

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ÁREA ACADÉMICA DE GERENCIA DE PROYECTOS

MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS



**Propuesta Metodológica para la
Elaboración de Planes de Gestión de
Proyectos para el Desarrollo de Centros
Educativos Públicos Sustentables**

Para optar por el grado académico de Maestría en Gerencia de Proyectos

SÁENZ CAMPOS, WILLIAM

SHEDDEN HARRIS, MARIO

Cartago, Octubre de 2011

"Salvaguardar el medio ambiente.... Es un principio rector de todo nuestro trabajo en el apoyo del desarrollo sostenible; es un componente esencial en la erradicación de la pobreza y uno de los cimientos de la paz"

Kofi Annan.

Ex secretario General de las Naciones Unidas

Agradecimientos

Al Ministerio de Educación Pública, en las personas de los Jerarcas, el director y las jefaturas de la DIEE, por hacer posible la realización de esta investigación.

Al equipo de profesores de la Maestría en Gerencia de Proyectos del Instituto Tecnológico de Costa Rica, por su guía y dedicación, especialmente a los profesores Juan Carlos Coghi Montoya, Carlos Mata Montero y Milton Sandoval Quirós, por sus invaluable aportes en el desarrollo del presente proyecto de investigación.

A todos los compañeros de la DIEE que de una u otra forma colaboraron con el desarrollo del presente trabajo.

A todos los expertos entrevistados, quienes desinteresadamente aportaron su valioso tiempo y conocimiento.

.

Dedicatoria

Mario Shedden

A mi preciosa familia, a Carolina mi esposa, a mis hijos Arline, Gabriel, Daniel, Carlo y a mi pequeña Alexandra, por su amor y comprensión.

A mi Madre quien me dio el ser, por enseñarme con su ejemplo los conceptos de valentía y perseverancia.

A mis hermanos por su disponibilidad y apoyo.

William Sáenz

A mi madre Doris, quien siempre ilumina mi vida con su amor y apoyo.

A mis hermanos por su apoyo.

RESUMEN EJECUTIVO

Según datos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la industria de la construcción es la consumidora del 40% de la energía, y de un tercio de los recursos de la humanidad, incluyendo el 12% del consumo del agua dulce; asimismo, es la generadora de un tercio de las emisiones de los gases de invernadero y del 40% de los residuos sólidos del planeta. El tema de la sostenibilidad, por tanto, reviste una importancia trascendental, fundamentada en la necesidad de preservar el ambiente y los recursos naturales para que puedan ser aprovechados por las futuras generaciones.

Sobre la base de lo anterior, surge la propuesta para desarrollar la *Guía Metodológica para la Elaboración de Planes de Gestión de Proyectos de Infraestructura Educativa Sustentable* aplicable en la Dirección de Infraestructura y Equipamiento Educativo (DIEE), que es el órgano del Ministerio de Educación Pública, encargado del desarrollo de proyectos de infraestructura educativa requeridos por los centros educativos públicos de Costa Rica.

Dada la estructura organizativa funcional de la DIEE, se propone incorporar el sistema de gestión de proyectos por medio de la creación de una unidad ejecutora a lo interno del Departamento de Investigación y Desarrollo, la cual dé continuidad a los proyectos de sustentabilidad en todas sus fases y tenga la potestad de constituir una base de información actualizada con los activos de los procesos generados durante la realización de este tipo de proyectos. Esta información permitiría el aprovechamiento de los insumos para incorporar características verdes a los prototipos que alimentan el flujo funcional de insumos de trabajo de la DIEE, permitiendo así la inserción paulatina de los avances asimilados en materia de sustentabilidad a la totalidad de proyectos desarrollados.

Palabras clave: Centros educativos públicos sustentables, construcción sustentable, sustentabilidad, gestión de proyectos, escuelas sustentables.

ABSTRACT

According to the United Nations Program for Environment (UNEP), the construction industry is consuming 40% of energy, and a third of the resources of humanity, including 12% of sweet water consumption; it is also the generator of one third of the emissions of greenhouse gases and 40% of solid waste on the planet. The sustainability therefore is vital, based on the need to preserve the environment and natural resources in order to maintain them available for future generations.

Based on the foregoing, arises the proposal to conform the Methodological Guide for the Preparation of Management Plans Construction of Sustainable Public Schools in the *Dirección de Infraestructura y Equipamiento Educativo* (DIEE), which is the organ of the Public Education Ministry, responsible for the development of educational infrastructure projects needed by public schools in Costa Rica.

Given the functional organizational structure of DIEE, it is proposed to incorporate the project management system through the creation of an internal executive unit on the Research and Development Department, in order to give continuity to the sustainable projects in all its phases and to have the power to create a base of updated information of the process assets generated during the conduct of such projects. This information would allow the use of inputs to incorporate green features to the prototypes that feed the functional flow DIEE work inputs, allowing the gradual inclusion of advances treated in sustainability to all the projects.

Keywords: Sustainable public Schools, green building, sustainability, project management, sustainable schools.

Índice de Contenidos

CAPÍTULO I: Generalidades de la Investigación.....	1
A. MARCO DE REFERENCIA EMPRESARIAL.....	1
1. La DIEE y su Estructura Organizacional.....	1
2. Los Interesados:.....	3
3. Flujo de la información y la Cadena de Valor:.....	4
B. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	7
C. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
D. OBJETIVOS.....	11
E. ALCANCE Y LIMITACIONES.....	12
CAPÍTULO II: Marco Teórico	13
A. LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS.....	13
1. Definiciones	13
2. Los procesos de Planificación de Proyectos según el PMBOK®:	14
3. La Extensión de Gobierno de la guía del PMBOK®.....	21
4. La Extensión de Construcción de la Guía del PMBOK®	29
5. Norma ISO 10006:2003: Sistema de Gestión de la Calidad en Proyectos.....	36
B. LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE	40
1. Definiciones	40
2. La Sustentabilidad y la Industria de la Construcción.....	41
3. Afectación Ambiental de la Construcción: Principales Cargas e Impactos al Ambiente.....	43
4. Consideraciones Clave para el Desarrollo de Construcciones Sustentables.	45
5. Los Materiales y la Construcción Sustentable	46
6. Criterios de Sustentabilidad para el Diseño y Construcción de Edificaciones Verdes	47
7. Normas y Regulaciones Nacionales e Internacionales.....	52
CAPÍTULO III: Marco Metodológico.....	61

A. TIPO DE INVESTIGACIÓN	61
B. FUENTES Y SUJETOS DE INFORMACIÓN	61
C. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	65
D. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	70
CAPITULO IV: Propuesta	74
A. ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL.....	74
1. Aplicación Actual de los Procesos de Administración de Proyectos en la DIEE desde la Perspectiva de las Jefaturas	74
2. Aplicación Actual de los Procesos de Administración de Proyectos en la DIEE desde la Perspectiva de los Profesionales que Integran los Equipos de Diseño e Inspección.....	90
3. Propuestas para el Desarrollo de Proyectos de Construcción Sustentable por parte de Expertos	105
B. PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	117
CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones.....	119
A. CONCLUSIONES.....	119
B. RECOMENDACIONES.....	123
BIBLIOGRAFÍA.....	127
ANEXOS	131
APÉNDICE 1.....	137
APÉNDICE 2.....	140
APÉNDICE 3.....	146
APÉNDICE 4.....	165
APÉNDICE 5.....	166

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1.1: Estructura Orgánica del MEP-DIEE	2
Ilustración 1.2: Flujo de Información de la DIEE (Detallado).....	5
Ilustración 1.3: Cadena de valor en la gestión de proyectos en la DIEE	6
Ilustración 2. 1.: Relación entre interesados en proyectos de gobierno	23
Ilustración 2. 2: Dimensiones concurrentes con el desarrollo sostenible	41
Ilustración 2. 3.: Uso de materiales en la construcción como parte de su ciclo de vida	42
Ilustración 2. 4: Círculo Virtuoso de la Metodología PDCA	56
Ilustración 4. 1: Aplicación e Importancia Procesos de Integración y Alcance según Diseñadores	96
Ilustración 4. 2: Aplicación e Importancia Procesos de Integración y Alcance según Inspectores.....	97
Ilustración 4. 3: Aplicación e Importancia, Tiempo, Calidad y Comunicaciones según Diseñadores	99
Ilustración 4. 4: Aplicación e Importancia, Tiempo, Calidad y Comunicaciones según Inspectores ...	100
Ilustración 4. 5: Aplicación e Importancia, Riesgo y Ambiente según Diseñadores	102
Ilustración 4. 6: Aplicación e Importancia, Riesgo y Ambiente según Inspectores	103
Ilustración 4. 7: Resumen de los Resultados de la Investigación a lo Interno de la DIEE.....	104
Ilustración 4. 8: Resultado Pregunta 5	106
Ilustración 4. 9: Resultado Pregunta 10.....	109
Ilustración 4. 10: Resultado Pregunta 11	110
Ilustración 4. 11: Resultado Pregunta 12	111
Ilustración 4. 12: Resultado Pregunta 13	113
Ilustración 4. 13: Resultado Pregunta 14	114
Ilustración 4. 14: Resultado Pregunta 15	116

Índice de Tablas

Tabla 1.1: Superficie de infraestructura institucional 2008-2010	9
Tabla 2. 1: Procesos de Planificación por Área de Conocimiento, según el PMBOK®.....	15
Tabla 2. 2: Variaciones en los procesos por la extensión gobierno de la Guía del PMBOK®.....	24
Tabla 2. 3: Actualización de los Procesos de Planificación según la Extensión Construcción	34
Tabla 2. 4: Comparación entre procesos según la Guía PMBOK® y la Norma ISO-10006.....	39
Tabla 3. 1: Análisis de objetivos y sus Variables	66

CAPÍTULO I: Generalidades de la Investigación

A. MARCO DE REFERENCIA EMPRESARIAL

1. LA DIEE Y SU ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La Dirección de Infraestructura y Equipamiento Educativo (DIEE), es el órgano del Ministerio de Educación Pública, encargado, entre otras funciones, del desarrollo de los proyectos de infraestructura educativa requeridos por los centros educativos públicos de preescolar, primaria y secundaria de Costa Rica. Fue constituida en setiembre de dos mil siete vía Decreto Ejecutivo N° 34075-MEP, y de conformidad con el artículo 75 del decreto citado le corresponde ser: *“El órgano encargado de planificar, desarrollar, coordinar, dirigir, dar seguimiento y evaluar planes, programas y proyectos tendientes al mejoramiento y ampliación de la infraestructura física educativa y su equipamiento, como medio para facilitar el acceso, la calidad y la equidad de la educación pública costarricense. Contempla el mantenimiento preventivo y correctivo, la rehabilitación y la construcción de infraestructura educativa, así como su equipamiento y dotación de mobiliario”*

La estructura organizativa de la DIEE, la cual se muestra en la Ilustración 1.1, está diseñada bajo un esquema funcional, integrado por la Dirección Ejecutiva, y cuatro departamentos: Investigación y Desarrollo (DID), Proyectos (DP), Contrataciones (DC), Ejecución y Control (DEC), de los cuales, los últimos tres, constituyen en sí mismos la cadena de valor de la organización. El DID, desempeña una función de apoyo operativo, proporcionando, sobre la base de la investigación y la innovación, insumos de trabajo en las áreas de diseño, presupuestación, normas, y administrando el flujo de información de la organización.

La estructura jerárquica de la organización, está alineada a los objetivos estratégicos del Gobierno Central, los cuales son transferidos verticalmente desde la Presidencia,

pasando por el despacho ministerial, hasta llegar a la Dirección, la cual a su vez está sujeta a las políticas y objetivos emanados de los jefes del MEP.

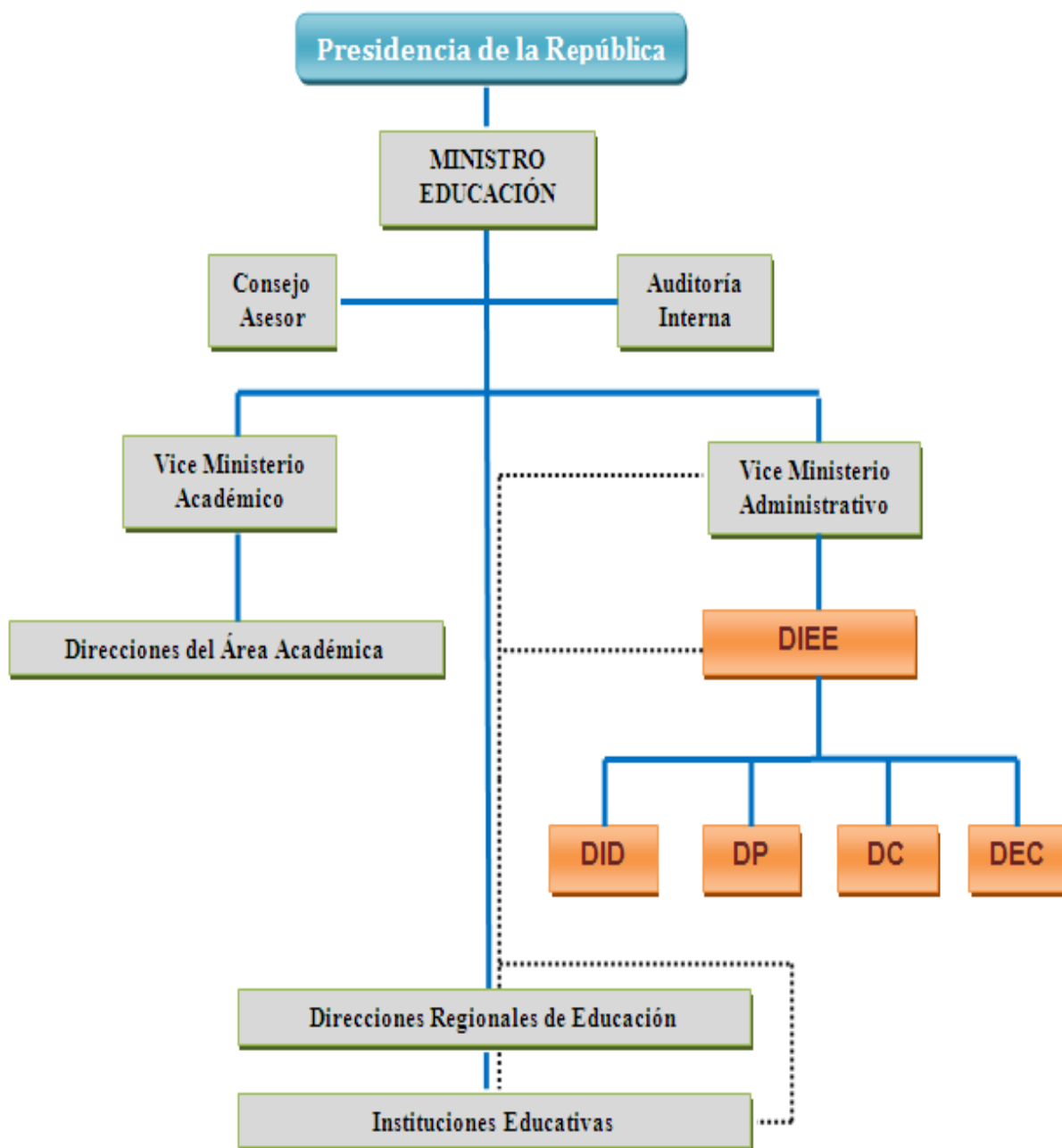


Ilustración 1.1: Estructura Orgánica del MEP-DIEE
Fuente: los autores.

2. LOS INTERESADOS:

Los grupos de interesados asociados con los proyectos que desarrolla la DIEE, son descritos a continuación:

a. Usuarios (clientes) o administrados

- *Juntas de Educación o Administrativas.* Grupos voluntarios de padres de familia o vecinos interesados en colaborar de forma oficial, según nombramiento municipal, con el desarrollo de los centros educativos por un período definido, se constituyen como responsables y encargados de la administración de la infraestructura las instituciones entre otras funciones.
- *Directores de los centros educativos.* Éstos, en conjunto con las Juntas, se constituyen como representantes oficiales de las instituciones educativas ante la DIEE.
- Profesores y personal docente y administrativo de los centros educativos.
- Estudiantes en general, quienes son los usuarios finales y la razón de ser del MEP y la DIEE.
- Funcionarios de otros órganos administrativos del MEP

b. Patrocinadores

- Despacho del Ministro.
- Despacho de la Viceministra Administrativa

c. Organización ejecutante

- Dirección DIEE
- Jefes de los departamentos y funcionarios de la DIEE

d. Proveedores

- Proveedores de servicios de consultoría en las distintas disciplinas asociadas a los proyectos de construcción.
- Proveedores de servicios de construcción
- Proveedores de materiales de construcción

e. Otros interesados

- Padres de familia en general
- Vecinos de los centros educativos
- Otros órganos gubernamentales de los diferentes poderes de la República.
- Entes reguladores (Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, Contraloría General de la República, CFIA, Bomberos INS, Ministerio de Salud, Municipalidades)
- Organismos internacionales interesados en coadyuvar en el desarrollo de la infraestructura educativa pública
- Sector privado.
- Prensa.
- Población en general.

3. FLUJO DE LA INFORMACIÓN Y LA CADENA DE VALOR:

En la Ilustración 1.2 se observa el flujo de información bajo el cual interactúan las diferentes secciones de la DIEE; cada departamento está compuesto por una jefatura y el grupo permanente de funcionarios que se requieren para su adecuado funcionamiento.

En la ilustración 1.3 se muestra la cadena de valor en la realización de los proyectos de infraestructura en la DIEE.

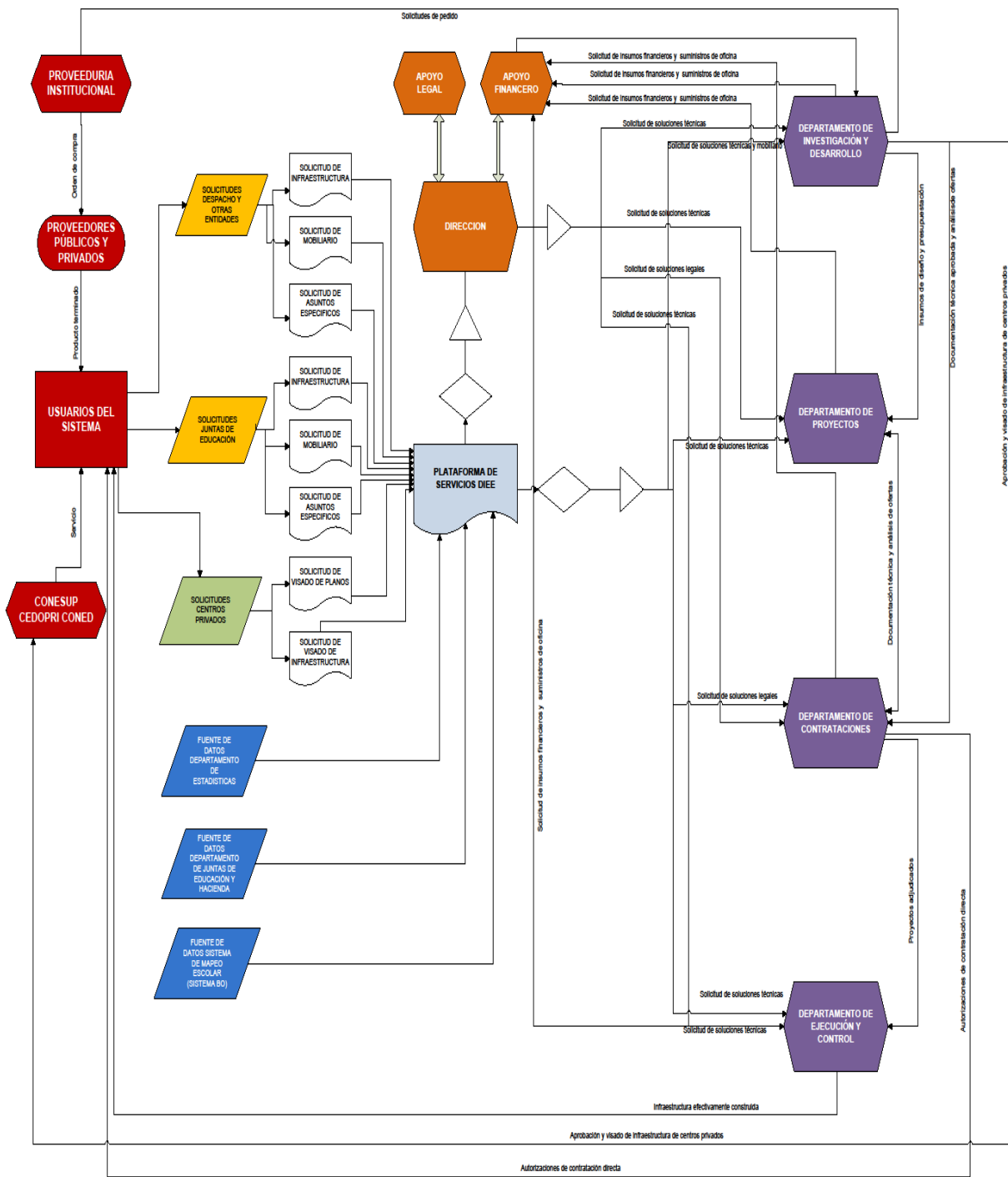


Ilustración 1.2: Flujo de Información de la DIEE (Detallado)

Fuente: los autores.

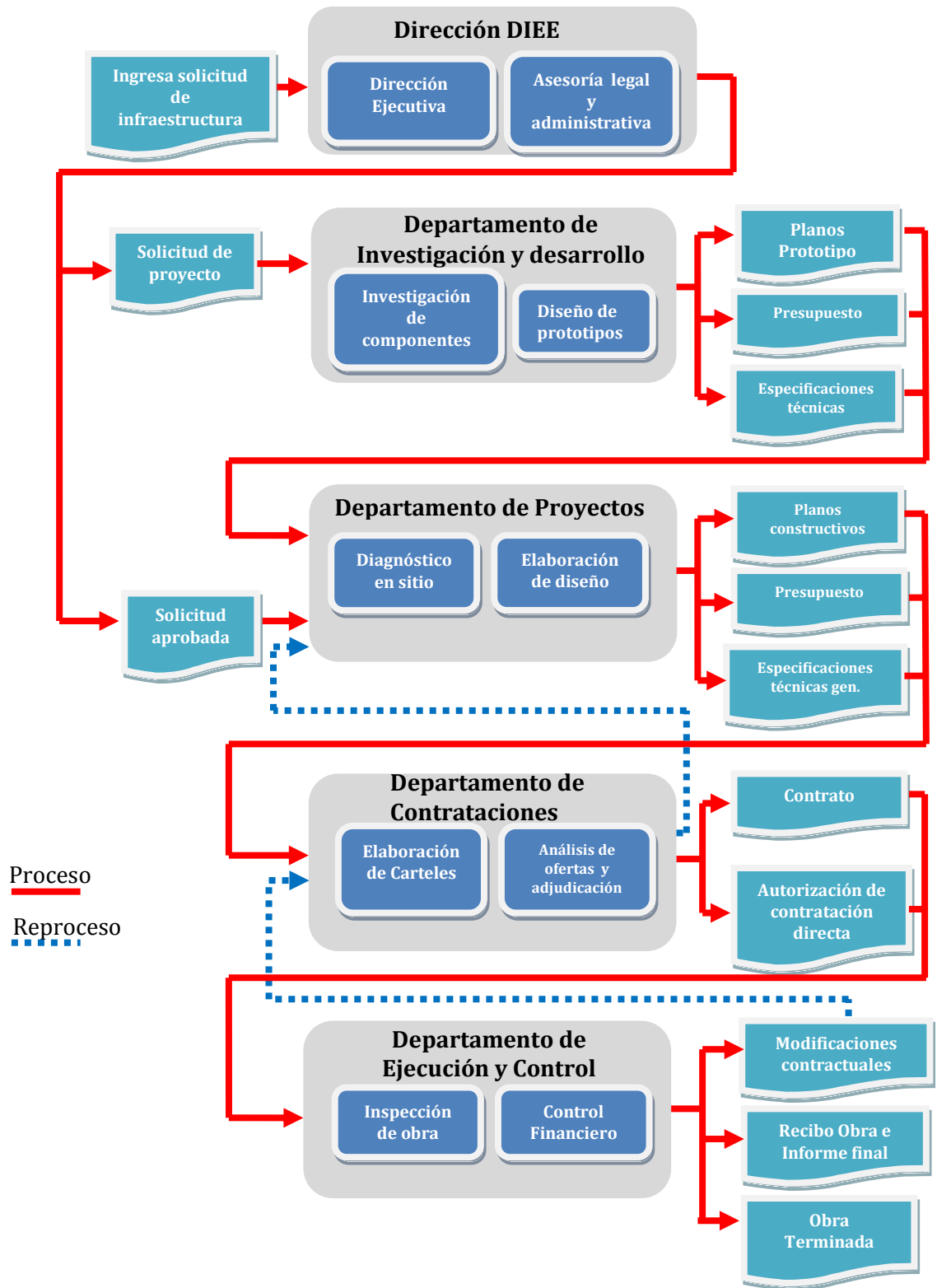


Ilustración 1.3: Cadena de valor en la gestión de proyectos en la DIEE
Fuente: los autores.

B. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La presente justificación considera dos componentes fundamentales:

- a. La necesidad de incorporar y adaptar dentro de la estructura organizativa de la DIEE (Ilustración 1.1), los lineamientos metodológicos y las herramientas de apoyo que maximicen los aportes de cada departamento a la cadena de valor correspondiente al desarrollo de infraestructura educativa y que fomenten un proceso de mejora continua de conformidad con las buenas prácticas de la administración de proyectos de construcción sustentable.
- b. El respeto a los compromisos internacionales y a la legislación vigente, en materia de sustentabilidad y gestión ambiental, en consideración a las cargas y a los impactos ambientales que genera la construcción.

Al ser la DIEE una organización de reciente conformación orientada al desarrollo de proyectos de infraestructura educativa, aún se encuentra en un proceso continuo de ajuste y implementación de las mejores prácticas administrativas aplicables a su estructura funcional, por lo que se presenta la necesidad de revisar y proponer ajustes a sus procesos de conformidad con los fundamentos de la administración profesional aplicables a proyectos de construcción verde.

El tema de la sostenibilidad se incorpora al estudio dado que reviste una importancia trascendental, fundamentada en la necesidad de preservar el ambiente y los recursos naturales para que puedan ser aprovechados por las futuras generaciones.

Según datos de la Iniciativa para Edificios Sostenibles y el Clima (*Sustainable Buildings and Climate Initiative*) (UNEP-SBCI) del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente- PNUMA), la industria de la construcción es la consumidora del 40% de la energía, y de un tercio de los recursos de la humanidad, incluyendo el 12% del consumo del agua dulce; asimismo, es la generadora de un tercio de las

emisiones de los gases de invernadero y del 40% de los residuos sólidos producidos. (UNEP SBCI, 2009).

Costa Rica ha desarrollado un amplio cuerpo de instrumentos legales dentro de los que resalta la Ley Orgánica del Ambiente, como también ha suscrito numerosos acuerdos y convenios internacionales que constitucionalmente tienen el peso de ley. Más recientemente, en su participación en la Cumbre del Milenio de 2000 en Nueva York, Costa Rica, en forma conjunta con otros 191 países, aprobó la Declaración del Milenio comprometiéndose a centrar su interés y esfuerzo en ocho objetivos para el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. El objetivo siete corresponde a Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente (Naciones Unidas, 2000).

Durante el gobierno del Dr. Oscar Arias Sánchez (2006-2009) se implementó la iniciativa “Paz con la Naturaleza” (también conocida como “Sello Carbono Neutral”), declarada de interés público mediante el Decreto Ejecutivo No. 33487-MP. Dicha iniciativa compromete al Estado y a la sociedad civil para que se asuma la responsabilidad individual y colectiva por el deterioro causado a los ecosistemas por la actividad humana y se realicen esfuerzos para revertir la degradación ambiental. En lo tocante al sector público costarricense, todas sus instituciones están en la obligación de prestar apoyo y colaboración a dicha iniciativa, conforme a sus posibilidades, para el desarrollo de las actividades necesarias en su cumplimiento, y deben tomar las previsiones en sus planes operativos el coayudar al logro de los fines y objetivos de la iniciativa citada. (Johnson Madrigal, 2009).

Por otro lado, el plan de gobierno de la presidenta Laura Chinchilla Miranda contempla, dentro del área de Bienestar Social, el objetivo de *‘Promover la seguridad, la salud y la sostenibilidad en los centros educativos’*, que busca entre otras cosas, el establecimiento de programas para la promoción de la sostenibilidad ambiental y la formación ciudadana. (Chinchilla Miranda, 2009)

Otro aspecto a considerar en el presente estudio es la preponderancia que tiene el desarrollo de la infraestructura educativa pública en el país en los últimos años. De conformidad con estadísticas emanadas del Colegio Federado de Ingenieros y

Arquitectos de Costa Rica, CFIA, consultable en su sitio en internet (CFIA, 2010), desde el año 2008, año en que entró en operación la DIEE, hasta el 2010, cerca de la mitad de la superficie de las edificaciones construidas por las instituciones gubernamentales corresponde a centros educativos públicos de educación preescolar, primaria y secundaria, tal y como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 1.1: Superficie de infraestructura institucional 2008-2010

Categoría	Año	2008	2009	2010
		m2	m2	m2
Edificio		93 834,00	92 857,00	147 057,00
Escuela		60 931,00	118 937,00	119 796,00
Colegio		5 699,00	18 778,00	23 661,00
Aulas		6 126,00	18 927,00	12 514,00
Universidad		8 932,00	3 951,00	7 779,00
Totales		175 522,00	253 450,00	310 807,00
Subtotales I E		72 756,00	156 642,00	155 971,00
% I E		41,45%	61,80%	50,18%

Fuente: los autores con base en información del CFIA.

Como se observa, el porcentaje de la superficie de infraestructura educativa (% I E), dentro del total correspondiente a las instituciones gubernamentales supera el 50% en 2009 y 2010, situación que refuerza la necesidad de que el MEP, al ser la entidad responsable del desarrollo de un alto porcentaje de la infraestructura institucional del país, incursione en el desarrollo de proyectos de edificaciones verdes, en acatamiento a las directrices que han sido emitidas sobre desarrollo sostenible y considerando también que la industria de la construcción genera cargas e impactos ambientales significativos. A lo anterior se le une la imperiosa necesidad de enfocar este esfuerzo por medio de una adecuada planificación de proyectos sobre la cual se enfoca el presente estudio.

C. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al día de hoy, no se ha implementado en la DIEE una metodología para la planificación estandarizada de proyectos de infraestructura educativa sustentable bajo el enfoque de administración profesional de proyectos.

Por tanto, el problema gira alrededor de tres preguntas fundamentales:

1. ¿Cuáles son las prácticas más actualizadas en la planificación de proyectos sustentables aplicables a la infraestructura educativa pública en Costa Rica?
2. ¿Qué metodología en la planificación de proyectos se ajusta a la estructura organizacional de la DIEE?
3. ¿Cuáles son los requisitos esenciales que deben considerarse en la administración de proyectos para edificios sustentables?

D. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Proponer una guía metodológica aplicable al desarrollo de planes para la dirección de proyectos de infraestructura educativa sustentable, basada en los fundamentos para la dirección de proyectos del Instituto de Administración de Proyectos (PMI).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Definir los componentes de la guía metodológica aplicables a la construcción sustentable en concordancia con la estructura organizativa de la DIEE y las buenas prácticas de administración de proyectos.
2. Incorporar en la elaboración de la guía metodológica, los requisitos básicos de los proyectos de infraestructura educativa sustentable.
3. Desarrollar en la guía, los modelos de los planes de gestión correspondientes a las áreas de conocimiento en la dirección de proyectos, concernientes a la integración, el alcance, el tiempo, la calidad, los recursos humanos, las comunicaciones, los riesgos, y la gestión ambiental.

E. ALCANCE Y LIMITACIONES

La presente investigación se circunscribe a los siguientes ámbitos:

- a. El referente organizacional es la Dirección de Infraestructura Física Educativa del Ministerio de Educación Pública de Costa Rica.
- b. La orientación teórica se enmarca en un enfoque metodológico desde la perspectiva de gerencia de proyectos según la Guía de PMBOK® del PMI.
- c. Se fusionan en la investigación las variables relacionadas al tema de la construcción de centros educativos públicos sustentables.
- d. En materia de gestión ambiental se considera la normativa vigente a nivel nacional.

Fueron consideradas las siguientes limitaciones:

- El estudio considera únicamente las guías de gestión de proyectos más reconocidas, tales como la Guía de PMBOK®, y sus extensiones de Gobierno y Construcción, con excepción de las área de conocimientos correspondientes a la Gestión de los Costos, de las Adquisiciones, de la Seguridad, de Reclamos y Financiera, las cuales no son desarrolladas en el presente trabajo. Sí considera la compilación del juicio de expertos reconocidos a nivel nacional.
- Es importante acotar que el desarrollo efectivo de una propuesta metodológica está fuertemente limitada por las políticas e intereses de los jefes de turno así como a los objetivos estratégicos de la estructura organizacional vigente.
- Los planteamientos y variables a considerar estarán restringidas por la factibilidad de aplicación dentro del contexto de las finanzas públicas y el contexto sociocultural en el cual está inmersa la organización referencial.
- La validación de los planteamientos propuestos estará fuera del alcance del presente estudio.
- El estudio estará limitado a la identificación de los elementos metodológicos y no a la cuantificación de la factibilidad técnica y financiera de su aplicación.

CAPÍTULO II: Marco Teórico

A. LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

1. DEFINICIONES

Proyecto: Es un esfuerzo temporal, único y progresivo cuyo objetivo es alcanzar un resultado en respuesta a una necesidad u oportunidad. Un proyecto contempla, para alcanzar sus objetivos, la integración de procesos relacionados con la administración del mismo, así como los relacionados con la consecución del resultado del proyecto (PMI, 2008).

Dirección de Proyectos: Corresponde a la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas durante el desarrollo de las actividades agrupadas en procesos conducentes a alcanzar los objetivos del Proyecto (PMI, 2008).

Planificación de Proyectos: Consiste en determinar el curso de acción que sirve de guía para la dirección y el control del proyecto, dado que establece los criterios para medir su desempeño (Chamoun, 2002). Durante la planificación se desarrolla el Plan para la Dirección del Proyecto de manera gradual e iterativa, el cual está conformado principalmente por el conjunto de planes subsidiarios relacionados con las áreas de conocimiento del proyecto, así como las líneas bases que fungen para monitorear el desempeño del mismo, y alinearlo al cumplimiento de sus objetivos.

Proceso: Consiste en un conjunto de actividades interrelacionadas entre sí que generan resultados a partir del procesamiento, mediante las técnicas y herramientas escogidas, de los insumos de entrada (PMI, 2008).

Guías de buenas prácticas para la Dirección de Proyectos: Son estándares que reúnen el conocimiento sumario de expertos concedores en administración de proyectos sobre las prácticas generales probadas que suelen ayudar a realizar la gestión de proyectos de manera más efectiva. De conformidad con (Varas Parra, 2005) , las dos guías más conocidas para la dirección de proyectos son la correspondiente al Project Management Body of Knowledge (Guía de PMBOK®) del PMI, y la ISO 10006, titulada “Sistema de Gestión de la Calidad. Directrices para la gestión de la Calidad en los Proyectos”.

El presente proyecto de investigación se basa primordialmente en los conceptos establecidos por La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, o Guía del *PMBOK®*, así como también en las extensiones aplicables a las áreas de Construcción (PMI, 2003) y de Gobierno (PMI, 2000). No obstante lo anterior, se realiza una revisión de la norma ISO 10006:2003 para obtener una perspectiva más amplia de las mejores prácticas en la administración de proyectos.

La cuarta edición de la Guía del *PMBOK®* plantea 42 procesos de la dirección de proyectos agrupados en cinco grupos de procesos correspondientes a la Iniciación, la Planificación, la Ejecución, el Seguimiento y Control, y el Cierre, que abarcan nueve áreas del conocimiento cuales son la Integración, el Alcance, el Tiempo, el Costo, la Calidad, los Recursos Humanos, las Comunicaciones, los Riesgos y las Adquisiciones.

