECTOR No.2

---

TOMÁS SEGREDA CASTRO  
SUSTENTANTE

### **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a la Escuela Global de Dirección de Proyectos de la Universidad para la Cooperación Internacional, los docentes involucrados en este proceso y personal administrativo. Adicionalmente, dedico a mis empleadores y familia que han hecho posible que pueda optar por el grado de Master en Administración de Proyectos.

### **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis docentes y a todo el personal administrativo involucrado en la maestría de administración de proyectos de la Universidad para la Cooperación Internacional, por guiarme en este proceso de crecimiento profesional que ha sido de mucho provecho.

### ABSTRACT

El presente documento tiene como objetivo presentar la evaluación de las prácticas constructivas de un proyecto en ejecución de la construcción de una terminal de autobuses, comparadas con las buenas prácticas recomendadas por el Green Project Management en relación con la gestión de proyectos sostenibles. Tanto la organización encargada de la ejecución de la obra constructiva, como el proyecto como tal, carecen de prácticas relacionadas con la sostenibilidad de proyectos y no se cuenta con lineamientos a seguir en este sentido. Por esta razón, el proyecto no fue orientado a buscar la sostenibilidad.

El producto final de este proyecto consiste en una recopilación de buenas prácticas recomendadas por el GPM, la evaluación de las prácticas constructivas del proyecto analizado, el análisis comparativo entre ambos, presentación de propuestas de ingenierías de valor a implementar e indicadores de desempeño, para dar seguimiento al cumplimiento de la integración de prácticas sostenibles en el proyecto y en la organización en el futuro.

**Palabras Clave:** Análisis de impactos P5, Arquitectura verde, Gestión de proyectos sostenibles, Metodología PRiSM.

### ABSTRACT

The objective of this document is to perform the evaluation of the construction practices of a project in execution of the construction of a bus terminal, compared with the good practices recommended by the GPM in relation to the management of sustainable projects. Both the organization in charge of the execution of the construction, as well as the project, lack practices related to the sustainability of projects and there are no guidelines to follow in this regard. For this reason, the project was not oriented to seek sustainability.

The final product of this project consists of a compilation of good practices recommended by the GPM, the evaluation of the construction practices of the analyzed project, a comparative analysis between both, and proposals for value engineering to be implemented and performance indicators to monitor compliance of the integration of sustainable practices in the organization in the future.

**Keywords:** P5 impact analysis, Green architecture, Green project management, PRiSM methodology.

## Tabla de contenido

<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>12</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>13</b>
<b>ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES .....</b>	<b>15</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>16</b>
INTRODUCCIÓN .....	18
<i>Antecedentes</i> .....	19
<i>Problemática</i> .....	20
<i>Justificación del proyecto</i> .....	22
<i>Objetivo general</i> .....	24
<i>Objetivos específicos</i> .....	25
MARCO TEÓRICO.....	25
<i>Marco institucional</i> .....	25
Antecedentes de la institución .....	25
Misión .....	27
Visión.....	27
Estructura organizativa .....	28
Productos que ofrece.....	30
Diseño de obras constructivas.....	30
Ejecución de obras constructivas .....	30
<i>Teoría de administración de proyectos</i> .....	30
Administración de proyectos .....	31

Ciclo de vida de un proyecto .....	32
Procesos en la Administración de Proyectos .....	33
Áreas del conocimiento de la administración de proyectos.....	34
Integración .....	34
Alcance .....	34
Cronograma.....	34
Costos.....	34
Calidad .....	35
Recursos.....	35
Comunicaciones.....	35
Riesgos.....	35
Adquisiciones.....	35
Interesados .....	35
<i>Otra teoría propia del tema de interés .....</i>	<i>35</i>
Gestión de proyectos sostenibles .....	35
Compromiso y responsabilidad: .....	36
Ética y toma de decisiones.....	36
Integrado y transparente.....	36
Basado en principios y valores .....	36
Equidad social y ecológica.....	36
Prosperidad económica .....	36
Metodología PRiSM .....	37
Estándar P5 .....	37

Externalidades ambientales y costos.....	38
Energía solar fotovoltaica .....	39
Arquitectura verde o sostenible .....	40
Entorno y aprovechamiento pasivo de los recursos naturales .....	40
Orientación y forma .....	41
Iluminación natural .....	41
Ventilación natural.....	42
Utilización de áreas verdes .....	42
Jardines verticales .....	42
Áreas verdes.....	43
Conservación del agua y eficiencia del uso .....	44
Reducción de desechos de construcción.....	45
Equipos de aire acondicionado de alta eficiencia .....	45
Control de iluminación exterior.....	45
Energía solar .....	46
Sistemas de calentamiento de agua.....	46
MARCO METODOLÓGICO .....	46
<i>Fuentes de información</i> .....	46
Fuentes primarias .....	47
Fuentes secundarias .....	47
<i>Métodos de Investigación</i> .....	48
Método analítico .....	49
Método inductivo.....	49

Método comparativo .....	49
<i>Herramientas</i> .....	51
Análisis de datos .....	51
Planificación gradual .....	51
Inspección .....	51
Juicio de experto .....	51
Recopilación de datos .....	51
Toma de decisiones.....	51
Tormenta de ideas.....	51
<i>Supuestos y restricciones</i> .....	52
<i>Entregables</i> .....	54
DESARROLLO .....	56
<i>Principios de gestión sostenible</i> .....	56
Caso de negocio .....	57
Resumen Ejecutivo .....	57
Declaración de la Necesidad.....	63
Resultados Financieros .....	71
Resultados de las Partes Interesadas.....	74
Resultados Sociales.....	75
Resultados Ambientales.....	76
Resultados Operativos .....	77
Estimaciones de Costos y Cronograma.....	78
Estimaciones de Recursos.....	85

	10
Fuentes de Financiación.....	86
Roles y Responsabilidades.....	86
Principales Riesgos .....	88
Plan de Gestión de la Sostenibilidad.....	91
Propósito .....	91
Enfoque .....	91
Roles y Responsabilidades.....	93
Presupuesto .....	96
Indicadores Claves de Desempeño .....	97
Impacto Potencial sobre la Sostenibilidad de las Exclusiones del Alcance..	98
Revisiones e Informes.....	99
Impacto P5 .....	105
<i>Análisis del estado actual</i> .....	<i>114</i>
Encuesta .....	114
Hallazgos de la encuesta .....	120
Análisis FODA.....	124
<i>Análisis comparativo</i> .....	<i>126</i>
Producto y procesos .....	126
Personas .....	127
Planeta.....	128
Prosperidad .....	128
<i>Ingenierías de valor</i> .....	<i>128</i>
Aprovechamiento de energía solar.....	129

Inclusión de estaciones de recarga para autobuses eléctricos.....	134
Azoteas y fachadas verdes.....	135
Recolección y aprovechamiento de aguas pluviales.....	136
Vida útil de productos.....	137
Resumen de ordenes de cambio.....	138
<i>Indicadores y metas</i> .....	<i>139</i>
CONCLUSIONES.....	142
RECOMENDACIONES .....	143
LISTA DE REFERENCIAS .....	145
ANEXOS .....	146
<i>Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG.....</i>	<i>146</i>
<i>Anexo 2: EDT del PFG.....</i>	<i>153</i>
<i>Anexo 3: CRONOGRAMA del PFG .....</i>	<i>154</i>
<i>Anexo 4: Evaluación preliminar de la producción eléctrica fotovoltaica.....</i>	<i>156</i>
<i>Anexo 5: Propuesta técnica y económica de producción de energía .....</i>	<i>175</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Estructura organizativa .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 2. Ciclo de vida de la construcción de la terminal de autobuses .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 3. Estructura organizacional del proyecto .....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 4. Potencial eléctrico fotovoltaico .....</b>	<b>130</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 Fuentes de información utilizadas .....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 2 Métodos de investigación utilizados .....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 3 Herramientas utilizadas .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 4 Supuestos y restricciones .....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 5 Entregables .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 6. Criterios de éxito .....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 7. Alternativas consideradas .....</b>	<b>68</b>
<b>Tabla 8. Criterios de éxito .....</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 9. Objetivos estratégicos .....</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 10. Involucrados. ....</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 11. Actividades e impactos. ....</b>	<b>77</b>
<b>Tabla 12. Actividades y costos. ....</b>	<b>78</b>
<b>Tabla 13. Cronograma del proyecto.....</b>	<b>81</b>
<b>Tabla 14. Estimación de recursos.....</b>	<b>85</b>
<b>Tabla 15. Responsabilidades de involucrados.....</b>	<b>86</b>
<b>Tabla 16. Riesgos.....</b>	<b>88</b>
<b>Tabla 17. Presupuesto de sostenibilidad. ....</b>	<b>96</b>
<b>Tabla 18. Indicadores claves de desempeño. ....</b>	<b>97</b>
<b>Tabla 19. Plan de respuesta ante los riesgos.....</b>	<b>101</b>
<b>Tabla 20. Plan de respuesta a riesgos.....</b>	<b>104</b>
<b>Tabla 21. Análisis P5.....</b>	<b>105</b>
<b>Tabla 22. Ingeniería de valor 1 .....</b>	<b>133</b>

<b>Tabla 23. Ingeniería de valor 2</b> .....	134
<b>Tabla 24. Ingeniería de valor 3</b> .....	135
<b>Tabla 25. Ingeniería de valor 4</b> .....	137
<b>Tabla 26. Ingeniería de valor 5</b> .....	138
<b>Tabla 27. Resumen de ingenierías de valor</b> .....	139
<b>Tabla 28. Indicadores y metas</b> .....	139

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

- CCC: Acrónimo para Cámara Costarricense de la Construcción.
- CFIA: Acrónimo para Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos.
- CO2: Acrónimo para dióxido de carbono.
- COVID-19: Acrónimo por sus siglas en inglés Coronavirus disease 2019 (enfermedad por coronavirus).
- CTP: Consejo de Transporte Público.
- EDT: Acrónimo para Estructura de desglose de trabajo.
- FODA: Acrónimo para Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas.
- GAM: Acrónimo para Gran Área Metropolitana.
- GPM: Acrónimo por sus siglas en inglés Green Project Management (Gestión de Proyectos Verdes).
- ICE: Acrónimo para Instituto Costarricense de Electricidad.
- IMN: Acrónimo para Instituto Meteorológico Nacional.
- KPI: Acrónimo por sus siglas en inglés Key Performance Indicators (Indicadores clave de desempeño).
- KWh: Acrónimo para Kilovatio hora.
- M2: Acrónimo para metros cuadrados.
- PFG: Acrónimo para Proyecto Final de Graduación.
- PGS: Acrónimo para Plan de Gestión de Sostenibilidad.
- PMBOK®: Acrónimo por sus siglas en inglés Project Management Body of Knowledge
- PMI: Acrónimo por sus siglas en inglés Project Management Institute (Instituto de Gestión de Proyectos).
- PRiSM: Acrónimo por sus siglas en inglés PRojects integrating Sustainable Methods (Proyectos que integran métodos sostenibles).
- RAE: Acrónimo para Real Academia Española.
- SETENA: Acrónimo para Secretaría Técnica Nacional Ambiental.
- TIR: Acrónimo para Tasa Interna de Retorno.

## RESUMEN EJECUTIVO

En el sector construcción a nivel nacional y en la organización evaluada en el trabajo de investigación, es habitual que las prácticas relacionadas con la gestión de proyectos estén orientadas a la obtención de resultados relacionados con la clásica triple restricción. Esto se refiere a obtener resultados satisfactorios dentro del alcance, cronograma y costos establecidos y en ocasiones tomando en consideración la calidad. Sin embargo, los aspectos relacionados con la sostenibilidad de proyectos tanto desde su diseño hasta su ejecución se han dejado de lado al punto de no ser considerados en lo absoluto en muchos proyectos. Específicamente en la organización analizada, no se cuenta con políticas ni buenas prácticas de gestión de proyectos sostenibles y se adolece de métodos de evaluación relacionados con este aspecto.

La empresa seleccionada para el PFG, es una empresa constructora que se dedica a desarrollar proyectos constructivos de obra civil y de hidrocarburos. Dicha empresa fue fundada en el año 2012 y ha ido creciendo en su madurez organizacional, aunque careciendo de experiencia en sostenibilidad. El proyecto constructivo elegido para el análisis pertenece a la rama de construcción de obra civil. Dicho proyecto constó de la construcción de una moderna terminal de autobuses, contó con un presupuesto de \$3 000 000 y un plazo de 12 meses para su entrega oficial.

La principal importancia del desarrollo del PFG es acumular experiencia e información para implementar evaluaciones en proyectos futuros en materia de sostenibilidad según las recomendaciones sugeridas por el GPM (Green Project Management). Los resultados de la evaluación realizada pueden ser utilizados como punto comparativo a futuro para la aplicación de prácticas en sostenibilidad de proyectos en la organización analizada.

El objetivo general fue evaluar las prácticas de gestión realizadas y propuestas para un proyecto de ingeniería durante su etapa de construcción, mediante la comparación con las buenas prácticas en gestión de proyectos del GPM, para proponer procesos estándar de gestión de proyectos sostenibles, tanto en etapas de diseño como de ejecución. Los objetivos específicos fueron: elaborar el plan de dirección del proyecto final de graduación para que facilite su ejecución y control, recopilar los principios y las características de los procesos de gestión de proyectos sostenibles según GPM para que sean incluidos en la norma a proponer a la organización, caracterizar las prácticas constructivas que se están aplicando en el proyecto para determinar el estado actual de la situación; analizar, comparativamente, las prácticas llevadas a cabo actualmente en el proyecto, con las buenas prácticas sugeridas por el GPM para determinar las brechas y proponer una norma apropiada; proponer ingenierías de valor a ser incluidas en el diseño y la ejecución del proyecto para mejorar sus elementos de sostenibilidad, brindando mayor valor al proyecto, establecer indicadores de desempeño en relación con la sostenibilidad para dar seguimiento al cumplimiento de metas e integrar los resultados del resto de objetivos específicos en un documento que permita cumplir el objetivo general del trabajo.

La metodología utilizada en la presente investigación fue una mezcla tanto cualitativa como cuantitativa. La investigación cuantitativa se centró en la medición con datos numéricos y se apoyó también en la cualitativa mediante la recopilación y análisis de los datos obtenidos. Como conclusión, se tiene la falta de integración entre la gestión de proyectos y la sostenibilidad en los mismos. Se tiene un faltante en la organización de información y formación en los profesionales en materias relacionadas con sostenibilidad y por ende se carece de algún método de medición de resultados orientados a la sostenibilidad en proyectos desarrollados.

Se recomienda que la organización, desarrolle una serie de políticas orientadas a la gestión de proyectos sostenibles en el sector construcción. Se deberá iniciar por tomar como base las buenas prácticas recomendadas por el GPM y dimensionar las brechas existentes entre estas y las prácticas actuales, con esto será posible tener un amplio panorama para trazar la ruta a seguir de modo que sea posible actuar en la búsqueda de la sostenibilidad en proyectos.

## **1 Introducción**

La dirección de proyectos ha existido a lo largo de toda la historia humana debido a la gran extensión y variedad de áreas de su aplicación. Sin embargo, es a partir del siglo XX que se ha venido estudiando a fondo y se ha ido formalizando, al punto de ser impartida como una formación universitaria y ser reconocida formalmente como una profesión. Como parte de la profesionalización de la dirección de proyectos, surge una nueva responsabilidad que debe ser asumida por los involucrados en los mismos, esta responsabilidad tiene también relación directa con la sostenibilidad de los proyectos que se promueven.

La naturaleza de los proyectos y su aplicación, los impulsa a ser generadores de cambio, esto provoca que estos cambios formen afectaciones en la sostenibilidad. A partir de esta premisa, surgen organizaciones como el Green Project Management (GPM) que buscan crear conciencia para obtener sostenibilidad en los proyectos.

El presente trabajo de investigación, relaciona la evaluación de las prácticas aplicadas en una organización dedicada a la ejecución de proyectos de construcción, en relación con criterios de sostenibilidad de proyectos según las buenas prácticas sugeridas por el GPM. Para realizar el análisis de la situación actual de las prácticas de la organización seleccionada, se utilizará como muestra única el proyecto de la construcción de una terminal de buses que se encuentra en plena ejecución y de la cual se tiene acceso a información y datos.

A partir de la evaluación realizada, se propusieron distintos elementos que pudieron considerarse tanto en el diseño como en la ejecución de la construcción, con el fin de obtener un proyecto sostenible y que otorgue mayor valor al mismo y a la sociedad, sin que esto signifique que los costos directos sacrifiquen la rentabilidad del proyecto.

### **1.1 Antecedentes**

La organización que ejecuta el proyecto evaluar en el presente trabajo de investigación, la Constructora CIC S.A., es una empresa fundada en San José, Costa Rica que se dedica a la ejecución de proyectos de construcción de obra civil y metalmeccánica a lo largo y ancho del país.

La empresa fue establecida en el año 2012, por lo que no cuenta con un robusto repositorio de conocimiento en comparación con otras organizaciones de la misma industria. Esto se ve reflejado en la falta de políticas orientadas a la ejecución de proyectos sostenibles y buenas prácticas recomendadas por organizaciones como el GPM. Como muchas de las organizaciones del sector, se tiene el desarrollo en la gestión de proyectos sin incluir completamente la parte de sostenibilidad. En la actualidad, la empresa no cuenta con procedimientos establecidos formalmente en relación con prácticas de gestión sostenible de proyectos, por tanto, se plantea proponer elementos que deban considerarse tanto en el proyecto en desarrollo, como en proyectos futuros de la organización, para adaptarse a las recomendaciones o buenas prácticas sugeridas por el GPM en proyectos sostenibles. Para esto, se debe optar por “operar de un modo ético y mantener relaciones mutuamente beneficiosas con los empleados, los clientes y la comunidad.” (GPM, 2021, p. 14).

La empresa seleccionada se dedica a ejecutar proyectos constructivos de obra civil tanto del sector público como privado. Dicha organización, cuenta con una estructura organizacional orientada a proyectos y se encuentra implementando un sistema de gestión, mediante el acompañamiento de un software para gestión de proyectos, por lo que se está alcanzando cierto grado de madurez que permitirá generar mayor conciencia en temas de sostenibilidad y abrir una ventana de oportunidades para una posterior implementación de buenas prácticas, en relación con la gestión de proyectos sostenibles, desde la concepción de sus diseños hasta su puesta en ejecución.

Al presente, la empresa se encuentra desarrollando diversos proyectos tanto de la parte de obra civil como de la parte metalmecánica. Para el actual trabajo de investigación, será considerado uno de los proyectos que se hallan en ejecución en obra civil. El proyecto consiste en la construcción de una moderna terminal de autobuses de rutas distritales en la provincia de Alajuela, Costa Rica. Este proyecto viene a satisfacer la creciente demanda de usuarios para satisfacer sus necesidades de desplazamiento en la capital. El proyecto tiene un área de construcción de 14 000 m<sup>2</sup>, un presupuesto estimado de \$3 000 000 y un plazo de ejecución de 12 meses. Actualmente no se cuenta con la implementación de ningún estándar relacionado con la gestión de proyectos sostenibles como es el PRiSM del GPM o el acatamiento de buenas prácticas sugeridas por esta organización, dentro del proyecto tanto en el diseño como en su ejecución, a excepción de las típicas medidas ambientales requeridas por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA).

El proyecto fue adjudicado a la Constructora CIC S.A., luego de un proceso de licitación pública y, a partir de abril del 2021, se inició el desarrollo de su etapa constructiva, lo que fue aprovechado para obtener datos fehacientes, de primera mano, para someterlos a evaluación, en relación con las buenas prácticas recomendadas en la gestión de proyectos sostenibles. Incluso, fue posible comparar aspectos tales como el diseño realizado, con las tendencias actuales relacionadas con la gestión de proyectos sostenibles.

### **1.2 Problemática**

En la actualidad existen muchos enfoques de administración de proyectos, guías con buenas prácticas y metodologías desarrolladas por distintas organizaciones, que se han orientado especialmente a encaminar la gestión de los proyectos en relación con la obtención de objetivos relacionados con el alcance, costo, cronograma y calidad del proyecto. Sin embargo, muchos enfoques han fallado en considerar factores de sostenibilidad. En términos específicos de la

organización seleccionada, los directores han enfocado principalmente la gestión de los proyectos emprendidos desde el punto de vista de las buenas prácticas sugeridas en la guía del PMBOK® y, por ende, su gestión ha faltado en orientar la ejecución de proyectos desde el punto de vista de la sostenibilidad, aunque otros documentos del PMI, como la Extensión de Construcción tienen referencias sobre este tema. En este sentido, se debe fomentar la formación de directores de proyectos sostenibles, los cuales deben cumplir con “liderar al equipo de proyecto, involucrando a las partes interesadas y progresando en el proyecto a la vez que se protege a la sociedad, el medio ambiente y los derechos humanos.” (GPM, 2019, p. 14).

Al igual que como se mencionó anteriormente en relación con la organización analizada, el proyecto en análisis tampoco contiene elementos adheridos desde su diseño en relación con temas de sostenibilidad. Aunque existen buenas intenciones, la problemática principal en relación con este tema, se debe a que hay un faltante de formación académica relacionada con la sostenibilidad de los proyectos y los productos de los proyectos, que podrían permitir el diseño y la construcción de proyectos sostenibles. Asimismo, la falta de integración entre las prácticas de gestión de proyectos tradicionales descritas en guías como la Guía del PMBOK (PMI, 2017) y las buenas prácticas sugeridas por organizaciones como el GPM tales como la implementación de un análisis P5, que permita detectar los puntos de mejora, imposibilitan la aplicación conjunta de ambas fuentes de conocimiento por parte de los profesionales encargados de ejecutar y dirigir los proyectos de la organización.

Específicamente en el sector construcción, los proyectos constructivos generan gran cantidad de contaminación y los diseños se desligan de la preocupación de su relación con las fases de operación y mantenimiento. Incluso, existen muchas prácticas, desde el diseño hasta la ejecución de los proyectos, que atentan contra los intereses de la sociedad con tal de generar

ahorros en gastos directos de las organizaciones que los promueven. Por lo tanto, se puede decir que la responsabilidad de cada profesional, hoy día, es la tomar consciencia y convertirse en personas responsables de la ejecución, planeamiento y diseño de proyectos que sean sostenibles. Adicionalmente, se tiene una carencia en la colaboración por parte de las entidades gubernamentales, para que propicien las buenas prácticas recomendadas por organizaciones relacionadas con proyectos sostenibles. Por ejemplo, la falta de políticas y leyes de recompensas o incentivos para organizaciones que ejecuten proyectos sostenibles, provoca que estos ámbitos no hayan sido explorados de la forma que deberían.

Agregado a lo expuesto anteriormente, en la industria de la construcción es complicado cumplir a cabalidad con conceptos tales como el desarrollo regenerativo, desde el punto de vista ambiental, ya que, por la naturaleza de la industria, siempre se podría aducir que se producen afectaciones al medio ambiente y de los espacios a intervenir. Sin embargo, es posible reducir el impacto ambiental y sopesarlo con la contribución de las distintas aristas que integran los principios del desarrollo regenerativo. Estos principios, incluyen además de la parte ambiental, lo espiritual, cultural, político, económico y social. Analizando estos principios mencionados, es posible que la construcción contribuya al desarrollo regenerativo. Por ejemplo, mediante el desarrollo de proyectos constructivos se contrata mano de obra local y por ende se está contribuyendo a nivel social y económico en los comercios cercanos a la obra y brindando sustento a familias de la localidad. Es importante también, inculcar en los colaboradores el sentimiento y la preocupación por conservar los recursos para no descuidar la parte ambiental.

### ***1.3 Justificación del proyecto***

El principal beneficio del desarrollo del presente trabajo de investigación es el de contar con una evaluación de las prácticas constructivas y de diseño aplicadas a un proyecto de construcción de una terminal de autobuses en ejecución, comparándolas con las buenas prácticas

y recomendaciones realizadas por el GPM. Sin embargo, este entregable principal del trabajo de investigación no brinda mayores beneficios por sí solo, si no es encausado de una forma óptima que venga a contribuir a la organización ejecutora y al proyecto analizado como tal. El trabajo investigativo, podrá arrojar mayor claridad sobre los elementos que deberán ser sometidos a una revisión, de modo que puedan ser modificados para adaptarse a las recomendaciones del GPM. Este entregable, podrá ser utilizado a futuro como una guía para la aplicación de los elementos en la gestión de proyectos de la organización de modo que se puedan obtener proyectos sostenibles desde su diseño hasta la ejecución de la construcción y su operación.

La elaboración de proyectos de investigación como el presente, se orientan a la creación de una cultura de responsabilidad socio ambiental que debe ser promovida entre los profesionales involucrados en las áreas, tanto del sector construcción, como de la gestión de proyectos en general. Con el presente entregable, se iniciará por promover esta responsabilidad en los involucrados en la organización seleccionada y el proyecto de la terminal de autobuses en específico. La meta a un plazo mayor, es la de contar, cada día más, con proyectos que incluyan los conceptos de sostenibilidad desde los puntos de vista ambientales, sociales, económicos, culturales y políticos y que sean incluidos desde la fase de su diseño. La sostenibilidad, concebida desde el diseño de un proyecto de construcción, facilitará la aplicación de estas buenas prácticas desde su ejecución. Sin embargo, será importante también desarrollar la cultura de responsabilidad en sostenibilidad, en las organizaciones encargadas de ejecutar estos proyectos.

El análisis comparativo de la organización y el proyecto seleccionado, con las buenas prácticas sugeridas por el GPM, permitirá conocer con claridad el estado actual de la situación de la organización en esta materia. Al conocer el estado actual, será también posible analizar los puntos de mejora y las modificaciones necesarias a implementar en la búsqueda de la

sostenibilidad de los proyectos a ejecutar. No debe ser obviado el hecho que la necesidad de buscar la sostenibilidad en el diseño y la ejecución de proyectos constructivos, no implicará el despilfarro de recursos económicos. Por el contrario, la sostenibilidad en proyectos contempla el punto de vista económico, entre otros, y la meta es encontrar la optimización de recursos, contemplando la racionalidad de inversión en el diseño y ejecución de los proyectos. En este punto, es importante considerar la totalidad de los interesados del proyecto, principalmente a todos aquellos que no es tan sencillo visualizarlos y que pueden terminar siendo afectados sin compensación alguna, esto es contemplado mediante las externalidades ambientales y la determinación de su costo asociado.

Como se mencionó anteriormente, la idea de realizar un análisis comparativo brindaría pocos beneficios, si no se encauzaba el trabajo, de forma adecuada, a la búsqueda de la sostenibilidad de los proyectos a diseñar y ejecutar. Parte de los beneficios del presente trabajo de investigación, fueron el establecimiento de métricas e indicadores que facilitarían una continua valoración de las organizaciones en las que se deseen aplicar los conceptos de sostenibilidad de proyectos. Estas métricas e indicadores, dan información necesaria sobre si los esfuerzos que se realicen dan los frutos esperados por la organización, y por el proyecto, de modo que se puedan visualizar áreas de mejora que deban ser sometidas a cambio, hasta alcanzar satisfacción en la sostenibilidad de los proyectos según el estándar de GPM.

#### ***1.4 Objetivo general***

Evaluar las prácticas de gestión de un proyecto de construcción en su etapa de ejecución, mediante su comparación con las buenas prácticas en gestión de proyectos del GPM, para proponer procesos estándar de gestión de proyectos sostenibles, tanto en etapas de diseño, planeamiento como de ejecución.

### **1.5 *Objetivos específicos***

1. Recopilar los principios y las características de los procesos de gestión de proyectos sostenibles según GPM para que sean incluidos en una futura norma a proponer a la organización.
2. Caracterizar las prácticas constructivas que se están aplicando en el proyecto de la construcción de la terminal de autobuses para determinar el estado actual de la situación.
3. Analizar, comparativamente, las prácticas constructivas llevadas a cabo actualmente o propuestas en el proyecto, con las buenas prácticas sugeridas por el GPM para determinar las brechas y proponer una norma apropiada.
4. Proponer ingenierías de valor a ser incluidas en el diseño y la ejecución de la obra constructiva para mejorar sus elementos de sostenibilidad, brindando mayor valor al proyecto.
5. Establecer indicadores de desempeño en relación con la sostenibilidad para dar seguimiento al cumplimiento de metas.

## **2 Marco teórico**

### **2.1 *Marco institucional***

#### **2.1.1 Antecedentes de la institución**

La constructora CIC S.A., es una empresa privada de capital costarricense que opera en la industria constructiva del país desde el año 2013. La empresa nace en San José, con el objetivo de posicionarse en el mercado nacional de la construcción de obra civil, respondiendo a altos estándares de calidad.

Inicialmente la organización dedica sus esfuerzos a la construcción de viviendas con alto nivel de acabados y remodelaciones, principalmente para oficinas. A partir del año 2018, por medio de alianzas estratégicas, la empresa da un giro e incursiona en el negocio de hidrocarburos, lo que le da un gran impulso y la posiciona en un alto nivel. En el año 2019, por

la demanda de proyectos del sector de hidrocarburos, se decide separar a la organización en dos divisiones, la división de hidrocarburos y la división de obra civil.

Al día de hoy, la constructora CIC S.A., cuenta con una trayectoria que se resume en 123 proyectos constructivos entregados con presupuestos que rondan desde \$200 000 hasta \$7 000 000. Los proyectos concluidos, suman un área total de construcción de 63 000 m<sup>2</sup> al presente año. Aparte de la división de hidrocarburos, en la división de obra civil se cuenta con experiencia en la ejecución de obras constructivas residenciales, del sector hospitalario y del sector educación. La gama de clientes abarca tanto sector privado como público, aunque es el sector público el principal contratante de obras.

El presente trabajo de investigación, se encuentra ambientado en un proyecto específico de la división de obra civil, que fue adjudicado mediante una licitación pública en el año 2017 y dio inicio a partir del mes de abril del 2021. Este proyecto consiste en la construcción de una terminal de autobuses moderna en la provincia de Alajuela. El proyecto cuenta con un área de 14 000 m<sup>2</sup>, que incluyen la construcción de superficies de pavimento, zonas peatonales, recreativas y verdes, áreas comerciales y administrativas propias de la operación y el mantenimiento de la terminal. Se espera que la terminal inicie sus operaciones a partir del segundo trimestre del año 2022. El proyecto fue diseñado desde el año 2014 y, por cambios en distintos códigos, especificaciones y demás, ha sufrido cambios para ajustarlo a los requerimientos actuales. El plazo del proyecto es de doce meses para la entrega al cliente, y se tiene un presupuesto acordado a precio fijo más reajustes de \$3 000 000.

El fenómeno de la conurbación urbana que se ha presentado en las últimas décadas, producto del crecimiento de actividades económicas en la GAM, ha provocado una creciente demanda en la necesidad de los traslados diarios de personas a sus lugares de trabajo, viviendas y demás

lugares. Producto de esta necesidad de transporte, nace el proyecto de la construcción de la terminal de autobuses que espera satisfacer las necesidades de 35 mil usuarios diarios. Además, este proyecto espera contribuir en el esfuerzo por mejorar el ordenamiento del ordenamiento del transporte público y su respectiva infraestructura.

### **2.1.2 Misión**

“Ofrecer a nuestra cartera de clientes soluciones innovadoras, integrando las distintas áreas de diseño y ejecución de obras constructivas bajo un solo espectro de servicios, otorgando una dirección de alto rendimiento y una calidad adecuada, basados en la honestidad hacia el cliente, una continua búsqueda por la mejora y la innovación, aplicación del liderazgo, desarrollo, transparencia y responsabilidad hacia el medio ambiente y la sociedad.” (Constructora CIC S.A., 2021).

De la anterior declaración de misión, se logra destacar la importancia del énfasis en la innovación, la integración de áreas de conocimiento y, principalmente, en la responsabilidad hacia el medio ambiente y la sociedad. El eje principal relacionado con la preocupación por el medio ambiente y a la contribución a la sociedad, en conjunto con la innovación y la integración de áreas de conocimiento, permite hacer posible la ejecución del presente trabajo de investigación que se orienta, principalmente, a la responsabilidad de la preservación del medio ambiente, buscando la sostenibilidad de las acciones ligadas con el proyecto en ejecución. La innovación por otra parte, permite descubrir nuevas rutas en la ejecución de proyectos en la búsqueda de su sostenibilidad y la aplicación de nuevos descubrimientos.

### **2.1.3 Visión**

Ser una empresa líder en el sector construcción dentro del mercado costarricense y centroamericano, convirtiéndonos en los principales aliados de nuestros clientes con el fin de alcanzar sus objetivos y alinearlos con los nuestros, por medio de brindar soluciones

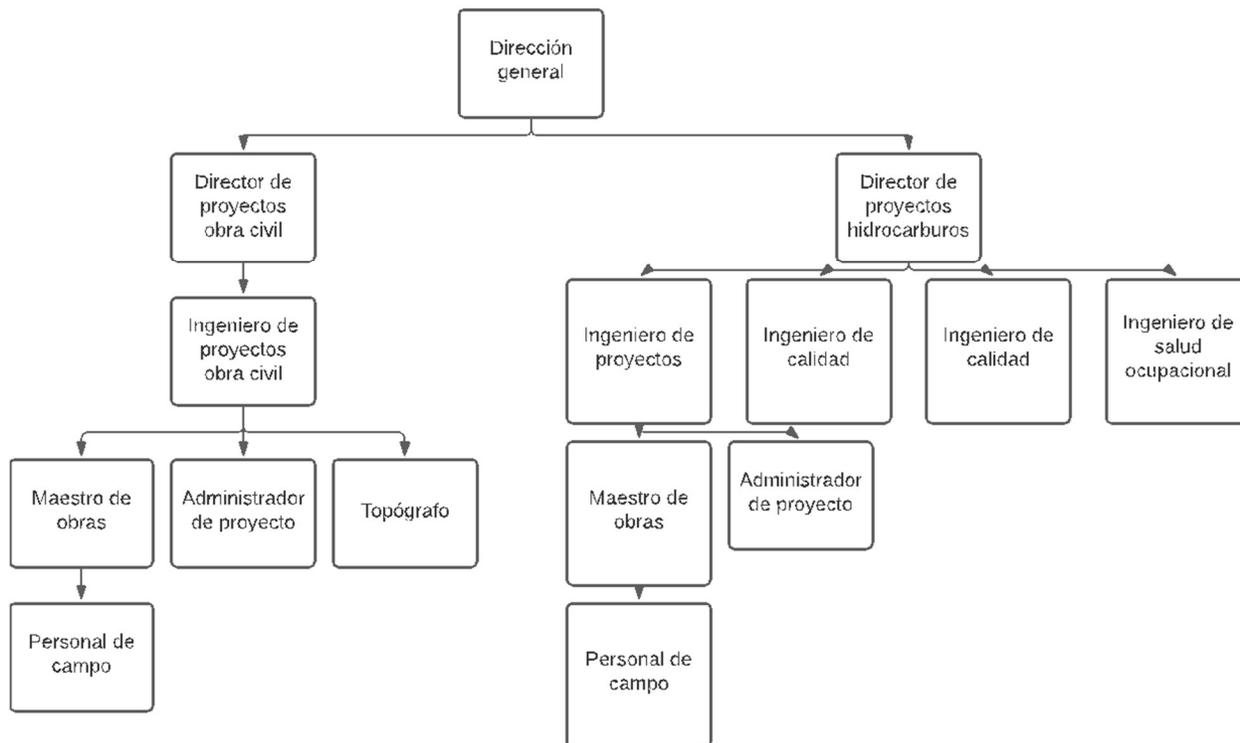
integradas y un servicio con altos estándares de calidad, salud e higiene ocupacional. (Constructora CIC S.A., 2021).

La visión de empresa descrita permite observar el panorama del deseo de crecimiento por parte de la organización. Este deseo de crecimiento, en conjunto con los principios de la declaración de misión, pueden brindar la oportunidad de implementar evaluaciones, retroalimentaciones y demás información sobre la organización que sea de utilidad en la búsqueda de una continua mejora. En el proyecto analizado, permitirá que sea sometido a una evaluación, de modo que se apliquen las acciones correctivas que se consideren necesarias para alinear los objetivos estratégicos de la organización con la sostenibilidad del proyecto, según las buenas prácticas del GPM y las recomendaciones que surjan.

#### **2.1.4 Estructura organizativa**

Daft (2019) señala sobre la estructura organizacional que esta “designa relaciones formales de subordinación, cómo el número de niveles en la jerarquía y el tramo de control de los gerentes y supervisores... identifica el agrupamiento de individuos en departamentos y el de departamentos en la organización total” (p. 90). La estructura organizacional por otra parte, se ve reflejada en el organigrama de la empresa. La organización seleccionada para el presente trabajo de investigación, tiene una estructura orientada a proyectos, sus operaciones se orientan a la ejecución de proyectos constructivos. A continuación, se presenta el organigrama de la constructora CIC S.A.

**Figura 1. Estructura organizativa**



Nota: Autoría propia.

El proyecto elegido para el presente trabajo de investigación se desarrolla en la dirección de proyectos de obra civil, la cual responde directamente a la dirección general de la organización a través de un director de proyectos. El director de proyectos de obra civil puede tener a uno o varios ingenieros de proyectos a su cargo, dependiendo de la cantidad de proyectos que estén asignados a la organización, aunque el esquema organizativo se mantiene.

En la división de proyectos de obra civil, se cuenta con un maestro de obras el cual tiene a su cargo al personal de campo, que se encarga de ejecutar las obras constructivas del proyecto asignado, además, se cuenta con un administrador que está encargado del control del inventario, control de planillas y proveeduría del proyecto, así como otras tareas, también se cuenta con profesionales en topografía a tiempo completo. Aparte, se llevan subcontratos para contar con

servicios tales como seguridad ocupacional que es brindada por una empresa externa a la organización al igual que la regencia ambiental, ambos contratos bajo el ingeniero de proyecto.

### **2.1.5 Productos que ofrece**

La organización analizada, ofrece una diversidad de productos que están relacionados entre si y son descritos a continuación.

**2.1.5.1 *Diseño de obras constructivas.*** El diseño y consultoría de obras es uno de los productos ofrecidos por la organización. Este producto es ofrecido a través de la integración de conocimientos de distintas disciplinas tales como ingeniería estructural y arquitectura, esto se ofrece a través de la asociación con una organización dedicada a la consultoría de proyectos constructivos. Es posible aplicar los conocimientos y la información de la división de diseño para orientarlo en las ingenierías de valor para aportar al proyecto actual, esto desde el punto de vista de sostenibilidad de proyectos.

**2.1.5.2 *Ejecución de obras constructivas.*** El principal producto de la organización consiste en la ejecución de obras constructivas tanto en la división de obra civil como en la de hidrocarburos. Esto se genera a través de procesos de licitaciones, en las cuales se adjudican los proyectos a la empresa luego de la presentación de ofertas formales, ganar el concurso y firmar contratos. Una vez adjudicados los proyectos, se ejecutan hasta completar los entregables acordados. Uno de estos proyectos, la terminal de autobuses, es sobre el cual se basa el trabajo actual investigación.

## **2.2 *Teoría de administración de proyectos***

“Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.” (PMI, 2017, p. 4). Se distingue que la construcción de la terminal de autobuses seleccionada es un proyecto al ser temporal, teniendo una duración de 12 meses en su ejecución y produciendo un resultado que es único e irrepetible. Se podrán construir varias estaciones de

autobuses, pero ninguna será idéntica a la seleccionada en el trabajo de investigación. Orientado el análisis dentro del punto de vista del trabajo de investigación, es un proyecto ya que la evaluación a realizar y la integración de conocimientos relacionados con sostenibilidad de proyectos es única y temporal de igual forma.

Es importante, también, tener en cuenta el enfoque dado a los proyectos por distintos autores. Por ejemplo, el GPM define un proyecto como “una inversión que requiere un conjunto de actividades coordinadas llevadas a cabo durante un periodo finito de tiempo con el fin de lograr un producto único en apoyo de un resultado deseado.” (GPM, 2018, p. 12).

Los proyectos tienen distintas formas en cuanto a su forma y en su gestión. Por ejemplo, la constructora CIC S.A. está dedicada únicamente a la ejecución de proyectos constructivos y su gestión está orientada en el cumplimiento de las buenas prácticas descritas en el PMBOK®, sin embargo, es posible aplicar recomendaciones adicionales en relación con la gestión de proyectos, tales como las establecidas por organizaciones como el GPM.

### **2.2.1 Administración de proyectos**

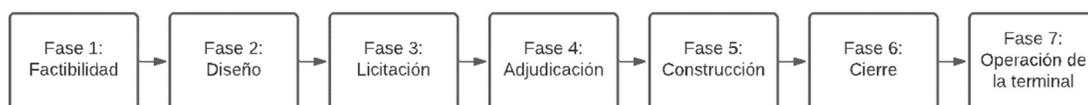
La administración de proyectos es definida por Lledó (2017) como “la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo” (p.26). Una administración de proyectos apegada a las buenas prácticas descritas por guías como el PMBOK®, facilitará definitivamente la entrega de resultados satisfactorios en el rendimiento de los proyectos. Adicionalmente, es importante mantener la gestión de proyectos con los objetivos estratégicos de la organización.

Como parte de los conocimientos y criterio que un director de proyectos debe tener, se encuentra su responsabilidad por definir, en conjunto con el equipo de proyecto, aspectos tales como el ciclo de vida del proyecto, los procesos y las áreas del conocimiento de la administración de proyectos que se utilizarán, así como integrar la gestión.

### 2.2.2 Ciclo de vida de un proyecto

La Guía del PMBOK<sup>®</sup>, define el ciclo de vida de un proyecto como “la serie de fases que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su conclusión.” (PMI, 2017, p. 19). Como se mencionó anteriormente, en la administración de proyectos, el director debe definir, en conjunto con su equipo, el tipo de ciclo de vida del proyecto y las fases que el mismo atravesará. El proyecto de la construcción de la terminal de autobuses, tiene un enfoque de ciclo de vida de naturaleza predictiva. Esto se debe a que el cronograma, alcance y costo del proyecto se determinó en una etapa temprana. Por otra parte, el proyecto fue dividido en distintas fases para facilitar la comprensión y gestión del mismo. A continuación, se presenta un esquema con las fases en las cuales se dividió el proyecto.

**Figura 2. Ciclo de vida de la construcción de la terminal de autobuses**



Nota: Autoría propia.

El proyecto elegido, inició la fase cinco de construcción a partir de abril del 2021 y se estimó una duración de doce meses, esta fase a su vez se subdividió en los distintos entregables que la componen tales como la etapa de movimiento de tierra, obra gris, acabados y demás. Se debe tener en cuenta que según Lledó (2017), “cada fase del proyecto por lo general termina con un entregable o lección aprendida que habilita o no a continuar con la siguiente fase (p. 28).

Aplicado al proyecto elegido, la fase de factibilidad terminó con un documento de factibilidad del proyecto que permitió continuar a la fase de diseño, la cual terminó con los planos de diseño que fueron utilizados en la ejecución del mismo. La fase de licitación culminó con el plan de gestión del alcance que contempla las especificaciones técnicas y el cartel de licitación como tal,

en la adjudicación se cerró con la elección de la organización que llevó a cabo las obras constructivas. La fase de construcción del proyecto culminó con el entregable constructivo (la terminal de autobuses) a satisfacción del cliente y posteriormente se cerró el proyecto que al finalizar entró en operación el producto del proyecto que es la terminal de autobuses funcional recibiendo al público.

### **2.2.3 Procesos en la Administración de Proyectos**

Las cinco fases del ciclo de vida ejemplificadas en el apartado anterior, se componen de una serie de actividades que culminan con el entregable final de cada fase, estas actividades son conocidas como los procesos de la administración de proyectos. La guía del PMBOK<sup>®</sup>, define los procesos de modo que cuentan con entradas, herramientas y técnicas y salidas o resultados. Las entradas son los insumos con los que se cuenta al iniciar un proceso, las herramientas y técnicas son los medios utilizados para trabajar las entradas y las salidas son los entregables o resultados que se reciben al finalizar el proceso específico. Adicionalmente, la guía del PMBOK<sup>®</sup>, ha agrupado cinco grupos de procesos que consisten en inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control y cierre. Es importante aclarar que, los cinco grupos de procesos mencionados anteriormente son distintos a las fases del proyecto. Las fases del proyecto son definidas por el equipo del proyecto y estas pueden dividirse en los 5 grupos de procesos. Es trabajo del administrador de proyectos el definir cuales grupos de procesos serán aplicados a los procesos específicos de cada proyecto.

La finalidad del grupo de procesos de inicio la de tener la posibilidad de concretar un nuevo proyecto o fase para iniciarlo. En el grupo de procesos de planificación se define el alcance de las actividades a realizar con el fin de definir el plan de acción que busca alcanzar los objetivos trazados en el proyecto. En el grupo de procesos de ejecución se completa el trabajo que ha sido definido anteriormente para completar las actividades necesarias que fueron planificadas

anteriormente. El grupo de procesos de control y monitoreo se encargan de rastrear y medir el avance y los medios utilizados en el proyecto, esto con el fin de encontrar puntos de mejora. En el grupo de procesos de cierre, se llevan a cabo las actividades necesarias para cerrar las fases o el proyecto.

#### **2.2.4 Áreas del conocimiento de la administración de proyectos**

En la guía del PMBOK® se definen diez áreas de conocimiento de la gestión de proyectos.

Como parte de las obligaciones del director del proyecto, se encuentra el determinar cuáles áreas y procesos de la gestión de proyectos serán desarrollados y aplicados a lo largo de la ejecución del proyecto en análisis. A modo de ejemplo, se ilustran algunos de los procesos a desarrollar en el proyecto elegido según las áreas de conocimiento de la gestión de proyectos.

**2.2.4.1 Integración:** como parte de la gestión de la integración del proyecto, se desarrollan actividades tales como el contrato de formalización del vínculo contractual entre la constructora CIC S.A. y el contratante del proyecto.

**2.2.4.2 Alcance:** en el área de gestión del alcance, se garantiza que el proyecto incluya todo el trabajo requerido para culminarlo sin hacer más o menos de lo contratado. En esta área, se encuentra el desarrollo de la EDT del proyecto entre otras actividades. La EDT representa la división de los entregables del proyecto en componentes más pequeños con el fin de manejarlos de forma más sencilla.

**2.2.4.3 Cronograma:** el desarrollo y la constante actualización y seguimiento del cronograma hacen parte de la gestión de esta área de conocimiento.

**2.2.4.4 Costos:** la elaboración del presupuesto del proyecto es una acción clara de la gestión de los costos del proyecto, aunque incluye otras actividades desde la planificación hasta el control de los costos.

- 2.2.4.5 *Calidad*:** la calidad puede ser llevada a cabo a través de las inspecciones diarias realizadas por el ingeniero residente, que se encarga de transmitir las a través de los informes brindados por la organización.
- 2.2.4.6 *Recursos*:** la gestión de los recursos es llevada a cabo en el momento que se realiza la adquisición del recurso humano a emplearse en el proyecto, también en los demás recursos requeridos en el proyecto.
- 2.2.4.7 *Comunicaciones*:** la gestión de las comunicaciones es llevada a cabo desde el momento en que se intercambian correos o se envían solicitudes de información tanto dentro como fuera de la organización. Sea con clientes, proveedores, inspectores u otros.
- 2.2.4.8 *Riesgos*:** los riesgos son tomados en cuenta en distintas etapas del proyecto. Por ejemplo, al elaborar el presupuesto y el cronograma del proyecto se contemplan los riesgos asociados al mismo en el momento que se incluyen imprevistos y contingencias. También se consideran en el plan integral de riesgos, el cual la Constructora CIC S.A. no realiza.
- 2.2.4.9 *Adquisiciones*:** las adquisiciones hacen parte del diario vivir en el presente proyecto, en promedio se hacen compras semanales para insumos de construcción.
- 2.2.4.10 *Interesados*:** los interesados son gestionados a través de reuniones y demás actividades, tales como las inspecciones. Sin embargo, no se tiene un plan de gestión de interesados en la organización analizada.

### **2.3 *Otra teoría propia del tema de interés***

#### **2.3.1 *Gestión de proyectos sostenibles***

“Para que un proyecto sea sostenible, los requerimientos y las restricciones deben incluir la mitigación de los impactos ambientales, sociales y económicos negativos y el logro de los beneficios descritos en el caso de negocio.” (GPM, 2018, p. 12). Adicionalmente, el GPM ha

definido seis principios que deben contener los proyectos sostenibles y que se describen a continuación.

- 2.3.1.1 *Compromiso y responsabilidad:*** está orientado a la transparencia y compromiso que deben tener los directores de proyectos con la sostenibilidad integral de los proyectos desde ambiente, sociedad y economía.
- 2.3.1.2 *Ética y toma de decisiones:*** como parte de la responsabilidad de los directores de proyectos, estos deben ejercer una ética orientada a altos valores para transferirlos a la sociedad mediante la ejecución de proyectos.
- 2.3.1.3 *Integrado y transparente:*** la transparencia en la mayoría de gestiones, hace posible que los directores de proyecto aseguren que sus acciones están apegadas a prácticas sociales adecuadas. Es también deber de los directores de proyecto el integrar la parte económica, social y ambiental en la gestión de sus proyectos.
- 2.3.1.4 *Basado en principios y valores:*** la gestión de proyectos debe orientarse a respetar los recursos naturales y transmitir esta responsabilidad a los involucrados en los proyectos.
- 2.3.1.5 *Equidad social y ecológica:*** en la gestión de proyectos debe evaluarse la desigualdad existente en los distintos estratos de la sociedad. La vulnerabilidad existente en distintos sectores debe ser considerada y tomada en cuenta en la gestión de proyectos en aras de buscar igualdad entre sectores.
- 2.3.1.6 *Prosperidad económica:*** en la dirección de proyectos sostenibles, es vital alinear las estrategias y los objetivos de los proyectos dirigidos con los intereses de las generaciones futuras que habitarán nuestro planeta.

La gestión de proyectos sostenibles, se orienta a integrar la clásica triple restricción con los conceptos relacionados con proyectos sostenibles tales como los mencionados anteriormente.

### **2.3.2 Metodología PRiSM**

“PRiSM es un enfoque estructurado de gestión de proyectos que integra la sostenibilidad con prácticas generalmente aceptadas de gestión de proyectos para reducir los impactos negativos ambientales, sociales y económicos en todo tipo de proyectos.” (GPM, 2018, p. 29). PRiSM se puede utilizar en distintos sectores de proyectos tales como los de la industria de la construcción. El ciclo de vida que propone PRiSM divide el proyecto en cinco etapas, las cuales consisten en pre-proyecto, descubrimiento, diseño, entrega y cierre.

El GPM ha definido seis entregables que son considerados clave dentro del enfoque PRiSM: el caso de negocio, el análisis de impacto P5, el documento de requerimientos, el documento de diseño, el plan de gestión de sostenibilidad y los criterios de éxito de los proyectos. Este enfoque de gestión de proyectos, se encarga de garantizar que la gestión del proyecto y los productos del proyecto sean sostenibles. Para el proyecto actual, es posible utilizar los principios de la metodología PRiSM y el estándar P5 para evaluar la situación actual del proyecto inicialmente con el objetivo de proponer acciones de mejora.

### **2.3.3 Estándar P5**

El estándar P5 es una herramienta desarrollada por el GPM que se basa en los cinco principios que contemplan personas, planeta, beneficio, proceso y producto. El P5 enlaza la gestión de proyectos con la “estrategia organizacional para la sostenibilidad y se centra en los impactos de los procesos y entregables de los proyectos en el medio ambiente, en la sociedad, en la línea base corporativa y en la economía local.” (GPM, 2018, p.7).

La herramienta del P5, permite que se defina cómo medir los impactos generados por un proyecto en relación con la sostenibilidad y contemplando los cinco ejes mencionados anteriormente. La herramienta del P5, puede ser implementada en las organizaciones que tengan el deseo de elevar el nivel de transparencia en sus proyectos, de modo que puedan tomarse

decisiones orientadas a la búsqueda de la sostenibilidad. Este estándar, es un instrumento que podría ser de suma utilidad en muchas organizaciones interesadas en alcanzar la sostenibilidad en sus proyectos, por esta razón fue importante considerarla en el presente trabajo de investigación.

#### **2.3.4 Externalidades ambientales y costos**

Las externalidades ambientales consisten en los impactos que son generados a raíz de la ejecución de un proyecto o actividad relacionada. Las externalidades pueden ser tanto positivas como negativas e impactan a terceros que no siempre son considerados, ya que son todo un reto para poder lograr una acertada visualización de las mismas. Por ejemplo, el proyecto de la construcción de la terminal de autobuses, genera externalidades positivas con su entrada en operación a los comercios cercanos a la obra ya que aumenta la visitación y por ende pueden verse recompensados con mayores ingresos, esto es un beneficio. Por otra parte, se presentan externalidades negativas, tales como la contaminación durante el proceso constructivo o el aumento en la emisión de gases producto de una mayor concentración de autobuses en la zona, esto es un costo. Ambos puntos deben ser tomados en cuenta en un análisis costo-beneficio previo a emprender el proyecto, con el fin de sopesar si los costos son mayores a los beneficios o viceversa.

La evaluación de las externalidades permite comparar los impactos ambientales generados con términos económicos para facilitar la toma de decisiones. Adicionalmente, esta evaluación permite tomar en consideración la variable ambiental en conjunto con aspectos financieros, sociales y demás. Por estas razones, es de suma importancia que previo a la toma de decisión en la ejecución de un proyecto, se consideren y se sopesen las distintas variables involucradas sin dejar de lado el ambiente y los efectos que se generen producto de una inversión.

Producto de la revisión de las externalidades ambientales, será posible decidir si ejecutar o no el proyecto o proponer cambios que generen un valor agregado de modo que los beneficios sean incrementados. Estas decisiones pueden abarcar el cambio de ubicación el proyecto, cambiar el diseño, los proveedores o los procedimientos a ejecutar entre otros.

### **2.3.5 Energía solar fotovoltaica**

Un sistema fotovoltaico es el conjunto de equipos eléctricos y electrónicos que producen energía eléctrica a partir de la radiación solar. El principal componente de este sistema es el modulo fotovoltaico, a su vez compuesto por células capaces de transformar la energía luminosa incidente en energía eléctrica de corriente continua. (Perpiñán, 2020, p.1).

Debido a que el sol es una fuente inagotable y limpia para la generación de energía, es posible aprovechar la radiación y el calor generado por el sol. En el caso del calor, este puede aprovecharse para calentar agua. En el caso de la radiación, esta puede captarse mediante paneles solares y con el uso de inversores, es posible generar energía eléctrica. Este tipo de aprovechamiento de energía consiste en el uso de energías limpias.

La energía eléctrica producida mediante el sistema fotovoltaico puede estar tanto interconectada a la red como aislada. En el caso de la energía interconectada a la red, el sistema de generación mantiene una conexión con la red pública. En la modalidad interconectada con la red, cuando hay un excedente en la producción de energía, esta se inyecta a la red y en los momentos en los que el consumo es mayor a la generación, se toma la energía de la red. En el caso de la generación aislada, se utiliza un sistema de baterías que almacenan la energía producida.

### 2.3.6 Arquitectura verde o sostenible

“El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas.” (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987). Esto significa, que para alcanzar el desarrollo sostenible no solo se debe considerar el aspecto económico en la toma de decisiones para emprender proyectos, también se deben considerar aspectos sociales y ambientales entre otros.

Por otra parte, la arquitectura consiste en el “arte de proyectar y construir edificios” (Real Academia Española, s.f., definición 1) o el “diseño de una construcción” (RAE, s.f., definición 2). Tomando en consideración ambas definiciones, es posible interpretar la definición de la arquitectura sostenible como el diseño de obras constructivas que satisfacen las necesidades del presente sin afectar las de las generaciones futuras.

Diversos autores y organizaciones, han estudiado el concepto de la arquitectura sostenible y han propuesto soluciones que colaboren en esta área de la sostenibilidad. Por ejemplo, la Cámara Costarricense de la Construcción (CCC), elaboró en el año 2016 una guía de construcción sostenible, donde se dan recomendaciones para el diseño de obras. En particular, la guía solicita considerar los siguientes aspectos mencionados a continuación.

**2.3.6.1 Entorno y aprovechamiento pasivo de los recursos naturales.** El diseño de nuevas obras debe tener en consideración la topografía del proyecto a desarrollar. Los diseños deben adecuarse según la topografía de modo que la afectación provocada por el movimiento de tierras no provoque alteraciones negativas en las características hidrogeológicas el sitio a intervenir. Entre mayor presencia de maquinaria, mayor

contaminación sónica y emisión de gases contaminantes producirá el proyecto constructivo. En cuanto al reconocimiento de los elementos naturales, es importante que se respete la presencia de árboles y demás vegetación existente en la zona. En caso de no tener otra alternativa, se debe optar por la relocalización de la vegetación y no simplemente su destrucción. Es muy importante considerar la existencia de cuerpos de agua para evitar a toda costa su contaminación.

**2.3.6.2 *Orientación y forma.*** Sin dejar de lado los aspectos mencionados anteriormente, la CCC menciona la importancia de considerar la forma y la orientación de la edificación de modo que pueda producirse un ahorro energético y mayor confort a los ocupantes. Por ejemplo, se debe considerar que el sol sale del Este y se pone en el Oeste, con esta información es posible orientar a conveniencia la edificación según su forma. En el caso de una edificación rectangular localizada en un lugar cálido, se recomienda que sea orientada de forma longitudinal hacia el eje Este-Oeste de modo que la ganancia de calor sea reducida. Con estas variables será posible jugar con aspectos como la iluminación y ventilación natural, ahorrando en el consumo energético.

**2.3.6.3 *Iluminación natural.*** En relación con el punto mencionado anteriormente, la arquitectura de la obra a diseñar puede considerar aspectos como los materiales a emplear en la cubierta, jardines internos, losas cenitales y demás soluciones que puedan colaborar con la entrada de iluminación natural. Igualmente, las ventanas colaborarán en cierta medida para la iluminación. Es recomendable, que las habitaciones donde mayor tiempo se pase, colinden con zonas externas de modo que sea aprovechable la iluminación natural durante el día.

**2.3.6.4 Ventilación natural.** La ventilación es un aspecto fundamental a considerar en el diseño de cualquier obra constructiva. Para que una edificación sea habitable, se debe considerar el uso y requerimiento de aire fresco para ser utilizado por los seres humanos. Adicionalmente, el aire puede cargarse de agentes contaminantes que sean nocivos. En este caso, el diseñador deberá contemplar la ubicación de las entradas de aire en cuanto a la cantidad, tipo y ubicación de modo que sea comfortable para las personas que vayan a utilizar la edificación.

**2.3.6.5 Utilización de áreas verdes.** Las áreas verdes son zonas destinadas a la arborización o presencia de vegetación sin que estos espacios lleguen a ser edificables. En relación con los puntos anteriores, se debe procurar mantener al máximo la vegetación y los recursos naturales existentes en el sitio a intervenir. Estos recursos naturales podrán colaborar en el confort de las personas que utilicen los inmuebles y en un ahorro energético al depender en menor cantidad de equipos que brinden el confort de forma artificial.

**2.3.6.6 Jardines verticales.** Antes de entrar al tema de jardines verticales o en azoteas, es importante comprender el concepto de isla de calor urbana. La isla de calor urbana se produce cuando “los edificios desprenden su calor interno mientras que la ciudad calienta el aire, que está envuelto en una burbuja de aire caliente aprisionado.” (Heywood, 2018, p.129). Las fuentes de la producción de este calor no solamente son las edificaciones, los vehículos y ciertos materiales constructivos contribuyen al efecto de la isla de calor urbana. Esto se debe a que estos materiales se desprenden de forma más lenta del calor que captan durante el día en comparación con la vegetación. Debido a esto, entre mayor presencia de zonas verdes, mayor separación entre edificaciones y

mayor cantidad de ventilación natural en las ciudades, menor será el efecto del calor urbano.

Los jardines verticales, tal como lo indica su nombre, consisten zonas con presencia de vegetación que tienen una orientación vertical. En este caso, se refiere a la ubicación de vegetación en paredes y muros de edificaciones. El uso de jardines verticales, contribuirá en el aumento de zonas verdes y por ende contribuirá con los gases contaminantes, crea una barrera entre el ambiente y la edificación por lo que contribuye a reducir el calentamiento del inmueble entre otros beneficios.

Al igual que con los jardines verticales que son los mencionados en la guía de la CCC, es posible considerar en los diseños las azoteas verdes o jardines en azoteas. Heywood (2018) señala la existencia de cubiertas verdes que contribuyen a reducir las pérdidas de calor y la retención de aguas, adicionalmente menciona la existencia de cubiertas azules que son cuerpos de agua en las azoteas que permiten un mayor aislamiento térmico e igualmente el aprovechamiento de estas aguas.

**2.3.6.7 Áreas verdes.** Como se ha mencionado en los puntos anteriores, la presencia de zonas verdes contribuye a controlar las temperaturas de los ambientes. Al igual que los seres humanos, las plantas transpiran y al hacerlo “también liberan agua, precisamente cuando el aire absorbe el agua de las plantas, este se enfría y permite refrescar los espacios.” (CCC, 2016, p. 40). Este concepto se conoce como la evapotranspiración, que se basa en un concepto básico de la termodinámica en el que un cuerpo con mayor calor, transfiere el calor a otro cuerpo con menor cantidad para buscar el equilibrio. Relacionado con este mismo concepto de la termodinámica, las plantas también absorben parte de la energía solar presente y la procesan.

En general, las áreas verdes contribuirán a equilibrar las temperaturas y a absorber parte de la energía solar presente en el ambiente, lo que colaborará en el confort de los espacios a disfrutar por las personas. Esto conlleva a todo un reto para los diseñadores, ya que deben romper los esquemas tradicionales de cajones de concreto para incorporar las zonas verdes.

**2.3.6.8 *Conservación del agua y eficiencia del uso.*** Las aguas involucradas en un proyecto constructivo son divididas en el agua potable, agua pluvial y las aguas grises y negras. En el aspecto del agua potable, es imperioso tener claro que el agua potable es un recurso natural finito que debe ser cuidado y racionado. Teniendo esto claro, se debe optar por mecanismos que permitan reutilizar aguas y reducir los consumos. En la parte de agua potable, primero es importante definir donde es estrictamente necesaria y donde no. Por ejemplo, para consumo y para cocinar el agua debe ser potable para evitar brotes y enfermedades. Sin embargo, en el uso de descarga de inodoros, el riego de jardines y actividades relacionadas el agua potable puede ser eliminada o racionada. En este aspecto es igualmente importante considerar los accesorios a emplear en las instalaciones como lo son la grifería, equipos y electrodomésticos que consuman menor cantidad de agua. El uso de aireadores, griferías de sensor, inodoros de bajo consumo u orinales sin consumo de agua son ideas que los diseñadores y constructores pueden emplear para bajar el consumo de agua.

Por otra parte, las aguas pluviales son igualmente importantes de tratar, aunque generalmente se les resta importancia. Al hacer una intervención en una zona y construir una edificación, se está sustituyendo un estrato de capa vegetal permeable por una estructura que sustituirá la infiltración de las aguas y la convertirá en escorrentía.

La escorrentía es captada y encausada mediante el uso de caños, tragantes, pozos y tuberías que transportan las aguas a cuerpos de agua tales como ríos. Sin embargo, en el tránsito de estas aguas, se transportan diversos agentes externos y contaminantes presentes en la ciudad que llegan a contaminar los cuerpos de agua. Por esta razón, es importante aumentar la capacidad de infiltración del agua al subsuelo mediante distintos métodos tales como los mencionados jardines y azoteas verdes, el uso de lagunas de retención de aguas pluviales o áreas verdes como tal que disminuyan la escorrentía. Adicional a las recomendaciones mencionadas anteriormente, “se recomienda la colocación de estructuras que permitan una sedimentación de sólidos antes del desfogue a un cuerpo de agua.” (CCC, 2016, p.57).

**2.3.6.9 Reducción de desechos de construcción.** El aspecto de los desechos de la construcción debe ser tratado con suma responsabilidad y urgencia por parte de los involucrados en los proyectos. El escenario óptimo es un proyecto constructivo que no genere residuos. En esta vista, es importante que el desecho de una determinada actividad, sea el insumo de otra y así no se convierta en residuo. Propiamente en el sector construcción, existen regulaciones en los proyectos que deben contar con una regencia ambiental que garantice la correcta disposición de los desechos.

**2.3.6.10 Equipos de aire acondicionado de alta eficiencia.** La CCC, encomienda investigar con los distintos proveedores existentes en el mercado, para utilizar equipos de ventilación de alta eficiencia cuando sea estrictamente necesario. Los equipos de alta eficiencia alcanzan altos niveles de eficiencia con un consumo energético reducido.

**2.3.6.11 Control de iluminación exterior.** La iluminación exterior de los proyectos constructivos es un tema igualmente importante al momento de diseñar la obra. En este caso, se debe

procurar colocar la iluminación exterior en zonas estrictamente necesarias tales como calles, aceras y demás ubicaciones que por motivos de seguridad requieran iluminación.

**2.3.6.12 *Energía solar.*** La captación y el aprovechamiento de la energía solar ya fue mencionado en la sección 2.3.5, aunque de igual forma es preciso mencionarlo al ser una recomendación de la guía de construcción sostenible.

**2.3.6.13 *Sistemas de calentamiento de agua.*** El calentamiento de agua es el último aspecto mencionado a considerar en la guía. Este puede tener una estrecha relación ya que la energía solar puede ser utilizada tanto para energía como para el calentamiento de agua, lo que eliminaría el uso de calentadores y termo duchas en las obras constructivas.

### **3 Marco metodológico**

Este capítulo del marco metodológico es un espacio en el cual se exponen los medios utilizados para desarrollar la investigación llevada a cabo. Esta sección es clave para exponer las formas en las que se analizó y trató el problema planteado en la investigación. “El marco metodológico es la instancia referida a los métodos, las diversas reglas, registros, técnicas y protocolos con los cuales una teoría y su método calculan las magnitudes de lo real”. (Ballestrini, 2006, p. 126).

Como parte de los medios del marco metodológico para construir la presente investigación, se procedió a componerlo de fuentes de información primarias y secundarias, métodos de investigación, herramientas, supuestos y restricciones y entregables.

#### **3.1 Fuentes de información**

Las fuentes de información hacen parte de un medio básico que se convierten en la base para desarrollar la investigación sin importar su naturaleza. “La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema.” (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p. 4). Son las fuentes las que permiten

trazar la ruta de la investigación desde la concepción de la idea hasta la materialización de la misma. En el presente trabajo de investigación, fueron utilizadas tanto fuentes primarias como secundarias para obtener la información requerida.

### 3.1.1 Fuentes primarias

“Las referencias o fuentes primarias proporcionan datos de primera mano, pues se trata de documentos que incluyen los resultados de los estudios correspondientes.” (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p. 61). Las fuentes primarias vienen de una fuente directa y son producto de la investigación, estas pueden componerse de distintos objetos que incluyan imágenes o documentos. Estos documentos pueden estar contenidos en revistas, informes, libros, periódicos y otros.

### 3.1.2 Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias permiten conocer datos a partir de documentos recopilados por investigadores que utilizaron alguna fuente primaria. Las fuentes secundarias pueden contener información proveniente de fuentes primarias y que han resumido y ordenado de forma que se puede conceptualizar de mejor forma la información. Incluso, las fuentes secundarias pueden proporcionar la información necesaria para lograr encontrar las fuentes primarias que se deseen consultar y en las cuales se hayan basado. Es importante asegurarse que las fuentes secundarias sean confiables para ser utilizadas en una determinada investigación.

El resumen de las fuentes de información que se utilizaron en este proyecto se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1 Fuentes de información utilizadas**

Objetivos	Fuentes de Información	
	Primarias	Secundarias
1. Recopilar los principios y las características de los procesos de gestión de proyectos sostenibles para	Repositorio de información de la organización sobre proyectos anteriores.	Literatura de administración de proyectos como la guía del PMBOK® y literatura del GPM

Objetivos	Fuentes de Información	
	Primarias	Secundarias
que sean incluidos en las medidas a proponer a la organización.		para gestión de proyectos sostenibles.
2. Caracterizar las prácticas constructivas que se están aplicando en el proyecto para determinar el estado actual de la situación.	Resultado de entrevistas a miembros del equipo de proyecto.	Informe de prácticas actuales en el proyecto en desarrollo. Incluye el análisis e interpretación de las entrevistas.
3. Analizar comparativamente las prácticas llevadas a cabo actualmente en el proyecto, con las buenas prácticas sugeridas por el GPM para determinar las brechas y sugerir cambios.	Resultado de entrevistas a miembros del equipo de proyecto.	Informe de prácticas actuales y literatura del GPM.
4. Proponer ingenierías de valor a ser incluidas en el diseño y la ejecución del proyecto para mejorar los elementos de sostenibilidad en el mismo, reduciendo la inversión original.	Especificaciones técnicas del cartel de licitación. Planos constructivos.	Revistas de construcción sostenible.
5. Establecer indicadores de desempeño en relación con la sostenibilidad para dar seguimiento a las metas que aseguren el cumplimiento de las mismas.	Resultado de entrevistas a miembros del equipo de proyecto.	Informes de desempeño en el proyecto en desarrollo, incluyendo los resultados y análisis de las entrevistas. Estándares de sostenibilidad del GPM.

Nota: La Tabla 1 muestra las fuentes de información utilizadas, en correspondencia con cada objetivo, y según sean primarias o secundarias.

### 3.2 *Métodos de Investigación*

La investigación consiste en un “conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema con el resultado (o el objetivo) de ampliar su conocimiento”. (Hernández & Mendoza, 2018, p. 4). Esta definición de investigación es utilizada sin importar el método de investigación que se desee utilizar. Las investigaciones pueden orientarse al estudio de un fenómeno o problema de variadas áreas de conocimiento en las cuales se desee ampliar el mismo.

Para conducir y orientar una determinada investigación que se desee llevar a cabo, es posible elegir un determinado método que pueda brindar beneficios en la obtención de los resultados buscados. A continuación, se analizan los métodos de investigación que fueron utilizados en el presente trabajo de investigación.

### **3.2.1 Método analítico**

El método analítico “es un camino para llegar a un resultado mediante la descomposición de un fenómeno en sus elementos constitutivos” (Lopera, Ramírez, Zuluaga & Ortiz, 2010, p. 17). Mediante el uso del método analítico en el presente trabajo de investigación, fue posible descomponerlo para atacarlo desde sus distintas aristas mediante distintas técnicas para ir recolectando la información requerida. El principio de la presente investigación, fue descompuesto en diferentes partes de modo que estas fueron investigadas por aparte para posteriormente evaluar su interrelación.

### **3.2.2 Método inductivo**

El método inductivo comprende un proceso mediante el cual “a partir del estudio de casos particulares, se obtienen conclusiones o leyes universales que explican o relacionan los fenómenos estudiados” (Jurado, 2002, p. 3). El método inductivo permite hacer generalizaciones a partir de tendencias observadas por el investigador. A partir de este método, se puede inferir una explicación para el fenómeno que ha sido sometido a estudio.

### **3.2.3 Método comparativo**

El método comparativo es “un procedimiento sistemático de contrastación de uno o más fenómenos, a través del cual se buscan establecer similitudes y diferencias entre ellos” (Castillo, s.f.). Mediante la aplicación del método comparativo, es posible realizar un análisis que contempla las comparaciones entre las buenas prácticas relacionadas con la gestión de proyectos sostenibles y el estado actual de la situación del proyecto analizado en el presente proyecto de investigación. El resultado obtenido mediante la aplicación del método comparativo es sometido

a distintas valoraciones y mediante la aplicación de técnicas y herramientas es posible definir un plan de acción a seguir.

En la Tabla 2, se pueden apreciar los métodos de investigación utilizados para el desarrollo de los objetivos definidos para este proyecto.

**Tabla 2 Métodos de investigación utilizados**

Objetivos	Métodos de Investigación		
	Método Analítico	Método inductivo	Método comparativo
1. Recopilar los principios y las características de los procesos de gestión de proyectos sostenibles para que sean incluidos en las medidas a proponer a la organización.	Utiliza la observación para extraer la información necesaria.	Mediante la observación, extrae la información relacionada con la hipótesis planteada.	NA
2. Caracterizar las prácticas constructivas que se están aplicando en el proyecto para determinar el estado actual de la situación.	Utiliza la descripción para definir lo observado en la muestra utilizada.	Utilizado para definir patrones en las prácticas constructivas.	NA
3. Analizar comparativamente las prácticas llevadas a cabo actualmente en el proyecto, con las buenas prácticas sugeridas por el GPM para determinar las brechas y sugerir cambios.	Combina la observación y la descripción para realizar el análisis comparativo.	Utilizado para buscar la correlación entre ambos puntos y suponer indicios.	Utilizado para buscar las semejanzas y las diferencias entre ambos puntos.
4. Proponer ingenierías de valor a ser incluidas en el diseño y la ejecución del proyecto para mejorar los elementos de sostenibilidad en el mismo, reduciendo la inversión original.	Mediante el examen crítico se aportaron propuestas para abordar el problema que se requiere solucionar.	Utilizado para construir una propuesta basada en una conclusión generalizadora para brindarle valor al proyecto.	Mediante el método comparativo, se procedió a proponer las ingenierías de valor más adecuadas para el proyecto.
5. Establecer indicadores de desempeño en relación con la sostenibilidad para dar seguimiento a las metas que aseguren el cumplimiento de las mismas.	Se utilizó el examen crítico para aportar propuestas para establecer indicadores.	NA	El método comparativo permitió relacionar y elegir los indicadores más adecuados.

Nota: La Tabla 2 muestra los métodos de investigación utilizados, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

### **3.3 Herramientas**

Las herramientas consisten en determinados instrumentos que son utilizados en la gestión de proyectos para llevar a cabo los procesos. La guía del PMBOK® se ha encargado de definir cierta cantidad de herramientas que son utilizadas para transformar entradas en salidas en los procesos de la gestión de proyectos. A pesar de no ser las únicas herramientas que existen, a continuación, se definirán las utilizadas en el presente trabajo de investigación.

**3.3.1 Análisis de datos:** Por medio del análisis de datos, es posible analizar una base de datos relacionada con el proyecto o la organización. El PMBOK® define una cantidad de técnicas de análisis de datos que abarcan, pero no se limitan al análisis de alternativas, costo-beneficio, valor ganado, causa raíz, tendencias y de variación.

**3.3.2 Planificación gradual:** Esta técnica permite organizar de forma progresiva el trabajo a realizar.

**3.3.3 Inspección:** La inspección contempla la constatación del trabajo con el fin de verificar si un trabajo cumple o no con las especificaciones y estándares determinados.

**3.3.4 Juicio de experto:** El juicio de experto consiste en considerar el conocimiento adquirido por una persona en una determinada área.

**3.3.5 Recopilación de datos:** Existen diversas técnicas de recopilación de datos que son utilizadas para extraer información valiosa en la toma de decisiones del proyecto.

**3.3.6 Toma de decisiones:** La toma de decisiones abarca distintas técnicas para la elección de decisiones a seguir en el proyecto.

**3.3.7 Tormenta de ideas:** La tormenta de ideas es utilizada para considerar diversos pensamientos que puedan ser tomados en cuenta posteriormente para una toma de decisiones.

En la Tabla 3, se definen las herramientas utilizadas para cada objetivo propuesto.

**Tabla 3 Herramientas utilizadas**

Objetivos	Herramientas
1. Recopilar los principios y las características de los procesos de gestión de proyectos sostenibles para que sean incluidos en las medidas a proponer a la organización.	Recopilación de datos.
2. Caracterizar las prácticas constructivas que se están aplicando en el proyecto para determinar el estado actual de la situación.	Inspección. Análisis de datos. Toma de decisiones.
3. Analizar comparativamente las prácticas llevadas a cabo actualmente en el proyecto, con las buenas prácticas sugeridas por el GPM para determinar las brechas y sugerir cambios.	Juicio de experto. Análisis de datos. Recopilación de datos.
4. Proponer ingenierías de valor a ser incluidas en el diseño y la ejecución del proyecto para mejorar los elementos de sostenibilidad en el mismo, reduciendo la inversión original.	Juicio de experto. Planificación gradual. Tormenta de ideas.
5. Establecer indicadores de desempeño en relación con la sostenibilidad para dar seguimiento a las metas que aseguren el cumplimiento de las mismas.	Juicio de experto. Planificación gradual.