2. LOS PROCESOS DE PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS SEGÚN EL PMBOK®:

El grupo de procesos de planificación de un proyecto, definidos por la Guía del *PMBOK®*, permiten establecer su alcance, definir y refinar sus objetivos, y guiar sus acciones para lograr los objetivos que se buscan. Los procesos que conforman este grupo según sus áreas de conocimiento se muestran en la Tabla 2.1.

Tabla 2. 1: Procesos de Planificación por Área de Conocimiento, según el PMBOK®

Áreas de conocimiento	Procesos del grupo de planificación
Gestión de la Integración	✓ Desarrollar el plan para la dirección del proyecto
Gestión del Alcance	✓ Recopilar requisitos ✓ Definir el alcance ✓ Crear la estructura del desglose del trabajo (EDT)
Gestión del Tiempo	✓ Definir las actividades ✓ Secuenciar las actividades ✓ Estimar los recursos de las actividades ✓ Estimar la duración de las actividades ✓ Desarrollar el cronograma
Gestión del Costo	✓ Estimar costos ✓ Determinar el presupuesto
Gestión de la Calidad	✓ Planificar la calidad
Gestión de los Recursos Humanos	✓ Desarrollar el plan de recursos humanos
Gestión de las Comunicaciones	✓ Planificar las comunicaciones
Gestión de los Riesgos	✓ Planificar la gestión de riesgos ✓ Identificar riesgos ✓ Realizar análisis cualitativo de riesgos ✓ Realizar análisis cuantitativo de riesgos ✓ Planificar la respuesta a los riesgos
Gestión de las Adquisiciones	✓ Planificar las adquisiciones

Fuente: los autores con base en el PMBOK®

Seguidamente se presenta una breve descripción de los procesos de planificación de proyectos.

2.1. Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto

Con este proceso, correspondiente al área de conocimiento de la integración, se documentan las acciones para definir, preparar e integrar sus planes de gestión subsidiarios. Contempla como entradas el acta de constitución del proyecto así como las salidas resultantes (planes subsidiarios o líneas base) de los procesos de planificación en las áreas del conocimiento consideradas. Como resultado de este proceso se obtiene el *plan para la dirección del proyecto*.

El plan para la dirección del proyecto integra todos los planes de gestión subsidiarios y las líneas base, según las áreas del conocimiento más relevantes según la

naturaleza del proyecto. También define los procesos escogidos y adaptados a los objetivos del proyecto según cada fase del ciclo de vida del mismo, las herramientas y técnicas necesarias, así como las interacciones entre dichos procesos.

2.2. Recopilar Requisitos

Este proceso consiste en definir e identificar las necesidades y expectativas de los interesados, las cuales deben ser recopiladas, analizadas y registradas de forma que pueda monitorearse su cumplimiento y así asegurar que el proyecto alcance sus objetivos. Los requisitos pueden definirse en función del proyecto o del resultado del mismo.

Sus entradas corresponden al acta de constitución del proyecto así como el registro de interesados. Sus salidas contemplan la documentación de requisitos, el plan de gestión de requisitos y la matriz de rastreabilidad de requisitos.

La documentación de requisitos describe en forma completa, clara y rastreable el cumplimiento de las necesidades del proyecto.

El plan de gestión de requisitos plantea la forma como se analiza, prioriza, documenta, rastrea y gestiona los mismos.

La matriz de rastreabilidad de requisitos permite la vinculación de los mismos con los objetivos del proyecto, y permite monitorear su cumplimiento a lo largo del horizonte del proyecto.

2.3. Definir el Alcance

Corresponde a la descripción detallada del proyecto y su resultado, en función de los principales entregables, los supuestos y las restricciones.

Entre sus salidas se encuentra la declaración del alcance del proyecto que describe detalladamente los entregables del mismo, y también permite realizar una planificación más detallada, así como guiar la ejecución del proyecto y establece la línea base para evaluar si las solicitudes de cambio se encuentran dentro del alcance.

2.4. Crear la Estructura del Desglose del Trabajo (EDT)

Corresponde a un desglose jerárquico descendente de los entregables del proyecto en paquetes de trabajo para organizar y definir el alcance del proyecto. La ventaja de identificar los paquetes de trabajo consiste en que los mismos pueden ser programados, monitoreados y estimados sus costos de manera más ágil.

Los resultados de este proceso es la EDT, su diccionario el cual la respalda y brinda una descripción más precisa de sus componentes; así como la línea base del alcance.

2.5. Definir las Actividades

Incumbe a la definición de las acciones, a partir de los paquetes de trabajo, que deben ser realizadas para elaborar los entregables. Constituyen la base para la estimación, planificación, ejecución y control del trabajo del proyecto.

Como resultado de este proceso se obtiene la lista de actividades, con sus atributos, así como la lista de hitos o eventos significativos dentro del proyecto.

2.6. Secuencias las Actividades

Con este proceso se identifica y documenta las relaciones lógicas entre las actividades, que pueden incluir adelantos o retrasos para incorporar, en el subsecuente cronograma, condiciones realistas y viables.

Se tiene como salida de este proceso los diagramas de red del cronograma, que es una representación gráfica de las actividades con sus relaciones de dependencia.

2.7. Estimar los Recursos de las Actividades

Consiste en la estimación de los recursos humanos, materiales y financieros que pueden consumir las actividades en su realización.

Dos de los resultados de este proceso corresponden a los requisitos de recursos de las actividades y la estructura del desglose de los recursos.

2.8. Estimar la duración de las Actividades

Con este proceso se estima el tiempo consumido para la realización de las actividades, considerando el alcance de trabajo, los recursos requeridos y su disponibilidad.

Luego de realizado este proceso se obtiene los estimados de duración de las actividades.

2.9. Desarrollar el Cronograma

Se crea el cronograma mediante el análisis de las secuencias, duraciones y restricciones de las actividades, y permite determinar la duración del proyecto a partir de una fecha de inicio o de término.

2.10. Estimar los Costos

Corresponde a la estimación de los recursos económicos que demanda una actividad para ser completada, la cual se afina conforme se desarrolla el proyecto entre sus fases. La estimación de los costos debe hacerse sobre todos los recursos a emplear en el proyecto, tanto directos (materiales, humanos, equipos, etc.) como indirectos, los gastos administrativos, etc.

2.11. Determinar el Presupuesto

Consiste en calcular, sobre la base de los recursos requeridos por las actividades y los costos estimados de dichos recursos, el costo de las mismas, de los paquetes de trabajo y de los entregables del Proyecto; y determinar así la línea base del desempeño de costos, como principal salida.

2.12. Planificar la Calidad

Corresponde a la identificación de las especificaciones de calidad y de las normas atinentes al proyecto y al resultado del mismo, documentando la forma en que se cumplirá con dichos requisitos.

Como resultado de este proceso se cuenta con el plan de gestión de calidad y establece cómo se realiza el control y el aseguramiento de la calidad del proyecto, con el propósito de que se cumpla con los criterios de aceptación y se reduzcan los costos debidos a los reprocesos.

2.13. Desarrollar el Plan de Recursos Humanos

Plantea la identificación y documentación de los numerosos aspectos relacionados con la adquisición, formación y gestión de los recursos humanos, tales como el establecimiento del organigrama del proyecto, los roles, las responsabilidades y las habilidades requeridas, así como el plan para la dirección del personal.

2.14. Planificar la Gestión de Riesgos

Establece la guía para el desarrollo de las actividades de los cinco procesos de gestión de riesgos adaptándolas a la importancia del proyecto para la organización, y asignándoles el tiempo y los recursos requeridos.

El producto de este procesos es el plan de gestión de riesgos del proyecto que contempla la metodología a emplearse, los roles y responsabilidades, el presupuesto y la programación de las actividades de la gestión de riesgos, las categorías de riesgos según la estructura de desglose de riesgos, las definiciones y la matriz de probabilidad e impacto, las tolerancias ante el riesgo asimilables por la organización, entre otras tareas.

2.15. Identificar Riesgos

Corresponde a un proceso iterativo de determinar y documentar las características de los riesgos u oportunidades que puedan afectar al proyecto a lo largo de su vida. Luego de este proceso se obtiene el registro de riesgos.

2.16. Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos

Consiste en la priorización de los riesgos identificados de conformidad con valores combinados de probabilidad e impacto asociados, para determinar si es necesario o no realizar análisis más precisos.

Como resultado de este proceso se actualiza el registro de riesgos asignándoles prioridades, para el análisis subsecuente de los más significativos, y también se determina las áreas del proyecto que requieren atención especial.

2.17. Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos

Con este proceso se analiza numéricamente el efecto de los riesgos prioritarios sobre los objetivos del proyecto, para determinar la estrategia a implementar.

2.18. Realizar la Respuesta a los Riesgos

Corresponde al desarrollo de las acciones u opciones de frente a los riesgos u oportunidades en relación con los objetivos del proyecto. Las respuestas implementadas deben ser realistas y acordes a la influencia de los riesgos sobre los objetivos. Se determinan los propietarios de los riesgos para su monitoreo a lo largo de la duración del proyecto. Igualmente se planean planes de contingencia para los riesgos desconocidos.

2.19. Planificar las Adquisiciones

Consiste en documentar todas las acciones relacionadas con las contrataciones relativas al proyecto, e incluyen las decisiones de hacer o comprar(o contratar), el proceso de invitación y selección de los proveedores, y la administración de los contratos hasta sus respectivos cierres. Como resultado de este proceso se obtiene el plan de gestión de las adquisiciones.

3. LA EXTENSIÓN DE GOBIERNO DE LA GUÍA DEL PMBOK®

Debido a que la naturaleza pública de la organización sobre la que se basa el marco referencial empresarial de la presente investigación, se aborda en el presente documento la extensión de la Guía del PMBOK® referente a los proyectos desarrollados por los entes gubernamentales.

La extensión de gobierno fue desarrollada debido a la peculiaridad de los proyectos implementados por las organizaciones gubernamentales. Las tres razones por las cuales los proyectos de gobierno son únicos son:

- a) **Las limitaciones legales:** Existen un amplio conjunto de leyes, reglamentos, políticas y normas presupuestarias que restringen más este tipo de proyectos, en comparación con los del sector privado.
- b) **Rendición de cuentas:** Se debe rendir cuentas de forma pública a un amplio grupo de interesados que involucran a las autoridades de la organización, cuerpos contralores, legislativos y judiciales, así como a los grupos de interés, la prensa y el público en general.
- c) **Uso de recursos públicos:** El objetivo de los proyectos se orienta al interés público por sobre la rentabilidad financiera de los mismos.

Los proyectos gubernamentales deben estar debidamente aprobados y presupuestados para su implementación, y suelen administrarse por medio de programas establecidos en la agenda del gobierno. Los interesados del proyecto dentro de la organización gubernamental suelen ser numerosos y ejercen su influencia en forma jerárquica, por lo que cambios en los gobiernos o en sus políticas generan un gran impacto en los proyectos mismos.

3.1. Los interesados:

Los interesados clave de los proyectos de gobierno, son el administrador del proyecto, los usuarios (clientes), la organización ejecutante, los miembros del equipo y el patrocinador, quien es representado por el oficial ejecutivo de la organización

gubernamental. Otros clientes clave a considerar, específicos de los proyectos gubernamentales, son:

- a) **El público en general:** Sea en forma individual o a través de organizaciones, puede participar en audiencias o revisiones del proyecto, a favor o en contra del proyecto.
- b) **Los reguladores:** Son agentes que vigilan el cumplimiento de regulaciones y que deben visar los proyectos, y con quienes se debe tener una adecuada comunicación para el éxito del proyecto.
- c) **Los interesados opuestos:** Son quienes consideran que sus derechos son lesionados por el proyecto.
- d) **La prensa:** Se enfoca principalmente en los proyectos de gran envergadura, y suele poner su atención en los aspectos negativos a pesar de su obligación de ser objetiva.
- e) **Los proveedores:** Especialmente interesados en los procesos de la gestión de las adquisiciones.
- f) **Las generaciones futuras:** Los gobiernos tienen la obligación de implementar un desarrollo sostenible.
- g) **El sector privado:** Dado que puede ofrecer una contrapartida en el financiamiento de los proyectos y participar en asociaciones con el sector público.

3.2. Relaciones entre los principales interesados:

Dado que el propósito de la extensión Gobierno de la Guía del PMBOK®, es aumentar la eficiencia en los proyectos de gobierno de forma que los beneficios sean adecuadamente transferidos a los interesados, sean estos, los votantes, la población en general etc.; en síntesis, el planteamiento del PMI sugiere la instauración de comisiones que regulen el ejercicio de todos los puestos de tomas de decisión, sean éstos elegidos por voto o no; lo anterior con el fin de evitar el abuso de autoridad y la mala utilización de los recursos pertenecientes a la comunidad (PMI, 2000). Las

relaciones entre los interesados de este tipo de proyectos se aprecian seguidamente en la Figura 2.1:

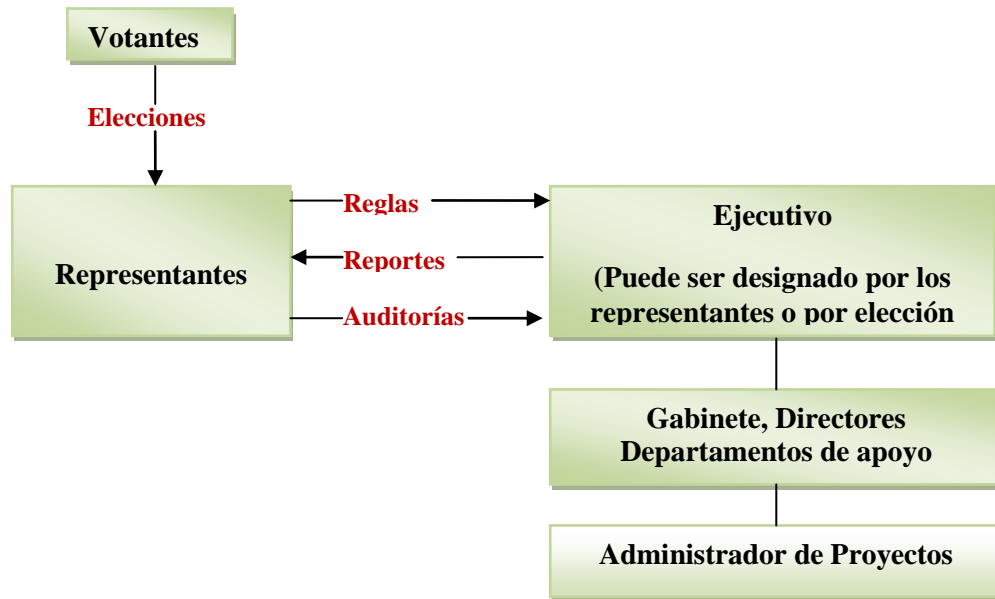


Ilustración 2. 1.: Relación entre interesados en proyectos de gobierno
Fuente: Extensión de Gobierno de la Guía del PMBOK®

Según Roberts M Harding, entre el sector privado y el sector público, existen diferentes imperativos: en el primero el cambio está directamente relacionado a la existencia misma de la organización, en el sector público, se requiere una buena administración; lo importante en este último caso es que los procesos sean bien ejecutados; de ahí que emerjan estas diferencias de dos realidades administrativas las cuales en principio deberían ser similares (Roberts, 2011).

Esta percepción considera que la administración pública debe valorar dos principios fundamentales: El bienestar colectivo y la excelencia en la ejecución del debido proceso para la garantía de la transparencia administrativa.

3.3. Variaciones de los procesos de administración de Proyectos según la Extensión de Gobierno a la Guía del PMBOK®:

En la tabla No. 2.2 se muestra un resumen de las variaciones que aplican sobre los procesos sobre la base de la extensión de Gobierno de la Guía del PMBOK®.

Tabla 2. 2: Variaciones en los procesos por la extensión gobierno de la Guía del PMBOK®

<i>Variaciones en los procesos por áreas de conocimiento según la Extensión de Gobierno de la Guía del PMBOK®</i>	
Gestión de la Integración	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desarrollar el acta constitutiva del proyecto: <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Entrada:</i> Incluir los requisitos de la política pública del gobierno de turno, así como las metas políticas específicas del gobierno. ✓ Cierre del proyecto o fase: <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Salida:</i> Dentro de los activos de los procesos de la organización, el archivo del proyecto, es muy importante dado que existen leyes, políticas y regulaciones que la información sobre el proyecto esté disponible muchos años después. 	
Gestión del Alcance	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planificación del Alcance: <p>Se debe tener en cuenta la autorización en el gasto y la rendición de cuentas. Lo anterior a que las entidades gubernamentales tienen prohibido por ley gastar en exceso por encima del presupuesto aprobado salvo autorización correspondiente, igualmente no se puede cambiar el destino de los recursos.</p> ✓ Recopilar Requisitos y Definir el Alcance: <p>Se deben tomar en cuenta criterios políticos y sociales, debido a que no es posible tomar en consideración la totalidad de los requisitos de los interesados, dado que el público en general forma parte de los mismos.</p> ✓ Crear la EDT: <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Entrada:</i> Se adiciona el <i>Análisis de los Interesados</i>, debido al impacto que tienen la definición de los paquetes de trabajo. Una de las consideración son las barreras que pueden existir entre los miembros del equipo de un proyecto, cuando está compuesto por miembros de diferentes ministerios u organismos involucrados conjuntamente. Otro aspecto a considerar son los involucrados opositores, la prensa y otros. ✓ Verificación del Alcance: <p>Debido a que no es posible la verificación del alcance por el público en general, como interesado no involucrado en el proyecto, la misma debe darse mediante controles como lo son la rendición pública de cuentas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Salida:</i> Debido a las numerosas necesidades de informes por parte del amplio conjunto de interesados, es necesario el desarrollo de <i>instrumentos de comunicación</i> en forma constantes, lo cual se constituye en una salida de este proceso. ✓ Control del Alcance: <p>Es necesaria una perspectiva del control desde el punto de vista de la mayor exposición de los proyectos gubernamentales a las influencias externas, que cambian el alcance del proyecto por razones sociopolíticas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Entrada:</i> Corresponde a las aprobaciones y cambios al alcance por parte de las autoridades, los requisitos de financiamiento externo, y las condiciones presupuestarias. 	

Variaciones en los procesos por áreas de conocimiento según la Extensión de Gobierno de la Guía del PMBOK®

Gestión del Tiempo

✓ **Estimar la Duración de las Actividades:**

- *Entrada:* Se debe considerar que la disponibilidad de recursos humanos especializados, así como otros recursos, se ven afectados por las leyes de preferencia.

✓ **Desarrollar el Cronograma:**

- *Entrada:* Con la declaración del Alcance del Proyecto, se debe considerar el *Ciclo Presupuestario Anual*, el cual la más difícil restricción de los proyectos gubernamentales. Las demoras pueden causar pérdida de fondos si los trabajos se realizan en varios periodos presupuestarios. Una alternativa es el manejo de los fondos en programas para distribuir los recursos entre los mismos proyectos de un programa dado. Otra entrada a considerar son los proyectos independientes emergentes agregados al presupuesto por un representante del gobierno, el cual puede tener problemas en la indefinición de su alcance, presupuesto insuficiente y programación irreal.
- *Herramientas y técnicas:* Se adiciona como técnica, *la consideración de la obligaciones y gravámenes*, la cual permite hacer frente a los ciclos anuales presupuestarios, dado que puede comprometerse el presupuesto en contratos específicos y dichos fondos no se pierden al final del ciclo.

Gestión del Costo

✓ **Determinar el Presupuesto:**

- *Entrada:* el *Ciclo Presupuestario Anual*, el cual consiste en una de las principales restricciones de los proyectos gubernamentales.
- *Herramientas y técnicas:*
 - *División del Financiamiento: División por programa:* Se cuenta con numerosos proyectos que pertenecen a un mismo programa y colaboran con los objetivos del programa. Si un proyecto se retrasa, sus fondos por vencer pueden ser redestinados a otro proyecto del mismo programa para no perderlos.
 - *División por año fiscal: Fondos de Contrapartida:* Es una manera de dividir el financiamiento por programa. *Obligaciones:* Se usa cuando hay un compromiso contractual para financiar un proyecto. *Fondos de Contraparte Privada:* Corresponde al financiamiento del sector privado para la realización de obras (por ejemplo, de concesión de obra pública). *Subvenciones:* Se utilizan para conseguir financiamiento adicional.

✓ **Controlar los Costos:**

- *Entradas:* Se cuentan *los informes de desempeño*, pero en el caso de los proyectos gubernamentales los mismos deben, según sea el caso, proveer información a las fuentes externas de financiamiento.

Gestión de la Calidad

Considera todas las actividades que determinan la política de calidad, los objetivos y las responsabilidades para satisfacer las necesidades determinadas por la entidad gubernamental en beneficio del público, las cuales pueden corresponder a metas de un programa específico.

✓ **Planificar la Calidad:**

- *Entradas: Factores Ambientales de la Empresa:* Deben ser consideradas todas las regulaciones, especificaciones y estándares que impactan los proyectos gubernamentales. *Activos de los Procesos de la Organización:* La política de calidad está encausada por leyes, las regulaciones y las políticas del ente gubernamental, enfocadas en el interés público.
- *Herramientas y Técnicas:*
 - *Presupuesto basado en el rendimiento*
 - *Presupuesto de entrada o base cero:* Implica controles periódicos del gasto dentro del ciclo anual presupuestario. Considera cuatro fases: a) Concepto, b) Definición, c) Diseño e Implementación y d) Seguimiento y Cierre. Con esta herramienta se puede

Variaciones en los procesos por áreas de conocimiento según la Extensión de Gobierno de la Guía del PMBOK®

comprender mejor el costo-beneficio de cada fase del proyecto, y hacer los cálculos para el valor ganado y el correspondiente reporte a las autoridades y el público en general.

✓ **Realizar el Aseguramiento de Calidad:**

Dependiendo de la complejidad de los procesos productivos de industrias reguladas por el estado, se requieren normas, procedimientos y regulaciones especializadas.

- *Entradas: Requisitos normativos y de orientación:* Se adiciona esta entrada al proceso el cual sirve de guía a las actividades de auditoría, vigilancia, pruebas e inspecciones, las cuales deben estar debidamente documentadas.
- *Herramientas y Técnicas:* Adicionalmente a las auditorías de calidad, se plantean *inspecciones, guías y tutoriales*. Las inspecciones buscan determinar si las actividades en curso son satisfactorias, y con los tutoriales, especialista observan el cumplimiento de los procedimientos.
- *Salidas:* Se incorpora la *Notificación de No Conformidades*. El seguimiento de las no conformidades con las medidas correctivas adoptadas como lecciones aprendidas, permiten la mejora de la calidad.

Gestión de los Recursos Humanos

✓ **Desarrollar el Plan de Recursos Humanos:**

- *Entrada:* Dentro de los *factores ambientales de la empresa*, se deben incorporar los siguientes:
 - *Estructura Organizacional*
 - *Acuerdos de negociación colectiva*
 - *Condiciones Económicas*
 - *Sistema de Servicio Civil:* El cual se basa en el empleo basado en el mérito para evitar cambios masivos del personal con cada cambio de gobierno. Los funcionarios no pueden ser removidos sino por causas comprobadas. La contratación de personal está sujeta a la burocracia, por lo que los gerentes de proyectos no pueden escoger fácilmente a su equipo y deben ingeniárselas con sus habilidades blandas para influir en su equipo para el éxito del proyecto.
 - *Preferencias y restricciones:* Corresponde a la inserción de grupos según género o etnia, discapacidad, etc., en razón de leyes de igualdad de oportunidades. Igualmente aplican restricciones por cuestiones de seguridad.
- *Entrada:* Dentro de los *activos de los procesos de la organización* se debe considerar:
 - Libertad de información.
 - Actos privados.
- *Salida:* Se agrega dentro de los roles y responsabilidades la *Autoridad*, la cual no puede ser delegada a personas quienes no son funcionarios estatales.

✓ **Adquirir el Equipo del Proyecto:**

- *Herramientas y Técnicas:* Se consideran adicionalmente las siguientes:
 - *Negociación:* A realizarse con las autoridades o el Servicio Civil.
 - *Equipo Híbrido:* Sucede cuando un equipo está compuesto tanto por funcionarios estatales como por personas contratadas temporalmente para un determinado proyecto.

Gestión de las Comunicaciones

✓ **Planificar las comunicaciones:**

- *Entradas:*
 - Entre los *factores ambientales de la empresa* adquieren mayor relevancia los factores sociales y políticos.
 - En lo relativo al plan para la dirección del proyecto, se debe considerar dentro de las restricciones el desconocimiento de la complejidad de las comunicaciones y a los formatos a los que éstas deben someterse.

Variaciones en los procesos por áreas de conocimiento según la Extensión de Gobierno de la Guía del PMBOK®

- *Herramientas y técnicas:*
 - El *análisis de los requisitos de comunicación* debe considerar la estructura funcional burocrática de los entes estatales, así como el vasto sector de interesados que involucra al público en general.
 - El uso de *tecnologías de comunicación* implica habilitar al público información consistente y completa, la cual puede ser brindada a través de internet.
- Salida: El plan de gestión de las comunicaciones debe considerar el grado de control por parte de las autoridades.
- ✓ **Distribuir la Información:**
 - *Herramientas y técnicas:*
 - *Almacenamiento y acceso a la información:* Pueden existir leyes que obliguen a la utilización de sistemas idóneos para preservar la calidad de la información, la confidencialidad de los usuarios y la accesibilidad al público de la información pertinente.
 - *Métodos de distribución de la información:* Debe considerarse los medios masivos de comunicación, conferencias de prensa, reportes públicos, resultados de auditorías, etc.
 - *Salidas:* Las actualizaciones de los *activos de los procesos de la organización* las notificaciones a los interesados deben considerar al público, y la información debe preservarse por un tiempo para que sea accesible a quien requiera examinarla.
- ✓ **Informar el Desempeño:**
 - *Entrada:* Los reportes deben seguir plantillas generales definidas por el gobierno superior o la entidad estatal.
 - *Herramientas y técnicas.* Las reuniones para la revisión del avance deben considerar la participación de las autoridades supervisoras y financiadoras.
 - *Salida:* Las *acciones correctivas* pueden implicar ajustes en el presupuesto, los cuales deben considerar la estructura presupuestaria de los proyectos gubernamentales.
- ✓ **Gestionar las Expectativas de los Interesados:**
 - *Herramientas y técnicas:* Se entiza la adecuada gestión de los numerosos interesados mediante reportes gubernamentales, presentaciones ante los legisladores, medios masivos de comunicación, conferencias de prensa, etc.
 - *Salidas:* Dentro de las actualizaciones de los activos de los procesos de la organización, se incluyen las comunicaciones al público en general.

Gestión de los Riesgos

La gestión de los riesgos en el sector público no se enfoca en los aspectos financieros como sucede en el sector privado, sino que considera aspectos políticos, sociales y ambientales. De hecho, suelen no ser significativos los riesgos financieros de proyectos gubernamentales que no cumplirían con un análisis del retorno de la inversión, pero que involucran réditos al interés público a largo plazo. Generalmente, el éxito de los proyectos gubernamentales se mide sobre la base de criterios subjetivos de las entidades estatales y del público en general.

- ✓ **Planificar la Gestión de Riesgos:**
 - *Entrada:* Se deben incorporar leyes y regulaciones que involucran los riesgos aceptables que las autoridades y la ciudadanía consideran en los proyectos gubernamentales, los cuales involucran aspectos relacionados con la preservación del ambiente, la preservación arqueológica y patrimonial, la protección de grupos especiales, etc.
 - *Salida:* En la definición de las categorías de riesgos, se debe considerar el riesgo político, debido a que cada fase de un proyecto gubernamental está sujeto a la aprobación de las autoridades, cuyas prioridades cambian en función a fines electorales. Algunas fuentes de riesgos políticos son: a) Los varios niveles de la organización, b) Conflictos entre los interesados c) Cambios

Variaciones en los procesos por áreas de conocimiento según la Extensión de Gobierno de la Guía del PMBOK®

✓ **Identificar los Riesgos:**

- *Herramientas y técnicas:* En relación con las *técnicas de la recolección de información*, se cambia el enfoque de las técnicas planteadas en la Guía para orientarlo al interés de los ciudadanos y de la entidad estatal. También se agregan dos nuevas herramientas:
 - Investigación de campo: Es de carácter esencial para la obtención de información ambiental.
 - Entrevistas: Se utilizan para conocer las preocupaciones de los ciudadanos. Esta técnica igualmente permite el *análisis de los interesados*.

✓ **Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos:**

- *Herramientas y técnicas:* Se adiciona la *revisión pública* para tomar el parecer de la ciudadanía en la valoración del riesgo de algunos proyectos y toma en consideración: a) Debates públicos con la participación de interesados a favor y en contra del proyecto, y b) Talleres de trabajo, los cuales son interactivos.

✓ **Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos:**

- *Entrada:* Dentro del plan de gestión de riesgos de un proyecto gubernamental se debe incluir un plan de gestión ambiental.

Gestión de las Adquisiciones

Con los proyectos del gobierno la organización ejecutora puede ser el ente estatal o una entidad externa en casos de proyectos "llave en mano". Debido a la importancia de las adquisiciones en los proyectos estatales, debe prevalecer la eficiencia, la integridad y la equidad para mantener la confianza pública y asegurar la libre competencia de los proveedores.

✓ **Planificar las Adquisiciones:**

- *Entrada:* En relación con los factores ambientales se indica que el mercado proveedor puede variar para el sector público, dado que las adquisiciones del gobierno suelen ser especializadas y pueden haber pocos proveedores que cumplan con sus requerimientos. En relación con los activos de los procesos de la organización se deben considerar las restricciones establecidas por reglas y leyes que involucra: a) procesos abiertos y justos, b) procedimiento de evaluación de ofertas previamente publicado, c) el financiamiento disponible y d) programas para alcanzar metas sociales y económicas.
- *Herramientas y técnicas:*
 - Se deben considerar otros tipos de contratos con los proyectos gubernamentales tales como: a) De entrega y cantidades indefinidas, b) De precio unitario, c) Por precio razonable.
 - Grados de participación
 - Grados de calificación
 - Formas estandarizadas: Aplicables a los contratos, libros de especificaciones, listados de verificación y evaluación de ofertas, etc.
- *Salida:* En el plan de adquisiciones deben incorporarse las restricciones y supuestos como consecuencia de las regulaciones aplicables a los proyectos gubernamentales.

✓ **Efectuar las Adquisiciones:**

- *Herramientas y técnicas:*
 - Se consideran las conferencias con los oferentes, las conferencias con los proveedores, el uso de documentos escritos que sustenten las adquisiciones, y las visitas al sitio con los oferentes interesados. Igualmente se debe manejar registros actualizados de proveedores.
 - Uso de un sistema de calificación ponderada de ofertas.
 - Las técnicas de evaluación de propuestas
 - Premios por leyes de preferencia: Según la preferencia geográfica, grupos de población o pequeños negocios (Pymes).
 - Los procedimientos de apelación y revisión.

Variaciones en los procesos por áreas de conocimiento según la Extensión de Gobierno de la Guía del PMBOK®

- ✓ **Administrar las Adquisiciones:**
 - *Entrada:* Se incluye la información sobre el desempeño de la contratación, mediante la cual se puede verificar el procedimiento oportuno de pago. Igualmente, se incluye los reclamos.
 - *Herramientas y técnicas:* Se consideran las inspecciones y las auditorías aplicables a los contratos públicos, la administración de reclamos, y el aseguramiento de pago de salarios mínimos a los empleados de los contratistas con el estado.
- ✓ **Cerrar las Adquisiciones:**
 - *Herramienta y técnicas:* Se incluye la auditoría de adquisiciones y el re direccionamiento o devolución de los fondos.
 - *Salida:* En la actualización de los activos de los procesos se incluyen los informes de cumplimiento así como las correspondientes políticas.

Fuente: los autores con base en la Extensión Gobierno de la Guía del PMBOK®.

4. LA EXTENSIÓN DE CONSTRUCCIÓN DE LA GUÍA DEL PMBOK®

A continuación se presenta un resumen de la extensión Construcción de la Guía del PMBOK® dado que el actual proyecto de investigación atañe a la industria de la construcción. Esta extensión está orientada a aumentar la eficiencia y efectividad de los proyectos de construcción.

Los proyectos de construcción son únicos por numerosas razones, dentro de las que se indican las siguientes:

- a) Generalmente los proyectos constructivos poseen un modelaje único, y si no es así, el sitio de construcción es único, por lo que están condicionados a las condiciones geográficas (clima, topografía, etc.) y ambientales correspondientes.
- b) El resultado de los proyectos constructivos corresponde a un entregable determinado más que productos producidos en masa.
- c) Existe una amplia variedad de entregables como resultado de los proyectos constructivos ya sean como medios de producción o para brindar servicios como represas, autopistas, edificios habitacionales, edificios para oficina y comercio, fábricas; así como también infraestructura asociadas con el abastecimiento de la energía, el agua, las telecomunicaciones, etc.
- d) Involucran un alto consumo de materiales así como herramientas y equipo físico.

- e) La administración de proyectos de construcción contempla cuatro áreas de conocimiento adicionales a las usuales nueve de la generalidad de los proyectos.

4.1. Los Interesados

Aparte de los mencionados en la Guía del PMBOK®, los proyectos de construcción contemplan los siguientes interesados:

- a) **Agencias Regulatoras:** Las cuales visan y controlan los proyectos de construcción.
- b) **Público en general:** Se refiere a las personas que adversan el proceso constructivo durante su construcción u operación. Igualmente, se consideran las agencias de financiamiento internacional.
- c) **Gerentes de proyecto:** Puede haber un gerente por cada fase del proyecto.

4.2. Las Áreas de Conocimiento Adicionales para la Dirección de Proyectos de Construcción:

Además de las nueve áreas del conocimiento contempladas en la Guía del PMBOK® para la generalidad de los proyectos, se definen cuatro áreas del conocimiento aplicables a los proyectos de construcción, las cuales son las siguientes:

- a) Gestión de la Seguridad
- b) Gestión Ambiental
- c) Gestión Financiera
- d) Gestión de Reclamos

Seguidamente se presenta un resumen de estas áreas del conocimiento.

4.2.1. Gestión de la Seguridad

Corresponde al conjunto de actividades, por parte del patrocinador del proyecto y de la organización ejecutante, para establecer las políticas, los objetivos y las

responsabilidades para evitar accidentes que puedan causar muertes o lesiones al personal o a los vecinos, así como daños a la propiedad. El término de seguridad involucra también el concepto de la salud de las personas. (PMI, 2003)

La seguridad es gestionada a través de los siguientes procesos:

a) Planificar la seguridad:

Concierne al abordaje, planeamiento y la aplicación de los requisitos para la gestión de la seguridad, determinando dichos requisitos de conformidad con los generales del proyecto. Igualmente, corresponde a la evaluación de la aplicabilidad de los criterios de aceptación, documentando sus características con los riesgos asociados.

b) Realizar el Aseguramiento de la Seguridad:

Involucra aplicar las actividades de seguridad planeadas para asegurar que se emplea todos los procesos necesarios para cumplir con los requerimientos del proyecto y del producto evaluando y asegurando su efectividad.

c) Realizar el Control de la Seguridad:

Corresponde al monitoreo del cumplimiento de los requerimientos de seguridad para identificar deficiencias y eliminar las causas de las mismas.

4.2.2. Gestión Ambiental

Corresponde al conjunto de actividades, por parte del patrocinador del proyecto y de la organización ejecutante, para establecer las políticas, los objetivos y las responsabilidades para minimizar el impacto sobre el ambiente circundante al proyecto y sus recursos naturales, operando dentro de los límites legales permitidos (PMI, 2003).

La gestión ambiental considera los siguientes procesos:

a) Realizar la Planificación Ambiental:

Concierne al abordaje, planeamiento y la aplicación de los requisitos para la gestión ambiental, determinando dichos requisitos de conformidad con los

generales del proyecto. Igualmente, corresponde a la evaluación de la aplicabilidad de los criterios de aceptación, documentando sus características con los riesgos asociados.

b) Realizar el Aseguramiento Ambiental:

Involucra aplicar las actividades de gestión ambiental planeadas para asegurar que se emplea todos los procesos necesarios para cumplir con los requerimientos del proyecto y del producto evaluando y asegurando su efectividad.

c) Realizar el Control Ambiental:

Corresponde al monitoreo del cumplimiento de los requerimientos ambientales para identificar deficiencias y eliminar las causas de las mismas.

4.2.3. Gestión Financiera

Corresponde a los procesos para adquirir y gestionar los recursos financieros enfocándose en las fuentes de ingresos y en el control de los flujos de efectivo para el proyecto (PMI, 2003).

Contempla los siguientes procesos:

a) Realizar la Planificación Financiera:

Atañe a la identificación y previsión de los recursos financieros requeridos por el proyecto a lo largo de su duración, para asegurarse de que exista el financiamiento oportuno para la realización de las tareas.

b) Realizar el Control Financiero:

Con este proceso que atiendan oportunamente los pagos de seguros, los retiros y los depósitos bancarios, así como las reducciones de fianzas, y los requerimientos de fondos por parte de los socios del proyecto.

c) Realizar la Administración y los Registros Financieros:

Considera la administración de las finanzas del proyecto con los correspondientes registros para el efectivo control.

4.2.4. Gestión de Reclamos

Involucra los procesos conducentes a evitar, mitigar o hacer frente, en forma eficiente, a los reclamos que surjan con el proyecto de construcción. Dichos procesos son los siguientes:

d) Identificación de los Reclamos:

Involucra un amplio conocimiento del alcance y las especificaciones contractuales para prever los reclamos, ya sea para evitarlos o atenderlos en forma eficiente y así no afecten el desarrollo del proyecto.

e) Cuantificación de los Reclamos:

Corresponde a determinar las consecuencias que un reclamo presenta para los interesados y la determinación de compensaciones pertinentes.

f) Prevención de los Reclamos:

Consiste en disponer de un plan bien desarrollado e implementado, además de una adecuada comunicación con los interesados para hacer frente a los reclamos que se manifiesten.

g) Resolución de los Reclamos

Implica la negociación pronta, con el eventual arbitraje, para la pronta resolución de los reclamos.

4.3. Actualizaciones en los Procesos del Grupo de Planificación sobre la base de la Extensión Construcción de la Guía del PMBOK®

En la Tabla 2.2 se presenta la actualización del grupo de procesos de planificación de proyectos de conformidad con la extensión Construcción de la guía mencionada. Para los procesos actualizados se indican las nuevas entradas, herramientas y técnicas, así como las salidas. Como se observa, todas las nueve áreas del

conocimiento, salvo la Gestión de Costos, presenta actualizaciones con la extensión Construcción.

Tabla 2. 3: Actualización de los Procesos de Planificación según la Extensión Construcción

<i>Actualización de los procesos del grupo de planificación en Proyectos de Construcción</i>
Gestión de la Integración
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desarrollar el plan para la dirección del proyecto: <i>Entrada:</i> Documentos contractuales. <i>Herramientas y técnicas:</i> Procedimientos de la organización e Ingeniería del valor. <i>Salidas:</i> Estrategia de gestión del proyecto.
Gestión del Alcance
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Recopilar requisitos (anterior Planificar el Alcance): <i>Entradas:</i> Documentos contractuales, requisitos de los interesados, requisitos regulatorios. <i>Herramientas y técnicas:</i> Análisis del producto e ingeniería del valor. ✓ Definir el alcance. ✓ Crear la estructura del desglose del trabajo (EDT).
Gestión del Tiempo
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Definir las actividades: <i>Entrada:</i> Restricciones. <i>Herramientas y técnicas:</i> Ingeniería concurrente. ✓ Secuenciar las actividades: <i>Herramientas y técnicas:</i> Método de programación lineal. ✓ Estimar los recursos de las actividades. ✓ Estimar la duración de las actividades. ✓ Desarrollar el cronograma. ✓ Pesaje de las Actividades: <i>Entradas:</i> Estructura del desglose del trabajo y atributos de las actividades. <i>Herramientas y técnicas:</i> Juicio de expertos y cálculo de porcentajes. <i>Salidas:</i> Pesos relativos y pesos absolutos. ✓ Desarrollar curva de progreso: <i>Entradas:</i> Pesos relativos y absolutos, cronograma, curvas de distribución estándar de pesos. <i>Herramientas y técnicas:</i> Análisis matemático y programas computacionales de administración de proyectos. <i>Salidas:</i> Curvas de progreso y plan de gestión de curvas de progreso.
Gestión del Costo: <i>Estos procesos no sufren cambios.</i>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estimar costos. ✓ Determinar el presupuesto.
Gestión de la Calidad
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planificar la calidad: <i>Entradas:</i> Requisitos de los contratos, requisitos de los interesados, política de calidad, medidas de aseguramiento de la calidad, características y restricciones de la vecindad del sitio de construcción. <i>Herramientas y técnicas:</i> Proceso de mapeo, diagramas de flujo, revisión de los requisitos del proyecto.
Gestión de los Recursos Humanos
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desarrollar el plan de recursos humanos: <i>Entradas:</i> Documentos contractuales. <i>Herramientas y técnicas:</i> Nivelación de recursos.

Actualización de los procesos del grupo de planificación en Proyectos de Construcción	
Gestión de las Comunicaciones	
✓ Planificar las comunicaciones:	<i>Entradas:</i> Documentos contractuales. <i>Herramientas y técnicas:</i> Evaluación de los documentos del proyecto. <i>Salidas:</i> Listado de verificación de los requisitos de documentación del proyecto.
Gestión de los Riesgos	
✓ Planificar la gestión de riesgos:	<i>Entradas:</i> Acta constitutiva del Proyecto.
✓ Identificar riesgos:	<i>Entradas:</i> Acta constitutiva del Proyecto.
✓ Realizar Análisis Cualitativo de Riesgos:	<i>Entradas:</i> Revisores independientes.
✓ Realizar Análisis Cuantitativo de Riesgos	
✓ Planificar la Respuesta a los Riesgos:	<i>Salidas:</i> Listad de potenciales respuestas.
Gestión de las Adquisiciones	
✓ Planificar las Adquisiciones:	<i>Herramientas y técnicas:</i> Métodos de entrega del proyecto. <i>Salidas:</i> Ítems de largo plazo.
Gestión de la Seguridad	
✓ Planificar la Seguridad	<i>Entradas:</i> Factores ambientales de la empresa, activos de los procesos de la organización, declaración del alcance del proyecto, plan para la dirección del proyecto, requisitos del contrato, legislación de seguridad, requisitos de los interesados del proyecto, política de seguridad, medidas para el aseguramiento de la seguridad, características y restricciones de la vecindad al sitio de la construcción. <i>Herramientas y técnicas:</i> Estudio de competidores, costo de la seguridad, herramientas adicionales para la planificación de la seguridad, diagramas de flujo, revisión de los requisitos de seguridad, herramientas y técnicas de los procesos de gestión de riesgos. <i>Salidas:</i> Plan de gestión de seguridad, métricas de seguridad, listados de verificación de seguridad, plan para el mejoramiento de la seguridad, línea base de seguridad, actualizaciones del plan para la administración del proyecto, señalización de zonas de seguridad, requisitos de inducción y entrenamiento en seguridad, plan de gestión del tráfico, plan de respuesta a emergencias, plan de gestión de permisos de construcción.
Gestión Ambiental	
✓ Realizar la Planificación Ambiental	<i>Entradas:</i> Factores ambientales de la empresa, activos de los procesos de la organización, declaración del alcance del proyecto, plan para la dirección del proyecto, requisitos del contrato, legislación ambiental, requisitos de los interesados del proyecto, política ambiental, medidas para el aseguramiento ambiental, características y restricciones ambientales de la vecindad al sitio de la construcción. <i>Herramientas y técnicas:</i> Análisis de costo-beneficio, estudio de competidores, simulaciones y pruebas ambientales, costo del ambiente, herramientas adicionales para la planificación ambiental, proceso de mapeo, diagramas de flujo, revisión de los requisitos ambientales, herramientas y técnicas de los procesos de gestión de riesgos. ✓ <i>Salidas:</i> Plan de gestión ambiental, métricas ambientales, listados de verificación ambiental, plan para el mejoramiento ambiental, línea base ambiental, actualizaciones del plan para la administración del proyecto, señalización de zonas de protección ambiental, requisitos de inducción y entrenamiento ambientales, plan de gestión del tráfico, plan de respuesta a emergencias ambientales, plan de gestión de permisos de construcción, plan de gestión de residuos.

Actualización de los procesos del grupo de planificación en Proyectos de Construcción	
Gestión Financiera	
✓ Realizar la Planificación Financiera	<p><i>Entradas:</i> Fuentes de financiamiento, requisitos del contrato, ambiente económico, costo estimado de la construcción, duración del proyecto, beneficios fiscales, asesoría financiera, factores de riesgo, políticas y desempeño de la organización.</p> <p><i>Herramientas y técnicas:</i> Estudios de factibilidad, Asesoría financiera, análisis de sensibilidad, provisiones para el financiamiento adicional, prueba del plan financiero.</p> <p><i>Salidas:</i> Plan financiero del proyecto, entidad legal, autoridad en los gastos.</p>
Gestión de Reclamos	
✓ Identificar los Reclamos:	<p><i>Entradas:</i> Alcance del proyecto, contrato, descripción del reclamo, cronograma.</p> <p><i>Herramientas y técnicas:</i> Contrato, juicio de expertos, documentación.</p> <p><i>Salidas:</i> Enunciado del reclamo, archivo del reclamo pendiente.</p>
✓ Cuantificar los Reclamos:	<p><i>Entradas:</i> Enunciado del reclamo y cronograma.</p> <p><i>Herramientas y técnicas:</i> Medidas de cuantificación, estimación de costos, precedentes de los contratos legales y análisis del cronograma.</p> <p><i>Salidas:</i> Costos directos e indirectos, extensión del tiempo, documentación, reclamo completamente documentado.</p>

Fuente: los autores con base en la Extensión Construcción de la Guía del PMBOK®

5. NORMA ISO 10006:2003: SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD EN PROYECTOS

Corresponde a un estándar proporcionado por la Organización Internacional para la Normalización (International Organization for Standardization), ISO, y está referido a conceptos y prácticos para el mejoramiento de la calidad de los proyectos, tanto en los procesos como en los productos, los cuales requieren un manejo sistemático en cualquier proyecto (Varas Parra, 2005).

La norma plantea dos tipos de organizaciones: la originaria y la del proyecto, la primera es la que emprende el proyecto y lo asigna a la segunda.

Define las fases del proyecto en concepción, desarrollo, realización y término.

Los procesos de gerencia de proyectos son clasificados en cinco grupos: a) planificación, b) organización, c) monitoreo, d) control, e) reporte y f) toma de decisiones correctivas.

La calidad del proyecto y del producto están enfocados en los siguientes ocho principios de la administración de la calidad:

1. Enfocado al cliente,
2. Liderazgo (compromiso de la gerencia),
3. Involucramiento de la gente,
4. Enfocado al proceso,
5. Enfoque sistémico a la administración,
6. Mejora continua (basado en el concepto planear, hacer, controlar y actuar),
7. Enfoque a la toma de decisiones (sobre hechos comprobados),
8. Relaciones de mutuo beneficio con los proveedores.

Recomienda el monitoreo continuo de la calidad del proyecto y la evaluación del progreso.

Define los siguientes procesos relacionados con temas centrales (o áreas del conocimiento según lo define la Guía del PMBOK®):

- ✓ **Recursos:**
 - *Planeamiento*
 - *Control*
- ✓ **Personal:**
 - *Establecer la estructura organizacional del proyecto*
 - *La obtención del personal*
 - *El desarrollo del equipo de trabajo*
- ✓ **Interdependencias**
 - *La iniciación del proyecto y el plan de manejo del proyecto*
 - *Interacciones de Gerencia*
 - *Cambios de Gerencia*
 - *Procesos y cierre del proyecto*
- ✓ **Alcance:**
 - *Desarrollo del Concepto*
 - *Desarrollo de los Alcance y el Control*
 - *Definición de Actividades*

- *Control de Actividades*
- ✓ **Tiempo:**
 - *Planeación de la dependencia entre actividades*
 - *Estimación de la duración*
 - *Desarrollo del programa de actividades*
 - *Desarrollo del programa de control de actividades*
- ✓ **Costo:**
 - *Estimación de Costos*
 - *Presupuesto*
 - *Control de costos*
- ✓ **Comunicación**
 - *Planeamiento de la comunicación*
 - *Administración de la Información*
 - *Control de la Comunicación:*
- ✓ **Riesgos:**
 - *Identificación del riesgo,*
 - *Evaluación del riesgo,*
 - *Tratamiento del riesgo, y*
 - *Control del riesgo.*
- ✓ **Adquisiciones**
 - *Planeamiento y control de las adquisiciones.*
 - *Documentación de los requerimientos de las adquisiciones.*
 - *Evaluación de los proveedores.*
 - *Subcontratación, y*
 - *Control de los contratos.*
- ✓ **Mejoramiento:**
 - *Medición y análisis*
 - *Acciones correctiva, preventiva y de prevención de pérdidas.*

En la siguiente tabla se presenta una comparación que realiza (Varas Parra, 2005) entre la Guía del PMBOK® y la Norma ISO 10006:2003, la cual ilustra la similitud entre ambas guías:

Tabla 2. 4: Comparación entre procesos según la Guía PMBOK® y la Norma ISO-10006

Proceso:	PMBOK®	ISO 10006
Proceso estratégico	No existen	Proceso Estratégico
Proceso interdependencia	Carta autorización proyecto Declaración preliminar alcance Desarrollo del plan de gestión del proyecto Dirección y ejecución del proyecto. Monitoreo y control de proyecto. Control integrado de cambio Cierre del proyecto	Inicio del proyecto y desarrollo del plan de gestión del proyecto. Gestión de las interacciones. Gestión de los cambios. Cierre del proceso y del proyecto
Procesos del alcance	Planificación del alcance Definición del Alcance Crear EDT Verificación Del alcance Control del alcance	Desarrollo del concepto Desarrollo y control de alcance Definición de las actividades Control de las actividades
Procesos de tiempo	Definición de actividades Secuencia de actividades Estimación de recursos por actividad Estimación de duración por actividad Desarrollo de tiempo Control de tiempo	Planificación de las dependencias entre las actividades. Estimación de la duración. Desarrollo del programa Control del programa
Procesos de costos	Estimación costo Presupuesto costo Control de costos	Estimación de los costos Elaboración del presupuesto. Control de Costos.
Procesos recursos humanos	Planificación de recursos humanos Equipo del proyecto Desarrollo del equipo de proyecto Gestión de equipo de proyecto	Establecimiento de la estructura organizativa del proyecto Asignación del personal. Desarrollo del equipo
Procesos de comunicaciones	Planificación de comunicaciones Distribución de información Reporte de funcionamiento Gestión de grupos de interés	Planificación de la comunicación Gestión de la información. Control de la comunicación
Procesos de riesgos	Planificación de la gestión de riesgos Identificación de los riesgos Análisis cuantitativo de riesgos Análisis cualitativo de riesgos Planificación de la respuesta al riesgo Control de riesgo	Identificación de los riesgos Evaluación de los riesgos Tratamiento de los riesgos Control de los riesgos

Proceso:	PMBOK®	ISO 10006
Procesos de abastecimiento	Planificación del abastecimiento Plan de contratos Petición de la oferta Respuesta selección de oferta Administración del contrato Cierre del contrato	Planificación y control de la compras Documentación de los requisitos de las compras. Evaluación de los proveedores Contratación Control del contrato
Procesos de calidad	Planificación de la Calidad Aseguramiento de la Calidad Control de la Calidad	Incluye procesos relacionados con la mejora continua : <ul style="list-style-type: none"> • Mejora • Medición y análisis • Mejora continua por parte de la organización originaria • Mejora continua por parte de la organización encargada del proyecto

Fuente: Varas Parra

B. LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE

1. DEFINICIONES

Construcción: Proceso que involucra la materialización de los espacios físicos y los sistemas asociados, que han sido planificados y diseñados para el desarrollo de todas las actividades humanas de cualquier sociedad, asociadas el hábitat, economía, el transporte, la salud, la educación y cultura, la recreación y la producción de recursos y energía (Ritz, 1994).

Sustentable: El concepto utilizado en la presente investigación (invariablemente si se utiliza sostenible, verde, ecológico y similares) se basa en el promulgado por primera vez por la Comisión de Medio Ambiente de la ONU emitido en el documento titulado *Nuestro Futuro Común*, también conocido con el nombre de Informe Brundtland (entonces Primera Ministra Noruega quien presidió dicha comisión), el cual definió como desarrollo sostenible *"aquél que satisface las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las generaciones*

futuras para satisfacer sus propias necesidades" (Comisión de medio Ambiente de la ONU, 1987).

El desarrollo sostenible se refiere a la zona de equilibrio entre las tres dimensiones de crecimiento humano que condicionan en forma conjunta el bienestar de las personas. Dichas dimensiones son la económica, la social y la ambiental (Ver *Ilustración 2.2*). Dourojeanni sostiene que las ciencias sociales aún no están en condiciones de determinar el valor de un gran conjunto de variables económicas, sociales y ambientales para garantizar un sano desarrollo sostenible, por lo que deben usarse otras técnicas para alcanzarlo (Dourojeanni, 2000) .

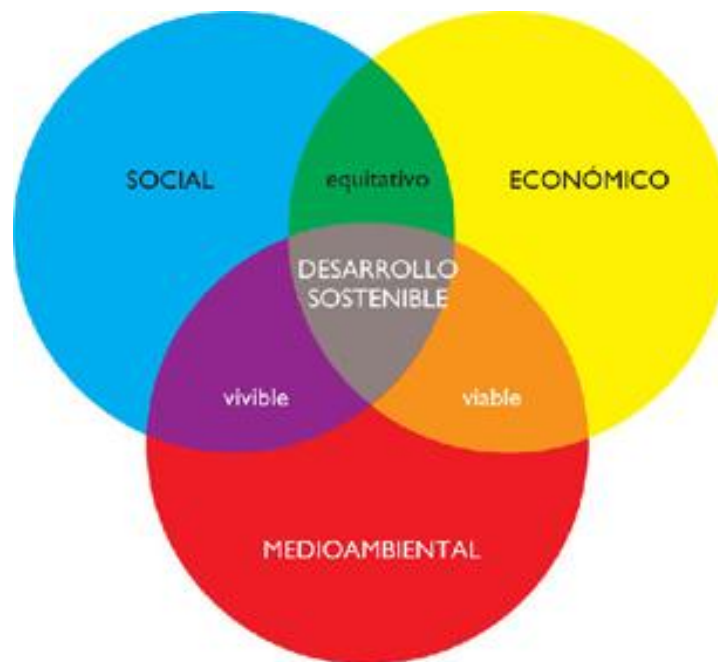


Ilustración 2. 2: Dimensiones concurrentes con el desarrollo sostenible
Fuente: <http://www.desarrollomasurbano.com>

2. LA SUSTENTABILIDAD Y LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Otra definición más amplia de desarrollo sustentable se refiere al mejoramiento de la calidad de la vida humana mediante la satisfacción de sus requerimientos ambientales, sociales y económicos, sin amenazar los ecosistemas soportantes ni la

habilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades (Huovila, Pekka; Koskela, Lauri, 1998).

Aplicando el concepto anterior a la construcción, se entiende que ésta es sustentable, si considera un uso y reutilización óptimos de los recursos consumidos, especialmente la energía y el agua, así como la gestión del ciclo de vida aplicable a los materiales empleados y a la edificación misma (Ramírez, 2009), tal y como se muestra en la figura 2.3.



Ilustración 2. 3.: Uso de materiales en la construcción como parte de su ciclo de vida
 Fuentes: *Hérrnandez, M., La Construcción Sustentable* y
Berge, B. The Ecology of Building Materials

Al tratarse la sustentabilidad de la construcción, es necesario considerar que la misma no está referida a las edificaciones en forma aislada, sino también al entorno generado por los edificios de toda índole, así como a las obras de infraestructura de transporte, producción y recreación, lo que, en conjunto, conforman el hábitat humana que afecta el ambiente natural y su biodiversidad (Ramírez, 2009).

3. AFECTACIÓN AMBIENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN: PRINCIPALES CARGAS E IMPACTOS AL AMBIENTE

El impacto sobre el ambiente de cualquier proyecto de construcción puede deberse a un gran número de actividades clasificables en tres grandes categorías en función de las etapas del proyecto (Uher, 1999), las que se describen seguidamente.

- a) **Etapa previa a la construcción:** Involucra la extracción de la materia prima, su procesamiento para convertirla en materiales de construcción y su transporte al sitio de las obras. También contempla el diseño de la edificación que define la forma cómo se construirá, los materiales que se utilizarán y la posterior operación de la misma.
- b) **Etapa constructiva:** Implica la afectación de la biodiversidad del sitio de construcción, la generación de residuos, polvo, humo y ruido, la contaminación del agua, el consumo de energía, y otros.
- c) **Etapa operativa:** Corresponde al funcionamiento del edificio durante su ocupación durante toda su vida útil e involucra su posterior demolición, con el correspondiente consumo energético y de agua, la generación de residuos sólidos, aguas servidas, de gases, el consumo de recursos para mantenimiento y otras afectaciones ambientales más sutiles como la calidad del aire interior, la contaminación lumínica o la manifestación de islas de calor, debidas a la reflectancia de la luz solar sobre las superficies construidas y su afectación en el microclima local.

Corona, Arcudia y Loría (2009) diferencian los conceptos de **cargas e impactos**, entendiéndose las primeras como las acciones medibles que agreden los ecosistemas, mientras que los impactos son las consecuencias, generalmente intangibles y generalizadas, que las cargas ambientales generan sobre el ambiente y los desarrollos económico y social de las comunidades.

Así por ejemplo, una carga ambiental se refiere al consumo energético cuyo impacto corresponde a la contribución sobre el calentamiento global asociado a las emisiones de gases de invernadero, como producto del consumo de energía (Corona Suárez, Gilberto; Arcudia Abad, Carlos; Loría Arcila, José, 2009).

De acuerdo con (Uher, 1999) las principales ocho categorías de cargas ambientales que genera la construcción son:

- Uso de materia prima
- Consumo de energía
- Gasto de agua dulce
- Uso de la tierra
- Contaminación debida a las emisiones atmosféricas
- Desagües de aguas servidas
- Generación de residuos sólidos
- Otros contaminantes

Según (Ramírez, 2009), dentro de los impactos ambientales asociados con dichas cargas se pueden mencionar:

- El cambio climático
- El deterioro de la capa de ozono estratosférico.
- La lluvia ácida.
- La deforestación
- La pérdida de la biodiversidad

La afectación ambiental de la construcción debido al consumo de recursos se debe a que los mismos proceden de conjunto de sectores industriales altamente contaminadores y consumidores de energía, agua y materias primas. Dichos sectores son el minero, el de servicios y especialmente el manufacturero, con sus subsectores maderero, químico y de metalurgia-metalmecánica. La problemática ambiental relacionada con estos sectores se origina en el uso deficiente de las

tecnologías y los procesos productivos; en la adquisición de la materia prima, en su transformación en productos consumibles y en su distribución (Van Hoff, Bart; Monroy, Néstor; Saer Alex, 2008).

El consumo de energía corresponde principalmente a la extracción y transporte de la materia prima para su procesamiento en materiales de construcción, y el transporte de estos últimos hacia los sitios de construcción, donde el consumo energético es bajo durante el proceso constructivo en sí. Luego de construida la edificación, el consumo energético se incrementa durante la operación de la misma debido al acondicionamiento del interior, la suplencia de servicios que consumen energía y las subsecuentes acciones de mantenimiento que sean requeridas durante la vida útil del inmueble (Uher, 1999).

De acuerdo con lo anterior resulta claro que una construcción sustentable es aquella que minimiza la magnitud de cada una de las cargas ambientales y por consiguiente genera impactos reducidos al ambiente mediante el ahorro de recursos, el uso de materiales de bajo impacto y la menor generación de contaminantes.

4. CONSIDERACIONES CLAVE PARA EL DESARROLLO DE CONSTRUCCIONES SUSTENTABLES.

De conformidad con (Martínez Camarero, Carlos; Baño Nieva, Antonio; Vigil-Escalera del Pozo, Alberto, 2008), una construcción sustentable debe reunir las siguientes características:

- a) Estar adaptada al entorno y ser respetuosa del mismo.
- b) *Incorpora un diseño sustentable*: Que involucra la generalidad de los aspectos considerados durante el proceso constructivo y la posterior operación del edificio.
- c) *Realiza un uso eficiente de la energía*: En el proceso constructivo, pero principalmente durante la operación de la edificación.

- d) *Tiene un consumo eficiente de agua:* Aplicable no solo a la operación del edificio, sino también en los electrodomésticos utilizados.
- e) *Ahorra o reutiliza materia prima*
- f) *Utiliza materiales sustentables:* Que procedan de fuentes renovables y abundantes, que no sean contaminantes, consuman poca energía en su ciclo de extracción, producción y transporte, sean duraderos, puedan estandarizarse su uso y sea económicos.
- g) *Emplea técnicas constructivas sustentables:* Mediante la estandarización e industrialización de procesos constructivos usando técnicas de producción más limpia, en la producción, por ejemplo, de elementos constructivos prefabricados
- h) *Genera pocos residuos:* Aplicable a la construcción, operación y posterior demolición o de construcción del edificio

5. LOS MATERIALES Y LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE

Un aspecto clave en la construcción sustentable lo constituyen los materiales empleados en la misma en razón al gran impacto que su utilización implica sobre el ambiente y la salud humana debido a su manufactura, transporte, instalación, uso y disposición final de los mismos (Calkins, 2009).

Calkins establece cuatro principios asociados al uso de materiales sustentables en la construcción como se exponen a continuación:

- a) **Escoger materiales y productos que usen los recursos eficientemente.** Reducir, usar y reciclar materiales para reducir el consumo y la destrucción de ecosistemas. Uso de materiales duraderos, reciclables, reutilizables, reducen el consumo de otros materiales.
- b) **Escoger materiales y productos que minimicen la energía y el carbono incorporados.** Uso de materiales locales o que incorporen poco uso de energía. Los que son creados con energía no fósiles.

- c) **Evitar materiales y productos que dañen la salud humana o el ambiente en cualquier fase de su ciclo de vida.** Materiales tóxicos, o que emitan contaminantes y metales pesados al aire, agua y suelo.
- d) **Escoger materiales que colaboren con las estrategias de diseño de edificaciones sustentables.** Los materiales que aunque no sean verdes que permitan construir sustentablemente.

6. CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES VERDES

Según Schiller, el desarrollo y la certificación de la sustentabilidad en la construcción requieren métodos de evaluación y criterios objetivos para establecer el nivel de cumplimiento de los múltiples requisitos (Schiller, 2009). Esta tarea es difícil debido a la complejidad de los proyectos de construcción aunada a la incertidumbre, ante el conocimiento incipiente, asociado a los criterios de sostenibilidad, (Corona Suárez, Gilberto; Arcudia Abad, Carlos; Loría Arcila, José, 2009).

Schiller también indica que los criterios de sostenibilidad dependen de las características regionales debido a la variabilidad de los climas, la disponibilidad de los recursos y al desarrollo económico de una determinada zona entre otros. Igualmente plantea que la evaluación de la sostenibilidad en la construcción debe contemplar los siguientes cinco elementos indispensables:

- a) **Áreas de impacto:** Sea *ambiental* (por ejemplo: eficiencia energética y uso del agua), *económica* (por ejemplo: durabilidad de las obras, reducción en el uso de recursos) y *social* (por ejemplo, la salud, la equidad, etc.)
- b) **Escalas:** Sea *urbana*, en un nivel general asociado al sitio circundante de la obra, *arquitectónica*, en cuanto a su modelado integral, y *constructiva*, relativa al proceso mismo de la materialización del inmueble.
- c) **Etapas:** Referidas al diseño, la construcción y la operación del edificio.

- d) **Actores:** Son los interesados de un proyecto sustentable que involucra a los urbanistas, los diseñadores y los constructores por un lado, así como los usuarios del inmueble durante su operación.
- e) **Criterios:** Dentro de los básicos se mencionan la selección del sitio de construcción, eficiencia energética, uso y racional del agua, materiales de bajo impacto en su producción y producción, calidad ambiental de los espacios (interiores y exteriores, públicos y privados), y aspectos administrativos como la gestión de estos criterios, su monitoreo y control.

Existen varios métodos de evaluación de sustentabilidad de edificios alrededor del mundo. Algunos de los más conocidos y prestigiosos, por haber sido desarrollado en países industrializados, son:

- a) **El método de Liderazgo en el Diseño del Ambiente y la Energía, LEED** (*Leadership in Environmental and Energy Design*), desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de los Estados Unidos (USGBC, *United States Green Building Construction*) (USGBC, U.S. Green Building Council, 2011),
- b) **El Método de Evaluación Ambiental de Establecimientos de Investigación de Edificios, BREEAM** (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) (BREEAM, 2010), desarrollado en el Reino Unido.
- c) **El Desafío de la Edificación Verde, GBC** (*Green Building Challenge*), subsidiaria de BREEAM en Canadá e implementado por la Dirección de Recursos Naturales de esa nación.
- d) **El Método Estrella Verde** (*Green Star*), desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Australia (Green Building Council).

En la Tabla 6.1., localizable en el **Anexo 1**, se muestra una estructura analítica detallada para la calificación y certificación de sustentabilidad de edificios. Es

presentada por Schiller y fue desarrollada en el marco de dos proyectos de investigación y puesta en práctica por el Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo de Buenos Aires, Argentina, y posteriormente por la Universidad de San Buenaventura de Cali, Colombia.

6.1. El método de Liderazgo en el Diseño del Ambiente y la Energía, LEED

El método LEED surge como resultado de la formación del Consejo de Construcción Verde de los estados Unidos de América en 1993, *U.S. Green Building Council (USGBC)*. Surge bajo la premisa de que la industria de la construcción necesita un sistema que pueda medir y clasificar los edificios verdes; fue así como alrededor de un año después de su creación cuando se establecieron los primeros comités enfocados en este tema integrados por arquitectos, corredores de bienes raíces, propietarios de edificios, abogados, ambientalistas y representantes de la industria.

La principal premisa de este movimiento se fundamenta el hecho de que el espacio construido tiene un profundo impacto en los recursos naturales, la economía la salud y la productividad. Considera que los avances en la ciencia, tecnología y operaciones están a la disposición de los diseñadores, operadores y propietarios para maximizar tanto el rendimiento económico como el ambiental. (U.S. Green Building Council, Inc., 2008).

El USGBC, es una organización sin fines de lucro la cual, desde sus inicios, está integrada por más de 18000 miembros, empresas y organizaciones, constituidos como un foro mundial y estructurados en comités encargados de evaluar los proyectos y avances en materia de construcción sustentable.

Según lo describe el USGBC, los principios que rigen la organización son tres:

1. **Basada en comités.** Con el fin de resolver diferencias, construir alianzas y forjar soluciones cooperativas para generar el cambio.

2. **Impulsada por los miembros.** La revisión anual de logros permite establecer políticas, revisar estrategias y diseñar planes de trabajo basados en las necesidades de los miembros.
3. **Enfocada en el consenso,** con el fin de fomentar tanto la salud ambiental a costos más bajos como la conciencia de cambio para superar las diferencias ideológicas entre los segmentos de la industria y así desarrollar políticas equilibradas que beneficien a toda la industria.

La asignación de puntaje para los proyectos se efectúa bajo los siguientes tópicos:

- Selección del emplazamiento. *Sustainable Sites (SS)*
- Uso eficiente del agua. *Water Efficiency (WE)*
- Energía y atmosfera. *Energy and Atmosphere (EA)*
- Materiales y Recursos. *Materials and Resources (MR)*
- Calidad ambiental interior. *Indoor Environmental Quality (IEQ)*
- Innovación y proceso de diseño. *Innovation in Design (ID)*
- Prioridad Regional. *Regional Priority (RP)*

El puntaje LEED 2009 para construcción nueva o renovaciones importantes de escuelas se otorgan según la siguiente escala:

- Certificado (*Certified*): 40–49 puntos
- Plata (*Silver*) 50–59 puntos
- Oro (Gold) 60–79 puntos
- Platino (Platinum) 80 puntos o más.

6.2. La Construcción Esbelta

El concepto de la construcción esbelta (o Lean Construcción) está estrechamente relacionado con algunos de los criterios de sustentabilidad inherentes al método de

evaluación y certificación LEED, especialmente en la etapa constructiva de las edificaciones sustentables.

La construcción esbelta se diferencia de la tradicional debido a su enfoque en la reducción de los residuos, que se traducen en desperdicios de materiales; y los flujos del procesos constructivo, que igualmente corresponde a desperdicios en tiempo y energía (Ballard, Glenn; Howell, Greg, 1994).

El concepto de construcción esbelta corresponde a una aplicación de un tema más amplio como lo es el referente a la manufactura esbelta, el cual fue introducido originalmente en Japón en la década de los ochenta por *Toyota Motor Company*, uno de los mayores productores de automóviles del mundo, bajo el nombre de Sistema de Producción Toyota, el que fue rápidamente adoptado por otros fabricantes orientales, transmitiéndose después de más de una década al mundo occidental, principalmente Estados Unidos de N.A., donde se le conoce, por ejemplo, como “Producción Esbelta”, “*Just in Time (JIT)*” y “*Lean Processes*” (Quality College).

Para efectos de la presente investigación, son de sumo interés los métodos y las plantillas utilizadas por los grupos que practican la manufactura esbelta y deben ser consideradas como elementos enriquecedores para cualquier sistema de gestión de proyectos.

Se fundamenta en la filosofía de las cinco eses (5S):

- Clasificar. *Sorting* (Seri)
- Enderezar. *Stabilize* (Seiton)
- Mantener limpieza sistemática. *Systematic cleaning* (Seiso)
- Estandarizar. *Standardizing* (Seiketsu)
- Mantener la disciplina. *Sustaining the discipline* (Shitsuke)

Considera que los ocho tipos de desperdicios (también llamadas mudas) principales en construcción son:

- Sobreproducción:
- Espera (Tiempo en cola o retraso)

- Movimiento
- Transporte
- Procesamiento Excesivo
- Inventario
- Defectos
- Habilidades De Las Personas (MCS Media Inc., 2010)

7. NORMAS Y REGULACIONES NACIONALES E INTERNACIONALES

Costa Rica es parte de la Organización de Naciones Unidas ONU desde el 2 de noviembre de 1945 (Organización de Naciones Unidas, 2011), y es en ese ámbito en el cual ha adquirido compromisos ambientales a nivel internacional.

El tema de la sustentabilidad se abordó por primera vez a nivel mundial en junio de 1972, durante la Conferencia de las Naciones Unidas, celebrada en Estocolmo Suecia; en la misma participaron 103 países miembros de la ONU y más de 400 organizaciones gubernamentales; posteriormente, en 1987, la Comisión de Medio Ambiente de la ONU, promulgó un documento llamado *“Nuestro futuro Común, también conocido como Informe Brundtland (Sheinbaum, 2007).*

Del 6 al 8 de septiembre de 2000 se realizó en la Sede de las Naciones Unidas en Nueva York, la Declaración del Milenio, (Naciones Unidas, 2000) cuyo objetivo IV. *“Protección de nuestro entorno común”*, establece en su artículo 21 que:

“No debemos escatimar esfuerzos por liberar a toda la humanidad, y ante todo a nuestros hijos y nietos, de la amenaza de vivir en un planeta irremediablemente dañado por las actividades del hombre, y cuyos recursos ya no alcancen para satisfacer sus necesidades”.