Nota: La Tabla 3 muestra las herramientas utilizadas, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

### 3.4 *Supuestos y restricciones*

Un supuesto es algo “considerado real y verdadero sin la seguridad que lo sea.” (RAE, s.f., definición 1). La guía del PMBOK® define un supuesto como un “factor del proceso de planificación que se considera verdadero, real o cierto, sin prueba ni demostración.” (PMI, 2017, p.725). Considerando esta definición, los supuestos parten de ciertas premisas sobre factores que se esperan estén disponibles para realizar una actividad. Por ejemplo, para elaborar el presente trabajo de investigación, se parte del hecho que se tendrá acceso a la información requerida para poder elaborarlo.

Las restricciones, son factores que confinan los límites definidos para llevar a cabo una actividad. La guía del PMBOK® define una restricción como un “factor limitante que afecta la

ejecución de un proyecto, programa, portafolio o proceso” (PMI, 2017, p.723). Por ejemplo, en el caso de la elaboración del plan de dirección del proyecto, se tiene la restricción del tiempo que ya se encuentra predeterminado y que condiciona la elaboración a un tiempo ya establecido. Es vital que se tomen en consideración tanto los factores que se estiman estarán disponibles para cumplir los objetivos, como los que circunscribirán y marcarán los límites trazados en el cumplimiento de los objetivos. Para esquematizar lo indicado anteriormente, se elaboró la siguiente tabla.

**Tabla 4 Supuestos y restricciones**

Objetivos	Supuestos	Restricciones
1. Recopilar los principios y las características de los procesos de gestión de proyectos sostenibles para que sean incluidos en las medidas a proponer a la organización.	Acceso a un robusto repositorio de información relacionada con gestión de proyectos sostenibles.	Los costos que pueden representar el acceder a ciertas informaciones e investigaciones, asociado al pago de membresías.
2. Caracterizar las prácticas constructivas que se están aplicando en el proyecto para determinar el estado actual de la situación.	Disponibilidad del equipo para brindar la información del proyecto constructivo. Información recolectada es veraz y suficiente.	Imposibilidad de mencionar nombres reales y datos sensibles del proyecto.
3. Analizar comparativamente las prácticas llevadas a cabo actualmente en el proyecto, con las buenas prácticas sugeridas por el GPM para determinar las brechas y sugerir cambios.	Tiempo suficiente para realizar el análisis comparativo.	Imposibilidad de mencionar nombres reales y datos sensibles del proyecto. Poca experiencia en ejecución de proyectos sostenibles.
4. Proponer ingenierías de valor a ser incluidas en el diseño y la ejecución del proyecto para mejorar los elementos de sostenibilidad en el mismo, reduciendo la inversión original.	Se tiene disposición y apertura de los involucrados para estudiar las ingenierías de valor propuestas.	Plazo ajustado para implementar cambios.
5. Establecer indicadores de desempeño en relación con la sostenibilidad para dar seguimiento a las metas que aseguren el cumplimiento de las mismas.	Apertura de los involucrados para ser sometidos a	La evaluación se realizó en un proyecto ya iniciado, esto disminuye la planificación y estudio

Objetivos	Supuestos	Restricciones
	evaluaciones en desempeño.	de los indicadores a proponer.

Nota: La Tabla 4 muestra supuestos y restricciones utilizados en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

### 3.5 *Entregables*

“Un entregable es cualquier producto, resultado o capacidad único y verificable para ejecutar un servicio que se produce para completar un proceso, una fase o un proyecto.” (PMI, 2017, p. 95). En el proyecto analizado en el presente trabajo de investigación, el entregable principal es la terminal de autobuses terminada y operativa. Sin embargo, este entregable principal está subdividido en una cantidad de entregables como pueden ser la obra gris, acabados, movimiento de tierra y otros. Analizando el presente trabajo de investigación, éste tiene otros entregables que están asociados a los objetivos del proyecto de investigación, a continuación, se relacionan los objetivos y los entregables de la investigación.

#### **Tabla 5 Entregables**

Objetivos	Entregables
1. Recopilar los principios y las características de los procesos de gestión de proyectos sostenibles para que sean incluidos en las medidas a proponer a la organización.	Documento consolidado de principios de procesos de gestión sostenibles. Este documento contiene los principios de gestión de proyectos sostenibles que son aplicables a la organización analizada en la presente investigación y buenas prácticas relacionadas con el diseño y construcción de proyectos sostenibles.
2. Caracterizar las prácticas constructivas que se están aplicando en el proyecto para determinar el estado actual de la situación.	Informe de estado actual de la situación. Contiene información sobre las prácticas llevadas a cabo o propuestas durante el proceso constructivo del proyecto elegido.
3. Analizar comparativamente las prácticas llevadas a cabo actualmente en el proyecto, con las buenas prácticas sugeridas por el GPM para determinar las brechas y sugerir cambios.	Documento comparativo y de propuestas. En este documento se relaciona el documento consolidado de principios de procesos de gestión sostenibles con el informe de estado actual de la situación. Adicionalmente,

Objetivos	Entregables
4. Proponer ingenierías de valor a ser incluidas en el diseño y la ejecución del proyecto para mejorar los elementos de sostenibilidad en el mismo, reduciendo la inversión original.	<p>contempla propuestas a considerar en la gestión de proyectos sostenibles.</p> <p>Orden de cambio. Documento donde se proponen los cambios a ser aprobados, contempla la descripción de los cambios involucrando los impactos en plazo y costo. Su intención es generar un valor agregado al proyecto.</p>
5. Establecer indicadores de desempeño en relación con la sostenibilidad para dar seguimiento a las metas que aseguren el cumplimiento de las mismas.	Informe de indicadores y métricas de desempeño. Este documento establece indicadores relacionados con la gestión de proyectos sostenibles y el grado de madurez que se desea alcanzar, permitirá dar seguimiento al cumplimiento de metas trazadas.

Nota: La Tabla 5 muestra los entregables del proyecto, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

## 4 Desarrollo

En este capítulo se desarrollaron los entregables representados en la Tabla 5 y los cuales se encuentran asociados a los objetivos planteados. Los entregables propuestos son complementarios entre sí y en conjunto conforman el entregable principal presentado.

El primer entregable consiste en una recopilación de principios aplicables al tema en relación con la gestión de proyectos sostenibles y orientados a las recomendaciones dadas por el GPM. Con esta base, es posible desarrollar y tener un punto comparativo para los siguientes entregables.

El segundo entregable es la descripción de las prácticas llevadas a cabo en el proyecto en estudio de la terminal de autobuses. El fin de este entregable es poder evaluar las prácticas y representar y estado actual de la situación en la organización de estudio. Los primeros dos entregables sirven como insumo para desarrollar el tercer entregable, que consiste en un análisis comparativo entre las prácticas sugeridas por el GPM y las detectadas como utilizadas en el proyecto analizado.

En el cuarto y quinto entregables, se proponen acciones y metodologías a implementar en el proyecto de modo que sirvan como guía para el desarrollo de futuros proyectos en la organización. Los indicadores servirán para realizar evaluaciones que permitan orientar los esfuerzos en la búsqueda de la sostenibilidad en los proyectos a desarrollar.

### 4.1 *Principios de gestión sostenible*

Como parte de los principios de gestión sostenible de proyectos, relacionados con las recomendaciones dadas por el GPM, se procedió a ligar los procesos de la gestión del proyecto analizado con la metodología PRiSM, de modo que la gestión del proyecto pueda ser orientada a buscar su sostenibilidad. Adicionalmente, se realizó el plan de gestión de la sostenibilidad y la matriz de impacto P5.

#### 4.1.1 Caso de negocio

4.1.1.1 *Resumen Ejecutivo*. El crecimiento de la población y deficiencias en la gestión de transporte público ha tenido a la provincia de Alajuela por muchos años en espera de un sitio donde se pueda administrar y utilizar el servicio de transporte público de buses, por lo que esta iniciativa propone un terminal renovada y adaptada a las características que necesitan sus habitantes, la cual viene a responder a las exigencias de las últimas décadas en cuanto al crecimiento de la provincia por la aparición de nuevas fuentes de trabajo en la zona que provocan una mayor afluencia de personas locales y de diferentes partes del país.

La ciudad de Alajuela ha venido en un crecimiento poblacional y económico durante los últimos años que sobrepasó la capacidad de respuesta de los encargados de planificación urbanística de la zona, teniendo como resultado problemas en el transporte público de la ciudad ya que se encuentra muy desordenado, es por tal razón que el proyecto consiste en la construcción de la nueva Terminal de Buses de Alajuela, en el cual que se debe considerar en la infraestructura elementos que involucren el desarrollo sostenible y regenerativo, incluyendo también aspectos sociales y económicos importantes que pueden beneficiar la construcción de dicha terminal. Por tanto, este documento permitirá reforzar los aspectos de regeneración y sostenibilidad ambiental que no están necesariamente incluidos dentro del proyecto original de la terminal de buses Alajuela y que se pueden plantear mediante la metodología PRISM (Project Integrating Sustainable Methods).

En cuanto al proyecto, en concreto, consiste en la contratación por parte de la Municipalidad de Alajuela, como patrocinador de la iniciativa, de una serie de empresas

que serán los principales involucrados en el diseño y construcción del proyecto que dará servicio a las empresas autobuseras de Alajuela.

Como parte del análisis de este proyecto se procedió a realizar un análisis inicial del caso de negocio sobre los resultados esperados los cuales arrojaron datos positivos, además se recopiló la información de estimaciones de costos y del cronograma, así como de roles y responsabilidades y de los principales riesgos del proyecto.

**4.1.1.1.1 Declaración de la Necesidad.** El proyecto contempla la construcción de la terminal de buses de Alajuela con 14 000 m<sup>2</sup> de área que incluye superficies de rodamiento para autobuses, obras para peatones como andenes, aceras, distintos edificios administrativos, de operación y locales comerciales entre otros, la obra electromecánica y demás obras en cumplimiento con las normativas y la legislación en materia de diseño. Se tiene un presupuesto de \$3 000 000 y un plazo de ejecución de 12 meses.

La obra permitirá beneficiar a más de 25.000 personas que transitan y usan los colectivos diariamente, así como a las empresas de transporte suscritas a la prestación del servicio. El objetivo de esta nueva terminal de pasajeros es brindar servicios de calidad a los usuarios, tomando en cuenta la eficiencia, la comodidad y confort, la accesibilidad para personas con movilidad limitada, el modernismo en sus instalaciones, y respetando el medio ambiente circundante.

El alto nivel de contaminación que generan día a día el ingreso y salida de autobuses que son todos prácticamente de combustión de fósiles, el ingresos y salida de usuarios que se incrementa día a día dejando intercambio de insumos y desechos tanto naturales como los de potencial reciclaje, las altas temperaturas que tiene la

ciudad en este sector y niveles de ruido acumulado son factores que hay considerar para las soluciones a plantear para tener una terminal con estructura y diseño regenerativo y sostenible apoyándose en ideas y aportes de soluciones sencillas y de colaboración al impacto del medio ambiente que crece día a día.

Ejecutar este proyecto de la mano de herramientas , conceptos y estrategias de regeneración y sostenibilidad permitirá contribuir a la misión establecida por las autoridades de mejorar la calidad de vida de los habitantes del cantón de Alajuela, siendo una corporación primaria para el desarrollo local y responsable de las áreas de trabajo en la búsqueda de resultados que impacten favorablemente de manera integral a los habitantes una de la ciudades más importantes de la gran área metropolitana de Alajuela.

**4.1.1.1.2 Solución Recomendada.** La solución propuesta del proyecto consiste en una estructura para la Terminal de Buses de Alajuela, que contemple: 1) la integración de nodos intermodales en la estación, que promueva la movilidad sostenible, 2) diseño de la infraestructura de la terminal que considere elementos de construcción sostenible, y 3) la instalación y dotación de las instalaciones de una plataforma completa para la gestión de residuos.

La propuesta de proyecto excluye la adecuación de los espacios aledaños a terminal con las mismas condiciones de construcción sostenible y elementos de inclusión social.

Los criterios de éxito son las medidas que se utilizan para evaluar si el proyecto entregó o no los resultados esperados y si se gestionó bien o no al hacerlo, y estos fueron los siguientes:

**Tabla 6. Criterios de éxito**

Ítem Medible	Comparación	Valor
<b>Criterios de éxito del producto</b>		
Uso de Energía	reducido en al menos	20%
Valorización de residuos	Incrementado en al menos	5%
Empleos generados	Son al menos	20
Personas beneficiadas	son al menos	25 000
<b>Criterios de éxito de la gestión de proyectos</b>		
Costo real	Inferior a	\$3,000,000
Tiempo total real del proyecto	Menor a	12 meses
Satisfacción de las partes interesadas	en una escala de 10 puntos	al menos 8

Nota: La Tabla 6 muestra los criterios de éxito a contemplar en la gestión del proyecto.

**4.1.1.1.3 Resultados Esperados (Beneficios y Desventajas). Beneficios:**

- Aumento en la captación de ingresos para la municipalidad, mediante la rentabilización de la terminal de autobuses.
- Disminución de la congestión vial en la ciudad de Alajuela.
- Disminución en la producción de gases producto de la combustión de combustibles fósiles.
- Disminución en los tiempos de espera y traslados en los usuarios de los autobuses.
- Reordenamiento vial.
- Aumento en la visitación a la ciudad, fuentes de trabajo e ingresos a los comerciantes de la zona.

Desventajas:

- Aumento de la contaminación y desechos producto de la construcción.
- Aumento en el gasto de servicios básicos producto de la entrada en operación de la terminal.
- Aumento en la producción de desechos producto de las actividades comerciales dentro de la terminal.
- Disminución de las zonas verdes, producto de la construcción de la terminal.
- Incremento en los pasajes a los usuarios de los autobuses.

**4.1.1.1.4 Estimaciones de Costos y Cronograma.** El costo presentado para el proyecto está relacionado únicamente con la ejecución de la obra constructiva del mismo. Este costo representa un monto total de \$3 000 000, estipulado en un contrato de costo fijo más reajustes que incluye las obras preliminares, movimiento de tierra y demás actividades relacionadas con la construcción de la obra para su puesta en operación. El alcance considerado es tipo llave en mano, de modo que el cliente no tendrá que preocuparse por faltantes en el alcance del proyecto en caso que hayan considerado los aspectos necesarios en las especificaciones técnicas y planos constructivos presentados en la licitación. Los costos son presentados en la sección 4.1 del presente trabajo, es importante anotar que no se incluye el costo de la adquisición del terreno que sí es considerado en el análisis financiero, ya que esto no compete al alcance de la ejecución de la obra constructiva asignada a la empresa constructora.

El cronograma es presentado en la sección 4.2 del presente trabajo y contempla las actividades estrictamente relacionadas con la ejecución de la obra constructiva. En este caso, no son consideradas las actividades previas relacionadas con el

anteproyecto, permisos, diseño y los estudios de factibilidad y demás. El cronograma presentado, aplica únicamente para la fase constructiva de dicho proyecto hasta que el mismo entra en operación para el disfrute de los usuarios de la terminal de buses. El plazo considerado en dicho cronograma es de 300 días, iniciando el 5 de abril del 2021.

**4.1.1.1.5 Roles y Responsabilidades.** A continuación, se detallan los principales actores claves del proyecto:

- Municipalidad de Alajuela es el patrocinador del proyecto.
- Empresa fiscalizadora: Contratada por la Municipalidad de Alajuela para revisar y realizar pruebas a los trabajos y revisar la calidad de los mismos.
- Director del proyecto: encargado de la gestión administrativa del proyecto y asignado por la Municipalidad de Alajuela.
- Empresa consultora: Encargada del diseño e inspección de las obras.
- Contratista: Empresa adjudicada que lleva a cabo la ejecución del proyecto.

**4.1.1.1.6 Principales Riesgos.** Se realiza una identificación de los riesgos del proyecto los cuales son priorizados de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia y el impacto que pueden tener en el proyecto. Los 6 riesgos principales que tienen una probabilidad de ocurrencia alta y un impacto alto en el proyecto son los siguientes:

- Si no se implementa un programa de suplementación alternativa de la mano de obra afectada por el COVID-19, puede haber retrasos en el cumplimiento del calendario del proyecto.

- Si se presenta la falta de agua, producto de fallas en el suministro puede ocasionar retrasos en el proyecto por ser un material necesario para construcción y salud de las personas
- Si los acabados no quedan según los requerimientos de calidad dado que los recursos no están capacitados podría impactar de forma negativa el cronograma y costos del proyecto.
- Si no se entrega el concreto en la obra en un intervalo de una hora por la Bomba de concreto, se podría perder el material, afectar el cronograma y afectar el presupuesto por incurrir en gastos adicionales.
- Si no se planifica la entrega de material durante los días lluviosos, se puede afectar el cronograma en caso de cancelaciones en la entrega de material.
- Si las pruebas de resistencia del suelo no arrojan los valores de diseño, no será posible proceder con rellenos y se afectará el alcance, costos y cronograma.

**4.1.1.2 Declaración de la Necesidad.** El proyecto consiste en la construcción de la nueva Terminal de Buses de Alajuela, la cual viene a responder a las exigencias de las últimas décadas en cuanto al crecimiento de la provincia por la aparición de nuevas fuentes de trabajo en la zona que provocan una mayor visitación de los residentes del Valle Central del país. Alajuela se ha convertido en una urbe cuya población demanda las necesidades requeridas para la vida en ciudad y que debe por lo tanto resolver de forma ágil y efectiva los conflictos que surgen a fin de aprovechar las oportunidades que esta mecánica pueda arrojar, para lograr la consolidación de un conjunto urbano que potencie y refleje un desarrollo social y ambientalmente equilibrado. En este sentido, el

ordenamiento del transporte público y su infraestructura de enlace es uno de los ejes más importantes a abordar dentro de la planificación estratégica de las ciudades.

El proyecto contempla la construcción de 14 000 m<sup>2</sup> de área que incluye superficies de rodamiento para autobuses, obras para peatones como andenes, aceras, distintos edificios administrativos, de operación y locales comerciales entre otros, la obra electromecánica y demás obras en cumplimiento con las normativas y la legislación en materia de diseño. Se tiene un presupuesto de \$3 000 000 y un plazo de ejecución de 12 meses. La obra permitirá beneficiar a más de 25.000 personas que transitan y usan los colectivos diariamente, así como a las empresas de transporte suscritas a la prestación del servicio. El objetivo de esta nueva terminal de pasajeros es brindar servicios de calidad a los usuarios, tomando en cuenta la eficiencia, la comodidad y confort, la accesibilidad para personas con movilidad limitada, el modernismo en sus instalaciones, y respetando el medio ambiente circundante.

La puesta en operaciones de esta nueva terminal de pasajeros impulsará los planes de reordenamiento vial de la ciudad, herramienta fundamental para brindar facilidades de crecimiento ordenado a todos los sectores que hacen vida en Alajuela. La estación se ubicará en el sector Oeste del casco central de la ciudad, disponiendo de 50 andenes para la llegada de los buses, áreas verdes, rampas tanto de acceso peatonal como vehicular, servicios sanitarios, iluminación, locales de restauración, señalización e información al público en general. La autoridad municipal de Alajuela ha definido dentro de sus objetivos, el ordenamiento del transporte público y su infraestructura, ya que representa uno de los ejes más importantes dentro de la planificación estratégica de la ciudad.

**4.1.1.2.1 Antecedentes.** Hoy en día la terminal de buses de Alajuela este en proceso constructivo donde el crecimiento poblacional y económico de la ciudad durante los últimos 60 años tomó por sorpresa a la labor de planificación urbanística, dando como resultado que varios y diferentes mini terminales de autobuses estén localizados a los costados y a lo largo de la calle principal, denominada: La Calle Ancha, sede también del Mercado Central, el Parque Central y la mayoría de las tiendas y almacenes.

La construcción y puesta en marcha de esta terminal de pasajeros será respaldada con el aporte de fondos presupuestarios municipales por \$3,000,000, que se recuperarán a largo plazo mediante el cobro de un canon a cobrar a las unidades de transporte, el cual cubrirá además de la recuperación de la inversión municipal, el mantenimiento constante de las instalaciones una vez entren en funcionamiento. El proyecto, el cual se ha denominado: "Remodelación de la terminal de buses Alajuela ", inició sus labores de construcción en mayo del 2021.

Este aporte permitirá reforzar los aspectos de regeneración y sostenibilidad que no están necesariamente incluidos dentro del proyecto original de la estación de Buses Alajuela, o bien mejorarán o ampliarán la cobertura estimada considerando los aspectos teóricos y prácticos que se manejarán desde la perspectiva las recomendaciones dadas por el GPM.

**4.1.1.2.2 Declaración del Problema.** Debido al crecimiento poblacional y económico de la ciudad durante los últimos 60 años, tomó por sorpresa a la labor de planificación urbanística, dando como resultado que varios y diferentes mini terminales de autobuses estén localizados a los costados y a lo largo de la calle principal,

denominada: La Calle Ancha, sede también del Mercado Central, el Parque Central y la mayoría de las tiendas y almacenes.

El crecimiento poblacional en Alajuela ha sido consecuencia del atractivo crecimiento económico y comercial que ha experimentado la ciudad en años antecedentes, conformando Alajuela un centro de comercialización agropecuaria para los productores de las zonas aledañas, centro industrial impulsado por la institucionalización de zonas francas industriales, en cuyas facilidades se han instalado empresas de renombre internacional, la presencia de universidades de nivel nacional, y por su actividad turística comercial con énfasis en la realización de eventos socio culturales de corte internacional.

El alto nivel de contaminación que generan día a día el ingreso y salida de autobuses que son todos prácticamente de combustión de fósiles, el ingresos y salida de usuarios que se incrementa día a día dejando intercambio de insumos y desechos tanto naturales como los de potencial reciclaje, las altas temperaturas que tiene la ciudad en este sector y niveles de ruido acumulado son factores que hay considerar para las soluciones a plantear para tener una terminal con estructura y diseño regenerativo y sostenible apoyándose en ideas y aportes de soluciones sencillas y de colaboración al impacto del medio ambiente que crece día a día.

La obra considerando elementos hacia el proceso regenerativo y sostenible de la terminal de Buses Alajuela, permitirá beneficiar a más de 25.000 personas que transitan y usan los colectivos diariamente, así como a las empresas de transporte suscritas a la prestación del servicio.

**4.1.1.2.3 Solución Recomendada.** La solución recomendada consiste en la construcción de una Terminal de Autobuses Alajuela que considere elementos que permitan reducir, mitigar o compensar impactos ambientales, sociales, y potencial los impactos económicos y que a su vez contribuya a las demás aristas del desarrollo regenerativo, y que a su vez sea una solución razonable a la situación vial para el cantón de Alajuela, que favorezca la generación de empleo en la zona, así como mejoras en la estructura vial y por ende en la calidad de vida de las personas. Las características del proyecto incluyen, pero no se limitan a las siguientes:

- Integración de nodos intermodales en la estación, que permita conexión de diversos medios de transporte. Esto promueve la movilidad sostenible en la zona, impulsando a la población a hacer uso de medios de transporte alternativos, y permitiendo movilizar a un mayor número de personas que hacen uso de estos medios en el día a día.
- Diseño de la infraestructura de la terminal que considere elementos de construcción sostenible como lo son las soluciones basadas en la naturaleza, aplicación e inclusión de la ley 7600 sobre la inclusión, disponibilidad de información para los usuarios, entre otros. Ejemplo de acciones en construcción ambientalmente sostenibles incluyen: paredes verdes, infraestructura porosa que permita filtración de agua, techos verdes, jardines internos, vegetación alrededor que promueva entornos saludables, reducción de radiación y control de suelos, uso de ventilación natural, compra de equipo de alta eficiencia, entre otros.

- Instalación y dotación de las instalaciones de una plataforma completa para la gestión de residuos, que incluya no sólo estaciones para la separación y valorización de los mismo, sino comunicación de las buenas prácticas en la gestión en toda la terminal.

La propuesta de proyecto excluye la adecuación de los espacios aledaños a terminal con las mismas condiciones de construcción sostenible y elementos de inclusión social.

Este proyecto fue seleccionado entre las alternativas de solución planteadas debido a que contribuye con el objetivo de mejorar la distribución vial, así como dotar al cantón de una terminal apropiada al flujo de personas, líneas y autobuses requeridas por este, pero a la vez considera en algunos de sus elementos el impacto potencial del mismo en el ambiente y la sociedad y la minimización de este, convirtiéndola en la opción más vialmente sostenible de entre las analizadas.

**4.1.1.2.4 Alternativas Consideradas.** A continuación, se describen las dos (2) alternativas de solución consideradas como base para la selección.

**Tabla 7. Alternativas consideradas**

Opción	Razón(es) clave(s) para no seleccionarla
Mantener el status quo (sin proyecto)	Problemas asociados con la distribución vial, la disponibilidad de espacio para acomodo de buses, la incapacidad de cubrir demanda de usuarios.
Construcción del proyecto sin estándares ambientales y sociales	Alto impacto social y ambiental asociado a solamente considerar el impacto económico del proyecto.

Nota: La Tabla 7 muestra los criterios de éxito a contemplar en la gestión del proyecto.

**4.1.1.2.5 Criterios de Éxito.** Los criterios de éxito son las medidas que se utilizan para evaluar si el proyecto entregó o no los resultados esperados y si se gestionó bien o no al hacerlo. En este aspecto, los determinados para este proyecto son los siguientes:

Tabla 8. Criterios de éxito

Ítem Medible	Comparación	Valor
<b>Criterios de éxito del producto</b>		
Uso de Energía	Reducido en al menos	20%
Valorización de residuos	Incrementado en al menos	5%
Empleos generados	Son al menos	20
Personas beneficiadas	Son al menos	25 000
<b>Criterios de éxito de la gestión de proyectos</b>		
Costo real	Inferior a	\$3,000,000
Tiempo total real del proyecto	Menor a	12 meses
Satisfacción de las partes interesadas	En una escala de 10 puntos	al menos 8

Nota: La Tabla 8 muestra los criterios de medición de éxito en la gestión del proyecto.

#### 4.1.1.2.6 Alineación estratégica y Operativa

Tabla 9. Objetivos estratégicos

Objetivo Estratégico	Soporte Proporcionado por Proyecto
Contribuir con el desarrollo del país	El proyecto está fuertemente relacionado con el crecimiento social y económico del cantón. Impacta en la generación de alianzas con instituciones en el país, beneficia a un sin número de personas usuarias y no usuarias del sistema de buses. A su vez genera empleo, contribuye a un modelo de movilidad sostenible y hace al cantón iniciar sus esfuerzos por una comunidad más sostenible.
Generar proyectos de alta envergadura para el crecimiento y mayor reputación de la organización	Un proyecto de este tamaño con contribución nacional se suma a la cartera de proyectos de la compañía, y le aporta reconocimiento nacional por parte de instituciones gubernamentales. Así mismo abre las puertas para ejecutar proyectos similares en el futuro.
Promover la innovación y nuevos conceptos a través de los proyectos de la compañía	Incorporar el elemento de sostenibilidad en el proyecto, es un primer paso para generar capacidades internas en la compañía para proyectos similares, hace crecer el equipo de proyecto, genera impactos positivos en el ambiente y la sociedad, y fortalece a la organización para acceder a más y mayores proyectos en construcción sostenible.

Nota: La Tabla 9 muestra los objetivos estratégicos y su alineación.

**4.1.1.2.7 Enfoque de Gestión.** Para la gestión de gestión para el proyecto en cuestión considerará lo expuesto en las guías de buenas practicas para la gestión de proyectos, como lo es la Guía del PMBOK®, que implica tomar en cuenta el inicio, planificación, ejecución, monitoreo, control y cierre en el ciclo de vida del proyecto. La gestión de proyecto se centra en un ciclo de vida predictivo.

Adicionalmente se tomará lo establecido por el PRiSM con el fin de alinear el proyecto con los conceptos de responsabilidad empresarial con al ambiente y la social, lo que incorporará el elemento de sostenibilidad a la ecuación.

**4.1.1.2.8 Resultados esperados (beneficios y desventajas)**

**4.1.1.2.8.1 Enfoque de Realización de Beneficios.** Los beneficios esperados por el proyecto y relacionados con los objetivos estratégicos trazados, deberán ser medidos y cuantificados para verificar su cumplimiento y el grado de satisfacción.

Los beneficios y las desventajas de la ejecución del proyecto deben ser contempladas y para esto deberán ser detectadas inicialmente y de forma posterior cuantificadas. No se debe dejar de lado el análisis financiero previo a la inversión, el cual dará información valiosa para tomar la decisión de invertir o no en el proyecto de a construcción de la terminal de autobuses. Adicional a la parte financiera, se debe contemplar los impactos que el proyecto puede generar a todos los involucrados y es importante lograr visualizar aquellos que son afectados y no es tan sencillo visualizarlos. En esta parte entra en juego el concepto de las externalidades ambientales. Finalmente se deben sopesar los beneficios con las desventajas con el fin de tomar decisiones en relación con acciones correctivas o llegar a definir si es factible invertir o no.

4.1.1.3 *Resultados Financieros.* A continuación, se analizan los resultados financieros del proyecto.

**Cuadro 1: Costos de Inversión**

Inversiones	\$US	Vida útil (años)
Compra del terreno	1,120,000	
Construcción de la terminal	3,000,000	30
Total de Inversiones	4,120,000	

**Cuadro 2: Datos Generales**

Descripción	Datos
Vida útil proyecto (años)	30
Cantidad a vender al 100% (u/año) =	166,440
Precio de venta (\$/u) =	8
Costo variable (\$/u) =	2
Costo fijo (\$/año) =	120,000
Comisiones sobre Ventas	0%
Impuestos a las Utilidades	13%

**Cuadro 3: Flujo de Caja Inicial**

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Progr. Prod. (%)	60	80	100	100	100	100	100	100	100	100
Producción (u)	99,864	133,152	166,440	166,440	166,440	166,440	166,440	166,440	166,440	166,440
Ventas (\$)	798,912	1,065,216	1,331,520	1,331,520	1,331,520	1,331,520	1,331,520	1,331,520	1,331,520	1,331,520
Costo Var. (\$)	199,728	266,304	332,880	332,880	332,880	332,880	332,880	332,880	332,880	332,880
Costo Fijo (\$)	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000

**Cuadro 4: Depreciación de Activos**

Inversiones	Costo (\$)	V. U. (años)	Dep. año (\$)	V. Desecho	
				Año 5	Año 10
Compra del terreno	1,120,000				1,120,000
Construcción de la terminal	3,000,000	30	100,000		2,000,000
Total depreciación por año			100,000		3,120,000

**Cuadro 5: Capital de Trabajo**

Capital de Trabajo año 1:	%	Año 1

Activo Circulante (\$):	30% ventas	30%	798,912	239,674
Pasivo Circulante (\$):	50% costos operativos	50%	319,728	159,864
Capital de Trabajo (\$) =	Act.C.- Pas. C			79,810

### Cuadro 6: Cuenta de Resultados

CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas	798,912	1,065,216	1,331,520	1,331,520	1,331,520	1,331,520	1,331,520	1,331,520	1,331,520	1,331,520
Comisiones sobre Ventas (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>INGRESO NETO (1)</b>	<b>798,912</b>	<b>1,065,216</b>	<b>1,331,520</b>							
<b>Costos Operativos</b>	<b>319,728</b>	<b>386,304</b>	<b>452,880</b>							
Costos Variables	199,728	266,304	332,880	332,880	332,880	332,880	332,880	332,880	332,880	332,880
Costo fijo	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000
<b>Costo No operat.</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>
Depreciación	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
<b>UTILIDAD BRUTA</b>	<b>379,184</b>	<b>578,912</b>	<b>778,640</b>							
<b>Impuestos a utilidades(13%)</b>	<b>49,294</b>	<b>75,259</b>	<b>101,223</b>							

### Cuadro 7: Flujo de Caja del Proyecto de Inversión

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión	-4,120,000										
Capital de Trabajo		-79,810									79,810
Ingresos		798,912	1,065,216	1,331,520	1,331,520	1,331,520	1,331,520	1,331,520	1,331,520	1,331,520	1,331,520
Costos Operat.		-319,728	-386,304	-452,880	-452,880	-452,880	-452,880	-452,880	-452,880	-452,880	-452,880
Impuestos a utilidades		-49,294	-75,259	-101,223	-101,223	-101,223	-101,223	-101,223	-101,223	-101,223	-101,223
Valor Desecho Activos											3,120,000
<b>Flujo Neto</b>	<b>-4,120,000</b>	<b>350,080</b>	<b>603,653</b>	<b>777,417</b>	<b>3,977,226</b>						

### Cuadro 8: VAN

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo	-4,120,000	350,080	603,653	777,417	777,417	777,417	777,417	777,417	777,417	777,417	3,977,226

TREMA = 12%

<b>VAN =</b>	<b>782,757.986970</b>
--------------	-----------------------

**Cuadro 9: TIR**

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo	-4,120,000	350,080	603,653	777,417	777,417	777,417	777,417	777,417	777,417	777,417	3,977,226

<b>TREMA =</b>	<b>12%</b>
----------------	------------

<b>TIR =</b>	<b>15.33%</b>
--------------	---------------

Valor Presente F. Positivos	\$4,902,757.99
Valor presente F. Negativos	4,120,000
<b>Costo-Beneficio</b>	<b>1.190</b>

**4.1.1.4 Resultados de las Partes Interesadas.** A continuación, se presenta un cuadro con los impactos esperados en los involucrados del proyecto.

**Tabla 10. Involucrados.**

<b>Parte Interesada (Organización o individuo)</b>	<b>Impacto Esperado</b>	<b>Enfoque de Participación</b>
Municipalidad de Alajuela	Mejora en infraestructura y ordenamiento vial de la ciudad.	Participación interna como cliente y patrocinador, interesado interno.
Empresa consultora (diseño)	Garantizar el cumplimiento de las normativas y especificaciones técnicas en las labores constructivas.	Participación interna como garante de cumplimiento técnico.
Empresa constructora (contratista)	Aumento de exposición, experiencia e ingresos a la organización.	Participación interna como principal ejecutor de las obras.
Empresa de fiscalización	Velar por el cumplimiento de los intereses de la Municipalidad de Alajuela.	Participación interna como fiscalizador de obras y procesos.
Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA)	Regularizar la tramitología de permisos y velar por la aprobación de los diseños por parte de las distintas organizaciones gubernamentales.	Participación externa, no se involucra directamente.
Empresas de servicios públicos	Suministrar los servicios básicos para el disfrute de usuarios de la terminal en cumplimiento de las normativas.	Participación externa, no se involucra directamente.
Autobuseros	Contar con espacios más adecuados y confortables para el disfrute de sus unidades.	Participación externa en la ejecución del proyecto, interna en la operación del producto del proyecto.
Consejo de Transporte Público (CTP)	Contar con una terminal de autobuses en cumplimiento de los estándares y la logística del transporte público dictaminado para la ciudad.	Participación externa en la ejecución del proyecto, interna en la operación del producto del proyecto como ente regulador de los transportes.
Vecinos de la zona	Contar con espacios seguros, comercios atractivos sin mayores afectaciones en el desarrollo de sus actividades	Participación externa, interés en la calidad de las obras y las afectaciones que estas les

Parte Interesada (Organización o individuo)	Impacto Esperado	Enfoque de Participación
Usuarios de autobuses	diarias. Una terminal de autobuses confortable, que disminuya los traslados a pie y con mayor orden sin una afectación económica considerable.	generen. Participación externa en la ejecución del proyecto, interna en la operación del producto del proyecto como usuarios finales del mismo.
Policía municipal	Contar con mayor orden de la ciudadanía por medio de espacios públicos que faciliten las labores de vigilancia.	Participación externa en la ejecución del proyecto, interna en la operación del producto del proyecto como garantes de la seguridad ciudadana.
Trabajadores de la estación	Aumento en las fuentes de trabajo en la ciudad de Alajuela.	Participación externa en la ejecución del proyecto, interna en la operación del producto del proyecto como operadores de la terminal.
Comerciantes de la zona	Tener un espacio que les permita comercializar sus bienes para aumentar sus ingresos.	Participación externa en la ejecución del proyecto, interna en la operación del producto del proyecto como usuarios de los espacios comerciales de la terminal.

Nota: La Tabla 10 muestra los involucrados considerados en el proyecto con su respectivo enfoque de participación y su impacto esperado.

#### 4.1.1.5 *Resultados Sociales*. Relacionado con el manejo de aspectos sociales, deben

contemplarse los siguientes puntos:

Trabajo: Aumentar la empleabilidad en la zona, seguridad, capacitación y diversidad.

Los trabajos deben ser inclusivos, considerando todas las minorías y clases más

desfavorecidas. Durante la ejecución del proyecto se aumentarán las fuentes de empleos

a los vecinos de la zona, se aumentarán las ventas en ferreterías y sodas y demás

comercios relacionados. En la operación de la terminal, se debe asegurar la posibilidad

de contratación inclusiva con capacitaciones adecuadas.

Derechos humanos: Garantizar la no discriminación, eliminar el trabajo infantil y forzado. Tanto en la ejecución del proyecto constructivo como en la operación de la terminal se deben garantizar los derechos humanos de usuarios y trabajadores.

Sociedad y clientes: Apoyo comunitario, velar por la seguridad, privacidad y salubridad de los clientes y usuarios y manejar canales adecuados y eficaces de comunicación con los usuarios. La comunicación será vital por parte de la administración de la terminal con vecinos y usuarios, también se deberá velar por la seguridad de la ciudadanía y la salubridad en la zona.

Comportamiento ético: Inversiones sanas, libres de corrupción y garantía a la honesta competencia en igualdad de condiciones. No a los sobornos ni la corrupción. De igual forma, en la construcción y en la operación no deben ser toleradas ni promovidas prácticas relacionadas con sobornos o corrupción, la competencia entre proveedores debe darse sin favorecimientos ilícitos o deshonestos para ninguna de las partes.

**4.1.1.6 Resultados Ambientales.** En relación con el ambiente, se consideran los siguientes aspectos en el proyecto analizado:

Transporte: Se deben optimizar los traslados tanto de personas como de mercancías y optar por proveedores locales en el suministro de los distintos recursos a requerir.