El “Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015”, para el Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres, promulgado en la ciudad de Japón el 22 de enero de 2005, establece en su objetivo de acción N° 4, Reducir los

factores de riesgo subyacentes, por medio de una adecuada gestión del medio ambiente y los recursos naturales. Establece en su inciso a-

“Fomentar la gestión y el uso sostenibles de los ecosistemas, por ejemplo mejorando la planificación del uso de la tierra y las actividades de desarrollo para reducir el riesgo y los factores de vulnerabilidad”. (Hyogo Framework for Action 2005 - 2015, Enero 2005)

7.1. Instrumentos Legales asociados con la protección del Ambiente en Costa Rica.

Seguidamente se enumeran los instrumentos legales nacionales e internacionales que compromete el accionar del país en materia de la protección del ambiente y el desarrollo sostenible.

Leyes Nacionales:

- | | |
|---|--|
| a) Ley Forestal | h) Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales |
| b) Ley de Aguas | i) Reglamento de Gestión Integral de Residuos |
| c) Ley General de Salud | j) Decretos Ejecutivos de la SETENA |
| d) Ley de Conservación de la Vida Silvestre. | k) El canon por vertidos |
| e) Ley Orgánica del Ambiente | l) Otras normas específicas. |
| f) Ley de Biodiversidad | |
| g) Ley de Uso, Conservación y Manejo de Suelos | |

Acuerdos y convenios internacionales:

De conformidad con (Chaves, 2006), Costa Rica ha sido muy prolija en adherirse y ratificar una numerosa cantidad de acuerdos y convenios internacionales que tienen

rango de ley de conformidad con lo estipulado en el artículo 7 de la Constitución Política, de entre los cuales Chaves cita veinte dentro de las cuales se encuentran:

- a) Convenio Centroamericano para la Protección del Ambiente
- b) Acuerdo Regional sobre el Movimiento Transfronterizo de Desechos Peligrosos, Panamá 1992
- c) Alianza Centroamericana para el Desarrollo Sostenible, Managua 1994
- d) Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono
- e) Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
- f) Protocolo de Kyoto sobre Cambio Climático
- g) Convención sobre Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves marinas (Convención Ramsar).

7.2. Ley Orgánica del Ambiente.

La Ley Orgánica del Ambiente, No. 7554 creada en 1995, se basa en los principios de que el ambiente es patrimonio común de los habitantes, y que el Estado y los particulares deben participar en su conservación y utilización sostenibles. Contempla siete áreas temáticas, sobre las cuales se ha instituido, en el 2005, la “Estrategia Nacional Ambiental” (ENA), las cuales son:

- a) Ordenamiento Territorial
- b) Diversidad Ecológica
- c) Contaminación
- d) Suelo
- e) Aire
- f) Recursos marino-costeros
- g) Áreas silvestres protegidas

Una investigación realizada por el Duodécimo Informe sobre el Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible (Chaves, 2006), indica que la ley establece un marco para una estrategia ambiental unitaria y viable, pero que aún no se ha reglamentado en forma integral, sino solo es aspectos puntuales, pero parciales, que constituyen una debilidad pues se desaprovecha el lograr coherencia e integración a nivel institucional y sustantivo en el tema ambiental.

7.3. Ley para la Gestión Integral de Residuos

La Ley para la Gestión Integral de Residuos 8839, fue publicada en el Diario Oficial La Gaceta, el 13 de junio de 2010, la misma se promulgó con el objetivo fundamental de *“Garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger la salud Pública”*. Evitando y reduciendo al máximo la generación de residuos; reutilizando los residuos generados; valorizando y tratándolos los residuos antes de enviarlos a disposición final.

De esta Ley emanan principios rectores en materia de gestión de residuos, según los cuales toda acción relacionada a este fin debe hacerse de acuerdo con el siguiente orden jerárquico:

- a. *Evitar la generación de residuos en su origen como un medio para prevenir la proliferación de vectores relacionados con las enfermedades infecciosas y la contaminación ambiental.*
- b. *Reducir al máximo la generación de residuos en su origen.*
- c. *Reutilizar los residuos generados ya sea en la misma cadena de producción o en otros procesos.*
- d. *Valorizar los residuos por medio del reciclaje, el coprocesamiento, el reensamblaje u otro procedimiento técnico que permita la recuperación del material y su aprovechamiento energético. Se debe dar prioridad a la recuperación de materiales sobre el aprovechamiento energético, según criterios de técnicos.*
- e. *Tratar los residuos generados antes de enviarlos a disposición final.*
- f. *Disponer la menor cantidad de residuos, de manera sanitaria, así como ecológicamente adecuada. (ASAMBLEA LEGISLATIVA DE LA REPÚBLICA DE COSTA RICA, 2010)*

7.4. Normas ISO 14000

La serie de normas ISO (*International Organization for Standardization*) 14000, están orientadas a la búsqueda sistemática de la protección del medio ambiente mediante el control del impacto que este pueda recibir producto del desarrollo de una actividad, producto o servicio generado por el ser humano a fin de prevenir la contaminación y conservar el equilibrio ecológico al momento de satisfacer las necesidades socioeconómicas (ISO, 2011).

Esta Norma internacional especifica una serie de requisitos de gestión ambiental que permitan enmarcar las políticas, objetivos y estrategias utilizadas por las organizaciones a la hora de desarrollar sus procesos de producción.

La metodología sobre la cual se fundamenta la norma es conocida como “Planear, Hacer, Verificar y Actuar” (Plan, Do, Check, Act) (PDCA).

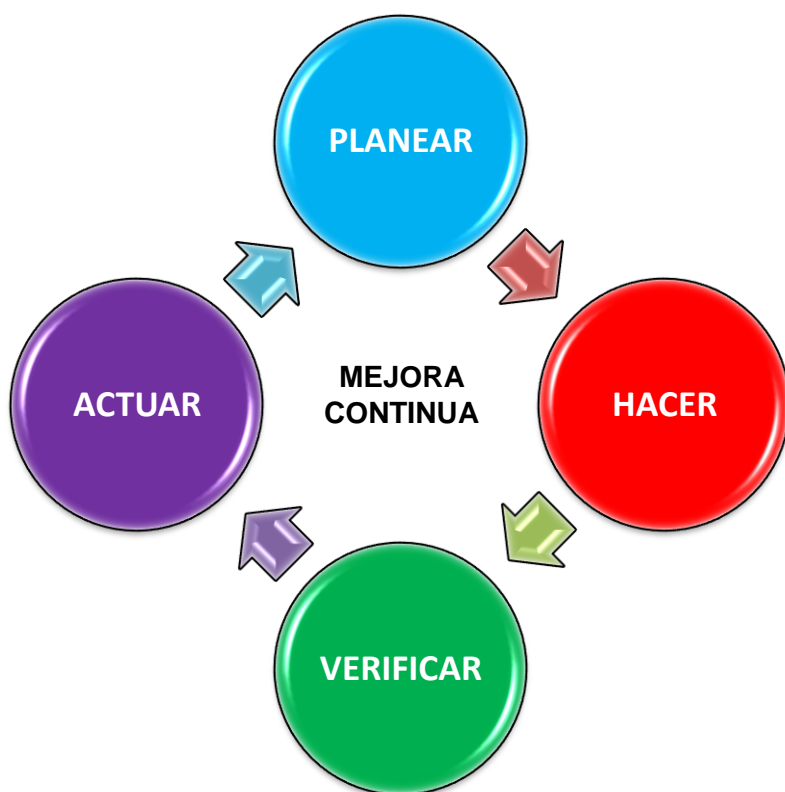


Ilustración 2. 4: Círculo Virtuoso de la Metodología PDCA
Fuente: (International Organization for Standardization, 2011)

Considera los siguientes Requisitos del sistema de gestión ambiental:

1. Requisitos generales

2. Política ambiental

3. Planificación

- 3.1. Aspectos ambientales
- 3.2. Requisitos legales y otros requisitos
- 3.3. Objetivos metas y programas

4. Implementación y operación

- 4.1. Recursos funciones, responsabilidad y autoridad
- 4.2. Competencia, formación y toma de conciencia
- 4.3. Comunicación
- 4.4. Documentación
- 4.5. Control de documentos
- 4.6. Control operacional
- 4.7. Preparación y respuesta ante emergencias

5. Verificación

- 5.1. Seguimiento y medición
- 5.2. Evaluación del cumplimiento legal
- 5.3. No conformidad, acción correctiva y acción preventiva
- 5.4. Control de requisitos
- 5.5. Auditoría interna

6. Revisión por la dirección

- 6.1. Resultados de auditorías
- 6.2. Comunicaciones con los interesados y quejas
- 6.3. Desempeño ambiental
- 6.4. Grado de cumplimiento de objetivos y metas
- 6.5. Estado de acciones correctivas y preventivas
- 6.6. Seguimiento de acciones resultantes
- 6.7. Cambios y evolución de los requisitos
- 6.8. Recomendaciones para mejora continua

7. Mejora continua

7.5. Normas OHSAS 18 000

En la segunda mitad del año de 1999 el instituto Británico de Estándares (*British Standards Institution*), publicó la normativa de Sistemas de Gestión de Salud y Seguridad Laboral OHSAS 18 000, (*Occupational Health and Safety Assessment Series*), dando así inicio al tema de salud y seguridad ocupacional (SySO), el cual viene a complementar a la serie ISO 9000 de calidad, e ISO 14000 de ambiente.

Estas normas toman como base para su elaboración las normas 8800 de la British Standard y participaron en su desarrollo las principales organizaciones certificadoras del mundo, abarcando más de 15 países de Europa, Asia y América. (Resumen y conclusiones OSHAS 18000)

Según la traducción INTE CTN 31 de 2009, los requisitos del SySO consideran los elementos:

1. Requisitos generales SySO

2. Política de SySO

3. Planificación

3.1. Identificación de peligros, evacuación de riesgos y determinación de controles

3.2. Requisitos legales y otros

3.3. Objetivos y programas

4. Implementación y operación

4.1. Recursos funciones, responsabilidad, rendición de cuentas y autoridad

4.2. Competencia, formación y toma de conciencia

4.3. Comunicación, participación y consulta

4.4. Documentación

4.5. Control de documentos

4.6. Control operacional

4.7. Preparación y respuesta ante emergencias

5. Verificación

- 5.1. Seguimiento y medición del desempeño
- 5.2. Evaluación del cumplimiento legal y otros
- 5.3. Investigación de incidentes, no conformidades y acciones correctivas y preventivas
- 5.4. Control de requisitos
- 5.5. Auditoría interna

6. Revisión por la dirección

- 6.1. Resultados de auditorías
- 6.2. Resultados de la participación y consulta
- 6.3. Comunicaciones a los interesados
- 6.4. Desempeño de SySO en la organización
- 6.5. Grado de cumplimiento de objetivos y metas
- 6.6. Estado de las investigaciones de incidentes acciones correctivas y preventivas.
- 6.7. Acciones de seguimiento de revisiones anteriores.
- 6.8. Circunstancias cambiantes y cambios de los requisitos
- 6.9. Recomendaciones para mejora (ISO, INTE/OSHAS 18001-2009, 2009)

7.6. Normas OSHA

Las normas de Administración de Seguridad y Salud Ocupacional OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) tuvieron su origen en 1970 en los Estados Unidos de América; (OSHA) y al igual que las normas OSHA, tienen como primordial objetivo establecer un ambiente laboral sano y seguro para cada empleador y trabajador.

Considera aparte de todos los requerimientos SySO, lo siguiente:

- Asistencia en el transporte
- Respuesta a emergencias y riesgos
- Reorganización de la energía
- Aire limpio

- Agua potable segura
- Contaminación del agua
- Sustancias peligrosas
- Disposición de desechos sólidos
- Compensación y responsabilidades. (OSHA)

7.7. Normas ISO 5000

Las normas serie ISO 5000 de Sistemas de Gestión Energética (*Energy management systems*), del año 2011 establecen una guía de requerimientos cuyo propósito primordial es influir en el uso racional de la energía, incrementando la eficiencia, reduciendo costos, y maximizando su rendimiento. Se basa en los conceptos de gestión utilizados por las series ISO 9000, 14000, y 2200 y 27001. (ISO, 2011).

El propósito

- Alcance.
- Referencias normativas.
- Términos y definiciones.
- Requisitos en Sistemas de Gestión Energética.
- Requisitos generales.
- Gestión de responsabilidad.
- Política energética.
- Planificación energética.
- Implementación y operación.
- Verificación.
- Revisión por la dirección.

CAPÍTULO III: Marco Metodológico

A. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo se enmarca a nivel metodológico dentro del concepto de investigación aplicada del área de las ciencias empresariales, dado que se fundamenta en necesidades específicas de la organización, objeto de la presente investigación; lo anterior con el fin de buscar soluciones y estándares de planificación de proyectos cuyas buenas prácticas sean reconocidas a nivel mundial y que a su vez permitan complementar los procesos administrativos de la estructura organizativa funcional establecida en la actualidad en la DIEE, orientadas al desarrollo de infraestructura educativa sustentable (Álvarez, 2006).

Parte de la investigación también puede catalogarse como descriptiva, dada la necesidad de diagnosticar el estado de aplicación de los procesos administrativos ordinarios con el propósito de aprovechar las fortalezas y proponer mejoras en los planes de gestión de infraestructura sustentable durante el desarrollo de la guía metodológica.

B. FUENTES Y SUJETOS DE INFORMACIÓN

Para la recopilación de la información se utilizaron métodos cualitativos y exploratorios a fin de diagnosticar el estado actual de la DIEE y el estado de la técnica por medio de consulta a expertos, en relación con el desarrollo actual de los proyectos; de esta forma se buscaría ajustar la metodología propuesta para el desarrollo de centros educativos sustentables a la realidad de la DIEE, reforzando los procesos que así lo necesitan e incorporando los que deben adicionarse.

Sobre la base de lo anterior, las principales fuentes a consultar son las siguientes:

Fuentes primarias

- Consulta a la legislación nacional y tratados internacionales vigentes.
- Literatura primaria en construcción sustentable, LEED, Producción más limpia y afines.

- Literatura sobre sistemas de gestión de proyectos como: PMI, ISO, *Lean Manufacturing*, etc.
- Activos de los procesos de la organización de la DICE: manuales de procedimientos, plantillas utilizadas para el desarrollo de las actividades de los distintos procesos de administración de proyectos.

Sujetos de información

Profesionales reconocidos en gestión de proyectos sustentables a nivel nacional.

ING. NIDIA CRUZ ZUÑIGA Consultora Ambiental de CEGESTI.

CEGESTI nace en 1990 como resultado de un proyecto del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), para promover la gestión tecnológica en Costa Rica. Es una organización privada, independiente y sin fines de lucro, cuya misión es contribuir a la competitividad sostenible de las organizaciones y las sociedades en las que actúa.

Uno de sus productos relacionados con el presente trabajo es el “*Manual para la implementación de Compras Verdes en el Sector Público de Costa Rica*”, por lo cual se pretende entrevistar a su directora Sra. Daira Gómez y poder verificar criterios aplicados a la gerencia de proyectos (CEGESTI, 2008).

Proyectos con certificación LEED en Costa Rica

Fueron entrevistados los siguientes gerentes de los proyectos con certificación LEED en Costa Rica

Nombre del proyecto	Ubicación	Propietario	Nivel
Boston Scientific Coyal	Coyal de Alajuela	Boston Scientific Corporation	Silver
Gensler Costa Rica Office	San Jose	Gensler	Gold
Intel Costa Rica Wellness Center Project	Heredia	Intel Corporate Services	Silver

Fuente: <http://www.usgbc.org/LEED/Project/CertifiedProjectList.aspx?CMSPageID=244&CategoryID=19&>

Especialista MINAET

Directora, María Guzmán Ortiz, Lic. Shirley Soto Montero

Por ser el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET) la institución que promulgó la iniciativa “*Carbono Neutral para el siglo 21*”, es necesario verificar las políticas estratégicas del sector así como los avances y logros obtenidos por el país desde la implementación de dicha iniciativa.

Arq. Bruno Stagno

El Arquitecto Stagno es uno de los profesionales con mayor experiencia en el desarrollo de edificaciones sustentables en Costa Rica y promotor del Instituto de Arquitectura Tropical de Costa Rica en la actualidad promueven el modelo de certificación de edificaciones verdes RESET para Costa Rica.

Ing. Ana Lorena Quirós Lara, Instituto tecnológico de Costa Rica

Coordinadora de la Comisión de construcción sustentable del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos CFIA.

Ing. Álvaro Lara.

Director del proyecto Wellness Center propiedad de INTEL. Costa Rica. Este proyecto es uno de los pocos con certificación LEED en Costa Rica

Arq. Samuel Bermúdez, Arq. Jessica García, Arq. Omar Quesada. Proyecto de las oficinas de Gensler Costa Rica, con certificación LEED.

Arq. Miguel Wong Sánchez.

Arq. Adriana Brenes Porra, Jefa del Departamento de Proyectos de la DIEE.

Lic. Rigoberto Villalobos González. Geógrafo, consultor ambiental y encargado del proyecto SIG MEP.

Funcionarios con experiencia en el desarrollo de los procesos internos de la DIEE así como en el diseño y construcción de la infraestructura educativa.

Fue seleccionada una muestra de 34 de los 38 profesionales diseñadores e inspectores que laboran en la DIEE para ser entrevistados en cuanto a procesos internos de la DIEE y poder establecer:

- Criterios de aceptación para nuevas propuestas de gestión de proyectos.
- Recomendaciones para la implementación de nuevos procedimientos.
- Grado de interés con que el grupo profesional percibe el tema.

Los criterios a utilizar para seleccionar a los entrevistados fueron:

- Función específica a lo interno de la DIEE, ya sea diseñador o inspector
- Años de ejercicio de la profesión
- Grado académico y capacitación formal.

Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias a utilizar, resultan de la indagatoria por tema, principalmente vía internet y que estén asociadas a organizaciones reconocidas a nivel mundial, las cuales refieren a fuentes primarias de valor:

- Literatura general sobre temas de sustentabilidad, gestión de proyectos.
- Artículos de revistas
- Artículos en la web procedente de la ONU, PNUMA, y otras organizaciones de renombre.

C. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

La selección de las técnicas y herramientas para la presente investigación deriva del análisis de las variables contenidas en cada uno de los tres objetivos específicos del presente proyecto de investigación.

Las técnicas básicas a utilizar fueron las siguientes:

- **Técnicas de observación y recolección de información**

Fueron revisados textos orientados a la administración de proyectos de construcción sustentable con el fin de identificar las áreas el conocimiento, los procesos así como las herramientas, las técnicas y requisitos planteados y utilizarlos como base de comparación con la metodología del PMI.

Asimismo, fueron valorados factores ambientales y activos de los procesos de la DIEE.

- **Entrevistas estructuradas a expertos.**

Las mismas fueron dirigidas a las fuentes primarias que estuvieron al alcance en la presente investigación. El propósito de las mismas fue confrontar el conocimiento aportado por expertos a los planteamientos desarrollados en la presente investigación, ampliar los conocimientos sobre la red de profesionales conocedores del tema y definir prácticas más aceptadas en materia de gestión de proyectos.

- **Encuesta estructurada dirigida a los profesionales diseñadores e inspectores de la DIEE**

La misma estuvo orientada a la evaluación y entendimiento de la percepción que los funcionarios tienen de la estructura organizacional actual. Así como de la aceptación de las metodologías a implementar.

Para la presente investigación se desarrolló una encuesta sobre el nivel de implementación de los procesos de administración de proyectos, especialmente referentes a los grupos de procesos de planificación.

- **Matrices relacionales**

Las Matrices fueron utilizadas como instrumentos de análisis que permitirán la realización de asociaciones entre grupos de datos de diferente orden a fin de obtener información necesaria para el logro de los objetivos planteados.

- **Listas de verificación**

Los listados de verificación servirán para enmarcar los requerimientos necesarios en cada una de las fases y áreas del conocimiento establecidas.

Tabla 3. 1: Análisis de objetivos y sus Variables

<i>VARIABLE</i>	<i>CONCEPTUALIZACIÓN</i>	<i>INDICADORES</i>	<i>INSTRUMENTOS/ MÉTODOS</i>	<i>PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS</i>
1. Definir los componentes de la guía metodológica aplicables a la construcción sustentable en concordancia con la estructura organizativa de la DIEE y las buenas prácticas de administración de proyectos.				
Los componentes de la guía metodológica	Guía metodológica: Documento que contiene pautas orientativas para realizar un proceso o conjunto de procesos con un fin determinado. No funge como norma, sino que contempla aspectos a observarse para lograr eficientemente el propósito buscado.	Componentes que cumplan con estándares internacionales.	Análisis de los componentes de la guía metodológica requerida orientada a la planificación de proyectos sustentable	Se analizó las estructuras de diferentes planes de gestión para edificios sustentables a fin de poder determinar una base comparativa entre un marco y otro
		Componentes que se adapten a las necesidades de la DIEE		
		Componentes mencionados o enfatizados por los expertos durante la entrevista.	Entrevista estructurada a expertos en administración de proyectos sustentables	Las preguntas formuladas fueron validadas por consulta a expertos. Una vez elaborada la entrevista los resultados

<i>VARIABLE</i>	<i>CONCEPTUALIZACIÓN</i>	<i>INDICADORES</i>	<i>INSTRUMENTOS/ MÉTODOS</i>	<i>PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS</i>
				fueron tabulados o aplicados directamente según la razonabilidad de las respuestas.
	Estructura organizativa de la DIEE: Estructura funcional de la organización para la cual se requiere la guía metodológica y en la cual se desarrollarían los proyectos de infraestructura sustentable.	Sumatoria de cantidad de respuestas coincidentes por parte de los entrevistados.	*Entrevista estructurada de funcionarios clave (jefaturas) de la DIEE para ajustar la guía metodológica a la organización.	La selección de la muestra se hizo conforme a la población a la que se le solicita la información. Una vez obtenidos los datos, los mismos se tabularon para valorar el peso relativo de las respuestas mediante análisis estadístico. Se consideró la estructura organizacional requerida para la adecuada implementación de este tipo de planes
	Buenas prácticas de administración de proyectos: Las prácticas probadas y planteadas por expertos para desarrollar en forma sistemática y eficiente, según la organización determinada, cualquier tipo de proyectos mediante procesos de administración de proyectos, con la recomendación de técnicas y herramientas	Sanas prácticas mencionadas y utilizadas por los expertos.	Aplicar juicio de expertos para enfocar la elaboración de la guía a la planificación de proyectos de infraestructura sustentable. Circular cuestionario a profesionales diseñadores e inspectores de la DIEE sobre los procesos de	Se analizaron las prácticas más aceptadas de diferentes planes de gestión a fin de poder determinar si existen algunas de importancia trascendental no contempladas en las prácticas del PMI

<i>VARIABLE</i>	<i>CONCEPTUALIZACIÓN</i>	<i>INDICADORES</i>	<i>INSTRUMENTOS/ MÉTODOS</i>	<i>PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS</i>
	para cada proceso.		administración de proyectos utilizados y su apreciación sobre la importancia de los mismos para la organización.	
	<p>Construcción sustentable: Es un modelo de construcción que incide en el comportamiento social y en los hábitos de conducta de una comunidad, en el cual se vela por una reducción efectiva del impacto sobre el medio ambiente así como su conservación y mantenimiento, en todas sus etapas de desarrollo tanto en el ámbito del uso racional de la energía como en el uso de materiales, controlando el grado de afectación al ambiente en todas las etapas, partiendo de la extracción y procesamiento de la materia prima, la fabricación, el transporte, la utilización, reutilización, reciclaje y muerte</p>	Los parámetros deben cumplir con los estándares reconocidos a nivel mundial	Listas de verificación	Se definieron los parámetros técnicos asociados a un plan de gestión de proyectos sustentables a fin de que los mismos se mantengan dentro del estándar aceptado. Se utilizaron matrices relacionales entre los listados de verificación.
2. Incorporar en la elaboración de la guía metodológica, los requisitos básicos de proyectos de infraestructura educativa sustentable.				
Los requisitos básicos de proyectos de infraestructura educativa sustentable.	<p>Requisitos básicos de proyectos de infraestructura educativa sustentable: Corresponden a los requisitos correspondientes con los criterios de sustentabilidad mundialmente reconocidos pero que sean aplicables a las características del país</p>	Los requerimientos están dentro de la norma nacional o internacional o son reconocidos por los expertos y profesionales entrevistados	<p>*Consulta de Juicio de Expertos sobre construcción sustentable en Costa Rica.</p> <p>*Estudio de la normativa técnica aplicable a la infraestructura educativa para ajustar los</p>	Se utilizaron listados de verificación de requisitos unificadas, mediante una matriz, norma/requisitos

<i>VARIABLE</i>	<i>CONCEPTUALIZACIÓN</i>	<i>INDICADORES</i>	<i>INSTRUMENTOS/ MÉTODOS</i>	<i>PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS</i>
	(especialmente clima) y dentro de las limitaciones económicas, de disponibilidad de terreno, de adquisición de materiales, que sean aplicables a la infraestructura educativa en armonía con el resto de la normativa técnica vinculante y otros. Los requisitos a considerar serían aplicables a las etapas de diseño y construcción y no así la operativa por delimitación del estudio.		requisitos de sustentabilidad y evitar conflictos.	
3. Desarrollar en la guía, los modelos de los planes de gestión correspondientes a las áreas de conocimiento en la dirección de proyectos, concernientes a la integración, el alcance, el tiempo, la calidad, las comunicaciones, los riesgos, y la gestión ambiental.				
Los modelos de los planes de gestión correspondientes a las áreas de conocimiento en la dirección de proyectos, concernientes a la integración, el alcance, el tiempo, la calidad, las comunicaciones, los riesgos, y la gestión ambiental.	Planes de Gestión: Según los definidos por el PMBOK, adaptados a la estructura organizacional de la DIEE y enfocados en términos generales para su aplicabilidad a cualquier proyecto de infraestructura sustentable que desarrolle la DIEE, y delimitados a las áreas de conocimiento indicadas.	Objetivos, políticas, planes y programas acorde a los planes de gestión considerados dentro del alcance de la investigación.	*Consulta y análisis de los activos de los procesos de la DIEE, especialmente los procedimientos enfocados a la planificación de proyectos. *Ajustar los activos de los procesos de la organización referidos a los planes de gestión según las áreas de conocimiento del enfoque del presente estudio. *Diseñar los activos de los procesos de la organización faltantes referidos a los planes de gestión según las áreas de conocimiento del enfoque del presente estudio.	Se definieron los parámetros de gestión de proyectos asociados los planes subsidiarios correspondientes.

Fuente: los autores.

D. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Bases comparativas de datos. Se analizaron las estructuras de gestión de proyectos para edificios sustentables diferentes a las contempladas por el PMI, a fin de poder determinar una base comparativa entre un marco y otro y así implementar en el presente estudio, las prácticas más aceptadas entre los diferentes planes.

Análisis de encuestas y entrevistas estructuradas. Una vez elaborada la entrevista, los resultados fueron tabulados y analizados.

SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS

Muestreo de los profesionales diseñadores e inspectores de los proyectos de infraestructura de la DIEE

Para la selección de los profesionales indicados se utilizó la técnica de muestreo probabilísticos aleatorio simple, dado que todos los sujetos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados en la muestra y tanto esta probabilidad como la población son previamente conocidas. En el caso particular de esta investigación, la población encuestada corresponde a 38 sujetos, conformados por 17 diseñadores(as) y 21 inspectores(as) con una probabilidad de ser encuestados del 2,63% cada uno(a).

Para los propósitos de la presente investigación se aplica el concepto de la inferencia estadística al considerar que la muestra de la población encuestada presenta una distribución de probabilidad normal y de acuerdo con el *Teorema Central del Límite* que dice que toda muestra al aumentar, tiende a la normalidad y es susceptible de ser analizada bajo una distribución de probabilidad normal, se decidió que la muestra de encuestados fuera amplia, en razón de la disponibilidad de correr las encuestas y procesar la información de las mismas dentro del tiempo disponible para este propósito.

Cálculo del tamaño de la muestra conociendo el tamaño de la población:

Infiriendo una distribución de probabilidad normal de la muestra, se tiene que la fórmula estadística para el cálculo del tamaño de la muestra es la siguiente:

En donde:

- N = tamaño de la población
- Z_{α} = Factor de nivel de confianza para distribuciones normales
- p = probabilidad de éxito o proporción esperada
- q = probabilidad de fracaso, (q = 1 - p).
- d = precisión (error máximo admisible en términos de proporción)

Considerando:

- Un nivel de confianza o seguridad del 90%, $Z_{\alpha} = (1-\alpha) = 1,645$ (De conformidad con Tabla No.1 del artículo Estimaciones Estadísticas: Un acercamiento Analítico de (Badii)).
- p, una probabilidad de éxito o proporción esperada del 50%, el cual es el valor máximo valor recomendado Torres y Paz, en caso de no tenerse idea de dicha proporción por carecer de información de estudios anteriores como es en este caso.
- d = 3,5%

Se obtiene el siguiente valor:

$$n = \frac{38 \times (1,645)^2 \times 0,50 \times (1 - 0,50)}{(0,035)^2 \times (38 - 1) + (1,645)^2 \times 0,50 \times (1 - 0,50)}$$

$$n = 35,61$$

Si se considera un nivel de confianza del 80%, para el cual el valor de $Z_{\alpha} = (1-\alpha)$ es igual a 1,28, se encuentra el siguiente valor del tamaño de la muestra n :

$$n = \frac{38 \times (1,28)^2 \times 0,50 \times (1 - 0,50)}{(0,035)^2 \times (38 - 1) + (1,28)^2 \times 0,50 \times (1 - 0,50)}$$

$$n = 34,21$$

Como se desprende de la fórmula, el tamaño de la muestra en poblaciones de sujetos de investigación bajas como corresponde al presente caso, tiende a ser similar a la población total, es decir si se cuenta con una población reducida, se debe muestra casi la totalidad de dicha población para obtener niveles de confianza usuales en el análisis estadístico.

Dado que únicamente fue factible correr el cuestionario entre 34 profesionales diseñadores e inspectores de la DIEE y no sobre todos los 38, se concluye que los resultados obtenidos cuentan con un nivel de confianza del 80% y con una precisión estadística del 3,5%.

Muestreo de las jefaturas para determinar el estado de situación en la implementación de los procesos de la administración de proyectos de infraestructura ordinaria en la DIEE

Se entrevistó a la totalidad de los tres jefes quienes podrían brindar la información requerida para la presente investigación. No fue entrevistado el jefe del departamento de Contrataciones de la DIEE, dado que la gestión de las Adquisiciones está fuera del alcance del presente estudio.

Muestreo de los expertos en gerencia de proyectos de construcción sustentable

Para la selección de los expertos indicados se utilizó la técnica de muestreo no probabilístico intencional o de opinión, en el que se aplica la lógica para la selección de la muestra que sea representativa de una población. En este tipo de muestreo los sujetos son seleccionados de acuerdo con criterios previamente establecidos, dado que el muestro probabilístico resulta no realizable por restricciones de tiempo y costo, y que un muestreo probabilístico no funciona para hacer generalizaciones, puesto que no existe certeza que la muestra extraída tenga representatividad, dado que no todos los sujetos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados (Torres & Paz, 2002).

En el caso particular del presente proyecto de investigación el muestreo estuvo restringido al tiempo disponible dentro del plazo limitado de la presente investigación, así como a la disponibilidad de los sujetos seleccionados para conceder las entrevistas a los investigadores.

Definición de parámetros técnicos. Se definieron los parámetros técnicos asociados a un plan de gestión de proyectos de infraestructura educativa sustentable de conformidad con los requerimientos específicos de este tipo de edificaciones así como de las áreas de conocimiento contempladas en la presente investigación.

Listados de verificación y matrices. Se utilizaron listados de verificación de requisitos unificados, mediante una matriz a fin de procesar los datos y extraer la información requerida.

CAPITULO IV: Propuesta

A. ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL

1. APLICACIÓN ACTUAL DE LOS PROCESOS DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS EN LA DIEE DESDE LA PERSPECTIVA DE LAS JEFATURAS

Sobre la base de la entrevista semiestructurada realizada a los jefes de departamento y unidad de la DIEE en las fases de diagnóstico-diseño e inspección de los proyectos ordinarios de infraestructura educativa, se presenta seguidamente un resumen del estado actual de la aplicación de los procesos de administración desde un enfoque de las áreas del conocimiento delimitadas dentro del alcance del tercer objetivo específico de la presente investigación. El conocimiento de cuáles procesos son actualmente empleados en la DIEE, así como sus niveles de implementación, permite determinar las fortalezas por aprovechar así como las debilidades que deben superadas en el gestión de proyectos de infraestructura educativa sustentable.

Primeramente se describe cómo se realiza la gestión ambiental de los proyectos, área del conocimiento fundamental en todo proyecto de construcción, el cual adquiere mayor relevancia aún en los proyectos de infraestructura sustentable.

1.1. GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS PROYECTOS ORDINARIOS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DE LA DIEE

En Costa Rica el desarrollo de los proyectos de obra pública está condicionado por el artículo 59 de la Ley de Contratación Administrativa (No.7494), a que el inicio del procedimiento de contratación respectivo debe ser precedido por un estudio ambiental referente a impactos de dichos proyectos. Dicha obligación nuevamente está mencionado en el artículo 148 del Reglamento de la Contratación Administrativa

(Ley 8511) que aclara que las características del estudio de impacto ambiental son establecidas por la autoridad competente, y también define que los proyectos incluirán las previsiones necesarias para preservar o restaurar las condiciones ambientales de conformidad con el estudio referido.

De conformidad con la Ley Orgánica del Ambiente (No. 7554), su artículo 17 define que la entidad competente para evaluar el impacto ambiental de actividades que alteren o generen residuos que afecten el ambiente es la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), cuya aprobación previa constituye en requisito indispensable para iniciar obras o proyectos.

El MEP no está exonerado de tramitar las solicitudes de aval ambiental de sus proyectos de infraestructura ante SETENA, pues dicho trámite es exigido por el marco legal imperante. Sí ha logrado negociar con SETENA, en razón de que ésta última tiene potestad de hacerlo, un trámite más expedito, comparado con el que siguen los desarrolladores privados, sobre la base del interés público inherente a los proyectos del MEP.

Uno de las condiciones más favorables de la negociación mencionada consiste en que se puede presentar a trámite ambiental portafolios o paquetes de proyectos de infraestructura completamente independientes entre sí y con un área mayor a los 500 m² cada uno, en lugar de presentarlos en forma separada. Dentro de cada portafolio, por ejemplo, se presenta una sola copia de la personería jurídica del Estado, como propietario de los inmuebles sobre los que se desarrollarán los proyectos. No existe un número mínimo o máximo de proyectos para la conformación de los portafolios ni tampoco existe un límite superior en cuanto al área conjunta de los desarrollos constructivos, pero usualmente éstos están constituidos por aproximadamente entre diez a quince proyectos, conforme los mismos sean preparados por la DIEE para agruparlos en forma periódica.

Otras condiciones adicionales consisten en que para el trámite ambiental, se exonera al MEP de algunos detalles en la presentación formal de la documentación tales como:

- Certificación literal de la propiedad del terreno del centro educativo donde se desarrollará el proyecto.
- Copia certificada del plano catastro del terreno.
- Realización de valoración arqueológica.
- Pago de la garantía ambiental (2% del monto del proyecto)

Estas exoneraciones encuentran su sustento al evitar hacer emplear escasos recursos de los centros educativos en el pago de las mismas, aparte de agilizar el trámite correspondiente.

Por otro lado, el MEP se ha comprometido con SETENA a realizar por cada proyecto un estudio de suelos, una valoración geológica preliminar, y en caso de encontrarse hallazgos arqueológicos, se procedería a suspender las obras y contactar con las instancias correspondientes para la prospección del sitio. Igualmente, la DIEE se compromete a designar a uno de sus funcionarios como regente ambiental de los proyectos avalados, quien tiene la responsabilidad de verificar el adecuado cumplimiento de las buenas prácticas ambientales emitidas por SETENA, dentro de las que se señalan la adecuada disposición de los residuos sólidos y los efluentes de aguas servidas. El cumplimiento de las buenas prácticas ambientales también responsabilidad de la Inspección del proyecto, quien no puede actuar como regente ambiental por cuidado de conflicto de intereses.

En relación con los proyectos con una superficie inferior a los 500 m² y que no se encuentren en áreas silvestres protegidas, los mismos están exentos de trámite ante la Setena y tampoco deben ser reportados ante la municipalidad respectiva por tratarse de obras a cargo de una institución del gobierno central, de conformidad con criterio externado por la Procuraduría General de la República.

El formulario del SETENA a presentar por cada portafolio de proyectos es el denominado D1, dado que el área constructiva del portafolio de proyectos excede los mil metros cuadrados. Se presenta un único formulario D1 por cada paquete de proyectos conformado. Si bien la ley faculta el trámite de un proyecto con un área entre los 500 m² y los 1000 m² mediante un formulario denominado D2, de trámite más sencillo que un formulario D1, la DIEE opta por incorporarlo a un portafolio de proyectos por el ahorro en el tiempo de tramitación.

Trámite actual:

1. Cuando se amerita, los profesionales diseñadores, luego de realizar su visita al sitio del proyecto, determinar el alcance del proyecto y elaborar el diseño de sitio arquitectónico, trasladan al funcionario coordinador con SETENA, la información requerida para incorporar dicho proyecto al portafolio en conformación. La información que suministran es el anteproyecto, fotografías de los terrenos, un formulario por centro educativo con información acordada con SETENA, que involucra, entre otros los siguientes datos: coordenadas geográficas, descripción de las obras a construir, área involucrada, duración de las obras, tratamiento a darse a las aguas residuales, cantidad de suelo a remover, etc.
2. Luego de conformado un portafolio de proyectos con la información requerida por SETENA, se envía el mismo con nota de solicitud firmada por el regente ambiental y el director de la DIEE.
3. SETENA responde, en términos de mes y medio a dos meses, emitiendo una resolución que brinda el aval ambiental por cada uno de los proyectos incluidos en el portafolio aprobado. Copia de dicha resolución es archivada en cada uno de los expedientes técnicos que los diseñadores conforman para cada proyecto.
4. Después de emitida la resolución de la SETENA, se cuenta con dos años para llevar a cabo la construcción de cada uno de los proyectos involucrados, los cuales deben ser inspeccionados por el correspondiente regente ambiental,

quien hace anotaciones en la bitácora ambiental (una sola por cada grupo de proyectos avalados) y debe presentar un informe de regencia ante la SETENA cada dos meses como máximo.

1.2. GESTIÓN LOS PROYECTOS ORDINARIOS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DE LA DIEE DURANTE LA FASE DE FORMULACIÓN Y DISEÑO

Al Departamento de Proyectos de la DIEE le corresponde el desarrollar la etapa de formulación y diseño de los proyectos de infraestructura de la DIEE, arrancando desde el levantamiento de los requisitos de los centros educativos hasta la entrega del proyecto debidamente formulado (planos constructivos, delimitación del alcance, especificaciones técnicas especiales, presupuesto referencial y programa de trabajo) y traslado correspondiente de la documentación requerida por el Departamento de Contrataciones para realizar las actividades de contratación de la empresa constructora de las obras.

Gestión de la Integración:

Acta constitutiva de los proyectos de diseño: Existe un procedimiento interno que instruye paso a paso a los profesionales diseñadores, desde el ingreso de una solicitud de infraestructura hasta la asignación formal de un proyecto de diseño a un profesional específico, dicho procedimiento plantea las funciones que le compete para lograr los entregables esperados. Para el desarrollo de los proyectos de diseño se conforma, mediante documento formal emitido por la jefatura, a manera de acta constitutiva del proyecto de diseño, el equipo de profesionales con un coordinador o líder del equipo, quien generalmente, y según la tipología del proyecto, es un(a) arquitecto(a) quien coordina el diseño con los profesionales colaboradores, los diseñadores de los componente complementarios del diseño (ingenieros civiles, eléctricos y electromecánicos) y el topógrafo.

Planificación de las actividades de formulación y diseño de los proyectos: El procedimiento establecido plantea que los profesionales líderes y sus colaboradores,

elaboren un cronograma de hitos en cuanto a las distintas etapas de la formulación y diseño de los proyectos. La jefatura evalúa y valida los plazos planteados por los profesionales según sus cargas de trabajo, y realiza control periódico del avance y cumplimiento de los cronogramas.

Desglose del trabajo: El trabajo en la etapa de formulación y diseño de los proyectos de infraestructura contemplan cuatro subetapas:

- a) Estudios preliminares (visita al sitio, estudio de inventario diagnóstico de los requisitos, estudio geotécnico, estudios hidrogeológicos, estudios forestales, estudios de vulnerabilidad sísmica, de deslizamientos, etc.).
- b) Anteproyecto,
- c) Elaboración de borradores de planos en general y
- d) Elaboración de planos definitivos, en conjunto con las especificaciones técnicas, el presupuesto referencial y el cronograma básico.

Al final de cada etapa están definidos los entregables correspondientes cuyo formato está estandarizado.

Monitoreo y control del trabajo: El monitoreo y control de las actividades se realiza por medio de distintas herramientas, dentro de las que se citan la realización de revisiones sobre el cumplimiento del alcance y calidad de los entregables por medio de listados de verificación ideados para tal fin, el desarrollo de reuniones periódicas para el monitoreo del avance del trabajo, y la presentación de informes mensuales de desempeño sobre los subproyectos de diseño sobre la base de los cuales se registra la información sumaria del avance de las actividades de diseño en un cuadro general del control. Por otro lado, la jefatura enfrenta dificultades para el control del trabajo, especialmente el concerniente al diagnóstico del sitio de la construcción, debido a la limitación de tiempo y a la escasez de recursos humanos en el departamento.

Control de cambios: Los cambios son documentados con la debida justificación de conformidad con las condiciones cambiantes que afectan el diseño de las obras.

Cierre de la etapa de diseño: Terminados los entregables de esta etapa para cada proyecto de infraestructura, se envía la documentación pertinente al Departamento de Contrataciones para que se inicien los procesos de contratación administrativa para contratar a una empresa constructora que realice los trabajos bajo la inspección o supervisión de los inspectores de la DIEE.

Gestión del Alcance:

Recopilación de requisitos: Este proceso se desarrolla durante la etapa de los estudios preliminares. Se coordina con otras dependencias del MEP que brindan asistencia financiera o de recursos en el área de infraestructura, para obtener información y racionalizar la asignación de los recursos que brinda la DIEE. El levantamiento de la información de inventario diagnóstico se realiza por medio de un listado de verificación diseñado al efecto. Igualmente, la recopilación de los requisitos se realiza mediante entrevista a los interesados.

Definición y Verificación del Alcance del Proyecto: Éste es definido en forma conjunta por el equipo del proyecto según el análisis de la información obtenida de los estudios preliminares, los requisitos planteados, la factibilidad técnica de realizar las obras y el control cruzado de la información de otras dependencias para definir qué contempla el proyecto. Posteriormente, el alcance puede ser ajustado de conformidad con las reuniones de verificación del mismo que se realizan con los interesados clave: los usuarios, representados por los miembros de la Junta y la dirección del centro educativo y los patrocinadores, en las personadas de la viceministra administrativa y el director de la DIEE.

Gestión del Tiempo:

La gestión del tiempo de los subproyectos de diseño se realiza mediante calendarios de hitos referenciados a los entregables de las subetapas en las que se desglosa el trabajo de la formulación y diseño de los proyectos de infraestructura.

Gestión de la Calidad:

La política de calidad en la etapa de diseño de los proyectos plantea que la misma sea acorde con las necesidades debidamente comprobadas, que los usuarios se sientan a gusto y que se cumpla con todas las regulaciones establecidas en la amplia normativa aplicable a las obras de infraestructura educativa. Uno de los aspectos de la política de calidad que ha tenido una mejora significativa corresponde al enfoque en el cliente durante el desarrollo de los diseños, pues éstos últimos no son impuestos por los profesionales como solía ser en el pasado, sino que ahora se escucha y se valora la opinión de los usuarios, y cuando hay conflictos entre las opiniones de los mismos con aspectos de normativa obligatoria, se procede a explicar y convencer sobre las decisiones técnicas que se tomen.

Gestión de las Comunicaciones:

Las comunicaciones relevantes relacionadas con las tareas de diagnóstico y diseño de los proyectos de infraestructura se documentan de conformidad con plantillas estandarizadas, lo que simplifica el registro de las comunicaciones con el correspondiente ahorro de tiempo. Por otro lado, se confecciona un expediente de diseño para cada proyecto en el cual se almacenan todas las comunicaciones y documentos relevantes en la toma de decisiones, tales como los distintos estudios preliminares que sean requeridos, así como las minutas de las reuniones sostenidas entre los miembros del equipo, con los usuarios, los proveedores de servicios de consultoría, etc.

Gestión de los interesados: Terminada la etapa del anteproyecto particular, se concerta una reunión con la junta y la dirección del centro educativo para presentarles el mismo, el cual contiene las variantes resultantes de los estudios preliminares y las consultas con otras dependencias, en cuanto a la verificación de las necesidades (Dirección de Planificación Institucional) u otras ayudas en infraestructura. En esta reunión los usuarios se pueden manifestarse sugiriendo cambios razonables a implementar en la propuesta por condiciones o requisitos no comunicados anteriormente a los diseñadores. Los temas y acuerdos tomados en cada reunión se documentan debidamente con una minuta.

Gestión de los Riesgos:

Se plantea la necesidad de implementar la gestión de riesgos en forma sistemática, pues si bien están identificados algunos de los riesgos de conformidad con las lecciones aprendidas de riesgos materializados en proyectos anteriores, no se ha tenido la oportunidad de implementar un procedimiento para la gestión de los riesgos.

1.3. GESTIÓN LOS PROYECTOS ORDINARIOS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DE LA DIEE DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

La etapa de la administración de la construcción de las obras está a cargo del Departamento de Ejecución y Control, DEC, de la DIEE, después de que la empresa constructora haya sido formalmente contratada por el Departamento de Contrataciones de la Dirección. Dentro de esta etapa se implementan subproyectos de inspección o supervisión de las obras, para garantizar el debido cumplimiento de los constructores en cuanto al alcance, la calidad de las obras según las correspondientes especificaciones técnicas, y el programa de trabajo, así como cualesquiera otras condiciones contractuales. Asimismo, corresponde a los profesionales del DEC, la gestión de los cambios durante la etapa constructiva, el trámite de pagos de los trabajos y la recepción y cierre del proyecto de infraestructura, cuyo entregable es el producto final: la obra de infraestructura diseñada y contratada.

Gestión de la Integración:

Acta constitutiva de los proyectos de diseño: La asignación de las responsabilidades al equipo de inspección, generalmente conformado por un inspector de obra civil y otro de obra eléctrico se realiza mediante documento formal que menciona las características generales del proyecto por inspeccionar: el alcance, el monto, la empresa constructora, y se hace referencia al procedimiento que rige las actividades de inspección. Copia de dicho documento es enviado a la junta y

dirección del centro educativo, en consideración a que todo documento relevante concerniente al proyecto debe copiarse a estos interesados.

Planificación de las actividades de formulación y diseño de los proyectos:

Luego de la designación del equipo de inspectores de un proyecto en la etapa constructiva, se presenta un periodo previo al dictado de la orden de inicio para la planificación de las acciones a emprender, cuales son:

- a) Investigación y estudio pormenorizado de la documentación técnica y administrativo-contractual concerniente al proyecto y que es necesaria para la toma de decisiones durante la etapa de inspección. Tal documentación es consultada de los expedientes de diseño y de contratación administrativa que se implementan en los departamentos de Proyectos y Contrataciones, respectivamente. Los documentos relevantes, tales como estudios preliminares, el cartel de licitación, la oferta del constructor adjudicado, y los planos constructivos, son copiados e incorporados al expediente de control de ejecución que se establece para la administración de la ejecución de las obras.
- b) Reuniones de consulta con los profesionales diseñadores para recabar información general sobre el proyecto por ejecutarse, que no se encuentren en los documentos del expediente de diseño.
- c) Reuniones de coordinación inicial con el constructor y los personeros del centro educativo (junta y dirección), para definir y aclarar la estrategia del proceso constructivo, y la tramitología de coordinación administrativa entre las tres partes.

Desglose del trabajo: El trabajo en la etapa de ejecución de los proyectos de infraestructura contempla tres subetapas:

- a) Planificación del proceso constructivo (descrito anteriormente)
- b) Ejecución de la construcción de las obras,
- c) Entrega y cierre del proyecto

Al final de la última etapa los entregables relevantes son la obra construida y el expediente administrativo de control de ejecución que sirve de respaldo sobre las acciones de control financiero, del programa de trabajo, de la calidad de las obras y de las sanciones del constructor que resultaren.

Monitoreo y control del trabajo: El monitoreo y control de las actividades se centra principalmente en los proyectos en ejecución, para lo cual se presentan informes de desempeño mensual de cada una de las obras. Dicho informe presenta datos sobre el porcentaje de avance de las obras, la inversión realizada a la fecha, las modificaciones contractuales implementadas y el control del programa del proyecto con mención de las ampliaciones o suspensiones del plazo y la fecha actualizada de conclusión de las obras. El monitoreo del trabajo de los inspectores es difícilmente llevado a cabo por la jefatura debido a poca disponibilidad de tiempo debido a sus múltiples ocupaciones.

Control de cambios: El control de los cambios de un proyecto de obra pública durante su etapa constructiva, resulta crítico debido a las restricciones imperantes por la Ley de Contratación Administrativa y su respectivo Reglamento. Es por ello que el DEC cuenta con un procedimiento detallado, con sus respectivas plantillas, que orienta a los inspectores a realizar y controlar los cambios con la adecuada seguridad jurídica requerida.

Cierre de la etapa de diseño: El cierre de la etapa constructiva de los proyectos de infraestructura se realiza a través de la recepción de las obras de parte del constructor y de su entrega a la junta del centro educativo. Posteriormente se realiza el cierre financiero del proyecto con el correspondiente pago de los reajustes de precios que procedan.

Gestión del Alcance:

Control del Alcance: En esta etapa los inspectores deben controlar que los constructores cumplan con el alcance de las obras contratadas, en términos definidos en las especificaciones técnicas.

Gestión del Tiempo:

La gestión del tiempo durante la etapa constructiva de los proyectos de infraestructura se realiza mediante la revisión, por parte de los inspectores, de la razonabilidad del cronograma presentado por el constructor que resulte adjudicatario del respectivo proceso de contratación. Igualmente, se realiza un control permanente el cronograma durante la ejecución de las obras, así como su correspondiente actualización cuando se aprueben ampliaciones del plazo contractual. El control del cronograma es sumamente importante, pues el análisis de los reajustes de precios a los que tienen derechos los constructores que son contratados por el gobierno, se fundamenta en el cronograma ajustado del proyecto.

Gestión de la Calidad:

El control de la calidad en la etapa constructiva de los proyectos de infraestructura resulta crítico pues esta fase corresponde a la materialización de la obra proyectada, donde los errores suelen ser irreversibles y evidentes, sin menoscabo de la responsabilidad inherente al trabajo de los inspectores de asegurar que los constructores cumplan con las especificaciones del proyecto.

Para mejorar el aseguramiento de la calidad se tiene proyectada la implementación de listados de verificación de las distintas subetapas del proceso constructivo, lo cual facilitaría la labor de los inspectores y disminuiría el riesgo de omitir inspeccionar un aspecto clave de la obra en curso.

Gestión de las Comunicaciones:

Como sucede en la etapa de diseño, actualmente los profesionales inspectores documentan formalmente todas las comunicaciones relevantes en sus interacciones con los constructores y los representantes de los centros educativos. Dichas comunicaciones son almacenadas en el expediente de control de ejecución correspondiente a cada proyecto inspeccionado. Paralelamente, se registran las comunicaciones técnicas que surgen durante las inspecciones de las obras en el

respectivo cuaderno de bitácora de obra, del cual se extrae la correspondiente copia que se incorpora en el expediente de control de ejecución mencionado. La jefatura del DEC, igualmente, lleva un registro de control de todas las obras en ejecución a cargo de sus profesionales inspectores, y con base en el cual se generan informes ejecutivos para la Dirección de la DIEE u otras autoridades superiores. Otra forma en la que se distribuyen las comunicaciones es mediante reuniones internas, interdepartamentales y externas, de las cuales se deben desarrollar las respectivas minutas o actas. Las comunicaciones externas con el resto de los departamentos de la DIEE deben ser mejoradas principalmente para la transmisión de las lecciones aprendidas y la retroalimentación multidireccional.

Gestión de los interesados: La interrelación de los inspectores con los representantes de los centros educativos resulta crucial en la etapa constructiva de las obras, ya sea para informar sobre los contratiempos que surjan durante el proyecto y que puedan atrasar la fecha de entrega de las edificaciones, la cual es esperada con anhelo por sus futuros usuarios.

Gestión de los Riesgos:

La gestión de los riesgos no ha sido implementada formalmente para los proyectos de infraestructura que desarrolla la DIEE, pues actualmente se cuenta con la identificación de algunos de los riesgos materializados en proyectos anteriores.

1.4. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES DE LA INFORMACIÓN RECABADA A PARTIR DE LAS ENTREVISTAS SEMIESTRUCTURADAS A LOS JEFES Y SUBJEFES DE LA DIEE.

Sobre la base de la investigación descriptiva realizada respecto a la aplicación de los procesos de administración de proyectos se plantean las siguientes observaciones y conclusiones, que permiten determinar los componentes que debería contener la guía metodológica propuesta por la presente investigación para el desarrollo de planes de gestión de proyectos de infraestructura educativa sustentable:

1. La DIEE, al ser una organización de reciente conformación, ha ido implementando gradualmente sus procedimientos de trabajo con base en el desarrollo de las ideas de sus profesionales y la experiencia práctica obtenida progresivamente, lo anterior fortalecido por una cultura organizacional fuertemente orientada hacia la mejora continua. No obstante lo anterior, esta evolución se ha visto parcialmente frenada debido al intenso trajín asociado con la atención urgente de múltiples necesidades acumuladas desde hace mucho tiempo, lo que ha obligado en muchos casos a planear qué hacer sobre la marcha. De acuerdo con esta situación, en la DIEE se han implementado procesos de administración de conformidad con las necesidades prácticas de la organización, y algunos de estos procesos están muy desarrollados mientras que otros no, situación que plantea la necesidad de ofrecer una guía metodológica que coadyuve en la planificación integral de los proyectos de infraestructura, y en especial a los de naturaleza sustentable.
2. En relación con la gestión ambiental de los proyectos es claro que la DIEE cumple con lo establecido en la legislación nacional, con la particularidad de que se utiliza un trámite abreviado, autorizado por la SETENA, para agilizar el trámite masivo de proyectos de infraestructura educativa en razón de la atomización de la misma a lo extenso del país. Por otro lado se dispensa del pago de la garantía ambiental dado que el propietario de la infraestructura educativa pública es el mismo gobierno y se evita recanalizar a otros fines los escasos recursos públicos destinados a obras de gran impacto social como lo es la infraestructura educativa. Por otro lado, se aprecia que es necesario mejorar los procedimientos destinados al cumplimiento satisfactorio de los compromisos ambientales durante la etapa de ejecución de las obras, razón por la cual, la DIEE está implementando las medidas del caso.
3. La conformación de los equipos de los subproyectos de diseño e inspección, dentro de dos de las etapas básicas de los proyectos de infraestructura se realiza formalmente por escrito en cada departamento, conforme un proyecto de infraestructura transita dentro de la estructura funcional de la DIEE. Sin

embargo, no existe la definición de un responsable, mediante un acta constitutiva integral del proyecto, que dé seguimiento a los proyectos a lo largo de todas sus etapas, desde la formulación de los mismos hasta la terminación de su construcción.

4. El monitoreo y control del trabajo es realizado en forma generalizada y sectorizada por parte de las jefaturas y predominantemente desde la oficina, debido a las serias limitaciones de tiempo ante las múltiples ocupaciones. El control en el campo se ve limitado en relación con el alto consumo del limitado tiempo en los desplazamientos a los distintos sitios donde se desarrollan los proyectos en todo lo extenso del país. También se debe considerar que cada departamento gestiona un amplio portafolio de proyectos por lo que el control personalizado solo puede orientarse a los proyectos críticos. Si bien la implementación de un mayor control del trabajo debe solucionarse con ajustes organizacionales, como podría ser la habilitación de personal auxiliar de las jefaturas, igualmente se plantea la creación o mejora de herramientas que permitan realizar dicho control de manera ágil y sistemática. En relación con la infraestructura educativa sustentable, el monitoreo y control del trabajo revisten una mayor importancia debido a la exigencia de los requisitos de diseño y construcción involucrados.
5. El control de cambios resulta de capital importancia en la administración de proyectos de construcción de obra pública, situación que resulta más importante si se agrega la condición de sustentabilidad de dichas obras. De acuerdo con la investigación realizada se concluye que la gestión de los cambios está claramente definida de conformidad con los procedimientos establecidos. Sobre la base de lo anterior, se considera relevante incorporar en la guía metodológica la gestión de los cambios sobre la base de lo que ya está establecido por la DIEE, realizando algunos ajustes en las plantillas requeridas para adecuarlas al concepto de la sustentabilidad de las obras.
6. La definición del alcance de los proyectos se realiza contemplando numerosos insumos como los requisitos de los usuarios, los resultados de los estudios

técnicos y la normativa vinculante. Dicho proceso se ha ido depurando desde la creación de la DIEE, lo que permitirá disponer de planos constructivos más detallados que faciliten la labor de control del alcance de los inspectores, así como minimizar la realización de modificaciones contractuales, cuyo trámite resulta engorroso y sumamente restringido por la legislación vinculante. Como contribución a la mejora en la definición del alcance se propone impulsar la utilización de la técnica del desglose de la estructura del trabajo EDT, de manera que sea posible una clara y exhaustiva identificación del objeto contractual, antes de que el proyecto sea trasladado a la etapa de contratación del constructor.

7. En relación con la gestión del tiempo, se indica que el desarrollo del cronograma de los proyectos de infraestructura presenta oportunidades de mejora puesto que actualmente se realiza una estimación global de la duración basada en la experiencia de la duración de proyectos anteriores y el cronograma se presenta mediante un diagrama de barras básico, sin que se detalle el desarrollo de un cronograma realizado con un programa informático como MsProject® o similar, debido a limitaciones de hardware y capacitación en la utilización de esta herramienta.
8. Es necesario mejorar el control de la calidad, especialmente en la etapa constructiva de las obras mediante la implementación de listados de verificación de la calidad de los componentes constructivos clave. En relación con las construcciones sustentables, para las cuales los parámetros de calidad son estrictos y especializados, es fundamental el uso de estas herramientas que ayuden en el monitoreo, control y el aseguramiento de la calidad de las obras. En cuanto al control de la calidad de los procesos que deben llevar a cabo las jefaturas, especialmente relacionado con el trabajo de campo, se recomienda igualmente implementar listados de verificación que sirvan de herramientas a las jefaturas o los profesionales delegados en las tareas de supervisión de los trabajos.

9. La gestión de las comunicaciones está bien implementada a lo interno de los departamentos, pues se cuenta con los procedimientos que sirven de guía para su efectiva realización, así como las plantillas para la documentación de dichas comunicaciones aunque se considera que dichas plantillas pueden ser mejoradas. En relación con las comunicaciones interdepartamentales relacionadas con los proyectos, se plantea la necesidad de mejorarlas, para el reforzamiento de la retroalimentación dentro de la cultura de la mejora continua que existe en la DIEE.
10. De conformidad con la información brindada por los entrevistados, es clara la necesidad de implementar formalmente la gestión de los riesgos en la administración de proyectos de infraestructura de la DIEE, sean ordinarios o sustentables. Una adecuada gestión de riesgos permitiría la identificación de los riesgos prioritarios en función de su probabilidad e impacto sobre los objetivos de los proyectos, así como la formulación de respuestas a manera de acciones preventivas o correctivas que permita documentar qué plan de acción seguir de manera ágil.

2. APLICACIÓN ACTUAL DE LOS PROCESOS DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS EN LA DIEE DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS PROFESIONALES QUE INTEGRAN LOS EQUIPOS DE DISEÑO E INSPECCIÓN

Con el interés de complementar la información brindada por las jefaturas de la DIEE, desde su perspectiva amplia, se consideró necesario recopilar información de parte de los profesionales que integran los equipos de diseño e inspección en las fases de formulación, diseño y construcción de los proyectos ordinarios de infraestructura educativa que desarrolla la DIEE.

2.1. PROPÓSITO DE LA ENCUESTA Y LOS SUJETOS DE INFORMACIÓN

De conformidad con el ciclo de vida del producto de los proyectos de infraestructura sustentable, las fases críticas consisten a la formulación, el diseño y construcción de las obras, y si bien la etapa de adquisición, mediante la cual se contrata a las empresas constructoras encargadas de materializar las obras proyectadas, es imprescindible, la misma no reviste ninguna particularidad sea que se trate de proyectos de infraestructura sustentable o no, pues los trámites son esencialmente los mismos. Esta es una de las razones por las que en el presente proyecto de investigación, el área de conocimiento de las adquisiciones no se considera incorporada dentro del alcance del mismo.

Con base en estas consideraciones, el propósito de la encuesta realizada fue conocer el grado de aplicación de los procesos usuales de administración de proyectos en la etapa de formulación-diseño de los proyectos, así como en la etapa de construcción; y por ello los diseñadores e inspectores de la DIEE se constituyen en los principales sujetos de información. Otro aspecto a considerar dentro del propósito mencionado, lo constituye el identificar la importancia relativa con la que se percibe, por parte de los miembros de los equipos de proyectos de diseño e inspección, la aplicación de estos procesos.

2.2. LA MUESTRA ENCUESTADA:

Se logró encuestar 34 profesionales, que corresponde a un 89,5% del total de profesionales diseñadores e inspectores de la DIEE.

La experiencia profesional media de los encuestados es de 8,70 años, y la casi todos tienen un nivel académico de licenciatura en arquitectura, ingeniería civil, ingeniería eléctrica e ingeniería en mantenimiento industrial.

2.3 EL CUESTIONARIO

En correspondencia al propósito de la encuesta, el instrumento empleado fue un cuestionario diseñado para sondear la utilización de procesos y actividades de la

administración de proyectos, tanto por los diseñadores como por los inspectores, cuyos quehaceres están claramente enmarcados en las dos fases críticas del ciclo de vida de los proyectos de infraestructura de la DIEE: la fase de formulación y diseño, y la fase de construcción. De conformidad con el tercer objetivo específico de la presente investigación, la exploración realizada se delimitó a las áreas de conocimiento de la gestión de la integración, del alcance, del tiempo, de la calidad, de las comunicaciones, de los riesgos y la gestión ambiental según la extensión construcción de la Guía del PMBOK®.

El cuestionario comprende 28 preguntas, 27 de las cuales corresponden a un dos consultas por cada pregunta, pues indagan la existencia de un determinado proceso a actividad en el quehacer de los encuestados en la DIEE, así como la apreciación del encuestado respecto a la importancia relativa de dicho proceso o actividad. La última pregunta corresponde al ordenamiento, según la importancia percibida, sobre los factores que dificultan la implementación de procesos de construcción sustentable.

2.4. LOS RESULTADOS OBTENIDOS:

Los resultados obtenidos en la encuesta se presentan en la Tabla No.1, mostrada seguidamente. En dicha tabla se muestran las preguntas que integraron el cuestionario utilizado, agrupadas de conformidad con las áreas del conocimiento contempladas dentro del alcance de la presente investigación. En dicha tabla igualmente se muestran, tanto para los profesionales diseñadores como para los inspectores, los resultados de los porcentajes de respuestas positivas en cuanto a la aplicación de los procesos consultados, así como también los porcentajes de respuestas positivas correspondientes a la consulta si se consideraban “muy importantes” dichos procesos, sean que se aplicaran o no. Los porcentajes presentados fueron calculados como resultado del promedio de las respuestas positivas de ambas poblaciones de sujetos de información. La separación de los resultados entre los profesionales diseñadores y los inspectores se debe a que sus tareas se realizan en etapas distintas, aunque complementarias en los proyectos de

infraestructura educativa, de conformidad con la estructura organizacional funcional de la DIEE.

Tabla 4. 1: Preguntas por Área de Conocimiento de la Encuesta a los Profesionales de la DIEE

AC	No.	Pregunta:	Diseñadores		Inspectores	
			Se aplica	Es importante	Se aplica	Es importante
INTEGRACIÓN	1	¿Su participación dentro de un equipo de diseño o inspección se inicia y sustenta a partir de un documento formal?	84,62%	100%	100,00%	100,00%
	2	¿Se documenta la planificación (actividades por hacer, cronograma, etc.) de las actividades relacionadas con el proyecto de diseño o inspección?	69,23%	100,00%	85,71%	100,00%
	3	¿Se documentan las solicitudes de cambio sobre el trabajo realizado?	84,62%	100,00%	100,00%	100,00%
	4	¿Se controla el trabajo durante la realización del mismo por parte de un superior o personal delegado?	84,62%	83,33%	57,14%	85,71%
	5	¿Se controla el trabajo realizado después de ser entregado por parte de un superior o personal delegado?	75,00%	81,82%	33,33%	85,71%
ALCANCE	6	¿Se recopilan los requisitos necesarios antes de iniciar el proyecto de diseño o inspección?	100,00%	100,00%	100,00%	95,24%
	7	¿Se realiza un estudio exhaustivo del alcance del proyecto de infraestructura de conformidad con la documentación recopilada?	72,73%	100,00%	38,10%	100,00%
	8	¿Utiliza la técnica de desarrollar una estructura del desglose del trabajo (EDT) en la definición del alcance del proyecto de diseño o inspección?	50,00%	80,00%	33,33%	90,00%
	9	¿Se realiza una verificación de la aceptación del alcance con los interesados (usuarios y patrocinadores) antes de la entrega de un diseño o el iniciar la ejecución de las obras?	92,31%	100,00%	70,00%	90,00%
	10	¿Se documentan de los cambios que se realizan al alcance del proyecto?	91,67%	90,91%	100,00%	100,00%
Tiempo	11	¿Se controla el cronograma de un proyecto en ejecución para su actualización de conformidad con el avance real de las obras?	0,00%	0,00%	68,42%	100,00%
CALIDAD	12	¿El trabajo se realiza de conformidad con procedimientos que aseguran una calidad estándar?	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	13	¿Se controla regularmente la calidad de su trabajo de conformidad con los estándares	84,62%	91,67%	52,38%	95,00%

AC	No.	Pregunta:	Diseñadores		Inspectores	
			Se aplica	Es importante	Se aplica	Es importante
		establecidos?				
	14	¿Existe un mecanismo formal para la difusión de las lecciones aprendidas y la implementación de la mejora continua a lo interno de su departamento?	27,27%	90,91%	38,10%	100,00%
	15	¿Existe un mecanismo formal para la difusión de las lecciones aprendidas y la implementación de la mejora continua entre su departamento y el resto de la DIEE?	20,00%	100,00%	0,00%	100,00%
COMUNICACIONES	16	¿Los interesados (usuarios, patrocinadores) de los proyectos de infraestructura en los que usted participa son formal y permanentemente informados sobre el avance de sus actividades y los cambios realizados?	84,62%	91,67%	100,00%	100,00%
	17	¿Las comunicaciones relacionadas con los proyectos de infraestructura se almacenan en un expediente físico o digital en forma segura y fácilmente accesible por cualquier interesado?	100,00%	100,00%	95,24%	90,48%
	18	¿Presenta usted informes de desempeño referentes a los proyectos de infraestructura en los que participa?	84,62%	75,00%	76,19%	95,24%
	19	¿Se da un traslado adecuado de la información referente a un proyecto cuando se pasa de un departamento a otro?	75,00%	100,00%	11,11%	94,44%
RIESGOS	20	¿Se documentan previamente los riesgos asociados a los proyectos de infraestructura en los que usted participa?	30,77%	100,00%	14,29%	100,00%
	21	¿Se planifican las respuestas a los riesgos esperados en relación con los proyectos de infraestructura en los que usted participa?	41,67%	91,67%	14,29%	100,00%
AMBIENTE	22	¿Usted participa en acciones para minimizar el impacto ambiental generado por los proyectos en los que usted participa?	41,67%	100,00%	80,95%	100,00%
	23	¿Se aplica el concepto de construcción sustentable (sostenible, amigable con el ambiente) en las obras que desarrolla la DIEE?	38,46%	100,00%	15,79%	100,00%
	24	¿Se planifica el impacto ambiental que genera el uso de los materiales de construcción utilizados en las obras?	8,33%	100,00%	10,53%	94,44%
	25	¿Considera importante hacer un análisis pormenorizado de todos los materiales que se utilizan en la construcción a efectos de disminuir el impacto ambiental que genera su uso?	84,62%	92,31%	47,37%	78,95%

AC	No.	Pregunta:	Diseñadores		Inspectores	
			Se aplica	Es importante	Se aplica	Es importante
	26	¿Se solicita al constructor un plan para el tratamiento de residuos?	42,86%	100,00%	15,79%	100,00%
	27	¿Se realiza un proceso de maximización de la eficiencia en el consumo de energía eléctrica y agua en las edificaciones que construye la DIEE?	30,00%	100,00%	10,53%	100,00%

Fuente: los autores sobre la base de la encuesta realizada.

Seguidamente se muestran los resultados graficados en las ilustraciones de la No. 1 a la No. 6., para lo cual se han separado las preguntas para mejor claridad de las gráficas correspondientes.

Análisis de los resultados de las repuestas asociadas a las áreas de conocimiento de la gestión de la integración y del alcance (Ilustraciones No.1 y No.2)

En relación con las consultas vinculadas con el compromiso oficial documentado (a manera de acta constitutiva del proyecto) de la participación de diseñadores e inspectores en un proyecto determinado, así como la planificación de las actividades del proyecto, o la documentación de las solicitudes de cambios, unánimemente diseñadores e inspectores consideran que son procesos muy importantes, aunque su aplicación en la realidad oscila entre el 70% al 85% en el caso de los diseñadores, y entre el 85% y el 100% de los inspectores.

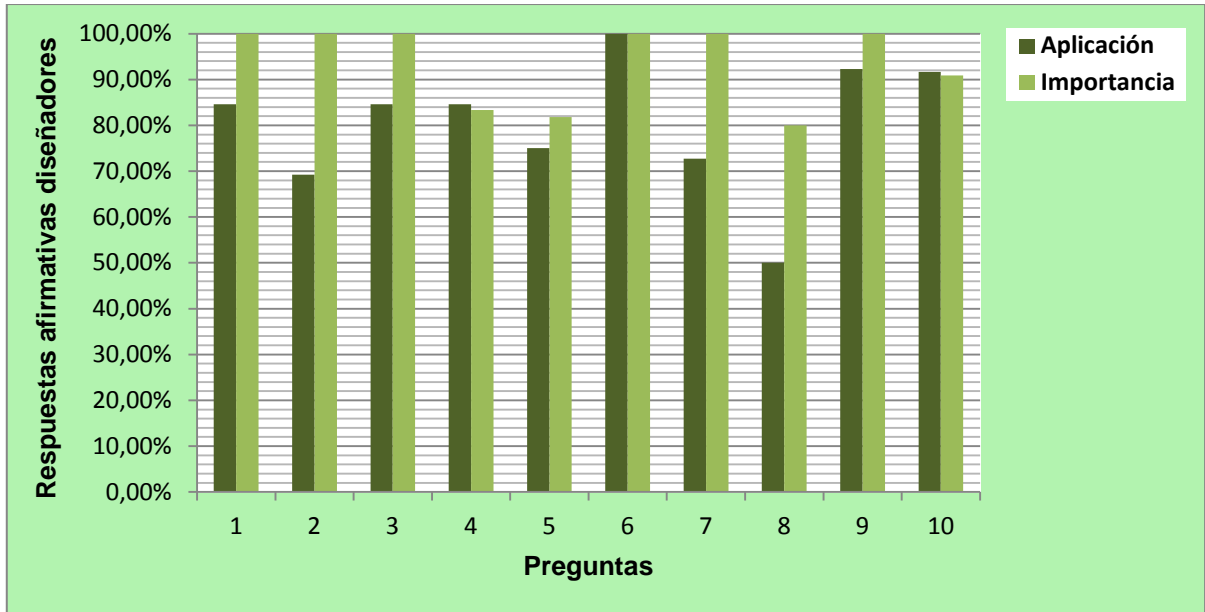


Ilustración 4. 1: Aplicación e Importancia Procesos de Integración y Alcance según Diseñadores
Fuente: los autores.