Energía: Se debe procurar la reducción de emisiones de gases contaminantes y el consumo de energías de fuentes fósiles como tal. Para esto se debe optimizar el uso de equipos y maquinarias y optar por equipos más sostenibles e incluir en el diseño el uso de equipos que garanticen una reducción en los consumos.

Residuos: Se debe iniciar por reducir la producción de residuos, separar y reciclar los que sea posible e incluso reutilizarlos en diversas tareas para aprovecharlos el máximo

sin desperdicios. La gestión de residuos debe formar parte del plan de gestión del proyecto, contemplando todo el tratamiento que debe darse a los mismos.

Agua: Al igual que con las energías y los recursos en general, el agua debe ser optimizada y se debe racionalizar su gasto. Incluso se debe optar por incluir en los diseños, piezas sanitarias que reduzcan los consumos de agua y sea posible el uso de aguas llovidas entre otras soluciones. Respecto a las aguas servidas, se debe garantizar su respectivo tratamiento.

**4.1.1.7 Resultados Operativos.** Las actividades impactadas en la organización, producto de la ejecución del proyecto, son presentadas a continuación.

**Tabla 11. Actividades e impactos.**

Actividad	Descripción del Impacto
Contratación	La organización debe contratar personal de ingeniería civil, en seguridad ocupacional, topografía y demás profesionales. Adicionalmente se debe contratar mano de obra local para ejecutar las labores.
Compras	Se deben realizar diversas compras incluyendo materiales de construcción, consumibles, materiales de oficina, insumos para limpieza y demás. Se enfocarán en buscar la sostenibilidad de los recursos a adquirir.
Facturaciones	Se tendrá estrecha comunicación con fiscalización y cliente para facturar avances mensuales que garanticen el flujo requerido para el desarrollo del proyecto.
Costos	Deberá manejarse el flujo de caja específico del proyecto, relacionando los gastos con actividades para llevar una adecuada gestión de los costos.
Seguridad	La seguridad y salud ocupacional debe ser adecuada para el proyecto específico en desarrollo. Se deben manejar los riesgos asociados a la ejecución de las diversas actividades.
Calidad	Se debe gestionar adecuadamente la calidad en el proyecto para asegurar entregables en las obras óptimos.

Nota: La Tabla 11 muestra las actividades consideradas como impacto en la organización ejecutora del proyecto y la descripción del impacto.

#### 4.1.1.8 Estimaciones de Costos y Cronograma

4.1.1.8.1 *Estimaciones de Costos.* La estimación de costos se realiza con base en los entregables del proyecto. Al realizar la suma de costo de todos los entregables se obtiene un costo total de \$3 000 000.

**Tabla 12. Actividades y costos.**

<b>Código EDT</b>	<b>Nombre del paquete de trabajo</b>	<b>Costo</b>
<b>1</b>	<b>Construcción nueva Terminal de Buses de Alajuela</b>	<b>\$3 000 000,00</b>
1.1	Obras preliminares	\$350 000,00
1.1.1	Demolición de andenes y negocios existentes	\$10 000,00
1.1.2	Demolición de andenes y negocios existentes	\$10 000,00
1.1.3	Demolición de superficies de rodamiento	\$10 000,00
1.1.4	Demolición de muros, aceras y calles de asfalto	\$10 000,00
1.1.5	Corte y bote de material existente	\$50 000,00
1.1.6	Relleno con material de sitio y lastre	\$250 000,00
1.1.7	Instalación de bodegas y oficinas	\$10 000,00
1.2	Obras de infraestructura	\$300 000,00
1.2.1	Sistema pluvial	\$45 000,00
1.2.1.1	Canalización pluvial	\$25 000,00
1.2.1.2	Tragantes y pozos	\$10 000,00
1.2.1.3	Vado en la calle	\$10 000,00
1.2.2	Sistema sanitario	\$40 000,00
1.2.2.1	Canalización sanitaria	\$25 000,00
1.2.2.2	Pozos y cajas de registro	\$15 000,00
1.2.3	Sistema agua potable	\$40 000,00
1.2.3.1	Canalización potable	\$20 000,00
1.2.3.2	Instalación de cuarto de bombas y tanque de agua	\$20 000,00
1.2.4	Sistema de incendios	\$80 000,00
1.2.4.1	Detección de incendios	\$40 000,00
1.2.4.2	Supresión de incendios	\$40 000,00
1.2.5	Sistema de gas	\$25 000,00
1.2.5.1	Detección y control de fugas de gas LP	\$10 000,00
1.2.5.2	Iluminación de emergencia	\$15 000,00
1.2.6	Voz y datos	\$20 000,00
1.2.6.1	Canalización de tubería de voz y datos	\$15 000,00
1.2.6.2	Colocación de arquetas	\$5 000,00
1.2.7	Sonido y CCTV	\$25 000,00
1.2.8	Bordillos, bancas, escaleras y rampas	\$10 000,00
1.2.9	Zonas verdes	\$5 000,00
1.2.10	Aceras externas	\$10 000,00
1.3	Estructura metálica	\$250 000,00
1.3.1	Fabricación en taller	\$90 000,00
1.3.2	Transporte y almacenamiento en obra	\$10 000,00

<b>Código EDT</b>	<b>Nombre del paquete de trabajo</b>	<b>Costo</b>
1.3.3	Instalación en obra	\$110 000,00
1.3.4	Acabado final de estructura	\$40 000,00
1.4	Obra gris	\$350 000,00
1.4.1	Contrapiso	\$80 000,00
1.4.1.1	Armado de acero	\$25 000,00
1.4.1.2	Formaleta	\$10 000,00
1.4.1.3	Colado de concreto	\$25 000,00
1.4.1.4	Instalación y acabado de losas de contrapiso	\$10 000,00
1.4.1.5	Cortes y juntas de contrapiso	\$10 000,00
1.4.2	Placas y pedestales	\$70 000,00
1.4.2.1	Colocación de base y sello	\$10 000,00
1.4.2.2	Armado de acero	\$20 000,00
1.4.2.3	Formaleta	\$10 000,00
1.4.2.4	Colado de concreto	\$15 000,00
1.4.2.5	Relleno con material de sitio y lastre	\$15 000,00
1.4.3	Vigas de fundación	\$50 000,00
1.4.3.1	Colocación de base y sello	\$10 000,00
1.4.3.2	Armado de acero	\$10 000,00
1.4.3.3	Formaleta	\$10 000,00
1.4.3.4	Colado de concreto	\$10 000,00
1.4.3.5	Relleno con material de sitio y lastre	\$10 000,00
1.4.4	Muros de retención	\$60 000,00
1.4.4.1	Colocación de base y sello	\$10 000,00
1.4.4.2	Armado de acero	\$10 000,00
1.4.4.3	Formaleta	\$10 000,00
1.4.4.4	Colado de concreto	\$10 000,00
1.4.4.5	Relleno con material de sitio y lastre	\$10 000,00
1.4.4.6	Pega de bloques	\$10 000,00
1.4.5	Aceras internas de andenes	\$30 000,00
1.4.5.1	Colocación de armadura	\$10 000,00
1.4.5.2	Formaleta	\$5 000,00
1.4.5.3	Instalación de concreto	\$10 000,00
1.4.5.4	Colocación de losetas táctiles	\$5 000,00
1.4.6	Parqueos sector oeste	\$15 000,00
1.4.6.1	Colocación de armadura	\$8 000,00
1.4.6.2	Formaleta	\$2 000,00
1.4.6.3	Instalación de concreto	\$5 000,00
1.4.7	Edificios administrativos	\$45 000,00
1.4.7.1	Obra gris	\$25 000,00
1.4.7.2	Acabados	\$15 000,00
1.4.7.3	Conexiones a previstas electromecánicas	\$5 000,00
1.5	Repello y pintura	\$100 000,00
1.5.1	Preparación de mezcla	\$10 000,00

<b>Código EDT</b>	<b>Nombre del paquete de trabajo</b>	<b>Costo</b>
1.5.2	Aplicación de repello en estructuras de concreto	\$20 000,00
1.5.3	Aplicación de 2 manos de pintura en estructuras de concreto	\$30 000,00
1.5.4	Empastado y lijado en gypsum	\$15 000,00
1.5.5	Aplicación de 2 manos de pintura en gypsum	\$25 000,00
1.6	Cubiertas	\$150 000,00
1.6.1	Cubierta Total Span	\$95 000,00
1.6.2	Cubierta de policarbonato	\$30 000,00
1.6.3	Toldo tensil	\$25 000,00
1.7	Obra electromecánica	\$750 000,00
1.7.1	Instalación de tuberías en edificios y acometidas en andenes	\$150 000,00
1.7.2	Instalación de bandejas	\$110 000,00
1.7.3	Cableado general	\$110 000,00
1.7.4	Armado de tableros	\$110 000,00
1.7.5	Pruebas de presión en tuberías	\$25 000,00
1.7.6	Instalación de lámparas, tomas y apagadores	\$75 000,00
1.7.7	Instalación de detectores y alarmas	\$85 000,00
1.7.8	Instalación de bajantes y colectores pluviales	\$85 000,00
1.8	Acabados	\$300 000,00
1.8.1	Losa sanitaria	\$50 000,00
1.8.2	Puertas y ventanas	\$150 000,00
1.8.3	Cielos	\$50 000,00
1.8.4	Demarcación	\$50 000,00
1.9	Gestión del proyecto	\$450 000,00
1.9.1	Gestión de la integración	\$50 000,00
1.9.2	Gestión del alcance	\$50 000,00
1.9.3	Gestión del cronograma	\$50 000,00
1.9.4	Gestión de los costos	\$50 000,00
1.9.5	Gestión de la calidad	\$50 000,00
1.9.6	Gestión de los recursos	\$50 000,00
1.9.7	Gestión de las comunicaciones	\$50 000,00
1.9.8	Gestión de los riesgos	\$50 000,00
1.9.9	Gestión de las adquisiciones	\$50 000,00

Nota: La Tabla 12 muestra los paquetes de trabajo contemplados en el proyecto con sus respectivos costos.

**4.1.1.8.2 Estimaciones de Cronograma.** En seguida se presenta el cronograma del proyecto el cual tuvo una fecha de inicio el 4/5/2021 y finalización el 28/2/2022.

**Tabla 13. Cronograma del proyecto.**

Código EDT	Nombre del paquete de trabajo	Duración (días)	Fecha inicio	Fecha fin
1	Construcción nueva Terminal de Buses de Alajuela	300	4/5/2021	28/2/2022
1.1	Obras preliminares	30	4/5/2021	3/6/2021
1.1.1	Demolición de andenes y negocios existentes	5	4/5/2021	9/5/2021
1.1.2	Demolición de andenes y negocios existentes	5	9/5/2021	14/5/2021
1.1.3	Demolición de superficies de rodamiento	5	14/5/2021	19/5/2021
1.1.4	Demolición de muros, aceras y calles de asfalto	5	19/5/2021	24/5/2021
1.1.5	Corte y bote de material existente	5	24/5/2021	29/5/2021
1.1.6	Relleno con material de sitio y lastre	10	24/5/2021	3/6/2021
1.1.7	Instalación de bodegas y oficinas	3	24/5/2021	27/5/2021
1.2	Obras de infraestructura	30	3/6/2021	3/7/2021
1.2.1	Sistema pluvial	30	3/6/2021	3/7/2021
1.2.1.1	Canalización pluvial	20	3/6/2021	23/6/2021
1.2.1.2	Tragantes y pozos	10	3/6/2021	13/6/2021
1.2.1.3	Vado en la calle	10	3/6/2021	13/6/2021
1.2.2	Sistema sanitario	30	3/6/2021	3/7/2021
1.2.2.1	Canalización sanitaria	20	3/6/2021	23/6/2021
1.2.2.2	Pozos y cajas de registro	10	3/6/2021	13/6/2021
1.2.3	Sistema agua potable	30	3/6/2021	3/7/2021
1.2.3.1	Canalización potable	20	3/6/2021	23/6/2021
1.2.3.2	Instalación de cuarto de bombas y tanque de agua	10	3/6/2021	13/6/2021
1.2.4	Sistema de incendios	30	3/6/2021	3/7/2021
1.2.4.1	Detección de incendios	30	3/6/2021	23/6/2021
1.2.4.2	Supresión de incendios	30	3/6/2021	13/6/2021
1.2.5	Sistema de gas	30	3/6/2021	3/7/2021
1.2.5.1	Detección y control de fugas de gas LP	15	3/6/2021	3/7/2021

Código EDT	Nombre del paquete de trabajo	Duración (días)	Fecha inicio	Fecha fin
1.2.5.2	Iluminación de emergencia	15	3/6/2021	23/6/2021
1.2.6	Voz y datos	30	3/6/2021	3/7/2021
1.2.6.1	Canalización de tubería de voz y datos	20	3/6/2021	3/7/2021
1.2.6.2	Colocación de arquetas	10	3/6/2021	23/6/2021
1.2.7	Sonido y CCTV	30	3/6/2021	3/7/2021
1.2.8	Bordillos, bancas, escaleras y rampas	30	3/6/2021	3/7/2021
1.2.9	Zonas verdes	30	3/6/2021	3/7/2021
1.2.10	Aceras externas	30	3/6/2021	3/7/2021
1.3	Estructura metálica	150	4/5/2021	1/10/2021
1.3.1	Fabricación en taller	90	4/5/2021	2/8/2021
1.3.2	Transporte y almacenamiento en obra	2	2/8/2021	4/8/2021
1.3.3	Instalación en obra	50	4/8/2021	23/9/2021
1.3.4	Acabado final de estructura	8	23/9/2021	1/10/2021
1.4	Obra gris	180	3/7/2021	30/12/2021
1.4.1	Contrapiso	14	3/7/2021	17/7/2021
1.4.1.1	Armado de acero	7	3/7/2021	10/7/2021
1.4.1.2	Formaleta	2	10/7/2021	12/7/2021
1.4.1.3	Colado de concreto	1	12/7/2021	13/7/2021
1.4.1.4	Instalación y acabado de losas de contrapiso	3	13/7/2021	16/7/2021
1.4.1.5	Cortes y juntas de contrapiso	1	16/7/2021	17/7/2021
1.4.2	Placas y pedestales	25	3/7/2021	28/7/2021
1.4.2.1	Colocación de base y sello	7	3/7/2021	10/7/2021
1.4.2.2	Armado de acero	7	10/7/2021	17/7/2021
1.4.2.3	Formaleta	3	17/7/2021	20/7/2021
1.4.2.4	Colado de concreto	4	20/7/2021	24/7/2021
1.4.2.5	Relleno con material de sitio y lastre	4	24/7/2021	28/7/2021
1.4.3	Vigas de fundación	15	3/7/2021	18/7/2021
1.4.3.1	Colocación de base y sello	3	3/7/2021	6/7/2021
1.4.3.2	Armado de acero	7	6/7/2021	13/7/2021
1.4.3.3	Formaleta	2	13/7/2021	15/7/2021

Código EDT	Nombre del paquete de trabajo	Duración (días)	Fecha inicio	Fecha fin
1.4.3.4	Colado de concreto	1	15/7/2021	16/7/2021
1.4.3.5	Relleno con material de sitio y lastre	2	16/7/2021	18/7/2021
1.4.4	Muros de retención	60	18/7/2021	16/9/2021
1.4.4.1	Colocación de base y sello	5	18/7/2021	23/7/2021
1.4.4.2	Armado de acero	15	23/7/2021	7/8/2021
1.4.4.3	Formaleta	5	7/8/2021	12/8/2021
1.4.4.4	Colado de concreto	5	12/8/2021	17/8/2021
1.4.4.5	Relleno con material de sitio y lastre	10	17/8/2021	27/8/2021
1.4.4.6	Pega de bloques	20	27/8/2021	16/9/2021
1.4.5	Aceras internas de andenes	20	3/7/2021	23/7/2021
1.4.5.1	Colocación de armadura	7	3/7/2021	10/7/2021
1.4.5.2	Formaleta	2	10/7/2021	12/7/2021
1.4.5.3	Instalación de concreto	2	12/7/2021	14/7/2021
1.4.5.4	Colocación de losetas táctiles	9	14/7/2021	23/7/2021
1.4.6	Parqueos sector oeste	20	3/7/2021	23/7/2021
1.4.6.1	Colocación de armadura	10	3/7/2021	13/7/2021
1.4.6.2	Formaleta	5	13/7/2021	18/7/2021
1.4.6.3	Instalación de concreto	1	22/7/2021	23/7/2021
1.4.7	Edificios administrativos	105	16/9/2021	30/12/2021
1.4.7.1	Obra gris	80	16/9/2021	5/12/2021
1.4.7.2	Acabados	25	5/12/2021	30/12/2021
1.4.7.3	Conexiones a previstas electromecánicas	5	25/12/2021	30/12/2021
1.5	Repello y pintura	60	30/12/2021	28/2/2022
1.5.1	Preparación de mezcla	10	30/12/2021	9/1/2022
1.5.2	Aplicación de repello en estructuras de concreto	20	9/1/2022	29/1/2022
1.5.3	Aplicación de 2 manos de pintura en estructuras de concreto	10	29/1/2022	8/2/2022
1.5.4	Empastado y lijado en gypsum	10	8/2/2022	18/2/2022
1.5.5	Aplicación de 2 manos de pintura en gypsum	10	18/2/2022	28/2/2022
1.6	Cubiertas	30	1/10/2021	31/10/2021
1.6.1	Cubierta Total Span	30	1/10/2021	31/10/2021

Código EDT	Nombre del paquete de trabajo	Duración (días)	Fecha inicio	Fecha fin
1.6.2	Cubierta de policarbonato	10	1/10/2021	11/10/2021
1.6.3	Toldo tensil	10	1/10/2021	11/10/2021
1.7	Obra electromecánica	180	3/7/2021	30/12/2021
1.7.1	Instalación de tuberías en edificios y acometidas en andenes	50	3/7/2021	22/8/2021
1.7.2	Instalación de bandejas	25	22/8/2021	16/9/2021
1.7.3	Cableado general	30	16/9/2021	16/10/2021
1.7.4	Armado de tableros	10	16/10/2021	26/10/2021
1.7.5	Pruebas de presión en tuberías	5	26/10/2021	31/10/2021
1.7.6	Instalación de lámparas, tomas y apagadores	20	31/10/2021	20/11/2021
1.7.7	Instalación de detectores y alarmas	10	20/11/2021	30/11/2021
1.7.8	Instalación de bajantes y colectores pluviales	30	30/11/2021	30/12/2021
1.8	Acabados	60	30/12/2021	28/2/2022
1.8.1	Losa sanitaria	10	30/12/2021	9/1/2022
1.8.2	Puertas y ventanas	30	9/1/2022	8/2/2022
1.8.3	Cielos	20	8/2/2022	28/2/2022
1.8.4	Demarcación	5	30/12/2021	4/1/2022
1.9	Gestión del proyecto	300	4/5/2021	28/2/2022
1.9.1	Gestión de la integración	300	4/5/2021	28/2/2022
1.9.2	Gestión del alcance	300	4/5/2021	28/2/2022
1.9.3	Gestión del cronograma	300	4/5/2021	28/2/2022
1.9.4	Gestión de los costos	300	4/5/2021	28/2/2022
1.9.5	Gestión de la calidad	300	4/5/2021	28/2/2022
1.9.6	Gestión de los recursos	300	4/5/2021	28/2/2022
1.9.7	Gestión de las comunicaciones	300	4/5/2021	28/2/2022
1.9.8	Gestión de los riesgos	300	4/5/2021	28/2/2022
1.9.9	Gestión de las adquisiciones	300	4/5/2021	28/2/2022

Nota: La Tabla 13 muestra el cronograma del proyecto.

**4.1.1.9 Estimaciones de Recursos.** A continuación, se presentan los recursos estimados en el presente proyecto.

**Tabla 14. Estimación de recursos.**

Categoría de Recurso	Cantidad Estimada	Requerimientos de Calidad
Personas	Se estima llegar a contar con 100 colaboradores en la ejecución del proyecto. Se contemplan contratistas, empleados de la contratista general, fiscalización, municipalidad y consultoría.	Obras ejecutadas en estricto apego a los estándares estipulados en las especificaciones técnicas y planos de la obra.
Materiales	Se contará con diversos materiales como cemento, acero, bloques, material eléctrico, mecánico, equipos y demás.	Materiales deben cumplir con estándares internacionales exigidos en las especificaciones técnicas.
Maquinaria	Maquinaria para movimiento de tierra, instalación de estructura metálica, cubierta de techo y demás actividades. Se contará con “back hoe”, retro excavadora, niveladora, compactadora, manipulador de cargas, tanqueta de agua, vagonetas, mezcladoras de concreto, manipuladores de carga, camiones de transporte y grúas.	Maquinarias deben tener derecho de circulación y revisiones técnicas al día que garanticen cumplimiento de normativas nacionales.
Instalaciones	500 m <sup>2</sup> de instalaciones provisionales que incluyen bodegas, oficinas, vestidores, baños y comedores.	Se debe contar con instalaciones cumpliendo con normativas de sanidad y recomendaciones del ministerio de salud y CFIA para evitar propagación de virus de COVID-19.
Contratistas	Los contratistas incluyen armadores de acero, construcción electromecánica, movimiento de tierra, obras de infraestructura, colocadores de formaleta, instaladores de estructura metálica y cubiertas.	Se requiere que contratistas cumplan con las disposiciones de salud, seguridad y ambiente. Adicionalmente deben cumplir con los estándares de calidad estipulados en las especificaciones técnicas y planos del proyecto.

Nota: La Tabla 14 muestra los recursos a contemplar por parte de la organización contratista general.

**4.1.1.10 Fuentes de Financiación.** En el presente proyecto no se cuenta con fuentes de financiación externa a la organización.

#### **4.1.1.11 Roles y Responsabilidades**

**4.1.1.11.1 Gobernanza del Proyecto.** El patrocinar de este proyecto es la Municipalidad de Alajuela, la cual asigna a un director de proyecto para dirigir todo lo relacionado a la gestión del proyecto, pero la autoridad para tomar decisiones importantes la tiene el patrocinador, en este caso la Municipalidad de Alajuela, pero que en ocasiones deben ser consultadas con el director de proyecto y la empresa fiscalizadora, en especial si se trata de presupuesto extraordinario al aprobado inicialmente.

Políticas de la institución:

- Reglamento a la Ley de Contratación Administrativa
- Plan Regulador Urbano del Cantón de Alajuela
- Procedimientos internos de compras públicas.
- Código Municipal Ley 7794
- Ley 7600
- Reforma Ley de Construcciones 2017

**4.1.1.11.2 Equipo de Proyecto.** A continuación, se detalla la composición del equipo de trabajo, las responsabilidades correspondientes a cada una de las partes.

**Tabla 15. Responsabilidades de involucrados.**

<b>Involucrado</b>	<b>Responsabilidades</b>
Municipalidad de Alajuela	Gobierno local, es el patrocinador del proyecto, el encargado de emitir la licencia de construcción y también el cliente.
Empresa fiscalizadora	Empresa contratada por la Municipalidad que se encarga de fiscalizar los trabajos llevados a cabo por el contratista en general. Se encarga también de realizar pruebas de laboratorio, control de calidad, informes para la municipalidad y aprobar los trabajos.

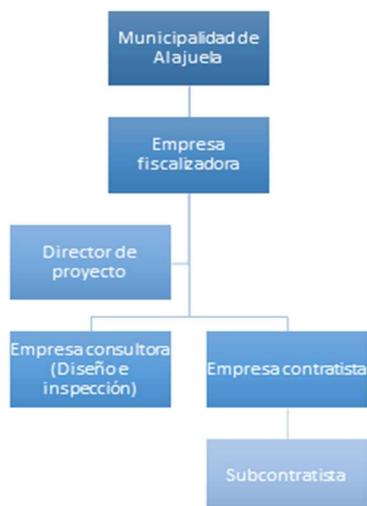
Involucrado	Responsabilidades
Director de proyecto	Encargado de la gestión administrativa del proyecto, autoriza lo referente a la empresa contratista.
Empresa consultora (diseño e inspecciones)	Empresa que cuenta con los profesionales responsables del diseño de la obra, elaboración de planos y trámite de permisos, además se encargan de las inspecciones técnicas.
Contratista general (constructora) (director de proyecto, ingenieros, maestro de obras, proveeduría de constructora, gerentes, proveedores, bodeguero, entre otros)	Empresa adjudicada mediante una licitación para llevar a cabo la ejecución de la obra constructiva.
Subcontratista	Empresas que el contratista utiliza para realizar trabajos especiales o que está fuera de su experiencia o área de trabajo.

Nota: La Tabla 15 muestra los involucrados del proyecto y sus distintas responsabilidades dentro.

#### 4.1.1.11.3 Organigrama del Equipo de Trabajo que llevará a cabo el proyecto. A continuación,

se detalla la estructura organizacional del equipo de trabajo para el proyecto. Cabe destacar que como parte de la “Empresa contratista” se incluye todo el recurso humano aportado por este, considerando a los ingenieros, técnicos, maestros de obras, personal administrativo, entre otros.

**Figura 3. Estructura organizacional del proyecto**



Fuente: Autoría propia

**4.1.1.11.4 Equipo de Desarrollo del Caso de Negocio.** A continuación, los contribuyentes en la elaboración del presente caso de negocio:

- Consejo Municipal.
- Departamento de Ingeniería de la Municipalidad.
- Director de proyecto.

**4.1.1.12 Principales Riesgos.** En el siguiente apartado se describen los riesgos que tienen algún impacto de que el proyecto sufra alguna desviación con respecto a la línea base planteada. La priorización se da con respecto al producto de la probabilidad de ocurrencia y el impacto que genera en el proyecto.

En la siguiente tabla se procede con la priorización de riesgos según la probabilidad e impacto que este va a tener en el proyecto.

**Tabla 16. Riesgos.**

Código	Causa	Descripción del Riesgo	Referencia	WBS	Probabilidad	Impacto	Rango
RT02	Expansión pandémica del Covid-19.	Si no se implementa un programa de suplementación alternativa de la mano de obra afectada por el Covid-19, puede haber retrasos en el cumplimiento del calendario del proyecto.	Planificación de los Recursos del proyecto. Registro de asistencia /ausencias de personal.	1.9.3	0,9	0,8	0,72
RE02	Agua potable para desarrollar el proyecto	Si se presenta la falta de agua, producto de fallas en el suministro puede ocasionar retrasos en el proyecto por ser un material necesario para construcción y salud de las personas	Disponibilidad y continuidad del servicio de agua en la zona con el AYA o Municipalidad	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8	0,5	0,8	0,4
RO02	Organizacional - Recursos	Si los acabados no quedan según los requerimientos de calidad dado que los	Registro de lecciones aprendidas de la empresa.	-	0,7	0,4	0,28

Código	Causa	Descripción del Riesgo	Referencia	WBS	Probabilidad	Impacto	Rango
		recursos no están capacitados podría impactar de forma negativa el cronograma y costos del proyecto.					
RT01	Técnico - Calidad	Si no se entrega el concreto en la obra en un intervalo de una hora por la Bomba de concreto, se podría perder el material, afectar el cronograma y afectar el presupuesto por incurrir en gastos adicionales.	Requisitos técnicos del proyecto	1.4.4	0,3	0,8	0,24
RE01	Ambiente – Demora en entrega de material por temporal	Si no se planifica la entrega de material durante los días lluviosos, se puede afectar el cronograma en caso de cancelaciones en la entrega de material.	Lecciones aprendidas	1.4.1.3	0,5	0,4	0,2
RT02	Requisitos - Pruebas	Si las pruebas de resistencia del suelo no arrojan los valores de diseño, no será posible proceder con rellenos y se afectará el alcance, costos y cronograma.	Especificaciones técnicas del proyecto.	1.9.2 - 1.9.3 - 1.9.4 - 1.1.3	0,5	0,4	0,2
RT03	Técnico-Calidad	Si no se realizan pruebas de calidad sobre la estructura metálica debido a un incumplimiento en los requisitos, puede generar una no conformidad que impacte el cronograma y los costos del proyecto	Especificaciones técnicas del proyecto.	1.3	0,5	0,4	0,2
RE03	Ambiental – Cierre de botadero	Si por lluvias intensas los botaderos que reciben el material de corte cierran, se pueden generar atrasos y afectar el	Registro de lecciones aprendidas de la empresa.	1.1.5	0,9	0,2	0,18

Código	Causa	Descripción del Riesgo	Referencia	WBS	Probabilidad	Impacto	Rango
		cronograma del proyecto en movimiento de tierra.					
RA01	Dirección de Proyectos - Adquisiciones	Si los equipos no llegan en el tiempo establecido según el cronograma dado a una mala comunicación con las demás empresas se podría impactar el cronograma del proyecto.	Registro de lecciones aprendidas de la empresa.	-	0,3	0,4	0,12
RO04	Manejo deficiente del flujo de caja	Si se presenta un manejo deficiente del flujo de caja debido a la forma de administración de los fondos económicos, se puede afectar el financiamiento del proyecto	Planificación de presupuestos y reportes de gastos semanales	1.9.4	0,3	0,4	0,12
RO01	Organizacional - Recursos	Si alguno de los recursos del equipo sufre un accidente laboral dado que no se usan implementos de seguridad para la ejecución de las obras, se podría retrasar el proyecto por falta de recursos.	Registro de accidentes de la compañía.	-	0,5	0,2	0,1
RO03	Desempeño - Rotación de mano de obra	Si no se maneja el personal de forma adecuada, se pueden sufrir atrasos que puedan afectar el cronograma.	Lecciones aprendidas	1.9.3	0,5	0,2	0,1
RA02	Proceso de contratación administrativa	Si se realiza una mala gestión en el proceso de contratación administrativa debido a las especificaciones de calidad en los procesos licitatorios se pueden presentar retrasos en el proyecto.	Contratos licitatorios del proyecto	1.9.5	0,5	0,2	0,1

Código	Causa	Descripción del Riesgo	Referencia	WBS	Probabilidad	Impacto	Rango
RO05	Retraso en liquidación de valuaciones por parte del Municipio o Contraloría	De no cumplir el Municipio y/o Contraloría con el programa de pagos en fecha y monto especificados en el contrato, impedirá el pago a tiempo a proveedores y personal, y puede retrasar el cronograma del proyecto.	Cronograma de pagos de valuaciones según contrato.	1.9.4	0,5	0,2	0,1
RA03	Ruidos molestos ocasionados por las demoliciones y transporte de escombros.	De no mantener comunicados a los vecinos del cronograma de las fechas de mayor incidencia de ruidos y situaciones molestas, pueden originarse situaciones de protestas y sabotajes que afecten el cronograma del proyecto.	Lecciones aprendidas. Experiencia con Asociaciones de Vecinos. Normas de convivencia.	1.9.7	0,5	0,1	0,05
<b>Riesgo General del Proyecto</b>							<b>0,207</b>

Nota: La Tabla 16 muestra los principales riesgos considerados para el proyecto analizado.

#### 4.1.2 Plan de Gestión de la Sostenibilidad

**4.1.2.1 Propósito.** El propósito de este documento es ayudar a asegurar que el proyecto sea administrado de una manera sostenible. Proporciona un marco para la Sostenibilidad del Proyecto, describiendo el enfoque, funciones y responsabilidades, presupuesto y prácticas de informe. Este Plan de Gestión de Sostenibilidad (PGS) ayudará a apoyar el compromiso con el crecimiento económico, la protección del medio ambiente y la responsabilidad social.

**4.1.2.2 Enfoque.** La planificación de la gestión de la sostenibilidad se realizará completando este documento. Adicionalmente, el equipo del proyecto, revisará y actualizará la

información de los planes de gestión del proyecto, asegurando que el diseño y los planes de gestión sean alineados con la gestión de la sostenibilidad. Se realizarán reuniones de ajuste en conjunto con los profesionales involucrados en el desarrollo del proyecto.

La identificación de los impactos de sostenibilidad incluirá:

- Un período de tiempo durante la Fase de Descubrimiento del Ciclo de Vida de Proyectos PRiSM para que los miembros del equipo trabajen juntos para completar la Evaluación de Impacto P5™ (P5) incluida en la Sección 4.1.3.
- Se requiere de un espacio de tiempo durante la primera reunión de cada mes del equipo para focalizarse en la revisión de los impactos de sostenibilidad.
- Se documentaron los indicadores claves de desempeño (KPI; ver más adelante) para los temas relevantes de P5.
- Se definieron los riesgos de sostenibilidad.
- Se redactaron, tomando en cuenta el análisis P5, las recomendaciones para mitigar los riesgos y para incrementar las oportunidades detectadas.
- Se revisó en conjunto con el equipo de proyecto, las lecciones aprendidas de proyectos anteriores.
- Se capacitó a los colaboradores para conseguir que las medidas de mitigación de los impactos se implementaran.

***La respuesta*** a los impactos de sostenibilidad incluye:

- Implementar las respuestas a todos los eventos con una puntuación de impacto positivo o negativo alta.
- Evitar impactos inaceptables.
- Mantener este Plan de Gestión de Sostenibilidad del Proyecto actualizado a lo largo del proyecto.
- Incluir "actualizaciones de los impactos de sostenibilidad" como punto del orden del día para cada reunión de equipo.
- Integrar la gestión de riesgos y oportunidades de sostenibilidad con la gestión de riesgos y oportunidades del proyecto en general.
- Integrar la gestión de costos y cronograma con la gestión de sostenibilidad del proyecto, incluyendo las actividades que sean necesarias.
- Gestionar los riesgos representados en la matriz de riesgos.

#### **4.1.2.3 Roles y Responsabilidades.** El Director de Proyecto deberá:

- Incorporar los recursos y el tiempo necesarios para ejecutar el Plan de Gestión de Sostenibilidad en el presupuesto y en el cronograma del proyecto.
- Desarrollar, distribuir e implementar este Plan de Gestión de Sostenibilidad como del plan de gestión de riesgos.
- Desarrollar y actualizar el Análisis de Impacto P5 con el apoyo del Equipo de Proyecto e incluirlo en el plan del proyecto.
- Coordinar con los Propietarios de las Respuestas para implementar las respuestas identificadas en el P5.

- Actualizar la base de datos de lecciones aprendidas al final de cada fase del proyecto.
- Proporcionar un informe a la función u oficina que sea responsable de los informes de sostenibilidad.
- Realizar el seguimiento al equipo de proyecto para que se ejecuten las obras según lo planeado.
- Supervisa los cambios para implementar las respuestas a los impactos.

El Equipo de Proyecto deberá:

- Identificar los impactos de sostenibilidad y describirlos en los formatos prescritos.
- Evaluar el impacto de las acciones relacionadas con la sostenibilidad sobre los criterios de éxito del proyecto.
- Ejecutar las acciones asignadas de respuesta a los impactos.
- Realizar seguimiento a los cambios necesarios para adaptar las respuestas de los impactos durante el proyecto.
- Desarrollar o proponer ideas de ajuste en caso de cambios para implementar las respuestas a los impactos.

Las responsabilidades del Propietario (Municipalidad) de los Impactos de Sostenibilidad incluyen:

- Desarrollar y/o actualizar la estrategia de respuesta a los riesgos asignados.
- Supervisar los riesgos asignados e informar al director de proyectos de cualquier cambio en la probabilidad o el impacto.

- Supervisar el disparador de los riesgos y las señales de los riesgos e informar al director de proyectos según corresponda.
- Realizar las recomendaciones necesarias en base a las actualizaciones de la estrategia de respuesta a los riesgos asignados.
- Coordinar con el Director de Proyecto el seguimiento a los cambios de la estrategia de respuesta a los riesgos asignados.

La empresa consultora:

- Debe asegurar que el diseño del proyecto sea acorde al plan de gestión de sostenibilidad.
- Realizar las recomendaciones técnicas necesarias para cumplir con los requerimientos del plan de sostenibilidad.
- Realizar ajustes durante el desarrollo del proyecto para adaptar las respuestas a los impactos que pueden variar durante el camino.

La empresa fiscalizadora:

- Debe notificar y gestionar los posibles riesgos identificados a través del director de proyecto.
- Realizar las inspecciones necesarias para corroborar el buen curso de las respuestas a los impactos de sostenibilidad.
- Dar seguimiento a los posibles riesgos que se puedan presentar durante el proyecto y que pueden afectar el plan inicial.

La Empresa contratista:

- Debe seguir el Plan de gestión de sostenibilidad que se propone para el proyecto.
- Asegurar que sus colaboradores como los subcontratistas estén consientes de las respuestas de los impactos propuestos inicialmente para que sean ejecutados de la mejor manera.

- Realizar los ajustes en la ejecución del proyecto tomando en cuenta los riesgos asociados al plan de sostenibilidad.

**4.1.2.4 Presupuesto.** Una vez realizado el análisis P5 del proyecto se agregan algunos costos al presupuesto del proyecto que están relacionados con la gestión de sostenibilidad del proyecto. Cabe destacar que el costo inicial del proyecto es de \$3.000.000. En la siguiente tabla se describen los costos que el proyecto va a incurrir.

**Tabla 17. Presupuesto de sostenibilidad.**

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
Vida útil del producto	Optar por productos de mayor calidad que aseguren mayor vida útil de los equipos e infraestructura.	\$10.000
Eficiencia de los Procesos del Proyecto	Realizar una sesión con los expertos en el tema de riesgos en este tipo de proyectos con el objetivo de identificar la mayor cantidad de riesgos.	\$2.000
Capacitación y Educación	Brindar capacitaciones al personal de acuerdo con las necesidades del proyecto.	\$15.000
Salud y Seguridad.	Insumos de limpieza para todos los temas referentes al COVID-19.	\$2.000
No Discriminación	Auditorías internas para asegurar que no exista Discriminación	\$2.500
Anti Corrupción	Auditorías externas para asegurar que no exista corrupción.	\$2.500
Comunicación Digital	Adquisición de sistema digital para una buena comunicación.	\$5.000
Emisiones CO2	Implementar sistemas de energías limpias para reducir las emisiones de CO2	\$40.000
Consumo de agua	Realizar sistemas de recolección de agua no Potable para disminuir el uso de agua potable.	\$3.000
Reciclaje y Reutilización	Establecer un sistema de reciclado que permita disminuir la cantidad de desechos.	\$1.000
Flexibilidad del Negocio	Colocar ayudas visuales que permitan a los clientes entender el proceso.	\$5.000
Beneficios indirectos	Establecer sistemas de vigilancia que velen por la seguridad de los clientes y las zonas aledañas.	\$10.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$98.000</b>

Nota: La Tabla 17 muestra un presupuesto preliminar a incluir para gestionar la sostenibilidad del proyecto, contemplando los hallazgos del análisis P5.