Si bien se considera la planificación de los proyectos como muy importante por la totalidad de los encuestados, su aplicación aunque muy extendida no resulta completa, posiblemente porque no se cuenta con las herramientas, plantillas o procedimientos que aseguren la aplicabilidad en forma amplia, razón por la cual se considera favorable la aceptación de una guía metodológica para la elaboración de planes de gestión de proyectos.

En relación con las consultas sobre el control del trabajo durante y después de la realización del mismo (preguntas 4 y 5), igualmente entre el 82% y el 85% de los encuestados consideran que son procesos muy importantes, no obstante su aplicación oscila entre el 33% y el 83%, obteniéndose los resultados más bajos durante la etapa de ejecución de las obras. Lo anterior puede deberse a múltiples razones, dentro de las que se cuentan limitaciones de los superiores en la disponibilidad de tiempo para ejercer las tareas de control, así como la carencia de instrumentos (como listados de verificación) que deban ser desarrollados como auxiliares de estas tareas.

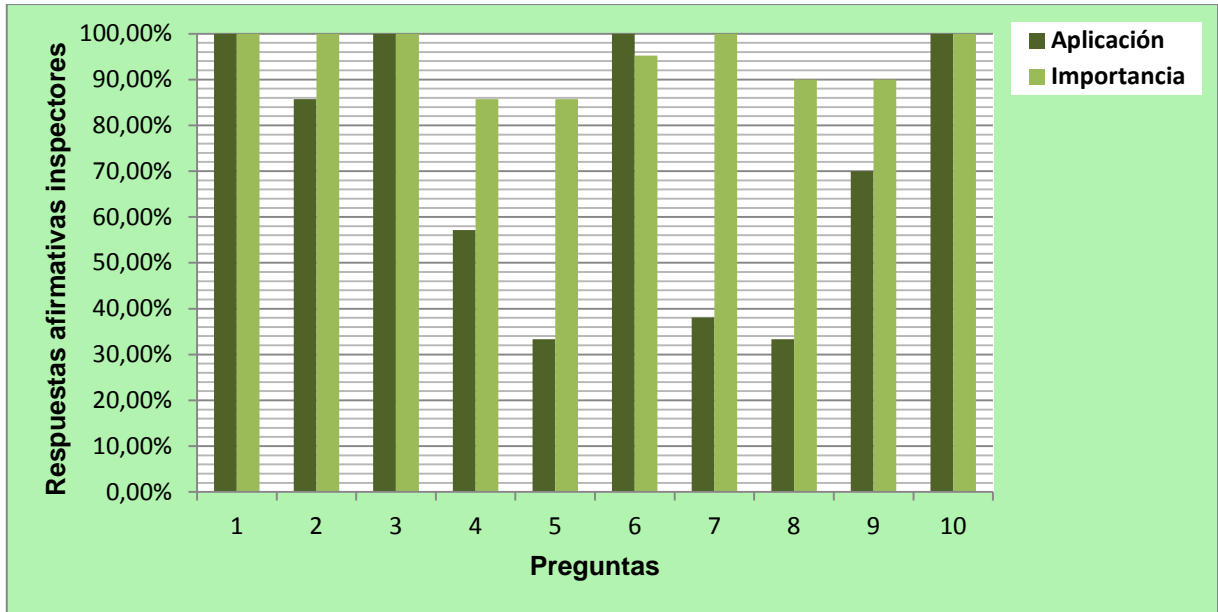


Ilustración 4. 2: Aplicación e Importancia Procesos de Integración y Alcance según Inspectores
Fuente: los autores.

En relación con las consultas relacionadas con el alcance del proyecto se observa que tanto diseñadores como inspectores aplican y consideran muy importante la recopilación de requisitos, así como la documentación de los cambios en el alcance (preguntas 6 y 10). La consideración de los encuestados en cuanto a la importancia de la recopilación de requisitos resulta entendible debido a la naturaleza compleja de los proyectos de construcción en general, en los cuales se cuentan con numerosos riesgos que se deben considerar en cuanto a las condiciones del sitio de construcción, la calidad de los materiales y equipos que intervienen en el proceso constructivo, así como los factores climáticos, y otros aspectos. Esto debe tenerse presente en cuanto a la recopilación de requisitos de las edificaciones sustentables, debido que éstos últimos resultan más exigentes en lograr y mantener.

En relación con las preguntas (7 y 8) relativas al estudio del alcance y la utilización de la técnica del desglose del trabajo, si bien los encuestados consideran como actividades muy importantes, su aplicabilidad tiene de ser baja, especialmente en la etapa de ejecución de los proyectos, lo que muestra una necesidad de reforzar los procedimientos respectivos, especialmente en lo referente al estudio del alcance,

considerando la importancia que tiene dicho estudio para el control y aseguramiento de la calidad, y en general a la orientación de los esfuerzos del equipo del proyecto para el alcance de los objetivos del proyecto.

En relación con la verificación del alcance con los interesados (especialmente con los usuarios de los centros educativos), se obtienen altos resultados en su aplicabilidad, aunque en la parte de ejecución se considera que puede mejorar, en razón de la importancia del cumplimiento de las expectativas de los interesados, especialmente en los proyectos de gobierno.

Análisis de los resultados de las repuestas asociadas a las áreas de conocimiento de la gestión del tiempo, la calidad y las comunicaciones (Ilustraciones No.3 y No.4)

En relación con la gestión del tiempo, la encuesta únicamente consideró una pregunta (la No. 11) correspondiente al control del cronograma durante la etapa de construcción de los proyectos, que fue consultada únicamente a los inspectores, quienes concordaron unánimemente en que dicha actividad es muy importante, aunque dicho control lo realiza cerca del 70% de los inspectores.

Se omitió preguntar si se desarrollaban cronogramas detallados por parte de los diseñadores durante la etapa de formulación de los proyectos, pues de conformidad con la entrevista realizada a la jefatura de los diseñadores en forma previa a la circulación de la encuesta, se conoció que la estimación de la duración de los proyectos se realiza en forma global mediante el uso de criterio de expertos y la información histórica de proyectos similares. El desarrollo de cronogramas detallados no es usual debido a que se requiere capacitación en el manejo de programas computacionales como el MsProject® para la elaboración de los mismos.

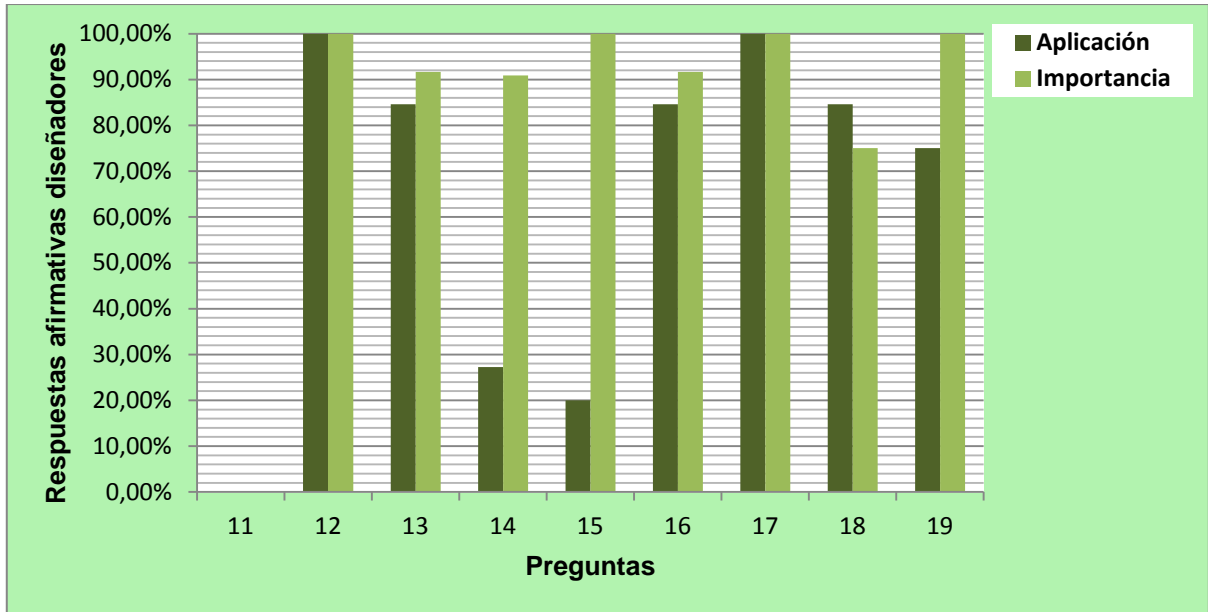


Ilustración 4. 3: Aplicación e Importancia, Tiempo, Calidad y Comunicaciones según Diseñadores
Fuente: los autores.

Esta situación observada permite advertir una oportunidad de mejora en la gestión del tiempo en los proyectos de infraestructura de la DICE, sean sustentables o no. El disponer de un cronograma detallado para cualquier proyecto de infraestructura, permite determinar claramente, y con base en un sustento técnico sólido, cuándo se alcanzaría los hitos del programa, lo que permite en gestionar adecuadamente a los interesados, especialmente usuarios de los centros educativos como los patrocinadores o autoridades superiores.

De conformidad con el presente análisis se ha considerado valioso incorporar dentro del plan de gestión del cronograma una herramienta que identifique las principales actividades relacionadas con la construcción de proyectos de infraestructura sustentable, así como sus interrelaciones lógicas y las estimaciones usuales de las duraciones de las mismas.

En relación con la preguntas sobre la gestión de la calidad, se observa que tanto diseñadores como inspectores la consideran muy importante. En forma unánime se indica que el trabajo de diseñadores e inspectores se realiza de conformidad con procedimientos para asegurar una calidad estándar (pregunta No.12). En cuanto al

control de la calidad (pregunta No.13), se observan oportunidad de mejora, especialmente en cuanto al quehacer de los inspectores quienes mencionan un porcentaje de aplicabilidad un poco superior a la mitad.

Los valores más bajos a aplicabilidad (del 0% al 20%), tanto por los diseñadores como para los inspectores corresponden a la existencia de mecanismos para la difusión de lecciones aprendidas, tanto a lo interno como a lo externo de los respectivos departamentos (preguntas 14 y 15). De conformidad con estos resultados, se plantea la oportunidad de implementar en la guía metodológica propuesta instrumentos que permitan la difusión de la retroalimentación y la gestión del conocimiento, tanto a lo interno del departamento como en cuanto a las relaciones interdepartamentales.

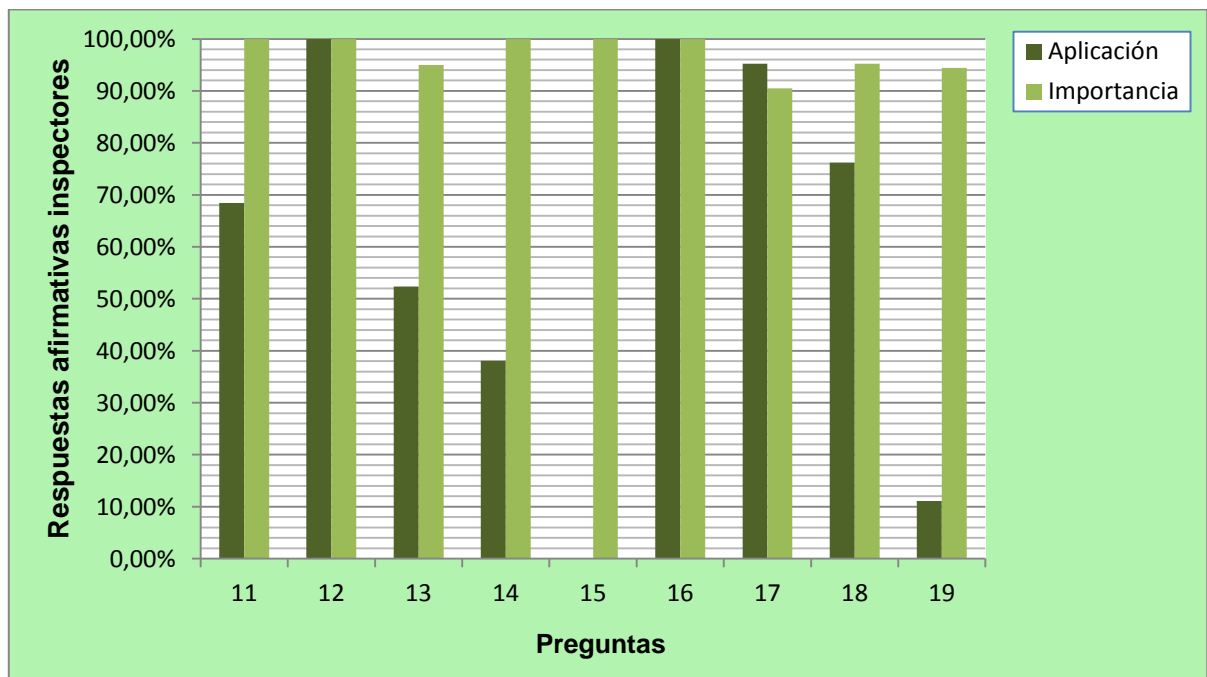


Ilustración 4. 4: Aplicación e Importancia, Tiempo, Calidad y Comunicaciones según Inspectores
Fuente: los autores.

En cuanto a las preguntas correspondientes a la gestión de las comunicaciones, se conoce que los interesados son permanentemente informados por la gran mayoría de los encuestados (pregunta 16). Igualmente, se logran altos porcentajes de

aplicabilidad (del 95 % al 100%) en cuanto al almacenamiento de las comunicaciones relacionadas con el proyecto, ya sea mediante expedientes físicos o digitales (pregunta 17).

En relación con las preguntas 18 y 19 se encuentran los porcentajes de aplicación menores, por lo que se plantea la necesidad de mejorar la presentación de informes de desempeño, como el adecuado traslado de la información relativa a un proyecto, de un departamento a otro.

Análisis de los resultados de las repuestas asociadas a las áreas de conocimiento de la gestión de los riesgos y la gestión ambiental (Ilustraciones No.5 y No.6)

Las consultas respecto a la gestión de los riesgos (preguntas 20 y 21) han demostrado que tanto diseñadores como inspectores consideran muy importante, tanto la documentación (identificación y análisis) de los riesgos, como la planificación de la respuesta a los riesgos esperados. No obstante lo anterior, la aplicación actual de dichos procesos es baja (entre un 31% a 42% por parte de los diseñadores, como un poco más del 14% por parte de los inspectores). Ello parece deberse a que aún no se ha implementado en los respectivos procedimientos una adecuada gestión de los riesgos, y que no se implementan planes de respuesta para evadir, mitigar o transferir los eventos riesgosos que pueden impactar los objetivos de los proyectos, especialmente en la etapa de ejecución de las obras. De acuerdo con esta necesidad, se muestra necesario desarrollar un modelo de un plan de gestión de riesgos dentro de la metodología propuesta por el actual proyecto de investigación, especialmente por tratarse de proyectos de infraestructura sustentable, para los cuales, la exigencia de los requisitos a considerar aumenta los impactos potenciales de los riesgos.

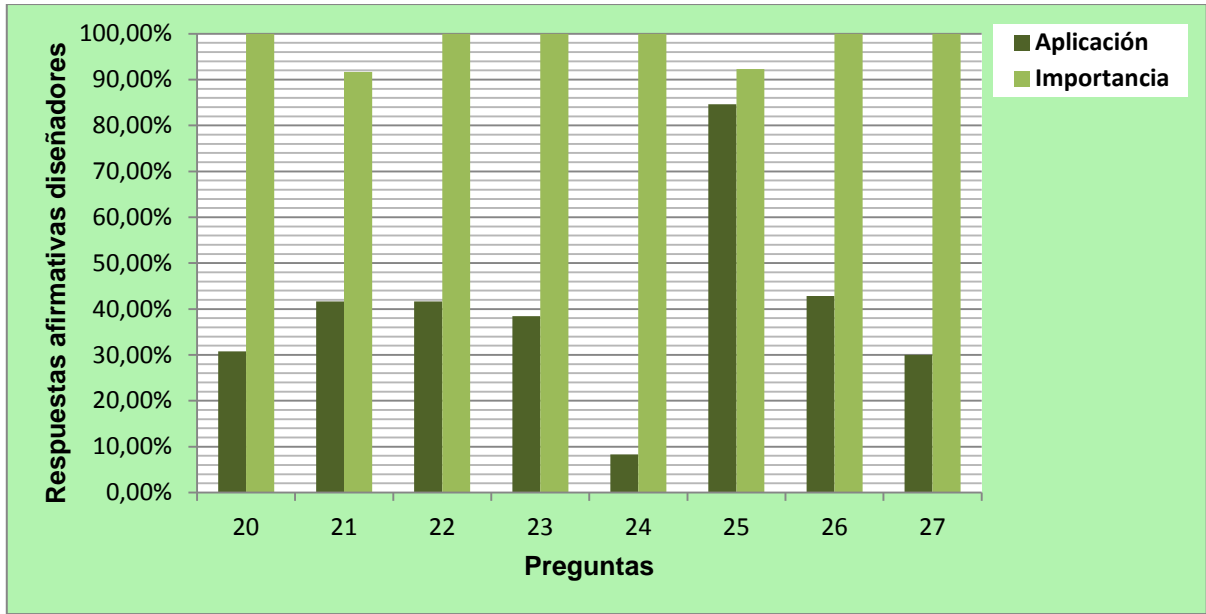


Ilustración 4. 5: Aplicación e Importancia, Riesgo y Ambiente según Diseñadores
Fuente: los autores.

En relación con las consultas referentes a la gestión ambiental (preguntas de la 22 a la 27), las cuales son claves para los proyectos de infraestructura sustentable, se observa que los encuestados, en altos porcentajes, consideran muy importante esta área del conocimiento, no obstante, los porcentajes de aplicabilidad actual en los proyectos ordinarios de infraestructura son generalmente bajos (hasta un 10%).

De acuerdo con estos resultados, es clara la necesidad de implementar un adecuado modelo de plan de gestión ambiental dentro de la guía metodológica para el desarrollo de planes para la dirección de proyectos de infraestructura sustentable. Dicho plan es extensivo a la gestión de proyectos de infraestructura ordinaria, con las adecuaciones correspondientes, dado que el ordenamiento jurídico obliga a una adecuada gestión ambiental de cualquier proyecto de infraestructura.

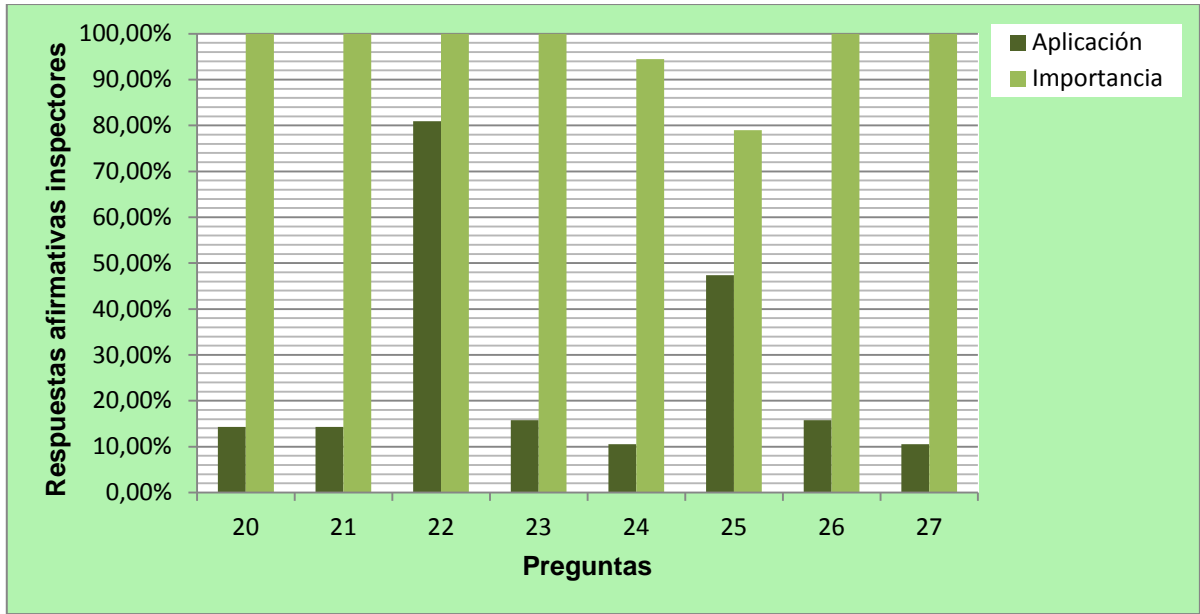


Ilustración 4. 6: Aplicación e Importancia, Riesgo y Ambiente según Inspectores
Fuente: los autores.

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO DE LA DIEE

En la Ilustración 4.7 se muestran, en forma resumida, los resultados del diagnóstico realizado a lo interno de la DIEE, sobre la base de las entrevistas de las jefaturas y las encuestas a los profesionales diseñadores e inspectores de la DIEE. Dichos resultados están clasificados en fortalezas, así como en oportunidades de mejora, en relación con la implementación en el desarrollo de proyectos de infraestructura educativa sustentable, y de la Guía propuesta en el presente proyecto de investigación.

Fortalezas de la DIEE:



Oportunidades de Mejora de la DIEE:



Ilustración 4. 7: Resumen de los Resultados de la Investigación a lo Interno de la DIEE
Fuente: los autores.

3. PROPUESTAS PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE POR PARTE DE EXPERTOS

Seguidamente se presentan los resultados de las entrevistas estructuradas a los expertos en gestión de proyectos de construcción sustentable. Las preguntas del cuestionario utilizado en las entrevistas pueden ser consultadas la sección de apéndices

Resultado pregunta 1:

La mayoría de los expertos entrevistados considera que la formulación de una metodología clara y concisa para gestionar proyectos sustentables de forma efectiva es muy importante, la minoría de los entrevistados consideran que esta iniciativa es importante.

Resultado pregunta 2:

La mayor parte de los entrevistados considera que las guías de gestión de proyectos con mayor difusión en Costa Rica son las normas ISO 10006 en un 100% y las PMBOK®, con un 83%

Resultado pregunta 3:

En general, se desprende de la entrevista que todos los entrevistados han utilizado algún sistema de gestión de proyectos ya sea por medio de guías reconocidas o por métodos desarrollados por instituciones para gestiones específicas.

Resultado pregunta 4:

La mayoría de los expertos entrevistados coinciden en que todas las guías para la administración de proyectos son similares o contienen lineamientos compartidos, por lo cual, la importancia radica en la aplicabilidad de la misma a la realización del

proyecto específico. En otras palabras, el logro de los objetivos de forma efectiva es la prioridad, por encima del apego estricto a una u otra guía de gestión de proyectos.

Resultado pregunta 5:

Todos los entrevistados coincidieron en que los procesos de planificación son importantes, por lo cual de ninguna manera debe considerarse que las presentes conclusiones excluyen algunos de los planes de gestión. No obstante lo anterior, la mayoría de los expertos coinciden en que el mayor peso en importancia relativa recae en los siguientes planes: plan de mejora de procesos, que es un plan tributario del plan de gestión de calidad, el plan de gestión de las comunicaciones, el plan de gestión de riesgos, y el plan de gestión ambiental. Lo anterior se visualiza mejor en la Ilustración 4.8.

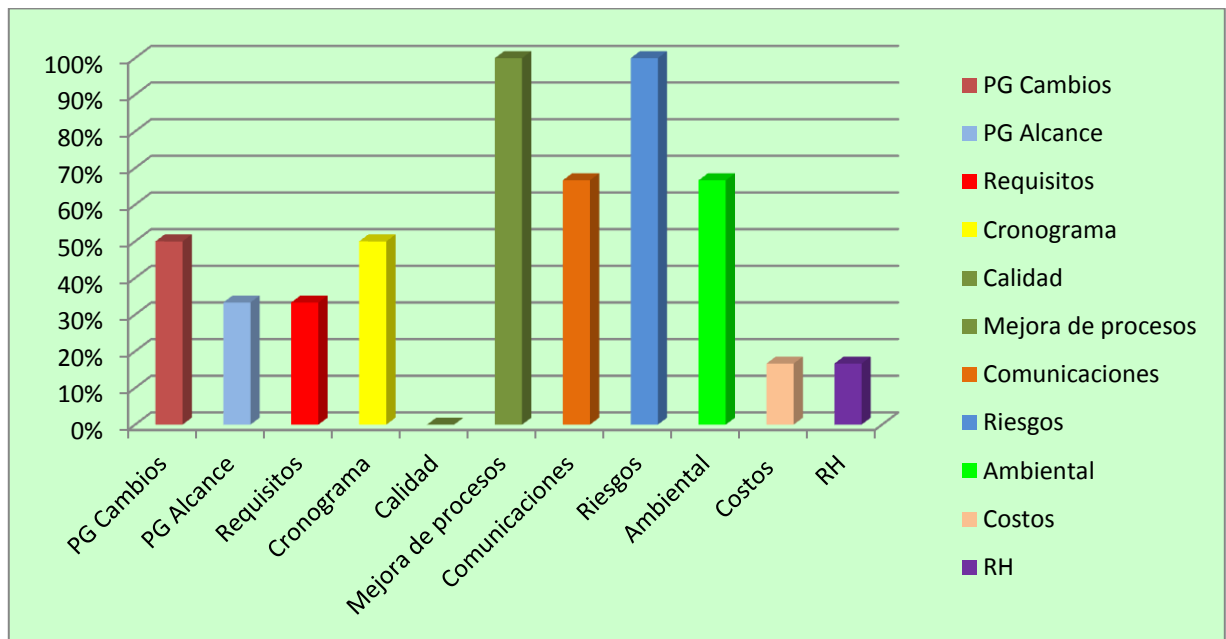


Ilustración 4. 8: Resultado Pregunta 5
Fuente: los autores.

Resultado pregunta 6:

La mayor parte de los entrevistados perciben que faltan elementos que pueden ser adicionados a las guías tradicionales de gestión de proyectos o sustentabilidad, no obstante, los procesos sugeridos en realidad están considerados dentro de los

procesos y áreas del conocimiento establecidos por el PMI; tal es el caso de los ejemplos expuestos: El Sistema de Gestión Integral (SGI) para evitar actos corruptos, puede ser incluido dentro de los conceptos generales de la extensión de gobierno del PMI ya que integra los sistemas de: gestión de calidad, control interno, gestión ambiental, y salud y seguridad ocupacional. El tema de género y accesibilidad, se puede incluir dentro del plan de gestión de Recursos Humanos y el plan de gestión de requisitos. El tema de la estandarización, indicadores y rendimientos son parte del plan de gestión de calidad; por lo cual se concluye que los resultados de la presente pregunta, refuerzan los resultados de la pregunta 4 de la presente entrevista. También es importante anotar que parte de este tipo de proyectos de construcción sustentable corresponde al seguimiento post conclusión de la edificación, es decir las entrevistas y encuestas a los usuarios así como su capacitación en el entendimiento y el uso adecuado del inmueble; de ahí la importancia de definir dentro del alcance del proyecto el ciclo de vida del mismo, extendiéndolo hasta donde sea necesario para garantizar su éxito social, financiero, y ambiental. También se pudo concluir que el PMI no es un simple recetario y que requiere ineludiblemente del juicio de expertos y de los planes piloto para el desarrollo efectivo de este de proyectos nuevos en los cuales no hay recorrido intelectual local documentado o, en otras palabras, conceptos canonizados o semiológicamente consensuados a nivel social.

Resultado pregunta 7:

Las plantillas disponibles para el área de la planificación, en cuanto al procesamiento y análisis de datos, están referidas a programas específicos, los cuales deben ser analizados.

Resultado pregunta 8:

Las prácticas más aceptadas a nivel nacional en materia de gestión de proyectos sustentables giran alrededor del sistema de evaluación LEED y bajo los preceptos del concepto de Producción más Limpia, por lo cual se considera que el enfoque del estudio es correcto.

Resultado pregunta 9:

En relación con los elementos clave que el MEP debe considerar para apoyar la iniciativa “Carbono Neutral para el Siglo 21”, se recibieron recomendaciones de los entrevistados que son de altísimo valor para la presente investigación; no obstante, el interés se centró en la posición país en cuanto a medición de emisiones y tratamiento de residuos, así como en los procesos de gestión internos de la administración; estos dos temas, engloban la problemática total, tanto en el ámbito de la gestión de proyectos como desde la perspectiva del tema de sustentabilidad. Asimismo, son considerados en la guía metodológica propuesta, el plan de gestión institucional (como parte del plan de gestión de proyectos en el área de integración y fase de planificación), así como la educación de los usuarios y la difusión de políticas ambientales (en el plan de gestión de los interesados).

Resultado pregunta 10:

En el presente análisis se utilizaron dos tipos de criterios, el valor en cuanto a puntaje a evaluar según los puntajes del sistema *LEED for Schools*, y por otra parte, el valor en importancia según la percepción intuitiva de los expertos entrevistados. Los resultados se observan en la Ilustración 4.9.

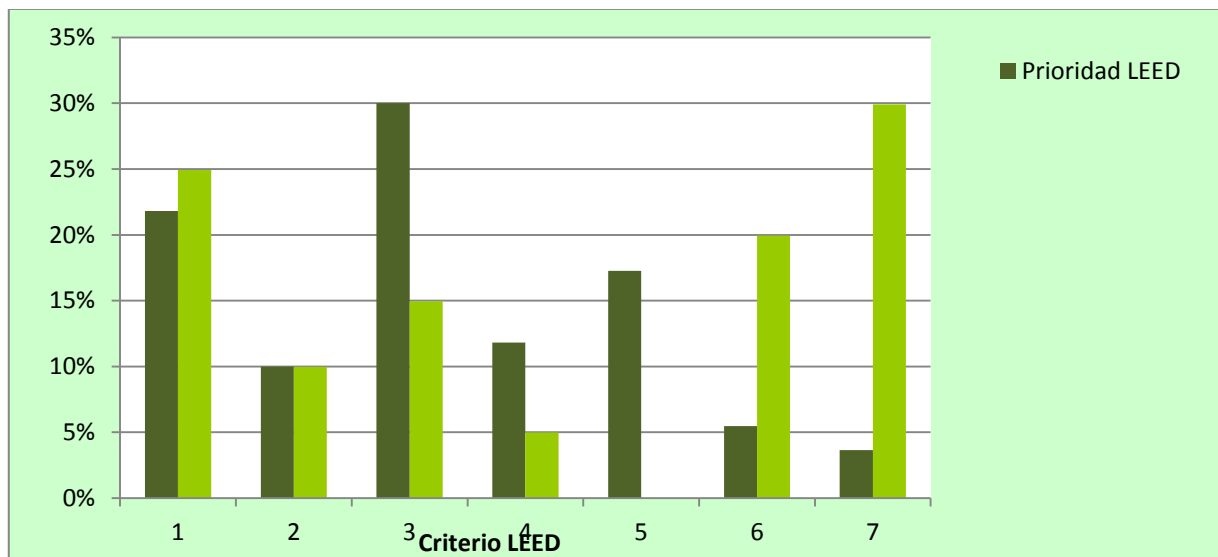


Ilustración 4. 9: Resultado Pregunta 10

Fuente: los autores.

Nótese que los valores de ambos criterios coinciden en el uso eficiente del agua (2) y en la selección del emplazamiento (1), mientras que en los valores de los demás criterios parece acentuarse la diferencia de interés entre ambas percepciones, tal es el caso de materiales y recursos (4), energía y atmósfera (3), calidad ambiental interior (5), Innovación y proceso de diseño (6) y prioridad regional (7).

Desde la perspectiva de los expertos parece dársele mayor importancia a los ítems 6 y 7 mientras los criterios LEED le dan mayor peso en puntuación a los ítems 3, 4 y 5.

Esta diferencia de percepción podría darse dado que el criterio utilizado en la valoración LEED podría estar fundamentado en la complejidad técnica y la cantidad de actividades a evaluar en cada ítem, mientras que los entrevistados emiten su criterio sobre la base de la importancia que perciben en cuanto a la actividad en sí misma y a su posible impacto en la realidad nacional de la construcción sustentable. Esta diferencia de percepción podría sugerir de forma solapada, la necesidad imperiosa de enfocar los esfuerzos de la presente investigación a revalorar la importancia de los ítems 3, 4 y 5, desde la perspectiva de la administración de proyectos en el sector público.

Resultado pregunta 11:

La mayoría de los expertos entrevistados considera entre “muy realista” y “viable a mediano plazo” el exigir la obtención de la certificación verde en las construcciones estatales; esta percepción se fundamenta en la importancia de hacer un esfuerzo considerable en dar una orientación de sostenibilidad a las obras desarrolladas o patrocinadas por el gobierno de Costa Rica, dado el impacto positivo al entorno natural; lo anterior, siempre y cuando se justifique de forma clara y convincente el retorno de la inversión, tanto desde el punto de vista financiero como desde el punto de vista ambiental. Por otro lado, una minoría de los entrevistados plantean que esta iniciativa es “poco realista” o “no viable”, y esbozan argumentos tales como que el costo de la inversión para certificar un proyecto, podrían utilizarse para hacer más

infraestructura. Esta diferencia de criterios se aprecia mejor en la siguiente Ilustración 4.10.

Esto hace que deba ser considerado el esfuerzo realizado por varios grupos privados en coordinación con la comisión de sustentabilidad del CFIA quienes están impulsando el lanzamiento de RESET, que es un sistema de evaluación de infraestructura sustentable, fundamentado en los preceptos LEED pero adaptado al contexto y realidad nacional.

Es necesario entonces abrir la posibilidad a la formulación de parámetros y mecanismos de medición que permitan evaluar de forma efectiva las edificaciones gubernamentales, sea esta evaluación certificada o no.

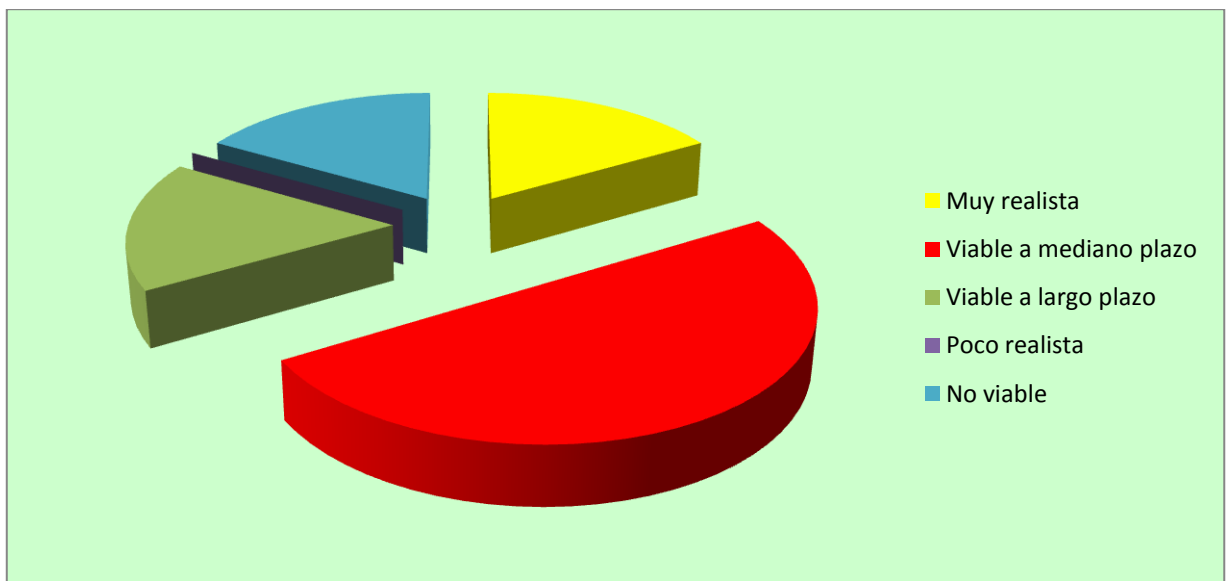


Ilustración 4. 10: Resultado Pregunta 11

Fuente: los autores.