En total se debe de presupuestar un extra de \$98.000 con el objetivo de hacer el proyecto sostenible y exitoso. En total el proyecto tendrá un presupuesto de \$3.098.000.

#### 4.1.2.5 Indicadores Claves de Desempeño

**Tabla 18. Indicadores claves de desempeño.**

<b>Dominio P5</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicador clave de desempeño</b>	<b>Métrica</b>
<b>Producto</b>	Vida útil del producto	Vida Útil de los equipos principales.	Mayo a 30 años.
	Mantenimiento del producto	Costos en Mantenimiento Mensual	Menor a \$10.000
<b>Proceso</b>	Eficacia de los procesos del proyecto	Porcentaje de actividades que cuentan con recursos completos	Mayor a 95%
	Eficiencia de los procesos del proyecto	Cantidad de Riesgos nuevos de forma mensual que generen impactos negativos en el proyecto.	Menor o igual a 1.
	Equidad de los procesos del proyecto	Porcentaje de proveedores seleccionados de acuerdo con la plantilla.	Mayor a 95%
<b>Personas</b>	Prácticas laborales y trabajo decente	Porcentaje de personal capacitado para el puesto que desempeña	Mayor a 90%
	Sociedad y consumidores	Cantidad mensual de contagios internos de COVID.	Menor a 3
	Derechos humanos	Cantidad de reportes mensuales de discriminación.	Igual a 0.
	Comportamiento ético	No conformidades en auditoria con respecto a corrupción.	Igual a 0.
<b>Planeta</b>	Transporte	Cantidad de viajes de materiales por mes	Menos de 10
	Energía	Porcentaje de uso de energías limpias.	Mayor a 30%
	Tierra, Aire y Agua	Consumo de agua potable diario	Menor a 6000 Litros
	Consumo	Porcentaje de desechos reciclados o reutilizados.	Mayor a 70%.
<b>Prosperidad</b>	Análisis del Caso de Negocio	Tasa Interna de Retorno del proyecto a los 15 años.	Mayor a 40%
	Agilidad del Negocio	Consultas diarias realizadas en el área de información.	Menor a 15.
	Estimulación económica	Porcentaje de aumento en la	Igual a 0%

Dominio P5	Categoría	Indicador clave de desempeño	Métrica
		delincuencia de la zona.	

Nota: La Tabla 18 presenta indicadores de desempeño a monitorear y contemplar en el proyecto, utilizando los 5 dominios del P5.

#### 4.1.2.6 *Impacto Potencial sobre la Sostenibilidad de las Exclusiones del Alcance.* Del

proyecto se excluyen los costos asociados al mantenimiento de las instalaciones de la nueva Terminal, así como lo asociado a la compatibilidad de la estructura vial del cantón con la terminal y el paisaje y adecuación de las zonas verdes aledañas al proyecto.

En este sentido, en primer lugar, la exclusión de los costos de mantenimiento tiene un impacto en la sostenibilidad del proyecto en los siguientes aspectos:

- El costo de mantenimiento debe ser asumido por la Municipalidad de Alajuela, ya sea por medio de ejecución interna o por subcontratación. Esto puede afectar la sostenibilidad financiera del cantón, y aumentar los costos de los impuestos municipales por parte de los habitantes del mismo.
- Dejar el mantenimiento en manos de otra entidad u empresa pone en riesgo la continuidad de los esfuerzos ambientales en construcción sostenible realizados por la empresa Constructora CIC, en caso que se adopten las medidas propuestas. Esto implica que la Municipalidad debe asegurarse de contratar mantenimiento que tome en consideración estos elementos y les de aseguramiento en el tiempo, lo cual puede resultar costoso.
- Por otro lado, un impacto positivo en relación con el mantenimiento de la Terminal es proveer trabajo a un nuevo proveedor o aumentar el personal de trabajo de la Municipalidad lo que incrementa la contribución a generación de empleo y mejora de las condiciones de estas personas y sus familias.

En segundo lugar, en relación con el embellecimiento de las zonas aledañas y la conectividad vial entre la Terminal y el resto de la estructura vial del cantón, estas exclusiones tienen impacto en sostenibilidad en los siguiente:

- Se puede generar un desbalance en la sostenibilidad financiera del cantón por el hecho que se requiere el acondicionamiento progresivo de la estructura vial para adaptarse a la nueva terminal, considerando los flujos viales y peatonales en los alrededores.
- El no incluir la adaptación de zonas aledañas al cantón con lo propuesto en el proyecto respecto a gestión integral de residuos puede ocasionar que se pierdan con el tiempo los buenos hábitos del cantón, así mismo, que no se evidencie un compromiso de los usuarios por mantener la cultura de valorización en la terminal.
- La sostenibilidad del ecosistema en la terminal, por medio de la plantación de especies nativas en la terminal puede interrumpir la permanencia de flora y fauna si no se expande al resto del cantón, lo que puede afectar la sostenibilidad ambiental asociada con el proyecto.

**4.1.2.7 Revisiones e Informes.** Se celebrarán reuniones con el fin de debatir y tomar decisiones sobre la sostenibilidad del proyecto a la cabeza del Director de Proyecto junto con su equipo de proyecto, patrocinador y un comité conformado por actores de la comunidad, proveedores y de la municipalidad de Alajuela que tendrán reuniones mensuales, a fin de revisar cada uno de los indicadores y sus métricas donde harán seguimiento a cada una de los 5 aspectos del P5 donde definirán recomendaciones y sugerencias de acciones de cambios o mejoras según lo que acuerden necesite ser ajustado.

De esta actividad se dejará constancia mediante un acta que será distribuida en todos encargados de área del proyecto, como también de cada reunión mensual,

sostenida ya sea de forma presencial o virtual se dejará un registro histórico en el sistema de gestión del proyecto de la empresa.

Las acciones iniciales de gestión de sostenibilidad se llevarán a cabo durante el desarrollo del plan inicial del proyecto. Al comienzo de cada fase del proyecto se realizará una revisión y actualización completa del P5.

La planificación de la respuesta a los riesgos, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 19. Plan de respuesta ante los riesgos.

Código	Estrategia	Acciones Preventivas	Respaldos	Plan para Contingencias	Reservas (T) (días)	Reservas (\$)	Disparador	Responsable	Prob. Post Plan	Imp. Post Plan	Rango Post Plan
RT02	Mitigar	Activar el procedimiento expedito de búsqueda y reemplazo de personal.	Base de datos de personal disponible.				Reporte del ministerio de Salud	Director del Proyecto	0,7	0,8	0,56
RE02	Mitigar	Considerar un respaldo de agua potable por medio de tanques	Contratar camión cisterna para abastecer parte de la demanda de agua				Cronograma de reparaciones de Acueducto.	Director del proyecto	0,1	0,2	0,02
RO02	Mitigar	Realizar sesiones de capacitación a los recursos del proyecto que trabajen acabados finales.	Contratación de expertos en el tema de acabados que colaboren en la obra para cumplir con los requerimientos de calidad.				Acabados no cumplen con los requisitos de calidad del proyecto.	Ingeniero de Calidad	0,3	0,1	0,03
RT01	Mitigar	Mantener comunicación directa con los proveedores indicando las horas para la entrega del concreto en horas de la madrugada para evitar el tráfico	Contratar una empresa de transporte disponible en horas de la madrugada.				Incremento del costo del proyecto 0.5%	Compras	0,1	0,8	0,08
RE01	Mitigar	Realizar sesiones semanales para coordinar la logística de entrega de materiales para la construcción considerando el estado del tiempo.					Pronostico del tiempo	Ingeniero Residente.	0,3	0,1	0,03
RT02	Mitigar	Aumentar la densidad y profundidad de los ensayos de caracterización de suelo para tener mayor certeza de las condiciones reales.	Contar con un profesional de diseño disponible para que haga ajustes en el paquete estructural en caso de ser necesario.				Ensayo de penetración en subrasante.	Ingeniero residente.	0,3	0,1	0,03
RT03	Mitigar	Realizar inspecciones al 100% de las uniones soldadas del proyecto y aumentar la cantidad de ensayos y pruebas en soldadura.					Proceso de Corrosión en los metales.	Director de proyecto.	0,3	0,2	0,06

Código	Estrategia	Acciones Preventivas	Respaldos	Plan para Contingencias	Reservas (T) (días)	Reservas (\$)	Disparador	Responsable	Prob. Post Plan	Imp. Post Plan	Rango Post Plan
RE03	Aceptar			Solicitud de extensión de plazo y estrategias de compresión de cronograma para compensar retrasos.	1	9000	Pronóstico del tiempo.	Ingeniero residente.	0,9	0,1	0,09
RA01	Mitigar	Mantener comunicación directa y cercana con los proveedores dándoles la información del plan del proyecto desde un inicio.	Penalizaciones en los contratos por incumplimiento de fechas.				Atraso en llegada de equipos de acuerdo con el cronograma.	Director de del Proyecto	0,1	0,2	0,02
RO04	Mitigar	Llevar el seguimiento de los gastos semanalmente	Auditor Financiero de los gastos del proyecto				Incremento del costo del proyecto en un 2%	Director del proyecto	0,1	0,2	0,02
RO01	Escalar	Comunicar al gerente del programa la importancia de contar con implementos de seguridad, de tal forma que el programa se haga cargo de comprar dichos implementos para el proyecto.	Incluir dentro del plan del proyecto la compra de equipo de seguridad.				Incapacidad de recursos del equipo debido a una lesión laboral.	Ingeniero de Seguridad Laboral	0,1	0,1	0,01
RO03	Mitigar	Mantener la correcta comunicación con los trabajadores por parte del departamento de recursos humanos para resolver conflictos.	Contar con un profesional en recursos humanos que lleve control de la rotación de personal.				Aumento de horas extras en trabajadores	Recursos Humanos	0,3	0,1	0,03
RA02	Aceptar			Realizar inspecciones detalladas por parte del ente técnico	30	5000	Contrato firmado por las partes con incongruencias y falta de información técnica	Equipo del proyecto	0,3	0,1	0,03
RO05	Transferir	Mantener informado con antelación a las autoridades ejecutoras del pago de la valuación en proceso.	Cláusula contractual de asimilación de efectos en pagos atrasados con respecto al cronograma.				Liquidación de valuación	Finanzas	0,3	0,2	0,06

Código	Estrategia	Acciones Preventivas	Respaldos	Plan para Contingencias	Reservas (T) (días)	Reservas (\$)	Disparador	Responsable	Prob. Post Plan	Imp. Post Plan	Rango Post Plan
RA03	Mitigar	Insertar dentro del Plan de Comunicación, la acción de informar a la vecindad el cronograma de trabajos ruidosos, para solicitar su comprensión.	Solicitar a las autoridades municipales planes informativos comunicacionales para aliviar el impacto.				Notificación de la asociación de vecinos	Director del Proyecto	0,3	0,1	0,03
<b>Total de Reservas para Contingencias</b>					<b>31</b>	<b>14000</b>	<b>Riesgo General del Proyecto Post-Plan Moderado</b>				<b>0,073</b>

Nota: La Tabla 19 muestra el plan de respuesta ante los riesgos del proyecto.



### 4.1.3 Impacto P5

El Análisis de Impacto P5 para este proyecto es una parte integral de este Plan de Gestión de Sostenibilidad.

Tabla 21. Análisis P5.

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría							
Elemento							
<b>Análisis de Impacto P5</b>							
<b>Impactos</b>		<i>Este impacto mejorará los resultados del proyecto desde una perspectiva de sostenibilidad.</i>					
		5 = Totalmente de acuerdo 4 = De acuerdo 3 = Neutral 2 = En desacuerdo 1 = Totalmente en desacuerdo					
<b>2.1 Impactos del Producto</b>							
2.1.1	Vida útil del producto	Exposición a condiciones climáticas.	Corta vida útil en los equipos e infraestructura.	1	Brindar mantenimientos preventivos a los equipos e infraestructura.	4	3
2.1.2	Mantenimiento del producto	Alto tránsito de personas.	Altos costos en mantenimiento mensuales.	2	Utilizar materiales que resistan el alto tránsito de personas.	4	2
<b>2.2 Impactos de los Procesos (de Gestión de Proyectos)</b>							
2.2.1	Eficacia de los Procesos del Proyecto	Proceso de Gestión de Adquirir Recursos es poco Eficaz	Falta de trabajadores para ejecutar las actividades del proyecto	2	Elaborar un plan y ofrecer beneficios a los trabajadores.	3	1
2.2.2	Eficiencia de los Procesos del Proyecto	Proceso de Gestión de Identificar riesgos poco eficientes.	Identificar nuevos riesgos durante la ejecución del proyecto.	2	Elaborar una sesión de trabajo con los expertos en el tema para la identificación de riesgos.	3	1
2.2.3	Equidad de los Procesos del Proyecto	Procesos para selección de proveedores no son equitativos.	Problemas de calidad en el producto final.	2	Elaborar una plantilla con puntos objetivos para la selección de proveedores.	4	2
<b>Promedio de Producto y Proceso</b>				<b>1.8</b>		<b>3.6</b>	<b>1.8</b>
<b>3 Impactos a las Personas (Sociales)</b>							
<b>3.1 Prácticas Laborales y Trabajo Decente</b>							

3.1.1	Empleo y Dotación de Personal	Pandemia de Salud y sus restricciones de control o protocolo sanitario y vacunación obligatoria en el país ocasionaría falta o alta rotación de personal	Bajo nivel o pérdida de estándares de empleo para la empresa o industria con menor nivel productividad y menor energía emocional y con más bajas por enfermedad, con falta de compromiso y desmotivada con el éxito personal y empresaria.	1	Plan sobre manejo de la pandemia actual considerando aspectos contingencia de personal, rotación y personal de reserva de mano de obra calificada o no ya sea por enfermedad o decesos	4	3
3.1.2	Relaciones Laborales/de Gestión	Desconocimiento o no reconocer y apoyar los derechos legales y humanos para todos los involucrados en el proyecto, con procedimientos y mecanismos enfocados para abordar disputas	Aumento de los costos de reclutamiento al ser conocido y pérdida de capacidad mejorada para atraer personal bien calificado.	2	Elaborar un plan y ofrecer beneficios a los trabajadores de manera justa, equitativa y sin discriminaciones incluyendo contingencias presupuestarias.	3	1
3.1.3	Salud y Seguridad del Proyecto	Pandemia de Salud con fallas o desconocimiento adecuado en los procesos de control o protocolo sanitario y-o vacunación obligatoria. Sin planes para proteger a los trabajadores durante emergencias y actividades no rutinarias. No uso de nuevas tecnologías por su potencial para ser más protectoras, más fiables, o menos costosas.	Lugar de trabajo inseguro e insalubre o con bajos niveles o inadecuados de cuidado y protección de la salud y ante enfermedades. Aumento en pérdida de tiempo y costos por enfermedad y accidentes de trabajo. Posible e inevitables multas y sanciones por incumplimiento de las leyes y reglamentos de salud y seguridad.	2	Plan sobre manejo de la pandemia actual considerando aspectos contingencia de personal, rotación y personal de reserva de mano de obra calificada o no ya sea por enfermedad o decesos	4	2
3.1.4	Educación y Capacitación	No identificar las habilidades y sus brechas requeridas o de habilidades y necesidades de desarrollo de los miembros del equipo de proyecto.	Fuerza laboral menos eficaz o ineficiente, sin oportunidades profesionales, ni motivación y sin mayor compromiso con el éxito personal y organizacional	2	Plan de capacitación y entrenamiento de capacidades y habilidades y conocimiento al personal técnico con medición de rendimiento y constantes valoraciones del aprendizaje alcanzado y su aplicación al trabajo	3	1
3.1.5	Aprendizaje Organizacional	No incorporar ni capturar lecciones aprendidas de proyectos pasados y compartiéndolas fuera de la empresa siempre que sea posible.y no compartirlas en toda la organización.	Pérdida o disminución de capacidades, con mayor eficiencia y efectividad en proyectos y aprovechar oportunidades para mejorar los estándares de la industria.	2	Plan empresarial para sistematizar lecciones aprendidas y compartirlas de manera periódica con actores internos y externos al proyecto	4	2

3.1. 6	Diversidad e Igualdad de Oportunidades	Trabajar con igualdad de oportunidades basados en habilidades, mostrando intolerancia o sesgo en función de la edad, el género, el origen étnico y otros aspectos de la diversidad.	Aumento en costos de reclutamiento y no permitir la creación de soluciones innovadoras a problemas debido a los diversos antecedentes de los miembros del equipo del proyecto.	1	Elaborar un plan y ofrecer beneficios a los trabajadores de manera justa, equitativa y sin discriminaciones	4	3
3.1. 7	Desarrollo de la Competencia Local	No tener en cuenta las capacidades de los pueblos locales e indígenas no utilizando mano de obra local cuando sea posible, y desaprovechar las prácticas y la cultura locales para mejorar la eficiencia.	Falta o inexistencia de apoyo local para el proyecto y el producto como para el para futuros proyectos y pérdida de oportunidad de crecimiento en la economía local.	1	Definir e implementar la política de contratación con un porcentaje mínimo de personal contratar con raíces indígenas y que incluya el respeto a su identidad y cultura como la personal, familiar y sus tradiciones	3	2
<b>3.2 Sociedad y Consumidores</b>							
3.2. 1	Apoyo de la Comunidad	No involucrar a representantes de la comunidad afectados en las discusiones sobre el proyecto y no ser abierto y honesto sobre los efectos del proyecto en la comunidad.	Oposición y falta de aceptación del resultado del proyecto como se empeoran la relación con la comunidad y el patrocinador	1	Formar un comité comunitario representativo para el proyecto como actor externo relevante al proyecto e informado periódicamente con vos sobre resultados y producto del proyecto	3	2
3.2. 2	Cumplimiento de Políticas Públicas	Incumplimiento o falta o fallas en acatar o cumplir la leyes y regulaciones en las que opera el proyecto y no informar a partes interesadas sobre aspectos de cumplimiento	Pérdida de transparencia y reputación como el aumento del riesgo para el proyecto y falta de apoyo de parte de la comunidad	2	Trabajar con equipo de proyecto y coordinando con los actores e involucrados internos y externos revisando y evaluando los alcances y cumplimiento de la leyes y regulaciones para el proyecto	4	2
3.2. 3	Protección para Pueblos Indígenas y Tribales	No considerar los valores e identidad cultural personas de la comunidad local de orígenes indígena o tribal local como también acciones hacia despojar de tierras o recursos e incitar hacia la discriminación de estos	Pérdida a largo plazo de tierras, culturas y religiones originarias o indígenas como pérdida de la confianza de empleados y hacia la empresa u organización patrocinadora	1	Formar un comité comunitario representativo para el proyecto como un actor externo relevante al proyecto e informado periódicamente con vos sobre resultados y producto del proyecto	4	3
3.2. 4	Salud y Seguridad del Consumidor	Incumplir con las leyes y regulaciones de salud y seguridad relevantes especialmente en pandemia de COVID 19 y los protocolos y restricciones de seguridad y no comunicar o	Pérdida de credibilidad de parte de clientes e inversores y disminución de la transparencia hacia la rendición de cuentas del proyecto	1	Plan sobre manejo de la pandemia actual considerando aspectos contingencia de personal, rotación y personal de reserva de mano de obra calificada o no ya sea por enfermedad o decesos	4	3

		minimizar los efectos negativos del proyecto					
3.2. 5	Etiquetado de productos y servicios	Identificación y divulgación de información inadecuada del proyecto, a distintos actores externos o internos sobre los propósitos y metas establecidas del proyecto como también de parte de sus proveedores con los estándares mínimos	Falta de soporte para decisiones de compra sostenibles no basadas en valores por parte de los clientes. Pérdida de la reputación sobre los resultados y proceso del proyecto.	2	Mantener y acatar todas las políticas y procedimientos de compras con control de auditoría interna permanente y control de auditoría externa periódico y acorde a estándares internacionales con cumplimiento leyes nacionales y locales	3	1
3.2. 6	Comunicaciones de Mercadeo y Publicidad	Falta de publicidad sobre la sostenibilidad del proyecto como la falta de información que puede realmente ofrece el proyecto o datos e informaciones engañosas y ambiguas acerca de los procesos y resultados de este	Pérdida de lealtad de clientes y de apoyo de la comunidad local, como la pérdida del valor de la empresa y su reputación	2	Determinar e implementar la política y procedimientos de sostenibilidad para el proyecto bajo supervisión externa de agentes certificados	3	1
3.2. 7	Privacidad del Consumidor	Incumplimiento de la leyes y regulaciones importantes relacionada con los derechos y datos del cliente y sin permisos de este	Pérdida de lealtad de clientes y de apoyo de la comunidad local como también del valor de la empresa y su reputación	1	Definir e implementar la política sobre manejo y uso de la información de actores internos y externos, publicar y supervisando su cumplimiento mediante evaluación y encuestas periódicas	2	1
<b>3.3 Derechos Humanos</b>							
3.3. 1	No Discriminación	Falta de inclusión en la selección de personal y colaboradores con discriminación y sin compensación adecuada o igualitaria por las labores similares según sexo o género	Aumento del absentismo, baja productividad y desmotivación con pérdida de reputación empresarial	2	Revisión y cumplimiento con auditoría interna hacia recursos humanos y la alta gerencia sobre la política de contratación y respeto a las leyes laborales locales y nacionales sin discriminación y de manera igualitaria	5	3
3.3. 2	Trabajo de acuerdo a la edad	No cumplir ley de edad mínima según OIT y leyes nacionales ni proteger los derechos a la educación del cualquier niño trabajador	Pérdida tanto de apoyo de la comunidad local como de la reputación empresarial	1	Revisión y cumplimiento con auditoría interna hacia recursos humanos y la alta gerencia, sobre la política de contratación y respeto a las leyes laborales locales y nacionales sin discriminación y de manera igualitaria	4	3

3.3. 3	Trabajo Voluntario	Incumplimiento al Convenio de la OIT sobre la Abolición del Trabajo Forzoso y utilizar trabajadores voluntarios haciendo trabajo forzoso o bien contratar proveedores que incumplen estos mismos aspectos	Pérdida de apoyo de la comunidad y de la reputación de la empresa	1	Revisión y cumplimiento con auditoría interna hacia recursos humanos y la alta gerencia, sobre la política de contratación y respeto a las leyes laborales locales y nacionales sin discriminación y de manera igualitaria	4	3
-----------	--------------------	---	---	---	--	---	---

### 3.4 Comportamiento Ético

3.4. 1	Prácticas de Adquisiciones	No considerar la sostenibilidad en todas las decisiones de adquisición y no asegurar el pago oportuno y justo de los proveedores y estos cumpliendo con sus propios proveedores con los mismos estándares.	Marca de la empresa queda desprotegida y aumento de costos comprometiendo la calidad del proyecto	1	Determinar e implementar la política y procedimientos de sostenibilidad para el proyecto bajo supervisión externa de agentes certificados	5	4
3.4. 2	Anti-corrupción	Desconociendo e incumplimiento de las leyes y regulaciones permitiendo el soborno y no denunciar a los que promueven o ejecutan el fraude.	Pérdida de reputación de la marca y pérdida de presencia en el mercado aumentado riesgo de demandas y aumento tanto de costos de reclutamiento como de rotación de personal	1	Generar y supervisar la política anticorrupción ya sea existente de la empresa o para el proyecto con auditoría interna y externa recurrente	3	2
3.4. 3	Competencia Leal	Permitir prácticas concertadas o conscientemente paralelas, que tengan por objeto, produzcan, o puedan producir el efecto de impedir, restringir o falsear la competencia en todo o en parte del mercado nacional con los proveedores sus ofertas, precios y cadenas de suministros	Retrasos de cronograma y aumentos de costos con aumento de riesgo de demandas e investigaciones penales	2	Generar y supervisar la política anticorrupción ya sea existente de la empresa o para el proyecto con auditoría interna y externa recurrente	3	1

**Promedio de las Personas**

**1.5**

**3.6**

**2.2**

## 4 Impactos al Planeta (Ambientales)

### 4.1 Transporte

4.1. 1	Adquisiciones Locales	Varias empresas brindan los materiales y servicios que serán requeridos	Los proveedores remotos consumirán más combustible y generarán más contaminación por aumento de emisiones de CO2	2	Dar puntos de bonificación en el proceso de selección a proveedores locales para incentivarlos a participar	3	1
-----------	-----------------------	---	--	---	---	---	---

4.1. 2	Comunicación Digital	No se utilizan muy poco los medios digitales de comunicación	Aumento en emisiones de CO2 por transporte y estrés por viajes de las personas involucradas	2	Reducir la cantidad de traslados para ahorrar tiempo y costos, y utilizar plataformas digitales de comunicación para reuniones virtuales	3	1
4.1. 3	Viajes y Desplazamientos	Solicitud o compras de materiales sin un orden establecido y falta de programación de necesidades	Aumento en consumo de combustible en transporte de materiales	2	Consolidar pedidos de compra para disminuir la cantidad de viajes e incentivar el ahorro de combustible	3	1
4.1. 4	Logística	Salidas de camiones frecuentes a los mismos sitios y sin programación previa	Mayor cantidad de emisiones de CO2 a la atmósfera	2	Promover prácticas de adquisiciones programadas para reducir los tiempos de entrega de materiales	3	1

#### 4.2 Energía

4.2. 1	Consumo de Energía	Equipos electromecánicos de alto consumo energético	Sistemas electromecánicos de la infraestructura con mucha demanda de energía	2	Diseña e implementar soluciones de equipo con alta eficiencia energética para el ahorro de energía como variadores de frecuencia para el sistema de bombeo. Además, ajustar el diseño de la infraestructura con espacios abiertos y ventilados que disminuyan el uso de iluminación artificial, pero en caso de requerirse se utilizaran luminarias tipo led que son de consumo bajo y por tanto un ahorro de energía.	5	3
4.2. 2	Emisiones CO2	Se utilizan energías tradicionales porque son más económicas.	Aumento en emisiones de CO2 en el proyecto y durante la vida útil del mismo	2	Utilizar fuentes de energía alternativas para disminuir la emisión de CO2. Además implementar previstas para la recarga de autobuses eléctricos.	5	3
4.2. 3	Retorno de Energía Limpia	La inversión inicial de la energía alternativa es más costosa	Se utiliza más las fuentes de energía tradicionales que producen más contaminación al planeta	3	Utilizar fuentes de energía limpia y que la infraestructura sea autosuficiente e incluso producir energía que puede ser devuelta a la red.	5	2
4.2. 4	Energía Renovable	La electricidad será un costo operativo en el proyecto y durante su vida útil	Mayores costos económicos en facturación de electricidad y mayores emisiones de CO2	2	Utilizar paneles solares como fuente de energía para producir su propia electricidad.	5	3

#### 4.3 Tierra, Aire y Agua

4.3. 1	Diversidad Biológica	Movimientos de tierra para la construcción, así como tala de árboles y otros elementos naturales en el entorno	Pérdida de diversidad de los ecosistemas que habitan cerca de la zona donde se localiza la terminal	3	Considerar el entorno circundante para plantar árboles una vez se finalice la construcción, para regenerar los hábitats	5	2
-----------	----------------------	--	---	---	---	---	---

4.3. 2	Calidad del Aire y el Agua	Se utilizan energías tradicionales porque son más económicas. El agua que se utiliza es la que se encuentra autorizada por la empresa proveedora local	Aumento en emisiones de CO2 en el proyecto y durante la vida útil del mismo. Puede afectar la salud de las personas	2	Realizar análisis respectivos de la calidad del agua y asegurar que las máquinas utilizadas cumplan los requerimientos de ley para emisiones y partículas en suspensión	4	2
4.3. 3	Consumo de Agua	El consumo de agua por la construcción es elevado, producto de mezcladoras, limpieza, entre otras.	Se contribuye con el agotamiento del recurso	2	Políticas de ahorro de agua durante la construcción. Evitar la tala excesiva de árboles que retienen el agua en los suelos. Se puede implementar en el diseño de la infraestructura un sistema de recolección de agua pluvial que sirva para alimentar los servicios sanitarios y contribuir al ahorro de agua durante la operación del edificio.	4	2
4.3. 4	Desplazamiento del Agua Sanitaria	Las aguas residuales generadas por la construcción, así como	Aumenta la carga orgánica, de sólidos en suspensión y cambios de pH del agua residual.	1	Asegurar canales para re direccionar aguas residuales, para evitar que se filtren en subsuelo y vayan a alcantarillado pluvial.	4	3
<b>4.4 Consumo</b>							
4.4. 1	Reciclaje y Reutilización	Acumulación de residuos en la terminal, de los usuarios del servicio.	Residuos valorizables llegan a rellenos sanitarios cuando no deberían, lo que aumenta la sobrepresión de estos espacios.	1	Componente de gestión integral de residuos tanto durante el proyecto como considerar que uno de los entregables del proyecto consiste en estaciones de gestión de residuos acompañadas por material de divulgación	5	4
4.4. 2	Disposición	Los residuos de construcción, así como los utilizados por usuarios se disponen en rellenos sanitarios por la facilidad	Sobrepresión de los rellenos sanitarios si no se reutiliza y reciclan los residuos valorizables	1	Potenciar la gestión integral durante el proyecto, por medio de procedimientos y políticas. Contratar gestores autorizados para la disposición de residuos especiales de forma correcta	4	3
4.4. 3	Contaminación y Polución	Se generan como parte del proyecto residuos de construcción, así como emisiones de CO2 producto del uso de combustibles fósiles	Estos residuos contaminan el subsuelo, así como el aire (por partículas en suspensión) que afecta además la salud de las personas	1	Componente de gestión integral de residuos tanto durante el proyecto como considerar que uno de los entregables del proyecto consiste en estaciones de gestión de residuos acompañadas por material de divulgación	4	3

4.4. 4	Generación de Residuos	Cualquier proyecto de construcción en su ejecución y luego en el lanzamiento y operación del mismo genera residuos	Sobrepresión de los rellenos sanitarios, filtración de lixiviados al subsuelo, impactos en salud, acumulación de residuos en zonas no aptas para disposición.	1	Componente de gestión integral de residuos tanto durante el proyecto como considerar que uno de los entregables del proyecto consiste en estaciones de gestión de residuos acompañadas por material de divulgación	4	3
<b>Promedio del Planeta</b>				<b>1.8</b>		<b>4.1</b>	<b>2.3</b>

## 5 Impactos a la Prosperidad (Económicos)

### 5.1 Análisis del Caso de Negocio

5.1. 1	Modelado y Simulación	Se tiene incertidumbre en la toma de decisión de emprender el proyecto.	El producto del proyecto podría resultar en un fracaso en relación con los objetivos estratégicos de la municipalidad.	2	Elaborar un modelado y simulación que permita reducir la incertidumbre de las variables de entrada.	4	2
5.1. 2	Valor Presente	El proceso de licitación y tramitologías demora mínimo 2 años en culminar.	El presupuesto asignado al proyecto se queda corto.	1	Incluir un reajuste de precios para hacer frente a las variaciones que se presentan.	2	1
5.1. 3	Beneficios Financieros Directos	La terminal debe ser rentabilizada para generar ingresos a la municipalidad.	El proyecto podría no ser viable financieramente.	3	Elaborar un plan financiero que asegure la obtención de beneficios financieros.	4	1
5.1. 4	Retorno sobre la Inversión	Debe realizarse una inversión para desarrollar el proyecto.	La inversión no es recuperada en un plazo igual o menor a 10 años.	3	Establecer métricas e indicadores que faciliten el cálculo del retorno de la inversión.	3	0
5.1. 5	Relación Beneficio-Costo	El proyecto a emprender debe producir mayores beneficios que costos en la entrega de su producto.	Los costos son mayores a los beneficios en términos de valor actual.	2	Incluir mayor cantidad de andenes y locales comerciales que permitan el incremento en los ingresos de modo que los beneficios sean superiores a los costos en términos de valor actual.	3	1
5.1. 6	Tasa Interna de Retorno	Se tiene la posibilidad de desarrollar 2 proyectos similares.	Alguno de los proyectos podría no ser viable.	3	Invertir en el proyecto que tenga la TIR mayor.	3	0

### 5.2 Agilidad del Negocio

5.2. 1	Flexibilidad/Opcionalidad	Retraso en la obtención de la viabilidad ambiental de SETENA.	Retraso en el inicio de las obras constructivas, provocan que la entrada en operación se retrase.	2	Se incluyen estrategias de compresión de cronograma en el desarrollo del proyecto.	2	0
5.2. 2	Flexibilidad del Negocio	Desinformación en los usuarios de la terminal.	Se provocan aglomeraciones, largas colas y retrasos en las salidas de las rutas.	2	Colocación de pantallas informativas con horarios, ubicaciones y mapas en la terminal.	3	1

5.3 Estimulación Económica							
5.3.1	Impacto Económico Local	Mayor concentración de personas dentro de las instalaciones de la terminal, menos personas en las afueras.	Comercios externos tienen reducción en las ventas.	2	Permitir la instalación de pequeños comercios dentro de las instalaciones de la terminal.	4	2
5.3.2	Beneficios Indirectos	Incremento en la visitación de la zona por la operación de la terminal.	Aumento de la delincuencia en la zona.	2	Mayor vigilancia en las zonas aledañas a la terminal.	4	2
<b>Promedio de Prosperidad</b>				<b>2.2</b>		<b>3.2</b>	<b>1.0</b>
<b>Promedio General</b>				<b>1.7</b>		<b>3.7</b>	<b>1.9</b>

Nota: La Tabla 21 muestra el análisis P5 del proyecto.

## **4.2 *Análisis del estado actual***

En la búsqueda del cumplimiento del objetivo relacionado con la caracterización de las prácticas constructivas empleadas con el fin de identificar el estado actual de la situación, se realizaron entrevistas a distintos involucrados dentro del proyecto para que brindaran la información requerida para ser analizada. La entrevista fue construida de modo que se contemplaron diversas aristas relacionadas con la sostenibilidad en la administración de proyectos, indiferente del sector o la actividad relacionada con los proyectos.

Los participantes en la encuesta, fueron profesionales involucrados con el proyecto y pertenecientes tanto a la organización contratista general, subcontratistas, miembros de la organización fiscalizadora y de la inspección técnica del proyecto. Aunque la encuesta fue realizada a involucrados que pertenecen a distintas organizaciones, sus aportes permitieron reconocer el estado del proyecto analizado en relación con las prácticas sostenibles aplicadas en la gestión del proyecto.

Finalmente, teniendo los resultados de la encuesta y el análisis de los hallazgos, se elaboró un análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) que permite visualizar y comprender el estado actual del proyecto desde una perspectiva tanto interna como externa.

### **4.2.1 Encuesta**

La encuesta fue elaborada por medio de Microsoft Forms y fue compartida mediante un enlace a los participantes en la misma. Se llenaron un total de 7 encuestas y las respuestas fueron recogidas el 10 de enero del año 2022. El formato de la encuesta con las preguntas se

presenta a continuación.

Microsoft Forms

1/10/22 6:18 p.m.

## Encuesta sobre sostenibilidad

1. ¿Cómo reduce su organización el impacto de los desechos generados, producto de sus operaciones?

- No hay políticas relacionadas
- Se clasifican los desechos y se disponen por otras organizaciones
- Se minimizan los desechos aprovechándolos y los restantes luego son clasificados

2. ¿Cómo contribuye la organización para mantener una cadena de suministro sostenible?

- No hay políticas relacionadas
- Se eligen únicamente proveedores locales con prácticas sostenibles

3. ¿Cómo contribuye la organización en relación con la diversidad e igualdad de oportunidades?

- No hay políticas relacionadas
- Se brinda igualdad de oportunidad sin sesgos por genero, raza, religión, etc.
- Los trabajos son asignados según genero, raza, religión, etc.

4. ¿Cómo asiste la organización en el crecimiento profesional de sus colaboradores?

- No hay políticas relacionadas / Se buscan colaboradores ya preparados
- Cuando los proyectos lo requieren, la organización propicia el crecimiento de sus colaboradores
- La organización brinda capacitaciones y entrenamientos a sus colaboradores

5. ¿En qué medida la organización contempla el costo del ciclo de vida de los productos?

- No hay políticas relacionadas
- Solo el costo del proyecto
- Costo del proyecto, operaciones y mantenimiento

6. ¿Cuál aspecto considera la organización al adquirir insumos?

- El menor precio con calidad aceptable
- Insumos sostenibles de alta calidad

7. ¿Cómo fija la organización los salarios de los colaboradores?

- Por encima del mínimo establecido por ley
- Por debajo del mínimo establecido por ley
- El salario mínimo establecido por ley

8. ¿Cómo trata la organización la disponibilidad y tratamiento del agua en proyectos?

- No hay políticas relacionadas
- Se brinda agua potable a los colaboradores
- Se brinda agua potable a los colaboradores, se vela por un consumo responsable y se asegura el tratamiento de las aguas servidas

9. ¿Qué tipo de equipos se adquieren para los proyectos que se ejecutan en su organización?

- Los equipos con menor costo de adquisición inicial
- Se buscan opciones que utilicen energías limpias y menor cantidad de emisiones

10. ¿Cree que la organización debería hacer más por implementar prácticas sostenibles?

Sí

No

11. ¿Sabe de alguno de los involucrados en el proyecto y/o organización que pertenezcan a alguna organización relacionada con sostenibilidad?

Sí

No

12. En una escala del 1 al 5 (siendo 5 muy informado). ¿Que tan familiarizado está con el concepto de construcción sostenible?

! ! ! ! !

13. ¿Cuáles piensa que son las principales barreras a vencer para obtener una sostenibilidad en los proyectos que participa?

El desconocimiento de prácticas sostenibles

Los costos para obtener la sostenibilidad

Complejidad

14. ¿Cómo piensa que podría fomentarse la sostenibilidad en los proyectos que participa?