Resultado pregunta 12:

Las consideraciones técnicas propuestas ante los expertos se presentan seguidamente, y los resultados se muestran en la Ilustración 4.11.

- a) Manejo de materiales
- b) Optimización del uso local (de materias primas)
- c) Valorar la calidad del material (durabilidad y deterioro)

- d) Planificación territorial
- e) Innovación en materiales menos contaminantes por parte de arquitectos
- f) Climatización pasiva
- g) Estandarización y flexibilidad del sistema constructivo
- h) Establecer línea base de sus emisiones
- i) Materiales y sistema constructivo con enfoque de ciclo de vida
- j) Aspectos económicos y de impacto social en toma de decisiones
- k) Requerimientos de diseño
- l) Desarrollar un diagrama de pareto para definir prioridades en el MEP
- m) Método de selección de materiales que resguarde la calidad y disminuya residuos
- n) Energía/Climatización/Calidad y durabilidad

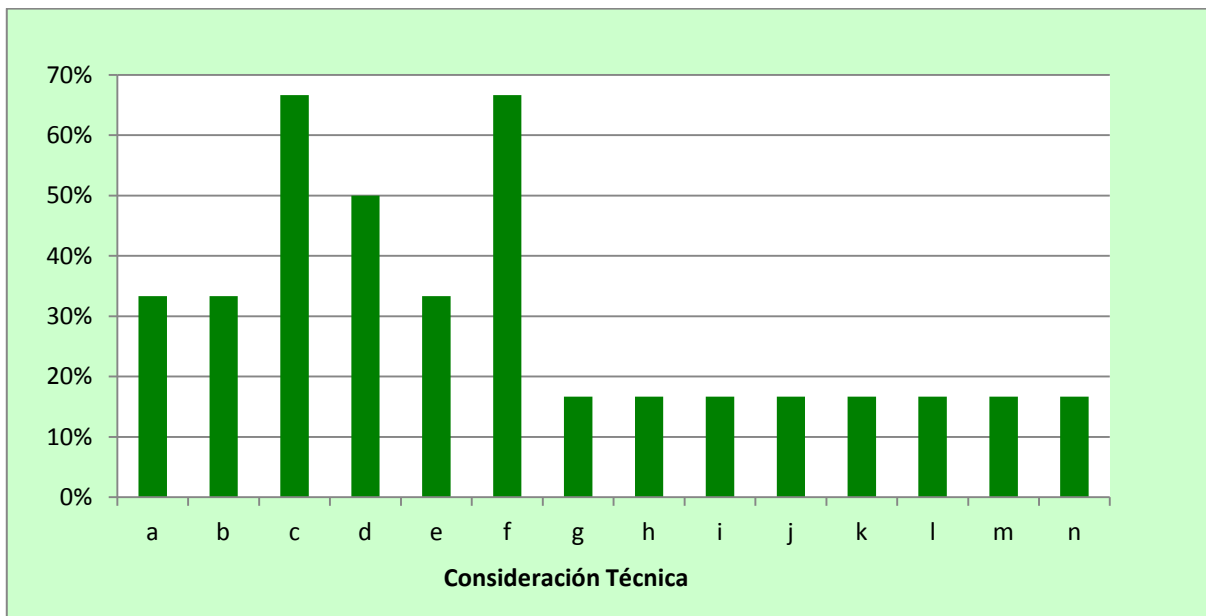


Ilustración 4. 11: Resultado Pregunta 12
Fuente: los autores.

Todas las consideraciones técnicas aportadas por los expertos son de la mayor importancia; no obstante, las que se estiman como prioritarias para el desarrollo de proyectos de construcción sustentable, son: Valorar la calidad del material (durabilidad y deterioro) (c), Planificación territorial (d), y Climatización pasiva (f),

seguidas de los puntos, Manejo de materiales (a), Optimización del uso local (b), y Innovación en materiales menos contaminantes por parte de arquitectos (f). Nótese que el tema de la evaluación, manejo e innovación de los materiales concentra un alto peso en importancia para los expertos entrevistados, seguido de la planificación territorial y la climatización pasiva (energía).

El presente análisis permite reforzar los argumentos técnicos que definen la orientación del presente proyecto de investigación y la elaboración de los planes de gestión; lo anterior si demeritar la importancia del resto de las consideraciones aportadas por los expertos.

Resultado pregunta 13:

La lista de riesgos aportada por los entrevistados tiene una importancia muy equilibrada, no obstante el tamaño de la muestra hace que la diferencia sea percibida de forma sobredimensionada. Los riesgos planteados ante los expertos se enlistan a continuación, y los porcentajes de aciertos se muestran en la Ilustración 4.12:

- a) Inadecuado seguimiento del proyecto
- b) Falta de aseguramiento de la calidad
- c) Vulnerabilidad a amenazas naturales
- d) No prever problemas de mantenimiento
- e) Falta de estudios técnicos básicos
- f) Intervención de personal no capacitado en fase de diseño principalmente
- g) Usuarios no capacitados
- h) Trámites engorrosos de permisos
- i) Omitir criterio social
- j) Inadecuada comunicación
- k) Incumplimiento de metas generando expectativas no cumplidas en detrimento de los esfuerzos nacionales en materia de sustentabilidad
- l) Introducir tecnología sin considerar factibilidad de dar mantenimiento ni respaldo en reparación

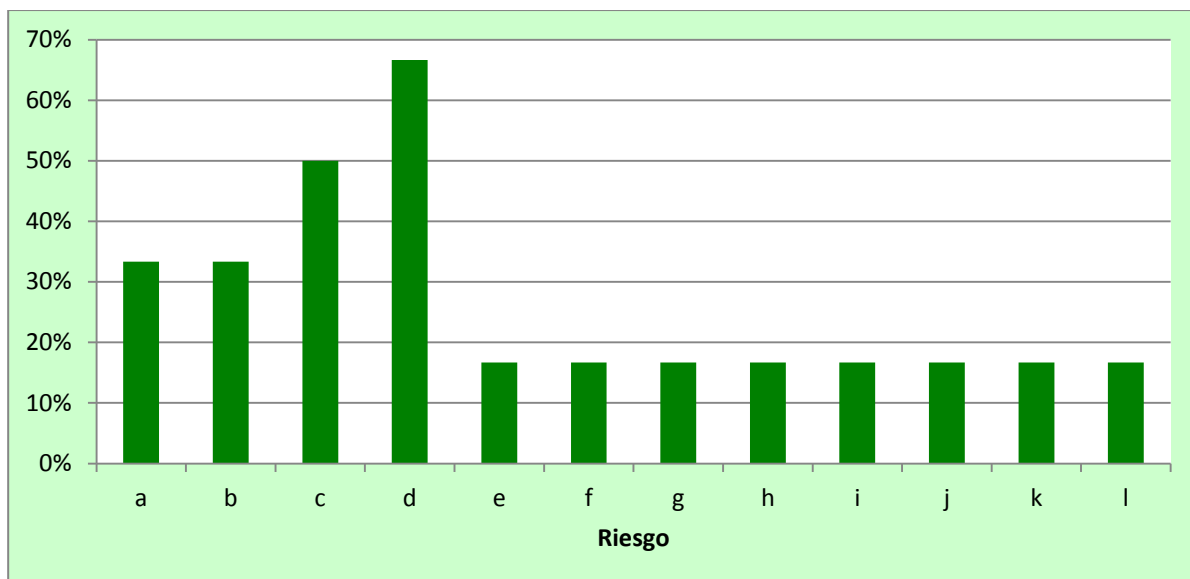


Ilustración 4. 12: Resultado Pregunta 13
Fuente: los autores.

Los riesgos de vulnerabilidad a amenazas naturales (c) y no prever problemas de mantenimiento (d) fueron considerados como de mayor impacto, seguidos de los riesgos por inadecuado seguimiento del proyecto (a) y por falta de aseguramiento de la calidad (b).

Vale recalcar que los riesgos por incumplimiento de metas que generan expectativas no cumplidas en detrimento de los esfuerzos nacionales en materia de sustentabilidad (k) y por introducir tecnología sin considerar factibilidad de dar mantenimiento ni respaldo en reparación (l), deben ser considerados de forma muy detenida, sobre todo tomando en cuenta que los estadios de desarrollo en materia de sustentabilidad son bastante poco evolucionados a nivel nacional, lo cual aumenta considerablemente la frágil relación con los diferentes grupos de interesados y sobre todo a nivel de opinión pública, de ahí la importancia que como criterios de peso en la respuesta al riesgo deba ser considerada la transmisión estratégica de conceptos entre el grupo técnico, el grupo político y la opinión pública, planteando técnicas de negociación adecuadas en la gestión de los interesados del área del conocimiento de las comunicaciones

Asimismo, a efectos de minimizar esfuerzos por parte del aparato estatal en la implementación de políticas de sustentabilidad, se ha pensado fortalecer la transversalización e interacción de los temas de: sustentabilidad, mantenimiento y vulnerabilidad y riesgos.

Resultado pregunta 14:

En relación con los procesos o requerimientos claves que deban ser considerados en el sector público para implementar proyectos de construcción sustentable, se enlistan a continuación, y los porcentajes de aciertos se muestran en la Ilustración 4.13:

- | | |
|--|---|
| a) Control de inventarios para evitar mal manejo de fondos | h) Fomento de una adecuada reutilización de residuos (el termino desecho es una invención humana) |
| b) Regencia ambiental | i) Ubicación del sitio |
| c) Elaboración de planes de mantenimiento | j) Salud ocupacional y salud comunal |
| d) Adecuado manejo de residuos sólidos | k) Evaluación post ocupación |
| e) Cuantificación de impacto por residuos sólidos | l) Diseño/normalización/constructividad |
| f) Accesibilidad a servicios energía, comunicación, agua | m) Aseguramiento de la calidad |
| g) Procesamiento de aguas servidas y desechos orgánicos | |

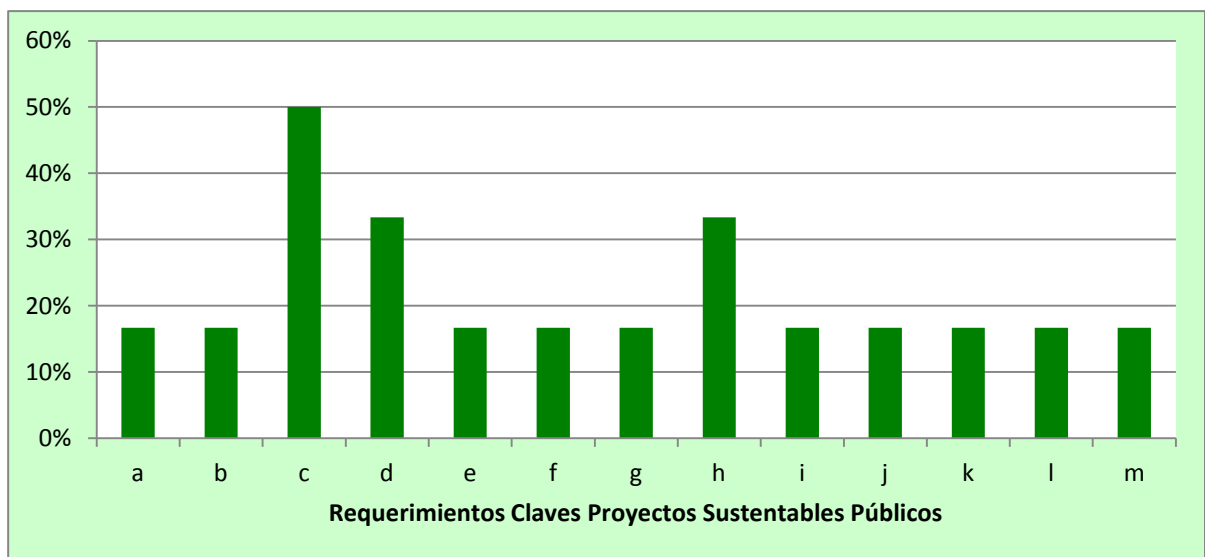


Ilustración 4. 13: Resultado Pregunta 14
Fuente: los autores.

El énfasis de los expertos entrevistados se orienta a las siguientes iniciativas: elaboración de planes de mantenimiento (c), adecuado manejo de residuos sólidos (d) y el fomento de una adecuada reutilización de residuos sólidos (h).

La evaluación post ocupación (k) es un claro indicador de que el ciclo de vida de los proyectos de construcción sustentable en el sector público debe ajustarse inclusive hasta que pueda darse una adecuada capacitación a los usuarios de la edificación e incluso pueda efectuarse una evaluación integral del proyecto considerando la perspectiva de los usuarios. Los resultados se aprecian en la Ilustración

Resultado pregunta 15:

En relación con los controles que debe ser necesario implementar para la adecuada fiscalización y rendición de cuentas durante el desarrollo de proyectos sustentables en el sector público, los entrevistados propusieron la lista presentada seguidamente, cuyos resultados de aciertos se aprecia en la Ilustración 4.14.

- a) Inspección interna y externa
- b) Evaluación del desempeño
- c) Participación de la localidad con asesoría profesional idónea
- d) Preparar a las juntas para que sean autónomas
- e) SGI (Sistema de gestión integrada) Verificar UPADI GIAAC
- f) Métricas para evaluación de desempeño
- g) Consecuencias por incumplimientos
- h) Términos de referencia claros
- i) Control efectivo de planes de planes de gestión ambiental de parte del MINAET
- j) Auditorías externas
- k) Encuestas a los usuarios
- l) Esquema contractual que asigne responsabilidad a un consorcio

Los expertos enfatizaron la necesidad realizar una eficiente Inspección tanto a lo interno de la organización y como por un ente externo que permita conservar la objetividad de los procesos (a); asimismo, se asigna un peso considerable a la

realización de términos de referencia claros (h), que consideren de forma inequívoca las necesidades de la administración y la responsabilidad de las partes involucradas.

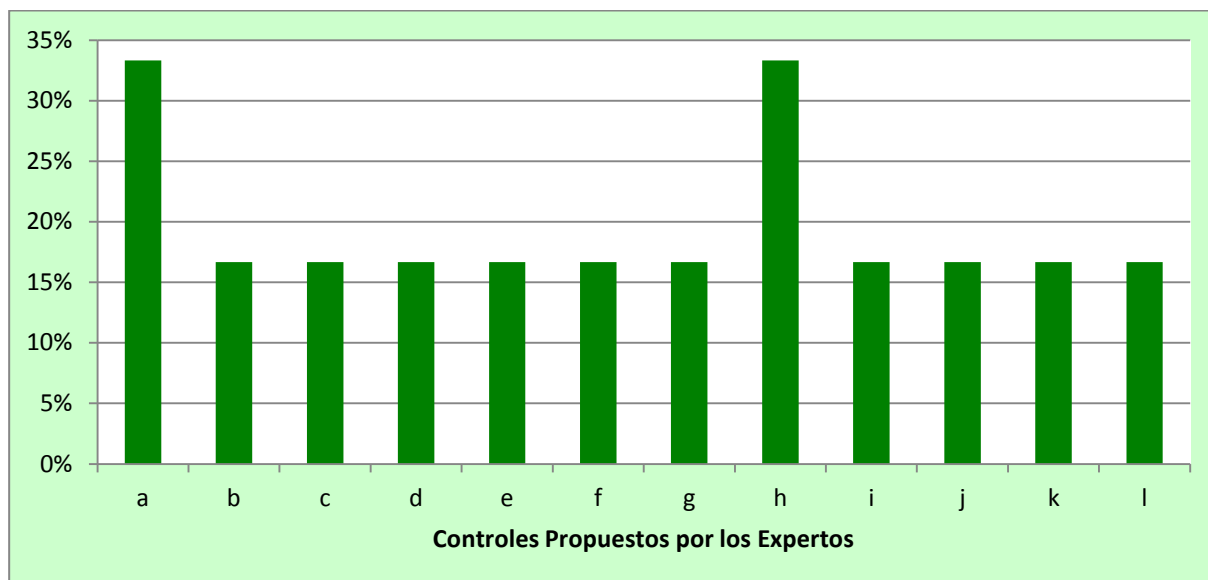


Ilustración 4. 14: Resultado Pregunta 15
Fuente: los autores.

También se consideran las auditorías externas (j) y las métricas de evaluación de desempeño (f) como instrumentos indispensables para una adecuada ejecución y control de los procesos.

B. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Como se mencionó en la descripción del problema generador de la presente investigación, al día de hoy, no se ha implementado en la DIEE una metodología para la planificación estandarizada de proyectos de infraestructura educativa sustentable bajo el enfoque de administración profesional de proyectos.

El desarrollo de la Guía Metodológica para la Elaboración de Planes de Gestión de Proyectos de Infraestructura Educativa Sustentable se constituye en una herramienta de apoyo a los administradores de proyectos de construcción sustentable del Ministerio de Educación Pública.

En primera instancia la guía define las competencias y habilidades que debe reunir tanto el director como el equipo de trabajo que participen en este tipo de proyectos. Luego describe los procesos de planificación así como los instrumentos, herramientas, estrategias y entregables necesarios para formular una estructura administrativa eficiente para la dirección de proyectos de infraestructura educativa pública sustentable.

El hecho de que el estudio se haya delimitado al área de infraestructura educativa pública no inhibe la posibilidad de ser consultado por gerentes del sector privado, sobre todo si se trata del desarrollo de centros educativos privados.

La guía busca también plantear una estrategia para incorporar los principios de la administración de proyectos a una estructura organizativa funcional como la actualmente tiene la DIEE.

Los planes de gestión abordados para la conformación de la guía, son los siguientes:

- Plan de Gestión de los Cambios
- Plan de Gestión del Alcance
- Plan de Gestión del Cronograma
- Plan de Gestión de Calidad
- Plan de Gestión de Recursos Humanos

- Plan de Gestión de las Comunicaciones
- Plan de Gestión de Riesgos
- Plan de Gestión Ambiental

Los planes de gestión de costos, adquisiciones, de seguridad, de reclamos y gestión financiera no son abordados por limitaciones preestablecidas en el alcance del presente proyecto de investigación.

No por eso se considera dichas áreas del conocimiento como temas de menor importancia; por el contrario, su amplitud e interés en materia de sustentabilidad alcanzaría para desarrollar investigaciones futuras y completar la guía.

La *Guía Metodológica para la Elaboración de Planes de Gestión de Proyectos de Infraestructura Educativa Sustentables* corresponde al entregable principal del presente proyecto de investigación y puede ser consultada en documento adjunto.

CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones

A. CONCLUSIONES

1. Desde su reciente creación, la DIEE ha implementado procesos de administración de proyectos en forma gradual y de conformidad con sus necesidades prácticas, dado que ha tenido que ocuparse intensamente en la atención del gran rezago en el desarrollo de la infraestructura educativa del país. De acuerdo con esta situación, la presente investigación permitió determinar que algunos de esos procesos están bien desarrollados, mientras que otros pueden ser mejorados, adaptados o incorporados en la gestión de los proyectos de infraestructura sustentable, lo cual, aunado a una cultura organizacional fuertemente orientada a la mejora continua, se constituye en una oportunidad para ofrecer una guía metodológica que contenga los componentes requeridos para coadyuvar en la planificación integral de este tipo de proyectos.
2. La DIEE administra un amplio portafolio de proyectos por medio de los departamentos que conforman su estructura organizacional funcional, de manera que cada proyecto se desarrolla en fases consecutivas de a) diagnóstico y diseño, b) contratación del constructor y c) control de la ejecución. Esta condición propicia que los proyectos sean gestionados en forma independiente, fase por fase, sin un único responsable de los proyectos de manera integral durante todo su ciclo de vida. Para la gestión de los proyectos de infraestructura sustentable, se concluye que es necesario proyectizar parcialmente la estructura organizacional de la DIEE, de manera que otro de sus departamentos actúe como unidad ejecutora y que el jefe de este departamento funja como gerente de los proyectos sustentables de forma que sean administrados integralmente durante todo su ciclo de vida. Dentro de este sistema organizacional matricial, se permitiría el uso de los recursos de los restantes departamentos sin que se interfiera en la dinámica funcional de la DIEE. Dado que el Departamento de

Investigación y Desarrollo es por norma la entidad que brinda insumos técnicos al resto de los departamentos de la DIEE, tanto en el diseño de prototipos arquitectónicos, como en la centralización de la información sobre los proyectos de infraestructura y la normativa pertinente a los centros educativos, se considera que este departamento es el indicado para funcionar como la unidad ejecutora citada.

3. En la definición puntual de los componentes que se incorporaron en la guía se indica lo siguiente:

- Actualmente no se desarrolla un acta constitutiva para la puesta en marcha de los proyectos de infraestructura ordinaria, sino que se brinda la instrucción mediante orden escrita. Con base en lo anterior, se incorporó en la guía un instructivo para el desarrollo de dicho documento.
- La gestión de los cambios reviste una importancia particular en los proyectos de obra pública de la DIEE, dada la rigurosidad legal impuesta por la Ley de Contratación Administrativa.
- La gestión del tiempo no es un área del conocimiento suficientemente desarrollada actualmente en la DIEE, debilidad que se considera necesario mejorar dado que el desarrollo de un cronograma brinda respaldo técnico a los profesionales del equipo del proyecto; sobre todo considerando que dicha herramienta puede demostrar e influir en las autoridades superiores acerca de los plazos razonables en los que se deben realizar los entregables de los proyectos.
- Si bien todas las áreas del conocimiento son importantes, en el desarrollo de proyectos de construcción sustentable, resultan críticas la gestión de la calidad, del ambiente y de los riesgos, debido a que están relacionadas con el cumplimiento de requisitos especialmente demandantes en proyectos cuyos reprocesos son caros o prohibitivos dado el carácter generalmente irreversible de la construcción. Es por esta razón que los modelos de los

correspondientes planes de gestión fueron desarrollados ampliamente en la presente guía.

4. La transición de construcción tradicional a construcción sustentable implica la implementación de cambios cuyos costos de investigación, financieros y administrativos constituyen un impacto a todo el sistema de construcción de centros educativos del país; esta realidad hace que dicho cambio deba ser efectuado de forma racional, paulatina y estructurada de manera que la incorporación de criterios de sustentabilidad sea factible.
5. La incorporación de una unidad ejecutora de proyectos en la DICE, provee de un espacio idóneo como laboratorio conceptual para proyectos sustentables, en el cual serían verificados los criterios de aceptación y las mediciones de durabilidad y emisiones; de dicha verificación serían extraídas las principales lecciones aprendidas para ser incorporadas a la corriente funcional de proyectos de la Dirección por medio de la modificación gradual de los prototipos y el compendio de mejores prácticas, desarrollados en el Departamento de Investigación y Desarrollo. Esta dinámica generaría la transformación progresiva de todas las prácticas constructivas de la DICE según los preceptos de la construcción verde.
6. En la elaboración de la guía metodológica se incorporaron los requisitos básicos de los proyectos de infraestructura sustentable sobre la base de la investigación desarrollada a partir de las entrevistas realizadas a expertos en gerencia de proyectos sustentables, así como en la consulta de las fuentes documentales sobre la legislación costarricense atinente al tema y a la normativa recomendada sobre la construcción verde. De la lectura de los distintos instrumentos jurídicos de acatamiento obligatorio en el país, se concluye que la normativa vinculante es ampliamente exhaustiva en lo referente al proceso constructivo de obras públicas más no así en su diseño, y que su aplicación en los proyectos de construcción estatales ofrece importantes oportunidades de mejora. En cuanto a la normativa optativa, se concluye que la normativa LEED, planteada por la USGB, es la más conocida y aplicada en el desarrollo de edificios verdes en el país, y que la misma

se constituye en una buena fuente de parámetros de calidad para el diseño de edificaciones sustentables, lo cual fue considerado en la guía desarrollada.

7. El estudio realizado sobre el amplio conjunto de instrumentos legales y normativos en cuanto a la gestión ambiental de los proyectos de construcción en el país, permite concluir que debe considerarse indispensable incorporar dentro de la lista de requerimientos para el desarrollo de proyectos, tanto sustentables como ordinarios, las variables relacionadas con criterios de vulnerabilidad y riesgos a desastres, accesibilidad al espacio físico y equidad y género. Los mismos fueron incorporados a las matrices de requerimientos ambientales versus requerimientos administrativos.
8. Para una completa conformación de los componentes de la guía, fueron desarrollados en forma exhaustiva los modelos de los planes de gestión correspondientes a las áreas del conocimiento de la integración, el alcance, el tiempo, la calidad, las comunicaciones, los riesgos, y la gestión ambiental. Y adicionalmente se incluyó el plan de gestión de recursos humanos por su trascendencia en la implementación de proyectos novedosos que requieren, no solo de una adecuada gestión administrativa, sino todo un proceso de investigación, análisis, sensibilización, divulgación así como de una muy efectiva gestión de los interesados a lo interno de la organización.
9. Las estructuras organizativas funcionales integrada por departamentos cuyas actividades se realizan en forma aislada, disminuyen la posibilidad de dar continuidad efectiva a sus proyectos, así como la posibilidad de establecer rendimientos y criterios de aceptación los cuales puedan constituirse en una base de comparación entre un proyecto y otro a fin de mantener un proceso de mejora continua.

B. RECOMENDACIONES

1. En la actualidad los procesos de administración de proyectos desarrollados en la DIEE durante las fases de investigación, diseño y construcción, se implementan de forma aislada y discontinua; sobre la base de lo anterior, se recomienda potenciar e integrar estos procesos para constituir un portafolio de proyectos, con base en el cual se pueda dar continuidad, durante todo su ciclo de vida, a los proyectos, con el fin de medir, documentar e implementar una efectiva gestión conducente a la mejora continua en la DIEE.
2. La gran cantidad de requisitos a incorporar en un plan de gestión de proyectos hace que durante la fase de integración se deban implementar, de forma anticipada y paulatina, los principales requerimientos de los diferentes planes subsidiarios. El desarrollo del cronograma, por tanto, se debería constituir como un eje integrador de todos los planes; esta herramienta también puede ser utilizada como instrumento efectivo para la aclaración ante los jefes y otros interesados en el proyecto, sobre el consumo real de tiempo en las distintas fases de los proyectos, y así prevenir la creación de falsas expectativas.
3. La actual cultura organizacional de la DIEE, orientada a la mejora continua y a la apertura ante las ideas innovadoras, se constituye en una oportunidad para profesionalizar aún más los procesos de gestión de proyectos, lo cual debe ser aprovechado para implementar un efectivo proceso de transición de una estructura organizacional funcional a una matricial proyectizada, que mejore la dirección integral de los proyectos en la Dirección.
4. Dado que la DIEE administra un amplio portafolio de proyectos, se recomienda realizar una investigación sobre la administración de los mismos aplicada a la estructura de este órgano, y así recomendar e implementar mejores prácticas que incrementen la eficiencia y eficacia en la gestión de la DIEE.
5. Se recomienda potenciar al Departamento de Investigación y Desarrollo de la DIEE como una unidad ejecutora e integradora de los procesos de dirección de proyectos que desarrolle la DIEE, lo cual permita ejercer un monitoreo y control del estado real de los proyectos de infraestructura en cada una de sus fases.

6. Se recomienda implementar un sistema informático para la dirección de proyectos que disponga de una base de datos unificada, la cual integre información actualizada de cada proceso y actividad de los proyectos que desarrolle la DIEE, sean estos ordinarios o de construcción sustentable, así como las métricas e índices para cada actividad. Esta base de datos debe incorporar un registro de riesgos, asunciones, restricciones, criterios de aceptación y lecciones aprendidas para cada uno de esos procesos y actividades que permita la incorporación de las variables necesarias para establecer bases comparativas efectivas entre un proyecto y otro, y permitir una adecuada gestión del conocimiento.
7. Debido al significativo impacto que la construcción tiene sobre el ambiente y a las obligaciones contraídas por el país en materia de desarrollo sostenible, se recomienda que el MEP incursione tenazmente en la investigación e implementación de alternativas sustentables aplicables a la infraestructura educativa que desarrolla a lo largo de todo el país. Esto puede lograrse por etapas, desarrollando primeramente un plan piloto de centros educativos sustentables completamente nuevos, y con la información recabada de esa primera experiencia, se pueden extender las lecciones aprendidas a los proyectos en otros centros educativos, y así sucesivamente.
8. Para la planificación y ejecución de un plan piloto de proyectos de infraestructura educativa sustentable se recomienda adaptar los manuales de procedimientos de que dispone actualmente la DIEE, para ajustarlos a los requisitos especiales asociados con la infraestructura sustentable. Asimismo, se considera imprescindible el desarrollo de una amplia capacitación, tanto a los profesionales diseñadores como constructores, sobre la temática de la infraestructura sustentable que considere, desde la normativa LEED aplicable a edificios para la educación, los materiales a utilizar, los conceptos de diseño sustentable, así como las mejores prácticas constructivas dentro del esquema de la construcción esbelta.

9. Para el desarrollo de proyectos de infraestructura educativa sustentable, se recomienda desarrollar las habilidades y técnicas del personal con la adecuada asesoría en materia de diseño e inspección de este tipo de proyectos, lo anterior, dada la naturaleza específica y compleja de los requisitos que deben cumplirse.
10. Puesto que el diseño de edificaciones sustentables implica la necesidad de contar con materiales verdes, en razón de su manufactura, transporte, configuración geométrica, condición de reciclaje o cualquier otra característica, se recomienda involucrar a los proveedores de materiales de construcción del país, en la planificación de la infraestructura sustentable de manera que conozcan el potencial uso de los productos que cumplen con dicha iniciativa y las oportunidades de desarrollo de nuevos materiales. Esto permitiría a los proveedores pensar en alternativas de innovación y desarrollo así como en la importación de otros productos. A través de dicha gestión, se buscaría estimular otros mercados mediante la comercialización de productos amigables con el entorno, obteniendo economías de escala que propicien una relación “ganar-ganar”, entre la Administración y los potenciales proveedores.

Dichas iniciativas deben ser estimuladas por medio de regulaciones claramente establecidas dentro de los términos referenciales de los proyectos sustentables a fin de infundirles paulatinamente carácter de obligatoriedad. Lo anterior valorando las posibilidades reales del sector proveedor en cuanto al alcance de las limitaciones y restricciones impuestas.

11. Asimismo, se recomienda involucrar a los proveedores de los servicios de construcción y diseño, en el desarrollo de la construcción de edificaciones sustentables así como en el proceso de planificación indicado, de manera que se familiaricen con las buenas prácticas constructivas y de diseño de las edificaciones, en razón de las exigentes especificaciones que les son inherentes. Ello puede implicar el establecimiento, como requisito a la participación de los primeros concursos para los contratos de diseño y construcción de infraestructura educativa sustentable, al asistir a talleres organizados por la Administración que capaciten a las empresas constructoras y

consultoras en las buenas prácticas indicadas, con lo cual se obtiene una relación de mutuo beneficio con los proveedores.

12. Dado que el presente trabajo se enfoca en la planificación de la gestión de proyectos sustentables y no en el tema específico de diseño de los mismos y para dotar de un contenido ilustrativo integral en materia de construcción verde, se adjunta en el apéndice cuatro un diseño de sitio genérico de centro educativo sustentable en el cual se identifican los componentes básicos necesarios para desarrollar este tipo de diseños. *(El diseño de la ilustración ha sido desarrollado por el Arq. Mario Shedden H. para fines meramente didácticos e ilustrativos al presente proyecto de investigación).*

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, C. E. (2006). *Metodología*. Bogotá Colombia: LIMUSA.
- ASAMBLEA LEGISLATIVA DE LA REPÚBLICA DE COSTA RICA. (13 de Julio de 2010). LEY PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS 8839. San José , Costa Rica.
- B., S. L. (1972). *The Stockholm Declaration on the Human Environment*. The Harvard International Law Journal.
- Badii, M. (s.f.). Estimaciones Estadísticas: Un Acercamiento Analítico. *Daena: International Journal of Good Conscience* , 237-255.
- Ballard, Glenn; Howell, Greg. (1994). Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow. *2nd. Annual Conference on Lean Construction at Catolica Universidad de Chile*. Santiago, Chile.
- BREEAM. (2010). *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*. Recuperado el 21 de Agosto de 2011, de <http://www.breeam.org/>
- Calkins, M. (2009). *Materials for Sustainable Sites*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- CEGESTI. (2008). *Manual para la implementación de Compras Verdes en el sector público de Costa Rica*. San José Costa Rica: CEGESTI.
- CFIA, C. F. (2010). *Indicadores CFIA de la Construcción Costa Rica*. San José, Costa Rica.
- Chamoun, Y. (2002). *Administración Profesional de Proyectos, La Guía*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Chaves, S. E. (2006). *Los 10 Años de la Ley Orgánica del Ambiente: Logros y Perspectivas*. San José, Costa Rica: Estado de la Nación.
- Chinchilla Miranda, L. (2009). Plan de Gobierno 2010-2014.
- Cole, R. J. (2001). *Building Environmental Assesment Methods, Assessing Construction Practices*. School of Architecture, University of British Columbia.
- Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos (CFIA). (s.f.). *Página del CFIA*. Recuperado el 20 de 8 de 2011, de <HTTP://.cfia.or.cr/estadisticas.htm>
- Comisión de medio Ambiente de la ONU. (1987). *Nuestro futuro Común, informe Brundtland*.
- Corona Suárez, Gilberto; Arcudia Abad, Carlos; Loría Arcila, José. (2009). *Modelación de los Indicadores de Construcción Sustentable para su Evaluación Moediante en Modelo de Expertos*. México: Red Académica Internaciona UADY, UAM, WPI.
- Dourojeanni, A. (2000). *Procedimientos de Gestión para el Desarrollo Sustentable*. Santiago de Chile: CEPAL, Naciones Unidas.

Huovila, Pekka; Koskela, Lauri. (1998). *Contribution of the Principles of Lean Construction to Meet the Challenges of Sustainable Development*. Guaruja, Brasil.

(Enero 2005). *Hyogo Framework for Action 2005 - 2015*. Hyogo Japon.

International Organization for Standardization. (6 de 2011). *ISO Central Secretariat*. Recuperado el 26 de 8 de 2011, de http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy.pdf

International Organization for Standardization. (2004). INTE-ISO 14001-2004. En ISO, *Sistemas de Gestión Ambiental*. INTECO (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica).

International Organization for Standardization. (s.f.). *ISO 50001: Setting the Standard for Industrial Energy Management*. Recuperado el 25 de 8 de 2011, de <http://www.greenmfgnews.com/magazine/summer09/iso.htm>

International Organization for Standardization. (2011). *ISO 50001: Setting the Standard for Industrial Energy Management*. Recuperado el 25 de 8 de 2011, de <http://www.greenmfgnews.com/magazine/summer09/iso.htm>

ISO, I. O. (2009). *INTE/OSHAS 18001-2009*. Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica.

ISO, I. O. (6 de 2011). *ISO Central Secretariat*. Recuperado el 26 de 8 de 2011, de http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy.pdf

ISO, I. O. (6 de 2011). *ISO Central Secretariat*. Recuperado el 26 de 8 de 2011, de http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy.pdf

Johnson Madrigal, H. (2009). La Certificación en el Sector Público: una necesidad de competencia o un deber de eficiencia administrativa. *Posgrado y Sociedad*, 90-02.

Martínez Camarero, Carlos; Baño Nieva, Antonio; Vigil-Escalera del Pozo, Alberto. (2008). Hacia un Nuevo Modelo de Construcción Sostenible. *Ambienta*, 61-67.

MCS Media Inc. (2010). *The simply Lean Pocket Guide for Construction*. USA: MCS Media Inc.

Naciones Unidas, A. G. (2000). Declaración del Milenio. *Cumbre del Milenio*, (pág. 10). Nueva York.