- Campañas de sensibilización
- Incentivos monetarios por parte del Estado
- Obligación por medio de nuevas leyes

15. ¿Qué comentarios o sugerencias tiene para ser implementadas de modo que su organización pueda desarrollar proyectos sostenibles?

---

1/10/2022

Este contenido no está creado ni respaldado por Microsoft. Los datos que envíe se enviarán al propietario del formulario.

 Microsoft Forms

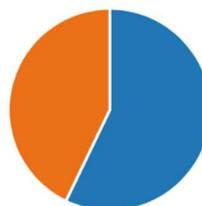
## 4.2.2 Hallazgos de la encuesta

A continuación, se presenta un resumen con los hallazgos de la encuesta. Esto consiste en un resumen de las respuestas recopiladas y un análisis de las mismas.

1. ¿Cómo reduce su organización el impacto de los desechos generados, producto de sus operaciones?

[Más detalles](#)

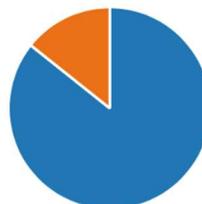
- No hay políticas relacionadas 4
- Se clasifican los desechos y se... 3
- Se minimizan los desechos ap... 0



2. ¿Cómo contribuye la organización para mantener una cadena de suministro sostenible?

[Más detalles](#)

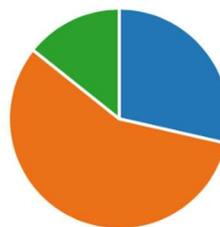
- No hay políticas relacionadas 6
- Se eligen únicamente proveed... 1



3. ¿Cómo contribuye la organización en relación con la diversidad e igualdad de oportunidades?

[Más detalles](#)

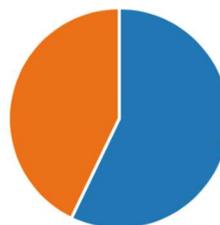
- No hay políticas relacionadas 2
- Se brinda igualdad de oportu... 4
- Los trabajos son asignados se... 1



4. ¿Cómo asiste la organización en el crecimiento profesional de sus colaboradores?

[Más detalles](#)

- No hay políticas relacionadas ... 4
- Cuando los proyectos lo requi... 3
- La organización brinda capacit... 0

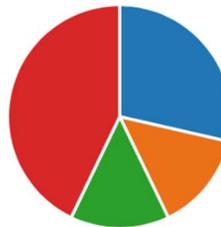


---

5. ¿En qué medida la organización contempla el costo del ciclo de vida de los productos?

[Más detalles](#)

- No hay políticas relacionadas 2
- Solo el costo del proyecto 1
- Costo del proyecto, operacion... 1
- Otras 3

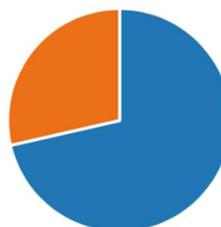



---

6. ¿Cuál aspecto considera la organización al adquirir insumos?

[Más detalles](#)

- El menor precio con calidad a... 5
- Insumos sostenibles de alta ca... 2

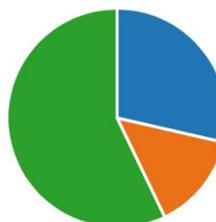



---

7. ¿Cómo fija la organización los salarios de los colaboradores?

[Más detalles](#)

- Por encima del mínimo establ... 2
- Por debajo del mínimo establ... 1
- El salario mínimo establecido ... 4




---

8. ¿Cómo trata la organización la disponibilidad y tratamiento del agua en proyectos?

[Más detalles](#)

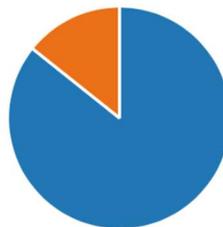
- No hay políticas relacionadas 1
- Se brinda agua potable a los c... 4
- Se brinda agua potable a los c... 2



9. ¿Qué tipo de equipos se adquieren para los proyectos que se ejecutan en su organización?

[Más detalles](#)

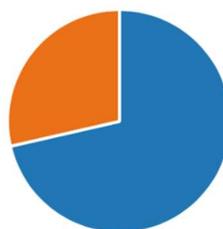
- Los equipos con menor costo ... 6
- Se buscan opciones que utilic... 1



10. ¿Cree que la organización debería hacer más por implementar prácticas sostenibles?

[Más detalles](#)

- Sí 5
- No 2



11. ¿Sabe de alguno de los involucrados en el proyecto y/o organización que pertenezcan a alguna organización relacionada con sostenibilidad?

[Más detalles](#)

- Sí 2
- No 5



12. En una escala del 1 al 5 (siendo 5 muy informado). ¿Que tan familiarizado está con el concepto de construcción sostenible?

[Más detalles](#)

7

Respuestas

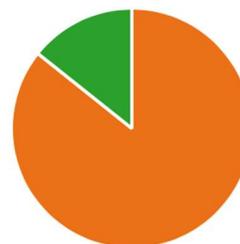


Clasificación media 2.57

13. ¿Cuáles piensa que son las principales barreras a vencer para obtener una sostenibilidad en los proyectos que participa?

[Más detalles](#)

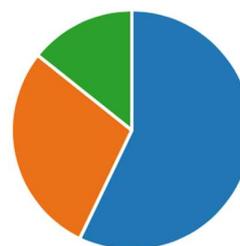
● El desconocimiento de práctic...	0
● Los costos para obtener la sos...	6
● Complejidad	1



14. ¿Cómo piensa que podría fomentarse la sostenibilidad en los proyectos que participa?

[Más detalles](#)

● Campañas de sensibilización	4
● Incentivos monetarios por par...	2
● Obligación por medio de nuev...	1



15. ¿Qué comentarios o sugerencias tiene para ser implementadas de modo que su organización pueda desarrollar proyectos sostenibles?

[Más detalles](#)

7  
Respuestas

Respuestas más recientes

*"Nuevas leyes para implemetar desarrollo sostenible"*  
*"Las regulaciones deben de venir por parte del gobierno y reconoce..."*  
*"Tener capacitaciones "*

La encuesta está compuesta por un total de 14 preguntas de selección única y una última que consiste en comentarios o sugerencias. Según las respuestas de los encuestados, un 57% participa en organizaciones que no tienen políticas relacionadas con la reducción de desechos producto de sus operaciones y un 86% de los encuestados indica que su organización no contribuye a mantener una cadena de suministro sostenible por medio de elección de proveedores locales. Esto en cuanto al manejo de desechos en proyectos y

contribuir con la cadena de suministro sostenible es un número alto de profesionales que no aportan a la sostenibilidad desde estas aristas.

Desde el punto de vista de las personas, un 57% de los encuestados señalaron que sus organizaciones brindan igualdad de oportunidades sin sesgos al momento de contratar mano de obra e igualmente un 57% indicó que sus organizaciones no tienen políticas para propiciar el crecimiento profesional de sus colaboradores. Un 86% reveló que sus organizaciones cumplen con los pagos mínimos de salario establecidos por ley.

En la parte ambiental, solo un 14% apuntó que sus organizaciones contemplan el mantenimiento del producto del proyecto al momento de diseñar y ejecutar la obra, un 71% aceptó que al momento de conseguir insumos se fijan en obtenerlo con el menor precio posible y una calidad aceptable, un 29% vela por un consumo responsable de agua potable y su respectivo tratamiento posterior. Adicionalmente, un 86%, señala que en sus proyectos se adquieren equipos con el menor costo sin fijarse en aspectos ambientales.

Respecto al conocimiento en relación con aspectos sostenibles en proyectos, un 71% de los encuestados piensa que sus organizaciones deben hacer más por desarrollar proyectos sostenibles, un 71% indica desconocer si en sus organizaciones hay profesionales adheridos a organizaciones que promuevan la sostenibilidad tales como el GPM y se obtuvo una escala media de 2.57 puntos sobre 5 en cuanto a la familiarización con el concepto de construcción sostenible. Adicionalmente, un 86% de los encuestados, indica que la principal barrera a vencer en la implementación de proyectos sostenibles consiste en los sobrecostos, por lo que recomiendan campañas de sensibilización, incentivos monetarios por parte del gobierno y nuevas leyes que fuercen la ejecución de proyectos sostenibles.

#### **4.2.3 Análisis FODA**

Fortalezas:

1. La organización y sus profesionales cuentan con experiencia en ejecución de proyectos constructivos. Al igual que los demás profesionales que participaron en el proyecto.
2. La organización cuenta con profesionales capacitados en la gestión de proyectos.
3. Los profesionales de la organización están interesados en aprender sobre gestión de proyectos sostenibles y consideran importante que sus organizaciones enfoquen sus esfuerzos en este aspecto.
4. Alta moral en los empleados y satisfacción con la organización y el proyecto como tal.

#### Debilidades:

1. Personal con alta carga de trabajo y horarios demandantes, genera agotamiento en ellos.
2. Poca experiencia en la gestión de proyectos sostenibles y desconocimiento generalizado en aspectos de sostenibilidad.
3. Profesionales no cuentan con formación profesional relacionada con sostenibilidad en la gestión de proyectos.
4. No se cuenta con certificaciones internacionales relacionadas con calidad, seguridad, salud o medio ambiente.
5. Involucrados en el proyecto considera aspectos económicos previo a valorar la sostenibilidad en sus actividades.

#### Oportunidades:

1. Digitalización en sistemas de permisos e implementación de teletrabajo en diversas organizaciones, genera disminución en necesidad de desplazamientos.

2. Existencia de organizaciones como el GPM y la disponibilidad de adquirir sus estándares y la formación de los profesionales.
3. Posibilidad de adquirir formaciones profesionales en línea.
4. Impulso de la construcción sostenible por parte de la CCC.
5. El país cuenta con legislación en materia de derechos humanos y trabajo.
6. El país cuenta con sistemas para tratar aguas servidas y se tiene la posibilidad de acceder a energías limpias.

Amenazas:

1. Aumento del dólar, incrementa costo de materiales y equipos.
2. Aumento de la competencia de otras organizaciones con menores costos operativos.
3. No existen compensaciones por la aplicación de medidas de sostenibilidad en proyectos del sector privado, lo que puede generar competencias desleales.
4. En el sector privado, los clientes deciden si consideran importante o no la sostenibilidad y si las ofertas deben enfocarse en reducción de costos y descuidar otros aspectos.

### **4.3 *Análisis comparativo***

El análisis comparativo se orientó analizando las aristas del P5, que considera el producto, los procesos, las personas, el planeta y la prosperidad.

#### **4.3.1 *Producto y procesos***

Los impactos que el GPM recomienda considerar en relación con el producto y los procesos, corresponden a los resultados que el producto y los procesos involucrados en la gestión del proyecto van a generar sobre las personas, el planeta y la prosperidad luego de decidir emprenderlo. Aunque este análisis puede ser mucho más amplio, se orientó principalmente en considerar a la municipalidad como el administrador del producto y

como el ente que tendrá que velar por su correcto funcionamiento y su mantenimiento. Orientado en este sentido, únicamente un profesional de los entrevistados indicó que su organización contempla el costo de las operaciones y el mantenimiento de sus proyectos y los productos de estos. Adicionalmente, cinco de los entrevistados indicaron que su organización adquiere los insumos con el menor precio sin considerar otras variables. Esto contradice las recomendaciones del GPM en relación con la gestión de proyectos sostenibles. Específicamente en la terminal de autobuses, se recomienda considerar los costos de mantenimiento y la vida útil del producto por encima de los costos inmediatos de la inversión inicial y esto debe ser aplicado desde el diseño de la obra. La vida útil del producto tampoco debe ser dejada de lado.

#### **4.3.2 Personas**

Orientado en el aspecto de las personas, el GPM indica que se debe considerar los impactos que el resultado del proyecto tendrá en distintos individuos que puede incluir a los empleados, clientes, proveedores, cadenas de suministro y la sociedad en general. Acá cobra importancia el considerar las externalidades ambientales. En cuanto a las personas, cuatro de los entrevistados señalaron que sus organizaciones brindan igualdad de oportunidad al momento de emplear, cuatro de los entrevistados señalaron que sus organizaciones no tienen políticas en relación con propiciar su crecimiento profesional y únicamente uno de los entrevistados indicó que su organización realiza pagos de salarios por debajo del mínimo establecido por ley. Aunque la mayoría de las organizaciones cumplen con aspectos básicos relacionados con la legislación y sus colaboradores, igualmente debe hacerse un mayor esfuerzo por considerar a las personas en el desarrollo de operaciones en las organizaciones. Aunque la encuesta se orientó hacia los empleados de la organización, no se deben descuidar aspectos en relación con los demás involucrados.

### 4.3.3 **Planeta**

En referencia con el planeta, este puede ser uno de los aspectos más retadores ya que es donde mayor desconocimiento y falta de regulación existe. Cuatro de los siete entrevistados dijeron que sus organizaciones no tienen políticas para el tratamiento de sus desechos, dos de siete comentaron que sus organizaciones tienen políticas para brindar agua potable y velar por el correcto tratamiento de las aguas residuales. A pesar de esto, cinco de los siete consideran que sus organizaciones deben hacer mayores esfuerzos para desarrollar proyectos sostenibles.

### 4.3.4 **Prosperidad**

En cuanto a la prosperidad o economía, los entrevistados indicaron que sus organizaciones ponen principal énfasis en considerar los bajos costos de adquisición inicial de insumos y equipos para los proyectos en los que participan. Sin embargo, si las organizaciones consideraran maximizar los rendimientos a futuro de la mayor cantidad de partes involucradas, podría aumentarse la satisfacción general de los productos de los proyectos.

Producto del análisis comparativo, nacieron propuestas que, aunque no fueron implementadas desde un inicio en el diseño del proyecto, se señalaron como posibles puntos de mejora para el proyecto en la sección 4.4.

## 4.4 ***Ingenierías de valor***

Utilizando como insumos tanto el análisis de estado actual de la situación, como las recomendaciones del GPM en la gestión de proyectos sostenibles y el análisis comparativo fue posible determinar una serie de ingenierías de valor que podrían aportar al proyecto a conseguir la sostenibilidad.

Valor es el “grado de utilidad o aptitud de las cosas para satisfacer las necesidades o proporcionar bienestar o deleite” (RAE, s.f., definición 1). Adicionalmente, la ingeniería es

un “conjunto de conocimientos orientados a la invención y utilización de técnicas para el aprovechamiento de los recursos naturales o para la actividad industrial” (RAE, s.f., definición 1). Uniendo ambos conceptos, la ingeniería de valor puede ser descrita como una técnica para proponer medidas correctivas a una actividad que puedan aportar un mayor valor al resultado de la misma. Aplicado al proyecto constructivo analizado y dándole énfasis a la sostenibilidad del mismo, las ingenierías de valor fueron orientadas en la búsqueda del cumplimiento y la mejora de aspectos sostenibles. Aunque se sacrificó el monto del presupuesto de la ejecución inicial y la gestión de la obra constructiva, debe contemplarse que los costos operativos disminuyen y la vida útil de la obra se incrementa con algunas de las propuestas. Incluso, es posible monetizar otras propuestas de modo que se pueden generar réditos a futuro con los cambios propuestos, lo cual le dará un mayor valor al proyecto y al producto del proyecto. Inicialmente se presentan las propuestas a ser consideradas desde el diseño y se cuantificaron los montos de los cambios propuestos.

#### **4.4.1 Aprovechamiento de energía solar**

El Instituto Meteorológico Nacional, ha analizado a través de los años el comportamiento del clima en el Valle Central y en general del país, el Valle Central lo ha dividido en su parte Oriental comprendida por Cartago y la Occidental comprendida por San José, Heredia y Alajuela. En el presente caso, el área de interés comprende al Valle Central Occidental, el cual presenta temperaturas que rondan entre los 16.5°C y 26.7°C, según datos del IMN. Relacionado con el clima de Costa Rica, el país posee un alto potencial para la producción de energía eléctrica fotovoltaica durante todo el año, por su alta incidencia de radiación solar. Como se aprecia en la Figura 4, en el Valle Central se tiene un potencial eléctrico fotovoltaico que ronda entre 1314 y 1607 kWh/kWp.

**Figura 4. Potencial eléctrico fotovoltaico**



Fuente: SolarGis, 2019.

Instituciones como el ICE y Coopeguanacaste, han desarrollado proyectos de plantas solares comerciales. Sin embargo, existe también la posibilidad que los usuarios generen la energía eléctrica para autoconsumo tanto conectada a la red como fuera de la red. Esto depende principalmente de la legislación y las regulaciones impuestas por los proveedores de energía.

El uso de paneles solares es una alternativa propuesta para utilizar energías limpias en el producto del proyecto y reducir los costos operativos de la terminal con el paso del tiempo, incluso pudiendo optar por una recuperación de la inversión.

Para el presente proyecto, se tiene un estimado de consumo anual de 729 600 kWh, según el resumen de equipos para el cual se diseñaron los tableros eléctricos. Este gasto energético mensual, se traduce a un estimado a pagar en facturas anuales de ¢102 028 217,60.

Considerando que la terminal de autobuses cuenta con un área de cubierta de techo de 3500 m<sup>2</sup>, se propone colocar un total de 363 módulos fotovoltaicos que cubrirían un total de 1191 m<sup>2</sup> y 11 inversores trifásicos. El costo total de la inversión según la propuesta, es de \$224 090 que se traduce a ¢ 142 297 150, esto con un tipo de cambio de ¢635 por cada dólar americano. Con la propuesta indicada y según los datos históricos del potencial eléctrico fotovoltaico en la zona, es posible producir un total de 262 268 kWh anuales, dejando descubierto un total de 468 332 kWh anuales.

Monetariamente, esta producción de energía, se traduce en un ahorro anual de ¢19 983 151.

Considerando una Tasa Interna de Retorno del 15% y el ahorro anual planteado anteriormente, es posible recuperar la inversión de los paneles solares al cabo de 6,4 años de operación de la terminal de autobuses. En el Anexo 4 se detalla la evaluación preliminar de la producción eléctrica fotovoltaica en la zona del proyecto, mediante la aplicación de la herramienta SolarGis. En el Anexo 5, se ahonda en la propuesta técnica de los paneles y el análisis monetario contemplando la recuperación de la inversión antes mencionada. A continuación, se presenta una tabla con la inversión adicional a considerar

para implementar la propuesta comentada, en este caso al no haberse considerado alguna propuesta similar en el diseño, se tramita como un adicional al monto del proyecto ya que no se acredita ninguna actividad.



#### 4.4.2 Inclusión de estaciones de recarga para autobuses eléctricos.

La instalación de previstas para la posterior instalación de equipos baterías para recarga de autobuses eléctricos es una propuesta que vendría a potenciar el uso de estos vehículos y permite reducir las emisiones de CO2 en el ambiente producto del uso de combustibles fósiles en el transporte público.

La propuesta relacionada con las estaciones de recarga para autobuses eléctricos, consiste únicamente en instalar las previstas de tubería, cajas de registro y foso de transformador.

Dicha propuesta no será funcional por si misma ya que posteriormente y mediante un diseño se deberá instalar el transformador, hacer la conexión, instalación de cableado y la compra de las estaciones de recarga como tal según los modelos de autobuses que vayan a disfrutar del servicio.

Al igual que en el punto 4.2.1, al no haber tenido una consideración similar en la etapa de diseño, se considera un adicional al monto por no tener actividades a acreditar. A continuación, se presenta el desglose de costos a considerar.

**Tabla 23. Ingeniería de valor 2**

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES								Dólar: ₺635.00 /\$			
FECHA DE ENTREGA:											
Previstas autobuses eléctricos											
CODIGO Nº	DESCRIPCION	CANTIDAD	Un.	UNITARIO MATERIAL	UNITARIO M-OBRA	UNITARIO SUBCONTRATO	UNITARIO EQUIPO	TOTAL MATERIALES	TOTAL M - DE OBRA	TOTAL SUBCONTRATO	TOTAL EQUIPO
	Original										
	No contemplado							₺0.000	₺0.000	₺0.000	₺0.000
								₺0.000	₺0.000	₺0.000	₺0.000
								₺0.000	₺0.000	₺0.000	₺0.000
	Cargas Sociales 52.00%								0		
<b>SUBTOTALES</b>								0	0	0	0
	Cambio							<b>TOTAL SECCION</b>			
											₺0
	Foso de transformador	1.00	GLB			₺635.000.000		₺0.000	₺0.000	₺635.000.000	₺0.000
	Caja de registro	4.00	Und	₺93.000.000	₺20.000.000			₺372.000.000	₺80.000.000	₺0.000	₺0.000
	Tubo PVC 38 mm SDR 32.5	26.00	Und	₺17.000.000				₺442.000.000	₺0.000	₺0.000	₺0.000
	Curva PVC 38 mm	8.00	Und	₺2.700.000				₺21.600.000	₺0.000	₺0.000	₺0.000
	Canalizaciones e instalación de tubería	1.00	GLB			₺370.000.000		₺0.000	₺0.000	₺370.000.000	₺0.000
	Consumibles 2%	1.00	gl	₺16.712.000							
	Cargas Sociales 52.00%								41,600		
<b>SUBTOTALES</b>								835,600	121,600	1,005,000	0
<b>TOTAL</b>											₺1,962,200

Nota: La Tabla 23 muestra el balance de costos al incluir la extra para las previstas de cargadores de autobuses eléctricos en el proyecto.

#### 4.4.3 Azoteas y fachadas verdes.

La arquitectura verde fue descrita en la sección 2.3.6, en la cual se relacionó la definición de sostenibilidad con la de arquitectura. Aplicando los conceptos ya descritos, es posible proponer el uso de jardines verticales en los distintos módulos que componen la terminal.

El área útil de fachadas en los módulos que quedaría disponible consiste para utilizarse como jardines verticales, es de 630 m2 aproximadamente. Para utilizar esta área disponible, se propuso utilizar un sistema apto para albergar vegetación en las fachadas. Este sistema consiste en la construcción de marcos de tubo rectangular de hierro negro para confinar la vegetación y el sustrato, adicionalmente es requerido el uso de un manto drenante con geotextil para proteger y separar las paredes del sistema de jardín vertical.

A continuación, se presenta el desglose de costos a considerar, el cual tampoco cuenta con actividades a acreditar.

**Tabla 24. Ingeniería de valor 3**

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES								Dólar: €635.00 /\$			
FECHA DE ENTREGA:											
Azoteas y fachadas verdes											
CODIGO N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	Un.	UNITARIO MATERIAL	UNITARIO M-OBRA	UNITARIO SUBCONTRATO	UNITARIO EQUIPO	TOTAL MATERIALES	TOTAL M - DE OBRA	TOTAL SUBCONTRATO	TOTAL EQUIPO
	Original										
	No contemplado							€0.000	€0.000	€0.000	€0.000
								€0.000	€0.000	€0.000	€0.000
								€0.000	€0.000	€0.000	€0.000
	Cargas Sociales 52.00%									0	
<b>SUB TOTALES</b>								0	0	0	0
<b>Cambio</b>								<b>TOTAL SECCION</b>			
	Fachadas verdes (630 m2)										€0
	Tubo de hierro negro de 2x4" para marco de soporte	70.00	Und	€27,000.000				€1,890,000.000	€0.000	€0.000	€0.000
	Pintura anticorrosiva en cubeta	3.00	Und	€90,000.000				€270,000.000	€0.000	€0.000	€0.000
	Sustrato vegetal	50.00	m3	€18,000.000				€900,000.000	€0.000	€0.000	€0.000
	Manto drenante e imprimante	630.00	m2	€4,200.000				€2,646,000.000	€0.000	€0.000	€0.000
	Vegetación	630.00	m2	€1,200.000				€756,000.000	€0.000	€0.000	€0.000
	Consumibles 2%	1.00	gl	€129,240.000							
	Cargas Sociales 52.00%									0	
<b>SUB TOTALES</b>								6,462,000	0	0	0
<b>TOTAL</b>								6,462,000	0	0	€6,462,000

Nota: La Tabla 24 muestra el balance de costos al incluir la extra de las fachadas verdes en el proyecto.

#### **4.4.4 Recolección y aprovechamiento de aguas pluviales.**

En el punto 2.3.6.9 se menciona la importancia de considerar el uso de aguas pluviales en la operación de los productos de proyectos constructivos. En el caso de la terminal de autobuses, la recolección de aguas pluviales debe ser considerada de modo que sea canalizada y utilizada. Es posible almacenar una parte de las aguas para que sean utilizadas en el riego de zonas verdes y demás labores de mantenimiento. Esto podría reducir el consumo de agua potable y los costos de mantenimiento de la terminal.

En la terminal de autobuses, se cuenta con un tanque de almacenamiento de agua potable de 160 m<sup>3</sup> para reserva en el sistema de supresión de incendios y para el aprovechamiento de los usuarios de la terminal y labores de mantenimiento. La propuesta consiste en la construcción de una división en el tanque de almacenamiento de agua de modo que un compartimiento sea alimentado por medio del acueducto municipal para el uso de agua potable, y el otro compartimiento funcionará como un tanque de retardo de aguas pluviales con un rebalse conectado a la red pluvial. La propuesta indicada, permite reducir el consumo de agua potable y el gasto mensual en el consumo para utilizar las aguas en labores de mantenimiento y en los servicios sanitarios.

La división propuesta, consiste en un muro de concreto armado que conformará el área que albergará el depósito de aguas pluviales. Adicionalmente, se consideró un sistema de bombeo que canalice las aguas hasta llegar a los servicios sanitario y a una llave de chorro que se utilizará para regar las zonas verdes aledañas al tanque de agua.

A continuación, se presenta el costo adicional que supone realizar los trabajos propuestos.

Tabla 25. Ingeniería de valor 4

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES								Dólar: €635.00 /\$			
FECHA DE ENTREGA:											
Captación agua pluvial											
CODIGO N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	Un.	UNITARIO MATERIAL	UNITARIO M-OBRA	UNITARIO SUBCONTRATO	UNITARIO EQUIPO	TOTAL MATERIALES	TOTAL M - DE OBRA	TOTAL SUBCONTRATO	TOTAL EQUIPO
	Original										
	No contemplado							€0.000	€0.000	€0.000	€0.000
								€0.000	€0.000	€0.000	€0.000
								€0.000	€0.000	€0.000	€0.000
	Cargas Sociales 52.00%								0		
SUBTOTALES								0	0	0	0
Cambio								TOTAL SECCION			
	Varilla #4 G60 6m - @30cm A.D.	65.00	Und	€8.620.000				€560.300.000	€0.000	€0.000	€0.000
	Alambre negro	19.38	Kg	€1.000.000				€19.383.000	€0.000	€0.000	€0.000
	Instalación de acero	387.66	Kg			€300.000		€0.000	€0.000	€116.298.000	€0.000
	Concreto 280 Kg/cm2	5.50		€65.000.000				€357.500.000	€0.000	€0.000	€0.000
	Formaleta	100.00	m2	€6.250.000		€5.800.000		€625.000.000	€0.000	€580.000.000	€0.000
	Sistema de bombeo	1.00	GLB			€1.143.000.000		€0.000	€0.000	€1.143.000.000	€0.000
	Canalización	1.00	GLB	€635.000.000		€349.250.000		€635.000.000	€0.000	€349.250.000	€0.000
								€0.000	€0.000	€0.000	€0.000
	Consumibles 2%	1.00	gl	€43.943.660							
	Cargas Sociales 52.00%								0		
SUBTOTALES								2,197,183	0	2,188,548	0
TOTAL											€4,385,731

Nota: La Tabla 25 muestra el balance de costos al incluir la extra del tanque de captación de agua pluvial en el proyecto.

#### 4.4.5 Vida útil de productos.

La vida útil de los recursos que componen la terminal puede ser aumentada utilizando alternativas que cumplan con especificaciones técnicas de mayor vida útil. Por ejemplo, en el proyecto se tiene un módulo de baños que será arrendado para el uso de los usuarios que paguen por el servicio. Los servicios sanitarios propuestos para utilizar en el módulo de baños, son servicios de porcelana sanitaria, los cuales pueden ser fácilmente vandalizados y dañados en un corto tiempo. Esto implicaría constantes inversiones en reposiciones de piezas sanitarias que tendría que cargar la administración de la terminal.

Se propone incluir servicios sanitarios de mayor resistencia en las baterías de baños públicos, para aumentar su vida útil y reducir los costos mensuales de mantenimiento, tal como ya fue mencionado. Los servicios sanitarios propuestos, son de acero inoxidable, elaborados en un solo cuerpo monolítico de modo que la vandalización y el robo de piezas es menos probable. Este tipo de inodoros han sido diseñados para uso pesado en cárceles y

para alto uso en áreas públicas. El cambio implica un aumento en los costos estimados para la compra de servicios, aunque con el tiempo es probable que su inversión sea recuperada en comparación con los inodoros de porcelana.

A continuación, se presenta el balance de costos del cambio propuesto, a diferencia de los demás, en este caso sí se está acreditando una actividad correspondiente a los servicios sanitarios de porcelana ya que sí fueron considerados en el diseño original.

**Tabla 26. Ingeniería de valor 5**

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES								Dólar: €635.00 /\$			
FECHA DE ENTREGA:											
Servicios sanitarios											
CODIGO N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	Un.	UNITARIO MATERIAL	UNITARIO M-OBRA	UNITARIO SUBCONTRATO	UNITARIO EQUIPO	TOTAL MATERIALES	TOTAL M - DE OBRA	TOTAL SUBCONTRATO	TOTAL EQUIPO
<b>Original</b>											
	Inodoro porcelana	20.00	Und	€80.000.000	€7.000.000			€1.600.000.000	€140.000.000	€0.000	€0.000
								€0.000	€0.000	€0.000	€0.000
	Consumibles 2%	1.00	gl	€32.000.000				€0.000	€0.000	€0.000	€0.000
	<b>Cargas Sociales 52.00%</b>								<b>72.800</b>		
<b>SUBTOTALES</b>								1.600.000	212.800	0	0
<b>Cambio</b>											
	Inodoro acero inoxidable	20.00	GLB	€635.000.000	€7.000.000			€12.700.000.000	€140.000.000	€0.000	€0.000
								€0.000	€0.000	€0.000	€0.000
	Consumibles 2%	1.00	gl	€254.000.000				€0.000	€0.000	€0.000	€0.000
	<b>Cargas Sociales 52.00%</b>								<b>72.800</b>		
<b>SUBTOTALES</b>								12.700.000	212.800	0	0
<b>Sub total</b>											<b>€12.912.800</b>
<b>TOTAL BALANCE</b>											<b>€11.100.000</b>

Nota: La Tabla 26 muestra el balance de costos al incluir la extra de los servicios sanitarios de acero y acreditar los servicios de porcelana en el proyecto.

#### 4.4.6 Resumen de ordenes de cambio.

A continuación, se presenta un balance con las ordenes de cambio propuestas para obtener una mayor sostenibilidad en el proyecto. En balance toma en consideración el impacto total en costos obtenido de los cambios propuestos.



<b>Dominio P5</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicador clave de desempeño</b>	<b>Métrica</b>
	proyecto	acuerdo con la plantilla.	
<b>Personas</b>	Prácticas laborales y trabajo decente	Porcentaje de personal capacitado para el puesto que desempeña	Mayor a 90%
	Sociedad y consumidores	Cantidad mensual de contagios internos de COVID.	Menor a 3
	Derechos humanos	Cantidad de reportes mensuales de discriminación.	Igual a 0.
	Comportamiento ético	No conformidades en auditoria con respecto a corrupción.	Igual a 0.
<b>Planeta</b>	Transporte	Cantidad de viajes de materiales por mes	Menos de 10
	Energía	Porcentaje de uso de energías limpias.	Mayor a 30%
	Tierra, Aire y Agua	Consumo de agua potable diario	Menor a 6000 Litros
	Consumo	Porcentaje de desechos reciclados o reutilizados.	Mayor a 70%.
<b>Prosperidad</b>	Análisis del Caso de Negocio	Tasa Interna de Retorno del proyecto a los 15 años.	Mayor a 40%
	Agilidad del Negocio	Consultas diarias realizadas en el área de información.	Menor a 15.
	Estimulación económica	Porcentaje de aumento en la delincuencia de la zona.	Igual a 0%

Nota: La Tabla 28 muestra los indicadores y metas a cumplir en el proyecto y la organización en la búsqueda de la sostenibilidad.

Estos indicadores son orientados en el análisis P5 del proyecto. Para trabajar en el cumplimiento de estos objetivos, es importante contar con la colaboración de distintas disciplinas e involucrados a parte de la organización ejecutora. Estos pueden incluir al cliente, inspectores y demás. La vida útil de los productos, fue abordada por medio de ingenierías de valor que deben contar con la aprobación previo a ser ejecutadas. Sin embargo, sacrificando la inversión inicial, se observarán réditos en la reducción de los costos de mantenimiento y operación de la terminal. Estos criterios deben ser aplicados en otros proyectos.

La sección de los procesos, deberá ser abordada por la organización ejecutante del proyecto para garantizar el cumplimiento de la gestión de proyectos sostenibles según las recomendaciones del GPM. La organización deberá garantizar que al menos un 95% de sus actividades estén contempladas dentro del presupuesto de operación, los riesgos deberán ser

continuamente analizados y atacados mediante las técnicas que se encuentren más oportunas y se deberá garantizar una equidad en los procesos involucrados en selección de proveedores entre otros dentro de la organización.

En cuanto a personas, la organización deberá de brindar capacitaciones al personal previo a su inicio de labores y propiciar su crecimiento profesional, se deberá velar por erradicar la corrupción, garantizar una igualdad de oportunidades y no tolerar la discriminación en el ambiente de trabajo. Adicionalmente, es importante cuidar a la sociedad y los consumidores, el velar por adecuadas prácticas en relación con el manejo de la pandemia es un punto favorable.

Respecto al planeta, es muy importante crear conciencia en los involucrados dentro de la organización. La responsabilidad para garantizar una reducción en la emisión de gases contaminantes, el acceso a agua potable, el consumo responsable de energías limpias y velar por el adecuado tratamiento y la reducción de los desechos es indispensable dentro de la empresa son aspectos indispensables para contar con una gestión de proyectos sostenibles.

En cuanto a la prosperidad, será igualmente importante dar seguimiento y velar por el cumplimiento de los indicadores propuestos con el fin de obtener sanidad en la parte económica y la estimulación del mercado.

## 5 Conclusiones

1. Por medio del análisis de impacto P5 del GPM, se evaluó la aplicación de prácticas de gestión de proyectos sostenibles tanto en la organización analizada como en el proyecto ejecutado. La evaluación contempló los aspectos relacionados con procesos, productos, personas, planeta y prosperidad. Por medio del análisis y la literatura del GPM fue posible determinar los indicadores a contemplar en la gestión de proyectos sostenibles.
2. Se recopilaron principios y características propias de la gestión de proyectos sostenibles, según las recomendaciones del GPM. Dicha recopilación fue la base para analizar y comparar las prácticas llevadas a cabo en el proyecto analizado.
3. Se determinó el estado actual de la situación en el proyecto analizado, en relación con el cumplimiento de las buenas prácticas en la gestión de proyectos constructivos. El estado actual de la situación y la recopilación de los principios, permitieron realizar el análisis comparativo de las prácticas recomendadas y las prácticas adoptadas en el desarrollo del proyecto.
4. Se realizó un análisis comparativo que permitió determinar las brechas a cerrar para adoptar prácticas sostenibles en la gestión de proyectos. El análisis comparativo utilizó como insumos la recopilación de principios recomendados para la gestión de proyectos sostenibles y el estado actual de la situación en la organización y en el proyecto analizado como tal.
5. Se ejecutó una propuesta de ingenierías de valor a ser analizadas por los distintos involucrados en el proyecto y encargados de la toma de decisiones. Las ingenierías de valor se orientaron a la consecución de sostenibilidad en el producto del proyecto, estas deben ser adoptadas desde el diseño y la gestión del mismo. De igual forma, dichas

propuestas pueden ser utilizadas a futuro por la organización previo a ejecutar futuros proyectos.

6. Se establecieron indicadores de desempeño relacionados con el cumplimiento de metas de sostenibilidad en la gestión de proyectos. Estos indicadores podrán ser utilizados por la organización como guía para la gestión de futuros proyectos adjudicados.

## **6 Recomendaciones**

1. Adoptar un plan de gestión de sostenibilidad que incluya análisis de impactos producto de las actividades y los proyectos a desarrollar por parte de la organización, es un paso indispensable para optar por el desarrollo de proyectos sostenibles. Un plan integral de gestión de proyectos que contemple la sostenibilidad será la base para desarrollar futuros proyectos y obtener resultados satisfactorios en cuanto a la sostenibilidad de las operaciones de la organización.
2. La recopilación de principios y buenas prácticas recomendadas por organizaciones como el GPM es un primer paso para garantizar un plan de gestión de sostenibilidad a nivel de organización. Es de suma importancia optar por el descubrimiento de prácticas específicas recomendadas en el sector construcción, buscar capacitaciones de empresas acreditadas y demás para contar con el conocimiento de las mejores prácticas tanto en la gestión de los proyectos como en la ejecución de tareas durante el desarrollo de los proyectos.
3. El estado actual de la situación, debe ser utilizado como un punto de partida base a futuro. Se debe elaborar un plan de acción en la organización, partiendo del estado actual y estableciendo metas claras y factibles de cumplir en el corto plazo.
4. El análisis comparativo convendrá ser utilizado para cuantificar y dimensionar las brechas que deben ser cerradas en la consecución de los objetivos sostenibles a plantearse por la

organización. Estas brechas permitirán el diseño de un plan integral que será acatado por los miembros de la organización.

5. La propuesta de ingenierías de valor es muy específica para el proyecto analizado. Es imperioso que la organización utilice esta propuesta como base para desarrollar proyectos a futuro que puedan contemplar estas soluciones sostenibles y así impulsar estas prácticas en el sector construcción.
6. Los indicadores de desempeño deben ser afinados y actualizados a la realidad constantemente. Estos indicadores serán la base a futuro para corroborar el cumplimiento de las metas relacionadas con las buenas prácticas en la gestión de proyectos.
7. A partir de las propuestas de ingenierías de valor orientadas a los costos de las modificaciones, se recomienda que la organización ejecutora y la propietaria, analicen los impactos en diversos aspectos tales como ambiente, costos de mantenimiento y otros que los cambios vayan a generar. Esta información servirá como insumo para futuras propuestas y tomas de decisión orientadas en alcanzar una mayor sostenibilidad en otros proyectos.

## 7 Lista de Referencias

- Balestrini, M. (2006). Como se elabora el proyecto de investigación. BL Consultores asociados.
- Daft, R.L. (2018). Teoría y diseño organizacional. Cengage.
- Green Project Management Global. (2019). El estándar de P5 de GPM Global para la sostenibilidad en dirección de proyectos. GPM Global.
- Green Project Management Global. (2018). Gestión de proyectos sostenibles: La guía de referencia de GPM. GPM Global.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. Mc Graw Hill.
- Heywood, H. (2018). 101 reglas básicas para edificios y ciudades sostenibles. Gustavo Gili SL.
- Jurado, Y. (2002). Técnicas de investigación documental: Manual para la elaboración de tesis, monografías, ensayos e informes académicos. Thomson.
- Lledó, P. (2017). Administración de proyectos: El ABC para un administrador de proyectos exitoso.
- Lopera Echavarría, J., Ramírez Gómez, C., Zuluaga Ariztizábal, M., y Ortiz Vanegas, J. (2010). El método analítico.
- PMI. (2017). La guía de los Fundamentos para la dirección de proyectos (Sexta edición).
- Real Academia de la Lengua Española. (2019). Diccionario de la Lengua Española. <https://dle.rae.es/>.

## 8 Anexos

### *Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG*

1. Nombre del (de la) estudiante:

Tomás Segreda Castro

2. Nombre del PFG:

Evaluación de prácticas constructivas en un proyecto de construcción de una terminal de autobuses con base en los criterios de sostenibilidad de proyectos del Green Project

3. Área temática del sector o actividad:

Construcción

4. Firma del estudiante:

Tomás Segreda

5. Nombre del docente curso SG:

Ramiro Fonseca Macrini

6. Firma del docente:

7. Fecha de la aprobación del Acta:

8. Fecha de inicio y fin del proyecto:

8/2/2021

2/14/2022

9. Pregunta de investigación:

¿Cómo se puede evaluar un proyecto en etapa de construcción en cuanto al cumplimiento de las buenas prácticas sugeridas por el GPM para que sea considerado un proyecto sostenible?

10. Hipótesis de investigación:

Es posible elaborar un instrumento de evaluación que contraste las prácticas en la construcción de un proyecto en ejecución con las sugeridas por el GPM, de modo que se puedan detectar brechas e implementar ajustes para mejorar su sostenibilidad.

11. Objetivo general:

Evaluar las prácticas de un proyecto de construcción en su etapa de ejecución, mediante su comparación con las buenas prácticas en gestión de proyectos del GPM para determinar brechas y sugerencias que permitan mejorar sus condiciones de sostenibilidad.

## 12. Objetivos específicos:

Elaborar el plan de dirección del proyecto final de graduación para que facilite su ejecución y control.

Recopilar los principios y las características de los procesos de gestión de proyectos sostenibles para que sean incluidos en las medidas a proponer a la organización.

Caracterizar las prácticas constructivas que se están aplicando en el proyecto para determinar el estado actual de la situación.

Analizar comparativamente las prácticas llevadas a cabo actualmente en el proyecto, con las buenas prácticas sugeridas por el GPM para determinar las brechas y sugerir cambios.

Proponer ingenierías de valor a ser incluidas en el diseño y la ejecución del proyecto para mejorar los elementos de sostenibilidad en el mismo, reduciendo la inversión original.

Establecer indicadores de desempeño en relación con la sostenibilidad para dar seguimiento a las metas que aseguren el cumplimiento de las mismas.

Integrar los resultados del resto de objetivos específicos en un documento que permita cumplir el objetivo general del trabajo.

## 13. Justificación del PFG:

La responsabilidad socio ambiental debe ser promovida en el país, iniciando con el proyecto seleccionado en el presente trabajo de investigación, para contar cada vez más con proyectos que cumplan estándares de sostenibilidad en el sector construcción.

El análisis comparativo de la situación actual de la organización y las buenas prácticas del GPM, permitirá orientar la ejecución del proyecto, y los que se hagan posteriormente, para que cumplan parámetros de sostenibilidad y optimicen recursos.

Deben establecerse indicadores y métricas de sostenibilidad en el proyecto, y en la organización ejecutora, de modo que sea posible valorar e integrar los principios de sostenibilidad en la gestión de proyectos.

La investigación sobre el impacto que generará en el costo, alcance y cronograma en la implementación de buenas prácticas ambientales en el proyecto de 14 000 m<sup>2</sup> y una inversión de \$3 000 000 dará información importante para tomar en cuenta al aceptar integrar las buenas prácticas recomendadas en sostenibilidad de proyectos, esto dará información valiosa sobre el costo de la inversión ambiental.

14. Descripción del entregable principal y de los secundarios (productos o servicios que generará el PFG (Estructura de desglose del trabajo):

Plan de dirección del proyecto final de graduación.  
 Guía con recomendaciones de buenas prácticas en gestión de proyectos constructivos de una organización, relacionado con el GPM.  
 Plan de dirección del proyecto final de graduación.  
 Informe estado actual de la situación.  
     Información de prácticas actuales recopilada.  
     Informe de evaluación de prácticas.  
     Informe de estado actual redactado.  
 Informe de buenas prácticas de gestión de proyectos sostenibles.  
     Información de guías y estándares del GPM  
     Informe de buenas prácticas en diseño y ejecución de proyectos de construcción.

Informe comparativo y de propuestas.  
     Documento comparativo de análisis de situación actual e informe de buenas prácticas.  
     Informe de propuestas a implementar en el proyecto.  
 Ingenierías de valor en el proyecto.

    Informe de propuestas alternativas a analizar en el proyecto.  
     Documento de propuestas a implementar.  
 Informe de indicadores y métricas de desempeño de sostenibilidad en la organización.  
     Documento integrado con los resultados de los objetivos secundarios anteriores.

15. Presupuesto del PFG:

Adquisición de membresía en el GPM: \$47

16. Supuestos de la planeación y ejecución del PFG:

La información sobre el GPM estará disponible por medio del pago de la membresía. / Se contará con el presupuesto para adquirir la membresía del GPM. / Se tendrá acceso a la información relevante relacionada con el proyecto analizado. / Se contará con colaboración de parte de los involucrados del proyecto para realizar entrevistas y cuestionarios para el desarrollo del PFG. / Se contará con tiempo suficiente para elaborar el PFG. / No se incurrirá en gastos extraordinarios para la organización, producto del desarrollo del PFG.

Únicamente se podrá analizar el proyecto de la terminal de autobuses. / Se debe terminar el PFG dentro del tiempo establecido por la universidad. / Al momento de la investigación el proyecto ya inició y no permite mayor planificación. / No se cuenta con aprobación de recursos para ser destinados en aras de apoyar el desarrollo del PFG. / Existe una cultura de resistencia al cambio y a la implementación de medidas orientadas a la sostenibilidad de proyectos por parte de involucrados en el proyecto.

#### 18. Enumeración de riesgos de la ejecución del PFG:

Si la organización y los involucrados en el proyecto, se niegan a revelar datos del proyecto, entonces se tendría un faltante de información que podría causar la entrega de un PFG de baja calidad en materia académica.  
 Si se sufre un atraso en el cronograma del proyecto, producto de algún evento extraordinario, podría causarse un rezago en la recolección de información que retrasaría la entrega del PFG.  
 Si no se planifican las tutorías oportunamente, podría tenerse un faltante de retroalimentaciones que afectarían la calidad del PFG.

#### 19. Principales hitos

Los hitos están relacionados con los entregables de primer nivel y segundo nivel). A su vez, los entregables están relacionados con los objetivos específicos (en el caso del PFG incluir los tiempos de revisión de la tutoría y de la lectoría.)

Entregable	Fecha finalización
Acta del PFG	10/9/2021
Informe evaluación de situación actual	6/10/21
Informe de buenas prácticas	20/10/21
Informe comparativo	3/11/21
Ingenierías de valor	17/11/21
Documento de propuestas	1/12/21
Informe consolidado	15/12/21

## 20. Marco teórico

### 20.1 Estado de la cuestión

El proyecto elegido para el análisis y evaluación del presente PFG, constó de un proyecto en plena ejecución de la obra constructiva. Dicho proyecto no contó con la elaboración de un plan de gestión de sostenibilidad alineado con los objetivos estratégicos.

La intención del PFG es la de realizar una evaluación del estado actual certero, ejecutado por un involucrado del proyecto para obtener información de primera mano. La evaluación tiene por objetivo el contar con un repositorio de información en materia de sostenibilidad que esté al alcance de la organización ejecutora y que adicionalmente sea posible girar las recomendaciones requeridas para buscar la sostenibilidad del proyecto analizado. Posteriormente, se podrá utilizar la información recolectada, para desarrollar proyectos sostenibles en el futuro.

Se utilizó como base, la información disponible del GPM en materia de sostenibilidad de proyectos.

### 20.2 Marco conceptual básico

¿Qué es la sostenibilidad en proyectos y como es aplicable en el sector construcción?  
 ¿Cómo considerar y reducir las externalidades ambientales?  
 Integración del análisis de impactos P5 y la gestión de proyectos  
 Desarrollo de metodología PRiSM en gestión de proyectos.

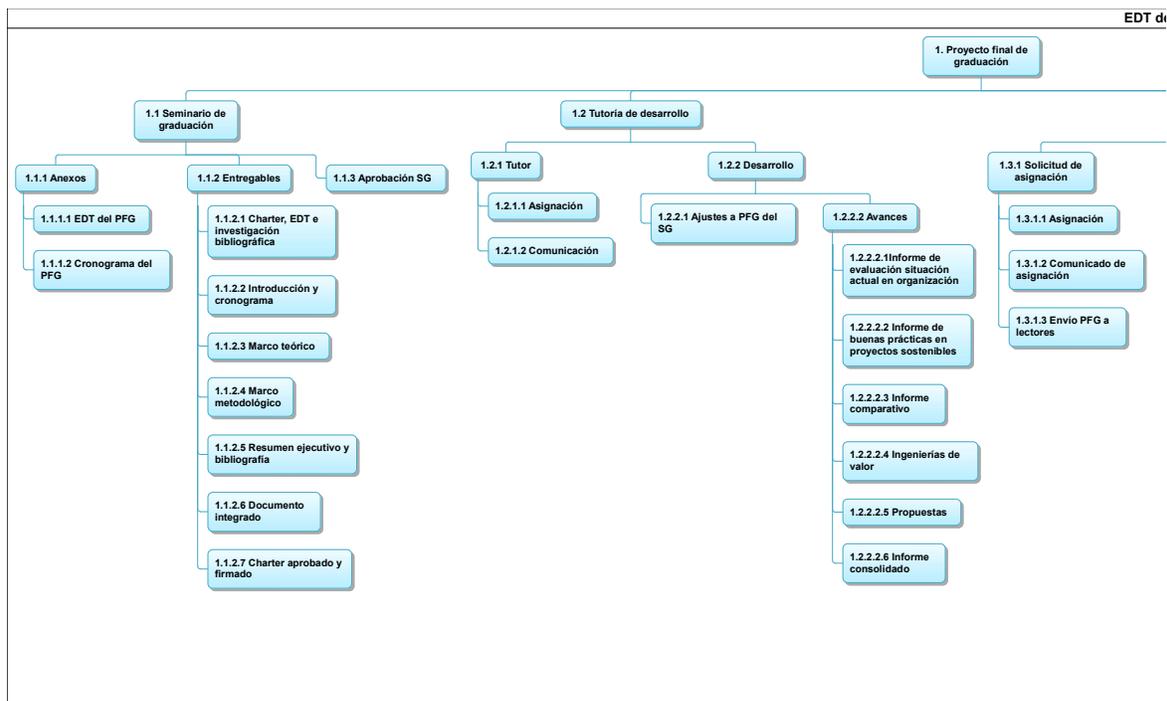
## 21. Marco metodológico

Objetivo	Nombre del entregable	Fuentes de información	Método de investigación	Herramientas	Restricciones
1. Elaborar el plan de dirección del PFG para que facilite su control y ejecución.	Plan del PFG	Charter PFG	Método analítico, inductivo y comparativo	Análisis de datos, planificación gradual, inspección, juicio de experto, recopilación de datos, toma de decisiones, tormenta de ideas	Tiempo restringido para la elaboración del plan de dirección del proyecto

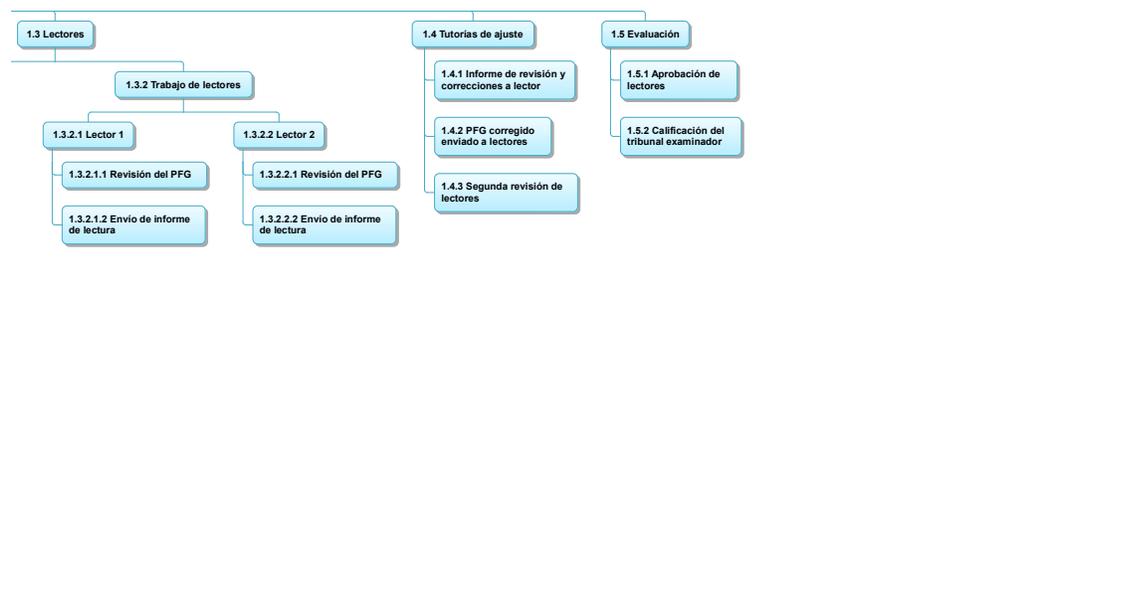
Objetivo	Nombre del entregable	Fuentes de información	Método de investigación	Herramientas	Restricciones
2. Recopilar los principios y las características de los procesos de gestión de proyectos sostenibles según GPM para que sean incluidos en la norma a proponer a la organización	Informe de buenas prácticas	Estándares del GPM	Método analítico, inductivo y comparativo	Análisis de datos, planificación gradual, inspección, juicio de experto, recopilación de datos, toma de decisiones, tormenta de ideas	Los costos económicos que pueden representar el acceder a ciertas informaciones e investigaciones
3. Caracterizar las prácticas constructivas que se están aplicando en el proyecto para determinar el estado actual de la situación.	Informe estado actual	Repositorio información organización	Método analítico, inductivo y comparativo	Análisis de datos, planificación gradual, inspección, juicio de experto, recopilación de datos, toma de decisiones, tormenta de ideas	Imposibilidad de mencionar nombres reales y datos sensibles del proyecto
4. Analizar, comparativamente, las prácticas llevadas a cabo actualmente en el proyecto, con las buenas prácticas sugeridas por el GPM para determinar las brechas y proponer una norma apropiada.	Informe comparativo	Resultados de entrevistas	Método analítico, inductivo y comparativo	Análisis de datos, planificación gradual, inspección, juicio de experto, recopilación de datos, toma de decisiones, tormenta de ideas	Imposibilidad de mencionar nombres reales y datos sensibles del proyecto. Poca experiencia en ejecución de proyectos sostenibles

Objetivo	Nombre del entregable	Fuentes de información	Método de investigación	Herramientas	Restricciones
5. Proponer ingenierías de valor a ser incluidas en el diseño y la ejecución del proyecto para mejorar sus elementos de sostenibilidad, brindando mayor valor al proyecto.	Documento de ingenierías de valor	Especificaciones técnicas	Método analítico, inductivo y comparativo	Análisis de datos, planificación gradual, inspección, juicio de experto, recopilación de datos, toma de decisiones, tormenta de ideas	Plazo ajustado para implementar cambios
6. Establecer indicadores de desempeño en relación con la sostenibilidad para dar seguimiento al cumplimiento de metas.	Informe de indicadores	Resultado de entrevistas	Método analítico, inductivo y comparativo	Análisis de datos, planificación gradual, inspección, juicio de experto, recopilación de datos, toma de decisiones, tormenta de ideas	Proyecto en ejecución, no permite planificar y estudiar a fondo los indicadores.
7. Integrar los resultados del resto de objetivos específicos en un documento que permita cumplir con el objetivo general del trabajo.	PFG integrado	Documento consolidado PFG	Método analítico, inductivo y comparativo	Análisis de datos, planificación gradual, inspección, juicio de experto, recopilación de datos, toma de decisiones, tormenta de ideas	El tiempo es limitado

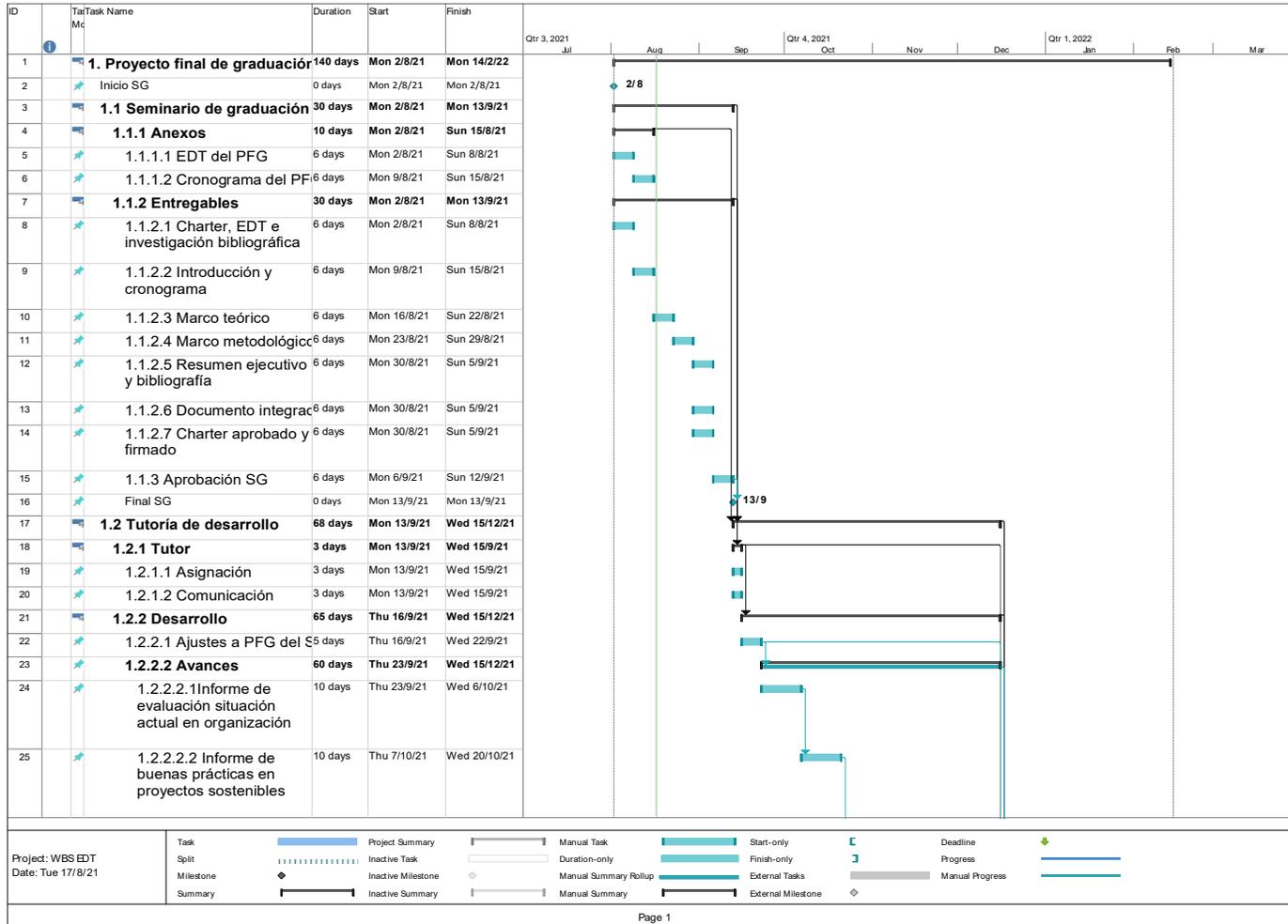
## Anexo 2: EDT del PFG

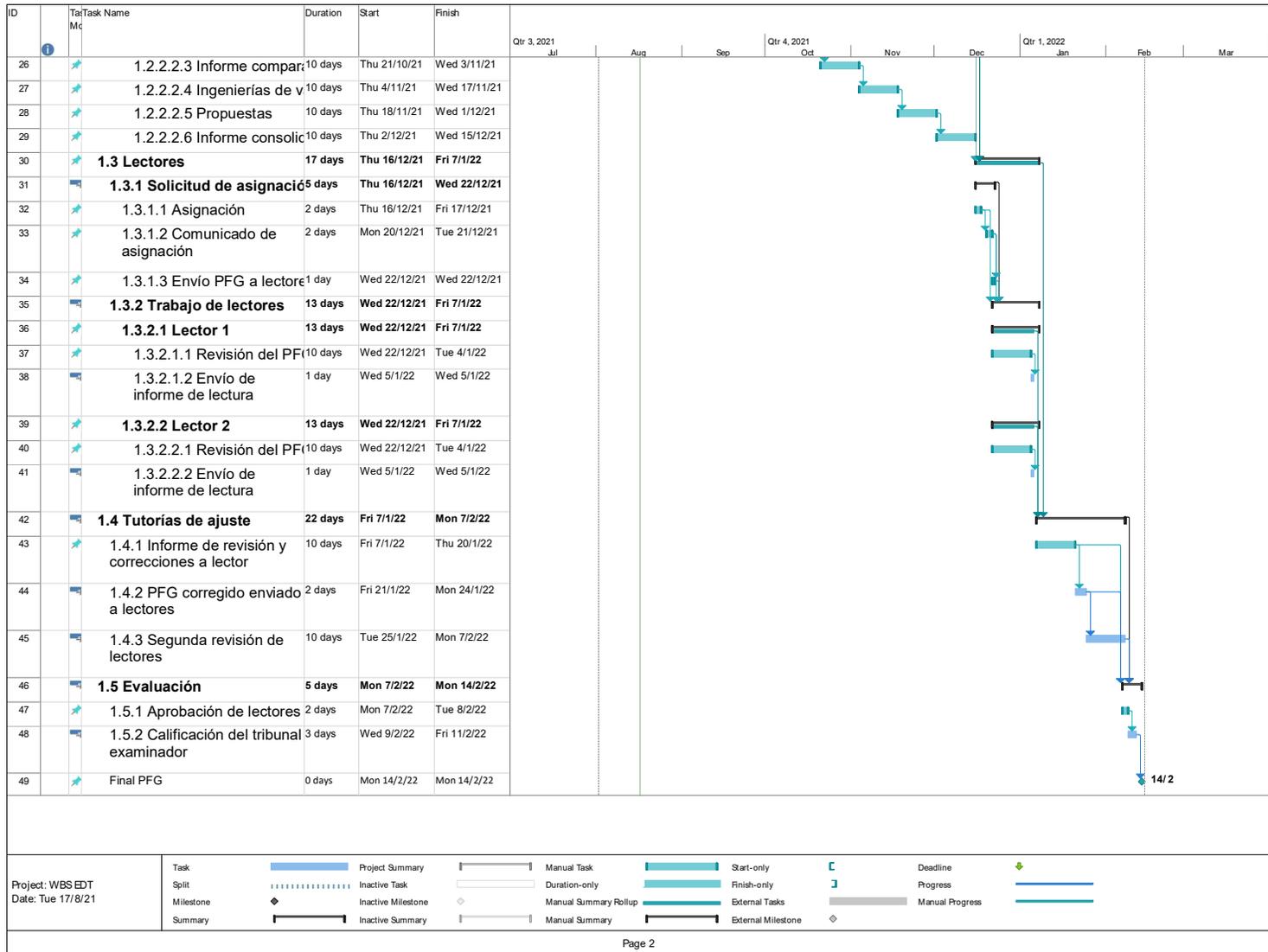


el PFG



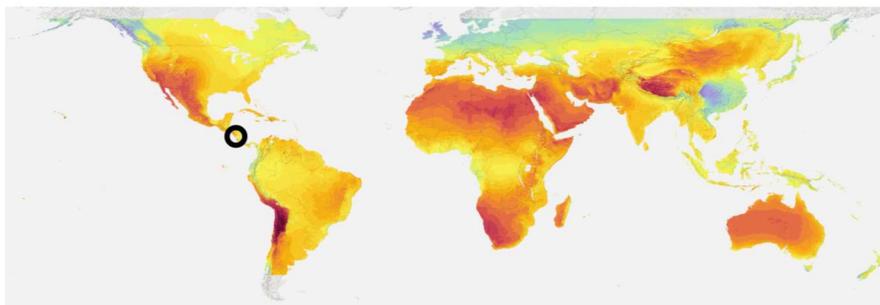
Anexo 3: CRONOGRAMA del PFG





## Anexo 4: Evaluación preliminar de la producción eléctrica fotovoltaica

**SOLARGIS** PROSPECT



### Evaluación preliminar de la producción eléctrica fotovoltaica

#### Proyecto: Terminal de buses Alajuela (Costa Rica)

Coordenadas geográficas	10.018835°;-084.203905° (10°01'08", -084°12'14")
Número de informe	P-sg2 14151-2021-11-30-1758
Informe generado	2021-11-30
Generado por	Solargis
Cliente	The Green Project S.A. (Costa Rica)

## Contenidos

1	Resumen .....	1
2	Información del proyecto .....	2
3	Configuración de la instalación fotovoltaica .....	4
4	Solar y meteo: Estadísticas mensuales .....	5
5	Electricidad FV: Estadísticas mensuales .....	8
6	Electricidad FV: Perfiles horarios .....	10
7	Rendimiento FV: Conversión energética y pérdidas de la instalación .....	12
8	Rendimiento FV: Rendimiento durante la vida útil .....	14
9	Acrónimos y glosario .....	15
10	Metadatos .....	17
11	Descargo de responsabilidad e información legal .....	18

## 1 Resumen

Tabla 1.1: Promedio anual

<b>Producción fotovoltaica específica</b>	PVOUT_specific	3.905 kWh/kWp por día
<b>Producción fotovoltaica total</b>	PVOUT_total	1.425 MWh
<b>Irradiación global inclinada</b>	GTI	5.184 kWh/m <sup>2</sup> por día
<b>Rendimiento energético (PR)</b>	PR	75.3 %
<b>Irradiación global horizontal</b>	GHI	5.553 kWh/m <sup>2</sup> por día
<b>Irradiación directa normal</b>	DNI	4.947 kWh/m <sup>2</sup> por día
<b>Irradiación difusa horizontal</b>	DIF	2.131 kWh/m <sup>2</sup> por día
<b>Temperatura del aire</b>	TEMP	22.4 °C

## 2 Información del proyecto

<b>Nombre del proyecto</b>	Terminal de buses Alajuela
<b>Dirección</b>	Avenida 0AN, Alajuela, Provincia de Alajuela, Costa Rica
<b>Coordenadas geográficas</b>	10.018835°,-084.203905° (10°01'08", -084°12'14")
<b>Zona horaria</b>	UTC-06, America/Costa_Rica [CST]
<b>Elevación</b>	968 m
<b>Cobertura del terreno</b>	Áreas urbanas
<b>Densidad de población</b>	5037 inh./km <sup>2</sup>
<b>Azimut del terreno</b>	casi plano
<b>Pendiente del terreno</b>	2°
<b>Localización en el mapa</b>	<a href="https://apps.solargis.com/prospect/map?c=10.018835,-84.203905,10&amp;s=10.018835,-84.203905">https://apps.solargis.com/prospect/map?c=10.018835,-84.203905,10&amp;s=10.018835,-84.203905</a>

Figura 2.1: Localización del proyecto



Figura 2.2: Vista de mapa en detalle

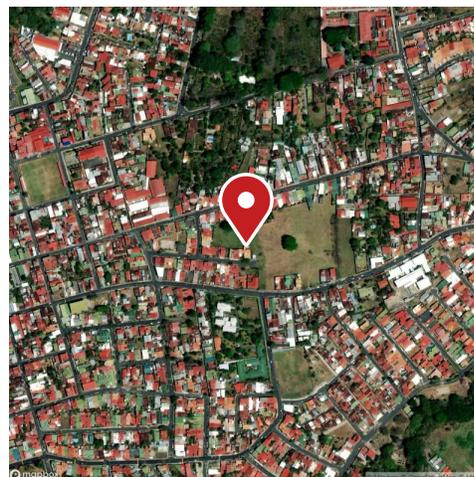


Figura 2.3: Horizonte y trayectoria solar en el sitio

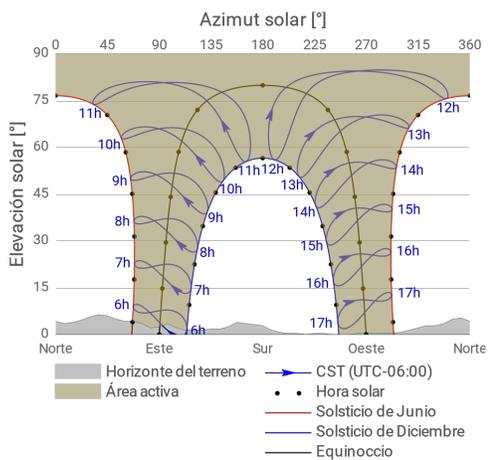
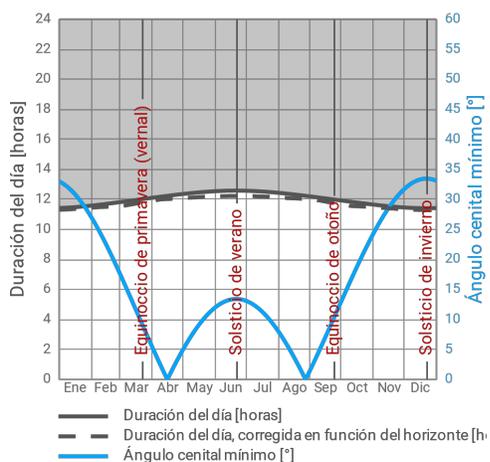


Figura 2.4: Duración del día y ángulo cenital solar



### 3 Configuración de la instalación fotovoltaica

#### Integrada en edificios



Instalación fotovoltaica integrada en la fachada o en la cubierta de un edificio residencial o comercial. Azimut e inclinación de los módulos fotovoltaicos homogénea. Sin considerar sombra de los módulos entre sí. Módulos integrados en la envolvente del edificio, por tanto con ventilación trasera muy limitada. Instalación directamente conectada a una red de baja tensión mediante un inversor, o bien a una red de media tensión mediante un inversor y un transformador. No se considera almacenamiento eléctrico en la instalación.

<b>Tamaño de la instalación</b>	Capacidad instalada: 1kWp
<b>Tipo de módulo fotovoltaico</b>	c-Si - silicio cristalino (mono o policristalino)
<b>Geometría de los módulos fotovoltaicos</b>	Azimut: 0° • Inclinación: 15°
<b>Tipo de inversor</b>	Inversor de cadena (string) [96.4% eficiencia]
<b>Tipo de transformador</b>	Ninguno
<b>Pérdidas por nieve y suciedad sobre los módulos fotovoltaicos</b>	Pérdidas mensuales por suciedad hasta 4.0 % • Pérdidas mensuales por nieve hasta 0.0 %
<b>Pérdidas por cableado</b>	Cableado en corriente continua (DC) 1.5 % • Desajustes en corriente continua (DC) 0.5 % • Cableado en corriente alterna (AC) 0.5 %
<b>Disponibilidad de la instalación</b>	97 %

**Tabla 3.1:** Pérdidas por nieve y suciedad sobre los módulos fotovoltaicos

	Ene %	Feb %	Mar %	Abr %	May %	Jun %	Jul %	Ago %	Sep %	Oct %	Nov %	Dic %
Pérdidas por suciedad	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Pérdidas por nieve	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

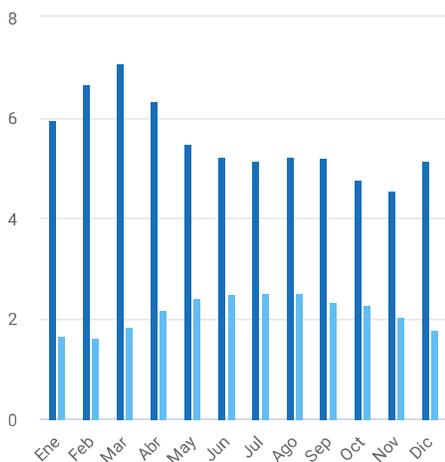
## 4 Solar y meteo: Estadísticas mensuales

El parámetro meteorológico local más importante que determina la producción eléctrica es la radiación solar, la cual alimenta la instalación fotovoltaica. La producción eléctrica también está influenciada por la temperatura del aire. Otros parámetros meteorológicos también afectan al rendimiento, disponibilidad y envejecimiento de la instalación.

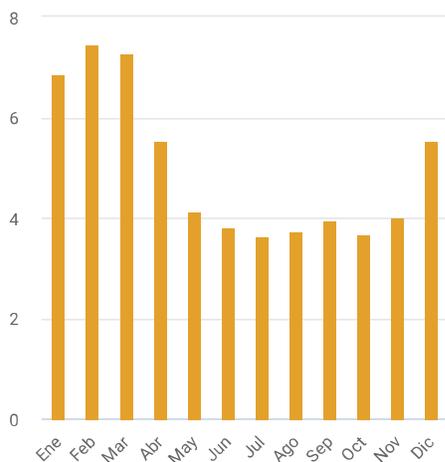
**Tabla 4.1:** Radiación solar y parámetros meteorológicos

Mes	GHI kWh/m <sup>2</sup> por día	DNI kWh/m <sup>2</sup> por día	DIF kWh/m <sup>2</sup> por día	D2G	TEMP °C	WS m/s	CDD Grados día	HDD Grados día
Ene	5.955	6.877	1.642	0.276	21.9	2.6	121	0
Feb	6.652	7.443	1.630	0.245	22.4	2.6	123	0
Mar	7.073	7.256	1.834	0.259	22.9	2.3	152	0
Abr	6.311	5.538	2.176	0.345	23.3	1.7	159	0
May	5.466	4.115	2.404	0.440	22.9	1.3	151	0
Jun	5.235	3.816	2.463	0.471	22.6	1.3	136	0
Jul	5.138	3.626	2.515	0.490	22.5	1.6	138	0
Ago	5.227	3.729	2.494	0.477	22.4	1.3	135	0
Sep	5.181	3.939	2.323	0.448	22.1	1.1	122	0
Oct	4.778	3.652	2.258	0.473	21.9	1.1	119	0
Nov	4.560	4.014	2.019	0.443	21.8	1.6	113	0
Dic	5.138	5.519	1.777	0.346	21.9	2.2	120	0
<b>Anual</b>	<b>5.553</b>	<b>4.947</b>	<b>2.131</b>	<b>0.384</b>	<b>22.4</b>	<b>1.7</b>	<b>1587</b>	<b>1</b>

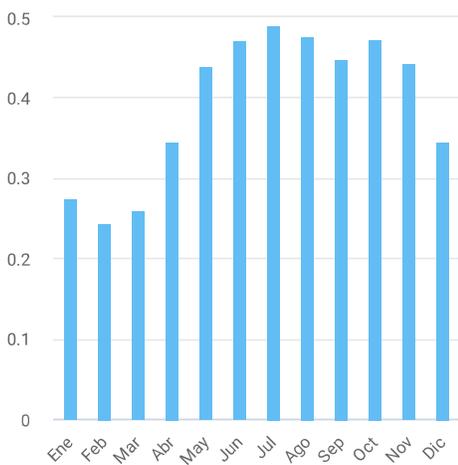
**Figura 4.1:** Irradiación + irradiación difusa horizontal



**Figura 4.2:** Irradiación directa normal



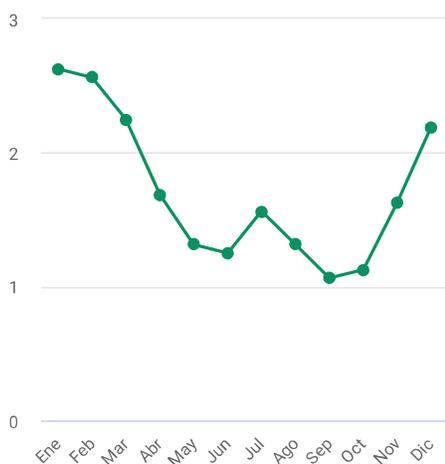
**Figura 4.3:** Ratio entre irradiación difusa y global



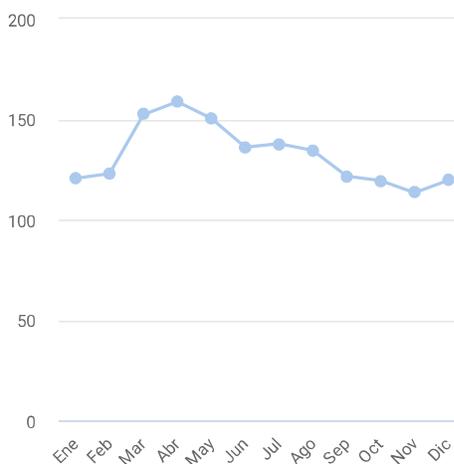
**Figura 4.4:** Temperatura del aire



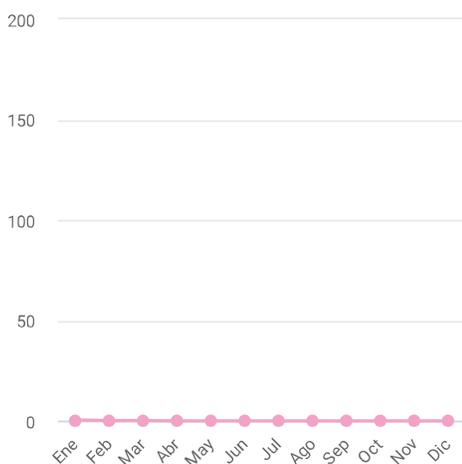
**Figura 4.5:** Velocidad del viento



**Figura 4.6:** Grados día de refrigeración



**Figura 4.7:** Grados día de calefacción



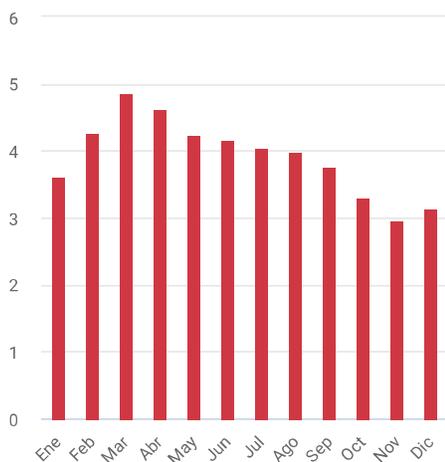
## 5 Electricidad FV: Estadísticas mensuales

Estimación teórica de la producción solar eléctrica generada por una instalación fotovoltaica, sin consideración del envejecimiento y degradación del rendimiento a largo plazo de los módulos fotovoltaicos y otros componentes de la instalación.

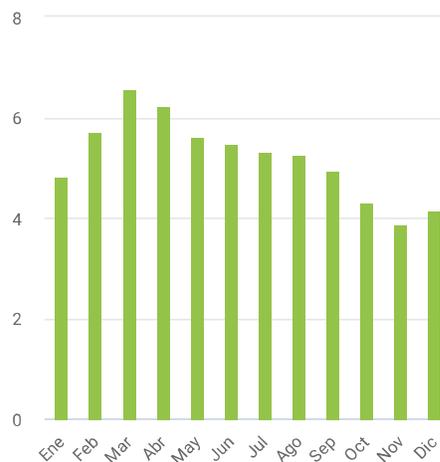
**Tabla 5.1:** Producción fotovoltaica – promedios a largo plazo

Mes	GTI Sumas mensuales kWh/m <sup>2</sup> por día	GTI Promedios diarios Wh/m <sup>2</sup>	PVOUT specific Sumas mensuales kWh/kWp por día	PVOUT specific Promedios diarios Wh/kWp	PVOUT total Sumas mensuales MWh	PVOUT total Promedios diarios kWh	PR %
Ene	4.830	4830	3.620	3619.7	0.112	3.6	74.9
Feb	5.717	5717	4.254	4254.1	0.119	4.3	74.4
Mar	6.557	6557	4.849	4849.0	0.150	4.8	74.0
Abr	6.233	6233	4.628	4628.0	0.139	4.6	74.3
May	5.615	5615	4.235	4235.2	0.131	4.2	75.4
Jun	5.467	5467	4.157	4156.7	0.125	4.2	76.0
Jul	5.317	5317	4.043	4042.9	0.125	4.0	76.0
Ago	5.240	5240	3.976	3976.3	0.123	4.0	75.9
Sep	4.951	4951	3.756	3756.4	0.113	3.8	75.9
Oct	4.309	4309	3.290	3289.6	0.102	3.3	76.3
Nov	3.875	3875	2.953	2952.6	0.089	3.0	76.2
Dic	4.141	4141	3.126	3126.4	0.097	3.1	75.5
<b>Anual</b>	<b>5.184</b>	<b>5188</b>	<b>3.905</b>	<b>3907.2</b>	<b>1.425</b>	<b>3.9</b>	<b>75.3</b>

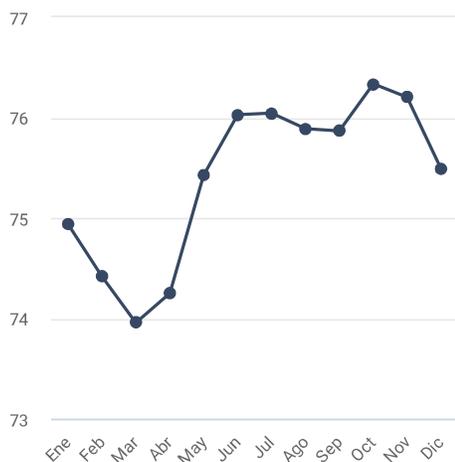
**Figura 5.1:** Producción fotovoltaica específica



**Figura 5.2:** Irradiación global inclinada



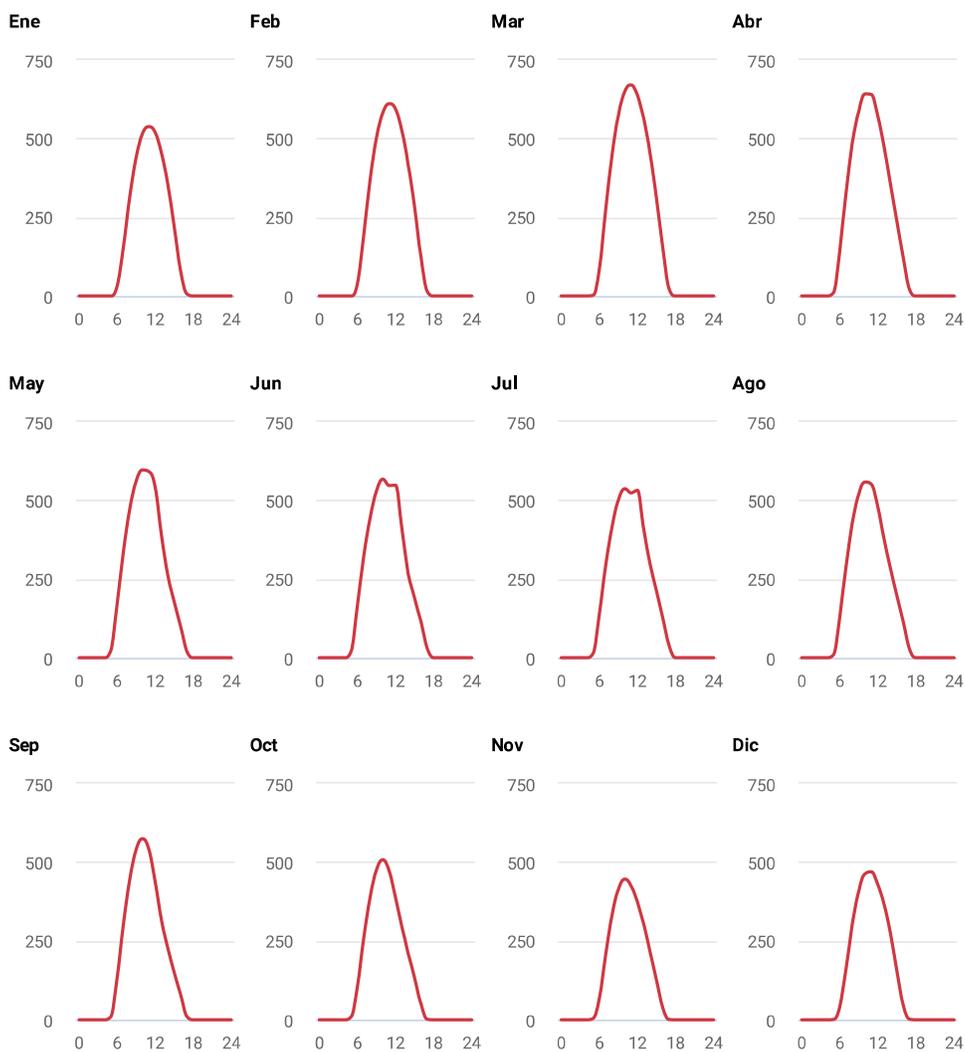
**Figura 5.3:** Rendimiento energético (PR)



## 6 Electricidad FV: Perfiles horarios

Los perfiles de generación eléctrica fotovoltaica, mostrados abajo, se calculan como el valor promedio de todas los datos horarios para cada mes. Los perfiles dan una indicación de los patrones de cambio en la producción eléctrica a causa del tiempo atmosférico y la configuración seleccionada para la instalación fotovoltaica durante el curso de un día. Nótese que el "perfil diario promedio" es un concepto teórico ya que, en la mayoría de casos, el perfil es específico para cada día del año debido a la variabilidad del tiempo atmosférico.

Figura 6.1: Producción eléctrica fotovoltaica específica – promedios horarios



**Tabla 6.1:** Producción eléctrica fotovoltaica específica – promedios horarios [Wh/kWp]

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-6	-	-	1.8	10.9	23.3	19.5	13.0	9.3	9.8	8.0	4.0	0.9
6-7	29.5	39.1	86.3	143.8	166.2	164.8	140.0	130.1	128.4	104.0	67.9	40.7
7-8	153.7	193.6	275.8	330.5	335.5	322.6	294.7	292.7	300.9	259.2	207.6	164.1
8-9	313.7	369.7	448.7	485.2	471.3	444.3	417.2	428.1	444.0	388.2	333.5	303.4
9-10	438.3	502.5	574.7	588.1	560.5	530.3	501.2	521.3	539.2	476.0	413.7	409.1
10-11	515.6	582.5	650.3	642.1	597.0	567.4	537.0	558.7	574.2	508.3	445.8	463.7
11-12	538.1	611.1	670.8	640.1	592.1	547.8	524.1	551.6	541.9	471.5	425.4	469.0
12-13	519.4	593.7	636.8	572.7	542.1	547.9	532.2	481.2	438.1	386.9	372.8	429.8
13-14	453.0	523.9	561.1	474.5	387.6	408.5	405.0	377.5	314.9	293.7	300.9	366.7
14-15	353.3	419.1	453.1	355.9	260.8	269.5	298.9	284.4	226.2	212.4	215.7	274.3
15-16	218.8	280.1	312.9	239.2	177.0	188.4	214.0	198.2	149.1	130.7	126.5	156.3
16-17	78.7	123.6	154.1	124.0	99.8	114.5	127.2	115.7	79.3	49.5	38.3	46.7
17-18	7.4	15.2	22.7	21.0	21.9	31.1	38.4	27.5	10.1	1.2	0.5	1.7
18-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Suma</b>	<b>3619.7</b>	<b>4254.1</b>	<b>4849.0</b>	<b>4628.0</b>	<b>4235.2</b>	<b>4156.7</b>	<b>4042.9</b>	<b>3976.3</b>	<b>3756.4</b>	<b>3289.6</b>	<b>2952.6</b>	<b>3126.4</b>

## 7 Rendimiento FV: Conversión energética y pérdidas de la instalación

Estimación específica teórica de la producción eléctrica anual generada por una instalación fotovoltaica sin considerar envejecimiento y degradación de los módulos y otros componentes. Valor promedio a largo plazo del rendimiento energético (PR) calculado para el inicio o puesta en marcha de la instalación.

**Tabla 7.1:** Conversión energética y pérdidas relacionadas

	Entrada de energía kWh/m <sup>2</sup> por día	Pérdida/ganancia de energía kWh/m <sup>2</sup> por día	Energía PVOUT specific kWh/kWp por día	Pérdida/ganancia de energía kWh/kWp por día	Pérdida de energía %	PR %
<b>Irradiación global horizontal (GHI) teórica</b>	<b>5.556</b>					
Sombreado del horizonte (terreno + objetos en el horizonte)	5.553	-0.003			0.0	
<b>Irradiación global horizontal específica del sitio</b>	<b>5.553</b>	<b>-0.003</b>				<b>0.0</b>
Conversión a la superficie de los módulos fotovoltaicos	5.184	-0.369			-6.6	
<b>Irradiación global inclinada (GTI)</b>	<b>5.184</b>					<b>100.0</b>
Suciedad, polvo y barro	4.977	-0.207			-4.0	96.0
Reflectividad angular	4.822	-0.155			-3.1	93.0
<b>GTI efectiva</b>	<b>4.822</b>	<b>-0.362</b>			<b>-7.0</b>	<b>93.0</b>
Corrección espectral			4.807	-0.015	-0.3	92.7
Conversión de irradiancia solar en corriente continua en los módulos			4.296	-0.511	-10.6	82.9
Pérdidas eléctricas por el sombreado entre filas			4.296	0.000	0.0	82.9
Tolerancia de potencia en módulos fotovoltaicos			4.296	0.000	0.0	82.9
Desajustes y cableado en corriente continua			4.210	-0.086	-2.0	81.2
Conversión en inversores (DC/AC)			4.046	-0.165	-3.9	78.0
Pérdidas del transformador y cableado en corriente alterna			4.026	-0.020	-0.5	77.7
<b>Rendimiento energético total del sistema (al comienzo)</b>			<b>4.026</b>	<b>-0.796</b>	<b>-16.5</b>	<b>77.7</b>
Pérdidas por nieve			4.026	0.000	0.0	77.7
Disponibilidad técnica			3.905	-0.121	-3.0	75.3
<b>Rendimiento energético total del sistema considerando la disponibilidad técnica y las pérdidas por nieve</b>			<b>3.905</b>	<b>-0.121</b>	<b>-3.0</b>	<b>75.3</b>
<b>Factor de capacidad</b>			<b>16.3%</b>			

Tabla 7.2: Diagrama de pérdidas

0.0%	75.3%	100.0%
<b>Irradiación global inclinada (GTI): 5.184 kWh/m<sup>2</sup> por día</b>		
<b>Pérdidas solares</b>		
		-4.0% Suciedad, polvo y barro
		-3.1% Reflectividad angular
<b>GTI efectiva: 4.822 kWh/m<sup>2</sup> por día</b>		
<b>Pérdidas eléctricas de la instalación</b>		
		-0.3% Corrección espectral
		-10.6% Conversión de irradiancia solar en corriente continua en los módulos
		0.0% Pérdidas eléctricas por el sombreado entre filas
		0.0% Tolerancia de potencia en módulos fotovoltaicos
		-2.0% Desajustes y cableado en corriente continua
		-3.9% Conversión en inversores (DC/AC)
		-0.5% Pérdidas del transformador y cableado en corriente alterna
<b>Rendimiento energético total del sistema (al comienzo): 4.026 kWh/kWp por día</b>		
		0.0% Pérdidas por nieve
		-3.0% Disponibilidad técnica
<b>Rendimiento energético total del sistema considerando la disponibilidad técnica y las pérdidas por nieve: 3.905 kWh/kWp por día</b>		

El diagrama muestra las pérdidas teóricas debidas a la conversión de energía en la instalación fotovoltaica

## 8 Rendimiento FV: Rendimiento durante la vida útil

Estimación del valor promedio anual de la producción eléctrica generada por una instalación fotovoltaica. Este valor considera la configuración de la instalación y tiene en cuenta además la disminución del rendimiento debido al envejecimiento y degradación de los módulos fotovoltaicos y otros componentes. La producción eléctrica específica es útil para comparar diferentes sitios o configuraciones. El rendimiento energético (PR) muestra el valor promedio de la eficiencia a lo largo de la vida útil de la instalación, teniendo en cuenta la disminución de su rendimiento.

**Tabla 8.1:** Producción eléctrica fotovoltaica durante la vida útil

Final de año	Tasa de degradación %	PVOUT specific kWh/kWp por día	PVOUT total kWh	PR %
<b>Teórico</b>	-	<b>3.905</b>	<b>1,425.2</b>	<b>75.3</b>
1	0.8	3.874	1,413.8	74.7
2	0.5	3.854	1,406.8	74.3
3	0.5	3.835	1,399.7	74.0
4	0.5	3.816	1,392.7	73.6
5	0.5	3.797	1,385.8	73.2
6	0.5	3.778	1,378.8	72.9
7	0.5	3.759	1,371.9	72.5
8	0.5	3.740	1,365.1	72.1
9	0.5	3.721	1,358.3	71.8
10	0.5	3.703	1,351.5	71.4
11	0.5	3.684	1,344.7	71.1
12	0.5	3.666	1,338.0	70.7
13	0.5	3.647	1,331.3	70.4
14	0.5	3.629	1,324.6	70.0
15	0.5	3.611	1,318.0	69.7
16	0.5	3.593	1,311.4	69.3
17	0.5	3.575	1,304.9	69.0
18	0.5	3.557	1,298.3	68.6
19	0.5	3.539	1,291.9	68.3
20	0.5	3.522	1,285.4	67.9
21	0.5	3.504	1,279.0	67.6
22	0.5	3.487	1,272.6	67.3
23	0.5	3.469	1,266.2	66.9
24	0.5	3.452	1,259.9	66.6
25	0.5	3.434	1,253.6	66.3
<b>Promedio</b>	<b>0.5</b>	<b>3.650</b>	<b>1,332.2</b>	<b>70.4</b>
<b>Acumulado</b>	<b>12.8</b>	-	<b>33,304.2</b>	-

## 9 Acrónimos y glosario

Tabla 9.1: Acrónimos y glosario

Acrónimo	Nombre completo	Unidad	Aclaración
GHI	Irradiación global horizontal	kWh/m <sup>2</sup> por día	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación global horizontal
DNI	Irradiación directa normal	kWh/m <sup>2</sup> por día	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación directa normal
DIF	Irradiación difusa horizontal	kWh/m <sup>2</sup> por día	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación difusa horizontal
D2G	Ratio entre irradiación difusa y global		Ratio entre la irradiación difusa horizontal e irradiación global horizontal (DIF/GHI)
GHI season	Estacionalidad de la irradiación global horizontal		Ratio entre el máximo y el mínimo valor promedio mensual de irradiación global horizontal (GHI <sub>month_max</sub> /GHI <sub>month_min</sub> )
DNI season	Estacionalidad de la irradiación directa normal		Ratio entre el máximo y el mínimo valor promedio mensual de irradiación directa normal (DNI <sub>month_max</sub> /DNI <sub>month_min</sub> )
GTI theoretical	Irradiación global inclinada (teórica)	kWh/m <sup>2</sup> por día	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación global inclinada sin considerar sombras del terreno
TEMP	Temperatura del aire	°C	Valores anuales, mensuales y diarios promedio de la temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo
WS	Velocidad del viento	m/s	Valores anuales, mensuales y diarios promedio de la velocidad del viento a 10 metros sobre el suelo
CDD	Grados día de refrigeración	Grados día	Cuantifica la demanda de energía necesaria para refrigerar un edificio. Los "grados día de refrigeración" son una medida de cuánto (en grados), y por cuánto tiempo (en días), la temperatura del aire exterior fue más alta que una temperatura media diaria específica de referencia (18°C). Los valores anuales y mensuales se agregan a partir de los valores diarios
HDD	Grados día de calefacción	Grados día	Cuantifica la demanda de energía necesaria para calefactar un edificio. Los "grados día de calefacción" son una medida de cuánto (en grados), y por cuánto tiempo (en días), la temperatura del aire exterior fue más baja que una temperatura media diaria específica de referencia (18°C). Los valores anuales y mensuales se agregan a partir de los valores diarios
PVOUT specific	Producción fotovoltaica específica	kWh/kWp por día	Valores anuales y mensuales promedio de producción de energía eléctrica fotovoltaica (corriente alterna) suministrada por la instalación fotovoltaica normalizada para 1 kWp de capacidad instalada

Acrónimo	Nombre completo	Unidad	Aclaración
PVOUT total	Producción fotovoltaica total	kWh	Valores anuales y mensuales promedio de producción de energía eléctrica fotovoltaica (corriente alterna) suministrada por el total de la capacidad instalada de la instalación fotovoltaica
PR	Rendimiento energético (PR)	%	Ratio entre la producción fotovoltaica específica (en corriente alterna, AC) y la irradiación global inclinada recibida por la superficie de los módulos de la instalación (PVOUTspecific/GTI)
GTI	Irradiación global inclinada	kWh/m <sup>2</sup> por día	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación global inclinada
CF	Factor de capacidad	%	El ratio entre la producción real de energía eléctrica durante un año y la producción máxima posible de energía eléctrica durante un año expresada en %. La producción máxima posible es la capacidad instalada en alterna multiplicada por el número de horas del año, mientras que la producción real es la cantidad de energía entregada anualmente por el proyecto.

## 10 Metadatos

Este informe está basado en bases de datos solares y meteorológicas desarrolladas y operadas por Solargis. Los parámetros de datos presentados en este informe están computados por modelos y algoritmos de Solargis. Los datos usados como entrada a los modelos vienen de diferentes fuentes. Las características de los datos están explicadas abajo.

Intervalo de tiempo: estadísticas mensuales y anuales a largo plazo  
 Las estimaciones asumen que un año tiene 365 días  
 Versión 1.1 de la base de datos Solargis Prospect

Parámetro	Fuente de entradas de datos (Organización)	Representación temporal	Método Solargis	Última actualización
ELE	SRTM v4.1 (CGIAR CSI), Viewfinder Panoramas (Jonathan de Ferranti BA), GEBCO_2014 Grid (GEBCO)		Data merging, cleaning, processing	2019-02-01
PVOUT_csi	GHI, DNI, TEMP, OPTA, ALBEDO, ELE (Solargis)	1999 - 2020	PV simulation model	2021-02-15
GHI	Solargis solar model (Solargis)	1999 - 2020	Solar model	2021-02-24
DNI	Solargis solar model (Solargis)	1999 - 2020	Solar model	2021-02-24
DIF	GHI DNI (Solargis)	1999 - 2020	Solar model	2021-02-24
D2G	GHI, DNI (Solargis)	1999 - 2020	Solar model	2021-02-24
GTL_opta	GHI DNI ALB HORIZON (Solargis)	1999 - 2020	Solar model	2021-02-24
OPTA	GHI, DNI, ALBEDO (Solargis)	1999 - 2020	PV simulation model	2021-02-15
GHI_season	GHI (Solargis)	1999 - 2020	Data processing	2021-02-24
DNI_season	DNI (Solargis)	1999 - 2020	Data processing	2021-02-24
TEMP	ERA5 (ECMWF)	1994 - 2020	Data processing	2021-02-11
WS	ERA (ECMWF)	1994 - 2020	Data processing	2021-03-02
CDD	TEMP (Solargis)	1994 - 2020	Data processing	2021-02-12
HDD	TEMP (Solargis)	1994 - 2020	Data processing	2021-02-12
POPUL	GPWv4 (CIESIN)		Data processing	2017-11-01
LANDC	Land Cover CCI, v2.0.7 (ESA CCI)		Post-processing	2017-11-01
SLO	ELE (Solargis)		Data processing	2019-02-01
AZI	ELE (Solargis)		Data processing	2019-02-01
PVOUT_specific	GTI TEMP PWAT ELE (Solargis)	1999 - 2020		2021-03-02
PVOUT_total	PVOUT_specific (Solargis)	1999 - 2020		2021-03-02
PR	GTI PVOUT_specific (Solargis)	1999 - 2020		2021-03-02
GTI	GHI DNI ALB HORIZON (Solargis)	1999 - 2020		2021-02-24
GTL_theoretical	GHI DNI ALB (Solargis)	1999 - 2020		2021-02-24

### Documentación

Incertidumbre de datos <https://solargis.com/docs/accuracy-and-comparisons/combined-uncertainty/>  
 Metodología <https://solargis.com/docs/methodology/solar-radiation-modeling/>  
 Simulación de producción fotovoltaica <https://solargis.com/docs/methodology/pv-energy-modeling/>

## 11 Descargo de responsabilidad e información legal

Considerando la incertidumbre de los datos y los cálculos, Solargis s.r.o. no garantiza la exactitud de las estimaciones. Se ha hecho lo máximo posible para la evaluación de los parámetros meteorológicos y la evaluación preliminar de la producción eléctrica fotovoltaica basada en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no es responsable de ningún daño directo, incidental, consecuente, indirecto o punitivo relacionado o que se alegue como relacionado del uso del informe proporcionado.

Este informe muestra la estimación de la producción eléctrica solar de una instalación fotovoltaica en su fase inicial, así como durante toda su vida útil. Las estimaciones tienen la exactitud suficiente para una evaluación preliminar de proyectos fotovoltaicos. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información: 1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar 2. Especificaciones detalladas de la instalación fotovoltaica 3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción fotovoltaica 4. Producción de energía durante la vida útil considerando la degradación de los componentes de la instalación fotovoltaica.

Puede encontrarse más información sobre la evaluación completa de la producción fotovoltaica en:  
<https://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/overview/>

El copyright de este informe es de © 2021 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.  
Solargis® es una marca comercial de Solargis s.r.o.

Vea el texto completo de los TÉRMINOS GENERALES DEL CONTRATO PARA SERVICIOS DE PAGO en:  
<https://solargis.com/legal/general-contractual-terms/>

### Validación de autenticidad

Este informe PDF está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

### Proveedor de servicios

Solargis s.r.o., Bottova 2A, 811 09 Bratislava, Eslovaquia  
ID de registro: 45 354 766  
Número IVA: SK2022962766  
Teléfono: +421 2 4319 1708  
Correo electrónico: [contact@solargis.com](mailto:contact@solargis.com)  
URL: [solargis.com](https://solargis.com)

*Anexo 5: Propuesta técnica y económica de producción de energía*



# Proyectos: Grupo Acón

Ubicación: varias, Limón  
Operacional: 2018

## Características

- Sistemas de generación fotovoltaico, interconectados a la red pública.
  - 45 instalaciones en un mismo contrato
    - Instalaciones Simultáneas
  - Proyecto más grande de Costa Rica

## Detalles

PV 2.2 MWp

## Servicios y productos

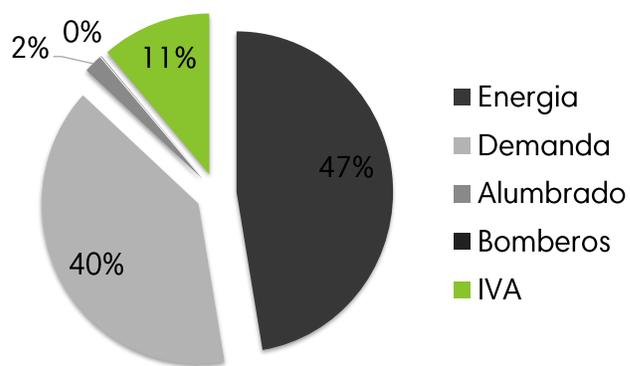
Desarrollo  
Diseño  
Ingeniería  
Control de calidad  
Puesta en marcha  
Mantenimiento

## Valores de Referencia Medidor

- Consumo:
  - ✓ Mediante la información suministrada, se simula un consumo promedio de 60,800.00kWh(indicado por el cliente) con el objetivo de cubrir un 35.81% del mismo:

DATOS DE CONSUMO DEL ULTIMO AÑO		
Mes	Energia	Demanda
Enero	54 598.79	272.99
Febrero	65 209.36	326.05
Marzo	65 490.44	327.45
Abril	52 560.99	262.80
Mayo	58 814.91	294.07
Junio	62 890.49	314.45
Julio	67 317.42	336.59
Agosto	59 236.52	296.18
Setiembre	61 063.51	305.32
Octubre	59 377.06	296.89
Noviembre	61 133.78	305.67
Diciembre	61 906.73	309.53
<b>Total Anual:</b>	<b>729 600.00</b>	<b>3 648.00</b>
<b>Promedio:</b>	<b>60 800.00</b>	<b>304.00</b>

Distribucion de la Factura Actual



## Valores de Referencia

- Recurso Solar:
  - ✓ Mediante el uso de la aplicación Solar Gis y la extrapolación de datos de rendimiento de sistemas ya instalados en zonas aledañas, se determina el recurso solar del micrositio.
  - ✓ Se establece el recurso solar en 3.90 hrs sol/día considerando orientación variada y una inclinación de los techos disponibles entre los 10° y 15°.

Figura 4.1: Irradiación + irradiación difusa horizontal

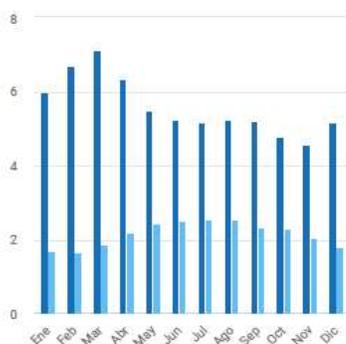
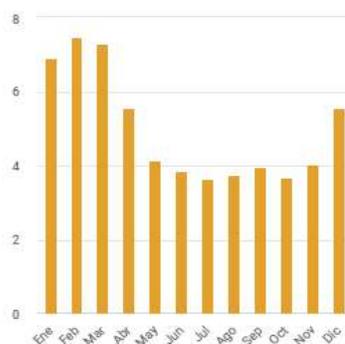


Figura 4.2: Irradiación directa normal



# Propuesta de implementación

Detalle de los Sistemas:

	Potencia Pico	Potencia Nominal
Terminal	183.32kWp	165.00kW

Equipos:

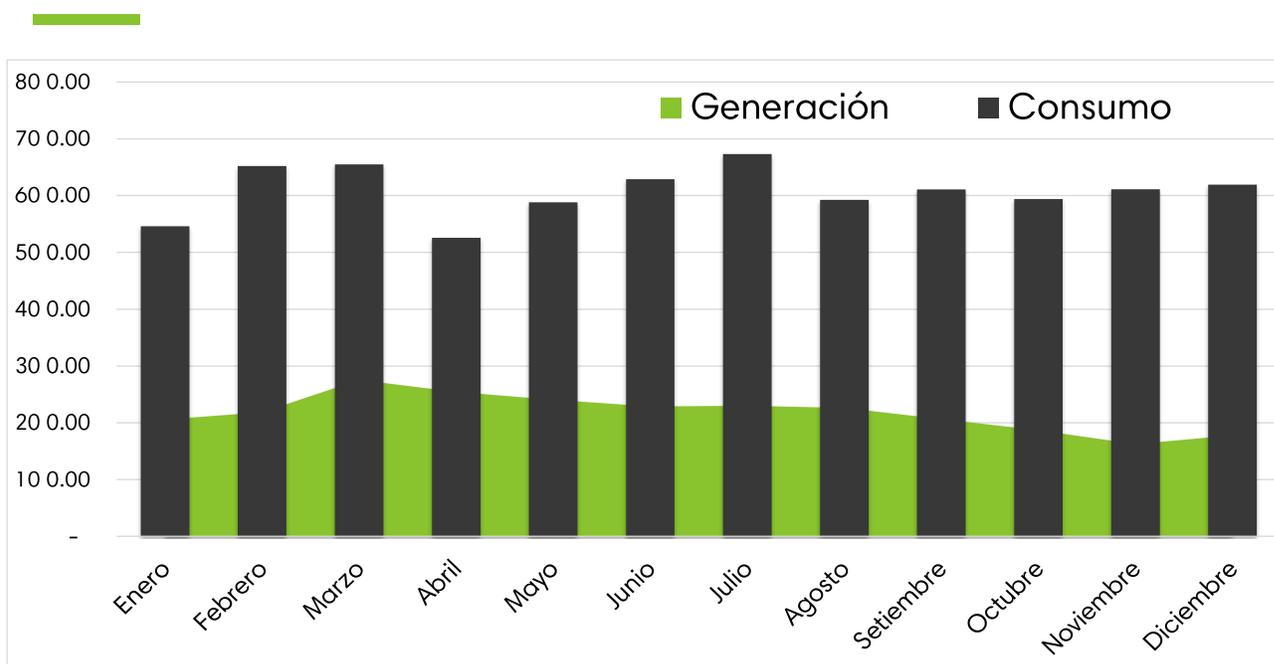
- 363 Módulos Fotovoltaicos Trina Solar Mod. DE18M(II) 505Wp
- 11 Inversor Fronius Mod. Symo Trifasico 15.0-3 208/240V

Rendimiento Proyectado:

	Terminal
Consumo Proyectado Mensual (kWh)	60,800.00
Generación Promedio Mensual (kWh)	21,772.34
Generación Anual (MWh)	261.27
Cobertura Energética	35.81%



## CO<sub>2</sub> estimado



Generación Mín. kWh/mes  
 Generación Máx. kWh/mes  
 Ton CO<sub>2</sub> Evitado

**16 239.88**  
**27,555.73**  
**14.55**

Noviembre  
 Marzo  
 Año



## Análisis del ahorro

Comparación de la Factura Antes y Después:

FACTURACIÓN CON FOTOVOLTAICA		ANTES	DESPUÉS
<b>Demanda Facturada Anual</b>		3 648 kW	3 648 kW
<b>Consumo Anual de Energía</b>		729 600 kWh	729 600 kWh
Generación Anual de energía	35.81%	0 kWh	261 268 kWh
Inyectado %		0%	0%
Inyectado kWh		0 kWh	0 kWh
Consumo Anual de energía Descubierta		729 600 kWh	468 332 kWh
Cargo Anual por Energía <3000kWh	€109.95	€0	€0
Cargo Anual por Energía >3000kWh	€66.20	€48 299 520	€31 003 575
Carago Anual por Demanda	€11 033.65	€40 250 755	€40 250 755
Cargo por Generacion Distribuida	€27.43	€0.00	€0
Cargo por Alumbrado Público	€3.21	€1 926 000.00	€1 503 346
Impuesto al Valor Agregado (IVA)	13%	€11 511 535.78	€9 263 063
Tributo Bomberos		€40 406.63	€24 328.50
<b>TOTAL</b>		<b>€102 028 217.60</b>	<b>€82 045 066.98</b>
		<b>\$156 966.49</b>	<b>\$126 223.18</b>
<b>AHORRO ANUAL</b>	<b>20%</b>	<b>\$30 743.31</b>	



## La inversión

Cant.	Descripción	Precio
<b>Sistemas Fotovoltaicos ON-Grid / Potencia ofertada: 183.32kWp</b>		
<b>1</b>	<b>Medidor:</b>	
363	Módulos Fotovoltaicos marca Trina Solar Mod. TSM DE18M(II)-505Wp	
11	Inversor Trifasico marca Fronius, Mod. Symo 15.0-3 (208/240V)	
		<b>Subtotal</b>
		<b>\$212,137.00</b>
		Subtotal Gravado
		\$91,948.00
		Subtotal Exento
		\$120,189.00
		<b>Impuesto al Valor Agregado IVA (13%)</b>
		<b>\$11,953.00</b>
		<b>Valor Final \$224,090.00</b>

Se Incluye:

(\*) Kit de estructuras en Aluminio y tornillería para la fijación de los módulos fotovoltaicos sobre lamina metálica.

(\*) Kit de Material eléctrico para instalaciones DC y AC

(\*) Mano de obra de instalación y montaje

(\*) Ingeniería de cálculo de equipos e instalación, Asesoría, Seguros de instalación, Transporte, Planos Eléctricos visados por CFIA

Sistema de Monitoreo Remoto de Parámetros Solar Web

(\*) Control Inteligente de Dinámica de Potencia Smart Meter de Fronius

\*greenenergy® cuenta con licencia de exoneración al día.

\*\*Los costos de CNFL se definen una vez se inicie con el proceso de instalación por lo que se considera un costo variable del proyecto.



## Análisis de la inversión

**\$1.157/ Wp**

Valor de la Planta Fotovoltaica:

**\$212,137.00USD +IVA**

Costos de Interconexión: \$3,416.00

Tomando en consideración el valor de la planta fotovoltaica bajo la modalidad llave en mano + los costos de interconexión (pago a CNFL) como inversión inicial y considerando una reserva anual para cubrir el costo del mantenimiento preventivo del sistema a partir del primer año de operación de la planta de generación, a continuación se presenta el flujo estimado del proyecto.

Se consideran los siguientes factores:

- Tarifa **TG** mas reciente publicada por la distribuidora
- Costos de Interconexión publicados por la distribuidora
- Incremento Anual en el costos de la energía **4.5%**
- Degradación Anual en la producción Solar **0,8%**
- Incremento Anual en el Costo por Mantenimiento **2%**



## Flujo de la inversión

## Payback 6.4 años

TIR 15%

	Pago Anual Sin Solar	Pago Anual Con Solar	Ahorro	Mant. Anual Planta Solar	Flujo	Acumulado
<b>0</b>						
<b>1</b>	\$156 966.49	\$126 223.18	\$30 743.31	\$0.00	\$30 743.31	\$184 822.61
<b>2</b>	\$166 384.48	\$134 057.27	\$32 327.20	\$2 199.78	\$30 127.42	\$154 695.19
<b>3</b>	\$176 367.55	\$142 374.85	\$33 992.70	\$2 243.78	\$31 748.93	\$122 946.26
<b>4</b>	\$186 949.60	\$151 205.59	\$35 744.01	\$2 288.65	\$33 455.35	\$89 490.91
<b>5</b>	\$198 166.58	\$160 581.04	\$37 585.54	\$2 334.42	\$35 251.11	\$54 239.80
<b>6</b>	\$210 056.57	\$170 534.63	\$39 521.94	\$2 381.11	\$37 140.83	\$17 098.97
<b>7</b>	\$222 659.96	\$181 101.85	\$41 558.11	\$2 428.73	\$39 129.38	\$22 030.41
<b>8</b>	\$236 019.56	\$192 320.37	\$43 699.19	\$2 477.31	\$41 221.88	\$63 252.29
<b>9</b>	\$250 180.74	\$204 230.17	\$45 950.57	\$2 526.86	\$43 423.71	\$106 676.00
<b>10</b>	\$265 191.58	\$216 873.64	\$48 317.94	\$2 577.39	\$45 740.55	\$152 416.56
<b>15</b>	\$354 886.16	\$292 771.21	\$62 114.95	\$2 845.65	\$59 269.30	\$420 331.46
<b>20</b>	\$474 917.73	\$395 066.09	\$79 851.64	\$3 141.83	\$76 709.81	\$767 231.08
<b>25</b>	\$635 547.05	\$532 894.09	\$102 652.97	\$3 468.83	\$99 184.13	\$1 215 927.63
<b>30</b>	\$850 505.32	\$718 540.19	\$131 965.13	\$3 829.87	\$128 135.26	\$1 795 774.09

### Se considera:

- ✓ Los gastos básicos por Interconexión como parte de la Inversión Inicial
- ✓ Incremento del 4.5% anual en costo de la energía
- ✓ Incremento del 2% anual en costo de mantenimiento