Organización de Naciones Unidas. (2011). *Estados Miembros de las Naciones Unidas*. Recuperado el 23 de 8 de 2011, de <http://www.un.org/es/members/>

OSHA. (s.f.). *United States Department of Labor*. Recuperado el 25 de 8 de 2011, de <http://www.osha.gov/Publications/3173.html>

PMI. (2003). *Construction, Extension to a guide to the Project Management Body of Knowledge*. Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 USA: Project Management Institute, Inc.

PMI. (2000). *Government, Extension to A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Managing Government Projects*. Newtown Square, Pennsylvania USA: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.

PMI. (2008). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos*. Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 USA: Project Management Institute, Inc.

Producción más limpia. (2011). Recuperado el 26 de 8 de 2011, de <http://www.revistavirtualpro.com/revista/index.php?ed=2006-05-01&pag=22>

Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (1999). *Producción mas Limpia*. Mexico: PNUMA.

Project Management Institute. (2003). *Construction, Extension to a guide to the Project Management Body of Kno*. Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 USA: Project Management Institute, Inc.

Quality College. (s.f.). Recuperado el 25 de 8 de 2011, de http://www.sixsigma.cl/docs/lean_manufacturing.pdf

Ramírez, A. (2009). La Construcción Sostenible. *Física y Sociedad* , 30-33.

Resumen y conclusiones OSHAS 18000. (s.f.). Recuperado el 24 de 8 de 2011, de http://www.intersindical.com/pdf/OHSAS_Anexo_3.pdf

Ritz, G. J. (1994). *Total Construction Project Management*. Boston, Massachusetts, U.S.A.: McGraw Hill.

Roberts, M. H. (08 de 1 de 2011). *hraconsulting-ltd*. Recuperado el 17 de agosto de 2011, de I.T. Project Management Training Course : <http://www.hraconsulting-ltd.co.uk/project-management-in-the-public-sector.htm>

Schiller, S. (2009). *Desarrollo de Estructura Analítica para la Calificación y Certificación de Sustentabilidad en Arquitectura*. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo . Buenos Aires, Argentina: Centro de Investigación Hábitat y Energía.

Sheinbaum, D. (2007). *La sustentabilidad*. Obtenido de http://sepiensa.org.mx/contenidos/2007/l_susten/susten1.html

Torres, M., & Paz, K. (2002). Tamaño de una Muestra para una Investigación de Mercado. *Boletín Electrónico No.2* .

U.S. Green Building Council, Inc. (2008). *LEED 2009 for Schools, New Construction and major renovations*. Washington, DC 20037: Green Building Council.

Uher, T. E. (1999). *Absolute Indicators of Sustainable Construction*. University of New South Wales. Australia: Rics Research Foundation.

UNEP SBCI, S. B. (2009). *Buildings and Climate Change*. New York, USA: United Nations Environment Programme.

United Nations. (2000). *United Nations Millennium Declaration*. New York.

USGBC. (2009). LEED 2009 for Schools, New Construction and Major Renovations. Washington, DC, United States of America.

USGBC. (2011). *U.S. Green Building Council*. (U. G. Council, Productor) Recuperado el 21 de Agosto de 2011, de <http://www.usgbc.org/>

Van Hoff, Bart; Monroy, Néstor; Saer Alex. (2008). *Producción más Limpia: paradigma de gestión ambiental*. México, Distrito Federal, México: Alfaomega Grupo Editor.

Varas Parra, M. (2005). *Examinando los Procesos de la Dirección de Proyectos*. Universidad de Antofagasta, Antofagasta, Chile.

ANEXO 1

Tabla 6. 1: Estructura Analítica para la Calificación de Edificios Sustentables

ESTRUCTURA ANALÍTICA PARA LA CALIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EDIFICIOS SUSTENTABLES

1. SITIO DEL PROYECTO:

En la calificación y acreditación de sustentabilidad de proyectos de arquitectura se consideraron los siguientes rubros: sitio, energía, equipamiento, dependencia energética, agua, materiales, control de reciclado, de-construcción y demolición, emplazamiento, accesibilidad y desplazamiento universal, acondicionamiento natural, calidad ambiental, control de emisiones, construcción, post-construcción y gestión ambiental.

1.1. Acceso a transporte público y servicios: Elección de sitios con buen acceso a medios de transporte público; por ejemplo, a menos de 500 m de una parada de buses o de 1 km de una estación de ferrocarril. También, sitios cercanos a servicios urbanos, favorecen la sustentabilidad: negocios locales, bancos y mercados a 1 km máximo de del sitio.

1.2. Zona no sujeta a inundaciones: Evitar sitios sujetos a inundaciones ocasionales, tanto de lluvias como crecidas de ríos, con buen drenaje natural. También, evitar sitios con mantos freáticos cercanas a la superficie.

1.3. Recuperación de zonas degradadas: Se considera favorable la selección de sitios que fueron antes industriales o que hayan sufrido contaminación cuando se realizan las tareas necesarias de recuperación y saneamiento.

1.4. Evitar tierras sin desarrollo ('green-fields' – sitios 'vírgenes'): Se considera poco sostenible el cambio de uso de tierras productivas para el agro o cultivos.

1.5. Densificación de zonas urbanas: La densificación de zonas urbanas existentes disminuye la demanda de ampliación de redes de infraestructura y el uso de nuevas tierras sin desarrollo, aunque debe respetar la capacidad de la infraestructura urbana local, y la necesidad de brisa.

1.6. No perturbar zonas ecológicamente sensibles: Evitar las reservas naturales y zonas declaradas de interés científico o ecológico, y desarrollos cercanos a zonas ecológicamente sensibles, humedales, cursos de agua, etc.

1.7. Mantener sistemas de drenaje natural: Evitar el cambio de cursos de agua y entubamiento de arroyos, alteraciones de pendientes y rellenos que modifiquen el escurrimiento natural o existente del agua.

1.8. Control de impactos sobre terrenos adyacentes: Las formas edilicias y la ubicación de los edificios para reducir posibles impactos visuales sobre edificios vecinos, con volumetría compatible con el tejido urbano existente.

1.9. Recuperación o conservación del hábitat: Establecer pautas para aumentar o recuperar la superficie de terreno natural con vegetación autóctono o adaptado a la región.

2. ENERGÍA

El uso racional de energía en edificios, la reducción de emisiones GEI, Gases Efecto Invernadero, y la disminución de la demanda de combustibles fósiles contribuyen efectivamente a la sustentabilidad, dado su aspecto multiplicador en la cadena de impactos, tanto en la producción de impactos como en la mitigación. En ese marco, se plantea una serie de medidas básicas que pueden requerir ajustes según la zona climática en que se desarrolle el proyecto:

2.1. Aprovechamiento de las energías renovables: Captación de energía solar a través de

aberturas convencionales en zonas muy frías de altura, estudiando alternativas de diseño que permitan optimizar las orientaciones favorables, y evitar orientaciones perjudiciales.

2.2. Colectores solares para calentar agua: Integrar los colectores en la forma arquitectónica con inclinaciones y orientaciones apropiadas, así como espacios para tanques de acumulación e instalaciones complementarias.

2.3. Módulos fotovoltaicos: Analizar la integración de módulos en las envolventes o prever su futura instalación.

2.4. Diseño para reducir pérdidas de energía en invierno: En zonas muy altas con temperaturas exteriores bajas, edificios de forma relativamente compacta para evitar superficies excesivas expuestas al exterior.

2.5. Aplicación de óptimos niveles de aislantes térmicos: Incorporación de espesores de aislantes térmicos que ofrecen muy buen desempeño térmico; especialmente en techos para evitar ganancias excesivas.

2.6. Colores claros en techos y muros: Especialmente en zonas cálidas y templadas, a fin de reducir la absorción de radiación solar, para conservar capas de impermeabilización y reducir sobrecalentamiento.

2.7. Evitar sobrecalentamiento estival: Incorporación de elementos para lograr control solar en fachadas y cubiertas, especialmente en aberturas y superficies vidriadas de la envolvente, orientadas al Este y Oeste.

2.8. Moderar la variación de temperatura interior: La incorporación de materiales de alta densidad, con gran inercia térmica, en espacios interiores también contribuye a controlar los picos de temperatura.

2.9. Iluminación artificial eficiente: Elección de lámparas eficientes y luminarias con buena distribución de luz, reduciendo la potencia eléctrica a valores menores a 4 Watts por cada 100 Lux por m².

3. EQUIPAMIENTO

3.1. Espacio para bicicletas: Proporcionar espacios cómodos y seguros para bicicletas a fin de favorecer este modo de transporte de muy bajo impacto ambiental, menor demanda de transporte automatriz, tanto público como privado, y menos espacio de estacionamiento, mientras se aporta a la salud evitando el sedentarismo.

3.2. Espacio exterior para secado de ropa: Proporcionar espacios discretos y seguros para secar ropa naturalmente, sin uso de energía convencional y reducir el uso de secadores eléctricos.

3.3. Electro-domésticos y equipos eficientes: Promover el uso de artefactos para cocinas y a/c certificados de Categoría A o B, con el sistema de etiquetado vigente.

4. DEPENDENCIA ENERGÉTICA

4.1. Acondicionamiento natural de edificios: Proyectar edificios que minimicen su dependencia energética, especialmente la requerida para su refrescamiento, y que proporcionen condiciones confortables en verano sin refrigeración artificial, optimizando las orientaciones apropiadas, logrando protección solar y ventilación natural ajustable. Proyectar distancias entre fachadas y espacios ocupados para permitir ventilación e iluminación natural.

4.2. Altura del edificio: Edificios de menor altura requieren menos energía para el bombeo de agua y accionar de ascensores, implica menor dependencia y menor esfuerzo y tiempo del usuario, y mayor comodidad en caso de cortes de luz.

4.3. Iluminación exterior: Eliminar luminarias exteriores de alta potencia y aquellas que dirigen la luz artificial al cielo, evitando además la 'polución lumínica', y controlar la potencia de iluminación decorativa de fachadas.

5. AGUA

El uso racional de agua involucra la reducción de la demanda de agua potable, especialmente para usos que no requieren agua tratada, el reciclaje parcial de aguas grises, conjuntamente con la reducción del impacto de descargas pluviales y su potencial impacto perjudicial a escala urbana. Las siguientes pautas indican distintas maneras de lograr la conservación, el reciclaje y la protección de

impactos desfavorables de uso excesivo de agua:

6. MATERIALES

6.1. Evitar o reducir materiales que exijan alta demanda de energía para su fabricación: Entre los materiales con alta demanda de energía, se incluye el aluminio y el acero.

6.2. Reducción del uso de materiales con altas emisiones de GEI (Gases Efecto Invernadero): Estos materiales incluyen: cemento, cal y acero, por emitir importantes cantidades de anhídrido carbónico en su fabricación.

6.3. Incentivar el uso de pinturas que no emitan COV (Compuestos Orgánicos Volátiles): Para reducir la emisión de compuestos orgánicos volátiles, se usan pinturas y aguarrás de 'bajo olor' o 'ecológico'.

6.4. Minimizar el uso de PVC: Este plástico emite toxinas, tanto en caso de incendios como durante la fabricación, aunque las ventanas de PVC tienen buena estanqueidad, factor favorable de conservación de energía en edificios.

6.5. Evitar maderas duras sin procedencia certificada: Estas maderas suelen provenir de la tala incontrolada de bosques ecuatoriales o tropicales.

6.6. Evitar o controlar el uso de maderas tratadas: Las maderas blandas para uso exterior suelen sufrir tratamientos con materiales tóxicos o venenosos para resistir el ataque de hongos e insectos. En caso de utilizar estas maderas, se debe asegurar la eliminación de recortes y aserrín en forma segura.

6.7. Utilización de madera certificada de bosques manejados con criterio ambiental: Organismos locales controlan e implementan el sistema de certificación de bosques con manejo sustentable a largo plazo, debiéndose asegurar la certificación de la 'cadena de custodia' de la madera, desde su extracción del bosque hasta la entrega en obra.

6.8. Diseños sin desperdicios de materiales de la construcción: Contemplar el tamaño de paneles, perfiles y placas y la modulación en el diseño para reducir recortes y desperdicios.

6.9. Reutilización total o parcial de edificios existentes: Esta medida permite reducir el impacto de la construcción y la extracción de materia prima, además de minimizar los impactos de fabricación y de la producción de desperdicios, logrando importantes beneficios ambientales y económicos.

6.10. Utilización de materiales reciclados: La reutilización de materiales demolición contribuye a reducir impactos de fabricación y desperdicios.

6.11. Producción y uso de materiales con contenido reciclado: Muchos materiales pueden tener un contenido significativo de material reciclado, como el vidrio (10 %), aluminio, acero. Por ej., uso de hormigones como agregado, libre de yeso e impurezas, y ladrillos triturados en contrapisos, y paneles de fenólico y aglomerado, que incorporan aserrín y recortes de madera. Evitar materiales con formaldehído: En condiciones húmedas, las resinas utilizadas en la fabricación de madera aglomerada y MDF pueden emitir formaldehído, un material irritante para los usuarios en espacios interiores.

6.12. Solicitud de la planilla de seguridad: Los fabricantes deben suministrar una planilla de seguridad que indique posibles impactos ambientales, tales como el contenido de pinturas, barnices, aditivos y tratamientos de madera, y permita identificar los componentes potencialmente peligrosos.

7. CONTROL DE RECICLADO, DECONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

7.1. Verificar la total ausencia de asbestos antes de iniciar demoliciones: El polvo de asbestos durante la demolición de edificios, peligroso para la salud de obreros y vecinos, requiere procesos seguros y especializados de remoción.

7.2. Verificar la ausencia de PCBs (bifenilos policlorados): Este líquido refrigerante, empleado en transformadores, es cancerígeno y altamente peligroso para personas en contacto directo con el líquido.

7.3. Verificar la deposición de desperdicios: Asegurar la deposición de materiales y tierra de excavaciones se realice en rellenos autorizados.

7.4. Plan de demolición segura: Identificar los procesos y etapas que puedan presentar peligros para los obreros. Asegurar la provisión de equipamiento y vestimenta apropiada (cascos, guantes, barbijos, botas con puntas reforzadas, etc.). Nombrar profesionales idóneos responsables para

realizar la supervisión.

7.5. Plan de control de molestias de polvo: Reducción de polvo a través de la humidificación y un adecuado método de demolición, evitando las épocas y horarios con mayor intensidad de fuertes vientos.

7.6. Plan de control de ruidos: Reducción de ruidos molestos con el control de horarios y métodos de demolición, y análisis de rutas de transporte y programación de aspectos críticos de la obra consensuada con los vecinos.

8. EMPLAZAMIENTO

8.1. Respeto por la topografía y minimización de movimientos de suelos: El proyecto debe contemplar la reducción de excavaciones y reutilización del suelo en el propio terreno, evitando subsuelos o reduciéndolos al mínimo.

8.2. Niveles para accesibilidad: En el marco de la sustentabilidad (social, económica y ambiental) es importante incorporar hábitos de diseño que permitan proyectar edificios y espacios exteriores accesibles para todos (principio de equidad social), con accesos cómodos para personas en sillas de ruedas, con bastones o con movilidad limitada, sin diferencias de nivel entre vereda y piso de planta baja, o con rampas generosas y cómodas.

8.3. Pensar los edificios en relación al sol y al viento: Optimización del emplazamiento de edificios y la orientación de fachadas y aventanamientos para aprovechar la captación del sol favorable de invierno en el interior y en espacios exteriores de uso. Evitar ubicaciones y volumetrías que produzcan entubamientos de aire o aceleraciones de viento.

9. ACCESIBILIDAD Y DESPLAZAMIENTO UNIVERSAL

9.1. Equipamiento y servicios universales: Proveer de servicios sanitarios de uso universal o disponerlos desagregados a distancias accesibles entre sí.

9.2. Superficies exteriores aptas para sillas de ruedas: Evitar superficies con piedras sueltas, ladrillo triturado o materiales que dificulten la circulación en sillas de ruedas, personas con bastones o muletas, cochecitos de bebé, etc.

9.3. Superficies antideslizantes: Cuidando tipo y calidad de superficies que puedan provocar caídas o deslizamientos, particularmente en zonas potencialmente peligrosas como escaleras y rampas, así como materiales que favorezcan deslizamientos al mojarse.

9.4. Facilidad de desplazamiento: Los desniveles o escalones aislados no solo presentan peligro potencial, sino también limitan la circulación de niños y ancianos, y ocupantes con movilidad limitada, favoreciendo la discriminación social.

9.5. Iluminación natural en zonas críticas: Asegurar óptima visibilidad en zonas de circulación, escaleras, cocinas, baños, y otras áreas potencialmente peligrosas.

10. ACONDICIONAMIENTO NATURAL

10.1. Optimizar la luz cenital con protección solar adecuada: El uso de luz cenital implica el ingreso de radiación solar con valores máximos en verano, hasta 850 Watts/m² (equivalente a una estufa eléctrica por m²). El diseño requiere protección solar especial de modo tal que permita la entrada de luz proveniente de sectores del cielo sin sol directo.

10.2. Especial cuidado en ventanales al Oeste: Las aberturas con esta orientación captan altas intensidades de radiación solar en verano, hasta 600 W/m² (equivalente a 6 lámparas incandescentes de máxima potencia), dada la latitud.

10.3. Control de ventilación amigable con el usuario: En el diseño de pieles y/o especificación de ventanas, incorporar paños practicables, operados por los ocupantes: ventilación natural, control de sobre-calentamiento y calidad de aire.

10.4. Construcción con adecuada capacidad térmica: Los elementos constructivos interiores con gran capacidad térmica y superficies densas ayudan a moderar las variaciones de temperatura interior.

11. CALIDAD AMBIENTAL

11.1. Proyectando para lograr iluminación natural en todos los espacios: En edificios

convencionales, con alturas piso cielorraso hasta 3 m, la iluminación natural llega hasta 6 m de las fachadas con ventanas.

11.2. Incorporación de controles de sol directo para lograr confort visual: La incorporación de persianas, parasoles, cortinas de enrollar y otros recursos de protección permite lograr condiciones interiores de alta calidad lumínica y confort visual para los ocupantes, aspecto importante en salud y productividad, además de ahorro de energía.

11.3. Asegurar ventilación natural: Las ventanas practicables en fachadas opuestas del edificio permiten una buena renovación de aire y distribución de ventilación natural en los espacios interiores. En épocas de alta temperatura y humedad, permiten captar leves brisas que proporcionan refrescamiento, bienestar y confort por medio natural.

12. CONTROL DE EMISIONES GEI

12.1. Diseño orientado a la reducción de emisiones GEI: Evitar el uso de equipos de refrigeración o reducir su capacidad a través de estrategias bioambientales de diseño edilicio, considerando básicamente: protección solar y orientaciones que contribuyan a evitar captación de sol estival y prevenir el sobrecalentamiento en interiores.

12.2. Especificar refrigerantes de bajo impacto: Elegir refrigerantes con menor impacto sobre la capa de ozono o de menor efecto de sobrecalentamiento global y cambio climático.

12.3. Especificar equipos de a/c con menor cantidad de refrigerante: Los equipos de mayor eficiencia y menor capacidad de refrigerante en relación con su potencia permiten reducir posibles impactos.

12.4. Especificar equipos de refrigeración con buena garantía de larga vida útil: Los equipos con menor requerimiento de mantenimiento tienen menores pérdidas de gases refrigerantes en el momento de realizar reparaciones.

12.5. Sistemas de supresión de incendios de bajo impacto: Evitar el uso de gases con alto impacto sobre el efecto invernadero de la atmósfera en sistemas contra incendios.

12.6. Incorporar alarmas para detectar fugas de gases refrigerantes: La detección temprana de fugas o la reducción de presión en los equipos de refrigeración es otra medida para evitar o reducir impactos de gases efecto invernadero producido por edificios.

13. CONSTRUCCIÓN

13.1. Preparar un Plan de Prevención de Polución de la Construcción PPPC: Identificar potenciales impactos e medidas de mitigación, desarrollar procedimientos de verificación y nombrar responsables de su implementación.

13.2. Control del uso de energía: Medir el uso de energía durante la construcción, verificar los elementos de equipamiento y herramientas de mayor consumo y planificar la obra para reducir el uso excesivo de energía.

13.3. Control del uso de agua: Medir el uso de agua durante la construcción e identificar aquellos procesos con menor demanda de agua. Elaborar y aplicar un plan para lograr eficiencia en el uso de agua durante la construcción.

13.4. Reducción de emisiones de polvo: medidas para reducir la emisión y dispersión de polvo durante la construcción, evitar cortes de ladrillos y bloques, humidificar materiales, evitar el tránsito de vehículos y lavando camiones, etc.

13.5. Control de arrastre de sedimentos: Planificación de movimientos de suelo y operaciones de construcción para evitar arrastre de sedimentos y desperdicios de la construcción debido a lluvias o escurrimiento de agua.

13.6. Planificar entregas para reducir molestias: Planificar los horarios de entregas de materiales y las rutas de acceso, evitando ruidos molestos o la acumulación de vehículos en obra, etc.

13.7. Control del nivel de ruido: Lograr reducción de ruidos molestos a través del manejo de horarios de trabajo y métodos de construcción, así como los métodos y rutas de transporte, de programación consensuada con vecinos, etc.

13.8. Inspección de obra y efectividad de aislamiento térmico: Verificar los espesores de capas aislantes, la ubicación y continuidad de barreras de vapor y capas de material impermeable y respirable, a fin de asegurar el adecuado comportamiento térmico según especificación.

13.9. Generación de empleo local: La elección de métodos constructivos capaz de absorber mano de obra local/regional puede favorecer o generar mayor empleo local, contribuyendo a la sustentabilidad social, adicionalmente a la reducción de viajes, y al desarrollo de técnicas regionales o practicas de patrimonio cultural.

14. POST-CONSTRUCCIÓN / POST-OCUPACIÓN

14.1. Verificación del buen funcionamiento y eficiencia de las instalaciones: Implementar el proceso de 'comissioning' o la verificación del funcionamiento de las instalaciones según las especificaciones.

14.2. Medición y control de las condiciones ambientales: La medición de condiciones ambientales, tales como los niveles de luz y temperatura interior, permite verificar el funcionamiento de las instalaciones, la verificación de los niveles de diseño y la eficiencia del edificio en uso.

14.3. Satisfacción del usuario: Plantear condiciones 'amigables' de habitabilidad y desarrollar la práctica de encuestas a fin de verificar la percepción, sensibilidad y reacción del usuario respecto al ambiente proporcionado, a fin de establecer niveles de satisfacción y estimar el bienestar ofrecido y el soporte ambiental en salud y productividad.

15. GESTIÓN AMBIENTAL

15.1. Proporcionar manuales de uso para promover eficiencia energética: Los usuarios de edificios deben contar con información adecuada para el manejo eficiente de las instalaciones de calefacción, refrigeración e iluminación, con recomendaciones para lograr altos niveles de confort con mínimo consumo.

15.2. Reducir la dependencia en el mantenimiento: El mantenimiento apropiado del edificio, especialmente pintura y revestimientos, artefactos de luz, terminaciones, alfombras, etc., asegura el control de fuentes de alergias, mantiene la eficiencia de la iluminación, conserva condiciones de confort y habitabilidad, y prolonga la vida útil de materiales.

15.3. Incorporar medidores en lugares visibles para control de consumo: Esta medida permite visualizar y controlar el comportamiento energético del edificio y el uso de agua, aspectos normalmente no visibles.

15.4. Designar responsables para la gestión ambiental del edificio: En el caso de edificios comerciales, de oficinas o industriales, se debe nombrar un responsable que realice las tareas de gestión energética: registrar y analizar los consumos mensuales, detectar acciones o inversiones para reducir la demanda, producir informes cuatrimestrales para el directorio de la empresa, etc.

15.5. Espacios para reciclaje: Incorporar en el diseño del edificio espacios adecuados para la separación, almacenamiento y retiro de residuos, por tipo de material, según los programas de reciclaje que se organicen a tal fin, con recipientes separados para papel, cartón, vidrios, plásticos, metales, maderas, hormigón y mampuestos, y materiales orgánicos.

Fuente: (Schiller, 2009)

APÉNDICE 1

CUESTIONARIO PARA ENTREVISTAS SEMIESTRUCTURADA A LAS JEFATURAS DE LA DIEE CON EL PROPÓSITO DE DIAGNOSTICAR LA APLICACIÓN DE LOS PROCESOS DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

PROCESO	PREGUNTA:
Gestión de la Integración	
Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto.	1. ¿Se utiliza un método para asignar el desarrollo de un proyecto a los diseñadores o inspectores?
	2. ¿Se conforma un equipo de diseño o inspección con un líder del grupo?
	3. ¿Existe una plantilla para la asignación indicada en la pregunta 1?
Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto.	4. ¿Se definen actividades de planificación para el cumplimiento del proceso de formulación y diseño del proyecto, o de la inspección de la ejecución de las obras?
Dirigir y Gestionar la Ejecución del Proyecto.	5. ¿Se desglosa el trabajo en etapas?
	6. ¿Qué entregables se presentan al finalizar las mismas?
Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto	7. ¿Se desarrollan actividades de control durante la formulación y diseño o la inspección de los proyectos?
	8. ¿Qué plantillas se utilizan?
	9. ¿Qué otras actividades de control se consideran convenientes por implementar, pero que no se ha hecho por razones varias?
Realizar el Control Integrado de Cambios	10. ¿Se gestiona un control de cambios en el proyecto?
	11. ¿Cuenta con plantillas para control de cambios?
Cerrar Proyecto	12. ¿Cómo se concluye el proyecto de formulación y diseño o de inspección de los proyectos?
	13. ¿Existen plantillas para este fin?
Gestión del Alcance	
Recopilar Requisitos	14. ¿Se realiza la recopilación de requisitos para la formulación y diseño o de inspección de los proyectos?
	15. ¿Existe una plantilla para ese propósito?
Definir el Alcance	16. ¿Cómo se define el alcance de un proyecto, con base en cuáles criterios?
Crear la EDT	17. ¿Se utiliza la técnica de la estructura del desglose del

PROCESO	PREGUNTA:
	trabajo como ayuda para desglosar el alcance?
Verificar el Alcance	18. ¿Se realiza una verificación del alcance con los interesados (usuarios y patrocinadores) para formalizar su aceptación?
	19. ¿Existen procedimientos y plantillas para el logro de este proceso?
Controlar el Alcance	20. ¿Se realizan acciones correctivas y preventivas para el control del alcance?
Gestión del Tiempo	
Definir las Actividades	21. ¿Se gestiona el tiempo para sub proyectos de formulación y diseño o inspección del proyecto?
Secuenciar las Actividades	
Estimar los Recursos de las Actividades	
Estimar la Duración de las Actividades	22. ¿Qué procesos de la gestión del tiempo se implementan para cada proyecto de infraestructura que se encuentran bajo la administración del Departamento?
Desarrollar el Cronograma	
Controlar el cronograma	
Gestión de la Calidad	
Planificar la Calidad	23. ¿Existen políticas y objetivos de calidad para los procesos administrativos de formulación y diseño o de inspección de los proyectos?
	24. ¿Cuál es la política y los objetivos de calidad aplicables a los proyectos de infraestructura diseñados o inspeccionados?
	25. Existen procedimientos específicos relativos a la calidad de los procesos administrativos o los productos.
Realizar el Aseguramiento de la Calidad	26. ¿Existen procedimientos y acciones (aplicación de lecciones aprendidas) implementadas para asegurar la calidad de los procesos administrativos en la fase de diseños y planos constructivos o de inspección de las obras?
	27. ¿Qué procedimientos o acciones resultaría conveniente implementar de ser posible?
Realizar el Control de la Calidad	29. ¿Se realiza el control de la calidad de los procesos administrativos y de los productos (planos y documentación pertinente)?
	30. ¿Existen plantillas para controlar la calidad de procesos y

PROCESO	PREGUNTA:
	productos?
Gestión de las Comunicaciones	
Identificar a los Interesados	28. ¿Se utiliza una plantilla para la identificación de los interesados de los proyectos de infraestructura?
Planificar las Comunicaciones	29. ¿Existen procedimientos para la gestión de comunicaciones?
Distribuir la Información	30. ¿Existen instrumentos para monitorear las comunicaciones?
Gestiona las Expectativas de los Interesados	31. ¿Se gestionan las expectativas de los interesados (usuarios y patrocinadores) y qué plantillas se utilizan?
Informar el Desempeño	32. ¿Se presentan informes de desempeño y cuáles plantillas se usan?
Gestión de los Riesgos	
Planificar la Gestión de Riesgos	33. ¿Cómo se gestionan los riesgos?
Identificar los Riesgos	
Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos	
Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos	
Planificar la Respuesta a los Riesgos	34. ¿Existen procesos y plantillas para la gestión de riesgos para cada proyecto de infraestructura?
Monitorear y Controlar los Riesgos	
Gestión Ambiental	
Planificación Ambiental	35. ¿Cómo se tramita el aval ambiental así como la gestión ambiental de los proyectos de infraestructura educativa?
Realizar el Aseguramiento Ambiental	36. ¿Existen procesos y plantillas para el control y aseguramiento de la gestión ambiental?
Realizar el Control Ambiental	

CUESTIONARIO USADO EN LAS ENTREVISTAS ESTRUCTURADAS REALIZADAS A EXPERTOS EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE

Nombre del entrevistado: _____

Credenciales del experto: _____

Fecha de la entrevista _____

Tema:

Propuesta Metodológica para la Elaboración de Planes de Gestión de Proyectos para el Desarrollo de Centros Educativos Públicos Sustentables.

Objetivo:

La presente entrevista tiene por objetivo detectar elementos metodológicos y requisitos indispensables para la planificación de proyectos de construcción sustentable en el sector público de Costa Rica, tanto desde el ámbito de la gestión de proyectos como desde el ámbito técnico de la sustentabilidad.

Contenido.

1. Considera que la formulación de *una metodología clara y concisa para gestionar proyectos sustentables de forma efectiva* es:
 - a. *Muy importante*
 - b. *Importante*
 - c. *Intrascendente*
 - d. *Innecesaria*
 - e. *Otro.* _____
_____./

2. ¿Cuáles guías de gestión de proyectos considera que tiene mayor difusión?
 - a. *Guías PMBOK Project Management Institute (PMI)*
 - b. *Norma. ISO 10006*
 - c. *LEAN Manufacturing (manufactura esbelta)*
 - d. *IPMA (International project management association)*
 - e. *Otros.* _____
_____./

3. ¿Ha utilizado algún sistema de gestión de proyectos para el desarrollo de sus proyectos?

- Sí
- No

¿Puede describirlo? _____
_____./

4. ¿Cuál metodología de administración considera más aplicable para el desarrollo de proyectos sustentables?

- a. Considera que todas las metodologías son similares
- b. Considera que lo importante es que el método tenga funcionalidad y aplicabilidad.
- c. PMI
- d. LCM (Naciones Unidas) Life Cycle Management.
- e. SBT (Sustainable buildings Tools)
- f. RESET (Instituto de arquitectura Tropical)

Explique brevemente su respuesta: _____./

5. ¿Cuáles considera que son los procesos de planificación críticos para el desarrollo de proyectos de construcción sustentable? Marque los cinco más importantes para usted.

- 1) Plan de gestión de cambios
- 2) Plan de gestión del alcance
- 3) Plan de gestión de requisitos
- 4) Plan de gestión del cronograma
- 5) Plan de gestión de la calidad
- 6) Plan de mejoras de procesos
- 7) Plan de gestión de las comunicaciones
- 8) Plan de gestión de riesgos
- 9) Plan de Gestión ambiental
- 10) Otros. _____./

6. ¿Considera que existen procesos o áreas del conocimiento que no han sido contempladas en los métodos tradicionales de gestión de proyectos o sustentabilidad los cuales deban ser incluidos?

- Sí
- No

¿Cuáles? _____./

7. ¿Puede referir plantillas del área de la planificación necesaria para el procesamiento y análisis de datos?

- Sí
- No

¿Cuáles?_____./

8. ¿Cuáles guías para el desarrollo y evaluación de edificaciones sustentables considera tienen mayor difusión y peso en importancia?
- a. *Producción más limpia*
 - b. *LEED, Liderazgo en energía y diseño ambiental*
 - c. *BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)*
 - d. *El Método Estrella Verde (Green Star).*
 - e. *Otros.*_____./
9. Mencione algunos elementos clave que el MEP como institución debe considerar para apoyar la iniciativa “Carbono Neutral para el siglo 21”. (Puede marcar varios)
- a. Eliminar Trabas políticas.
 - b. Posición País en cuanto a emisiones y deshechos.
 - c. Avanzar en cuanto a elementos de medición de emisión.
 - d. Organizar su gestión interna.
 - e. Implementar un adecuado control de deshechos
 - f. Proceso educativo a estudiantes
 - g. Establecer una línea base de sus emisiones
 - h. Difusión de políticas ambientales
 - i. Plan de gestión ambiental institucional
 - j. Educar haciendo y fomento de liderazgo
 - k. Otros_____./
10. Asigne un número del 1 al 7 según el nivel de importancia de los requerimientos de sustentabilidad por aplicabilidad en edificaciones públicas educativas
- | | |
|-----------------------------------|-------|
| 1) Selección del emplazamiento | _____ |
| 2) Uso eficiente del agua | _____ |
| 3) Energía y atmósfera | _____ |
| 4) Materiales y recursos | _____ |
| 5) Calidad ambiental interior | _____ |
| 6) Innovación y proceso de diseño | _____ |
| 7) Prioridad regional | _____ |
11. ¿Qué tan realista considera a futuro la exigencia de construcciones estatales con certificación verde?
- a. Muy realista
 - b. Viable a mediano plazo
 - c. Viable a largo plazo
 - d. Poco realista
 - e. No viable.

Explique brevemente su respuesta: _____./

12. ¿Qué tipo de consideración técnica estima como prioritaria para el desarrollo de proyectos de construcción sustentable? (Puede marcar varias)
- Manejo de materiales
 - Optimización del uso local
 - Valorar la calidad del material (durabilidad y deterioro)
 - Planificación territorial
 - Innovación en materiales menos contaminantes por parte de arquitectos.
 - Climatización pasiva
 - Estandarización y flexibilidad del sistema constructivo
 - Establecer línea base de sus emisiones
 - Materiales y sistema constructivo con enfoque de ciclo de vida
 - Aspectos económicos y de impacto social en toma de decisiones
 - Requerimientos de diseño
 - Desarrollar un diagrama de Pareto para definir prioridades en el MEP
 - Método de selección de materiales que resguarde la calidad y disminuya residuos
 - Energía/Climatización/Calidad y durabilidad
 - Otras _____./
13. ¿Cuáles considera que son los riesgos más significativos en proyectos de construcción sustentable en general o específicamente para centros educativos públicos?
- Inadecuado seguimiento del proyecto.
 - Aseguramiento de la calidad.
 - Vulnerabilidad a amenazas naturales
 - No prever problemas de mantenimiento
 - Falta de estudios técnicos básicos
 - Intervención de personal no capacitado en fase de diseño principalmente
 - Usuarios no capacitados
 - Trámites engorrosos de permisos
 - Omitir criterio social
 - Inadecuada comunicación
 - Incumplimiento de metas sustentable generando expectativas no cumplidas en detrimento de los esfuerzos nacionales
 - Introducir tecnología sin considerar factibilidad de dar mantenimiento ni respaldo en reparación
14. ¿Puede mencionar procesos o requerimientos claves que deban ser considerados en el sector público para implementar proyectos de construcción sustentable? (Puede marcar varios)
- Control de inventarios para evitar mal manejo de fondos
 - Regencia ambiental
 - Planes de mantenimiento
 - Manejo de residuos sólidos

- e. Cuantificación de impacto por residuos sólidos
- f. Accesibilidad a servicios energía, comunicación, agua
- g. Procesamiento de aguas servidas y desechos orgánicos
- h. Reutilización de residuos (el termino deshecho es una invención humana)
- i. Ubicación del sitio
- j. Salud ocupacional y salud comunal
- k. Evaluación post ocupación
- l. Diseño/normalización/constructividad
- m. Aseguramiento de la calidad
- n. Otros:_____./

15. ¿Qué tipo de controles considera necesario implementar para adecuada fiscalización y rendición de cuentas durante el desarrollo de proyectos sustentables en el sector público? (Puede marcar varios)

- a. Inspección interna y externa.
- b. Evaluación del desempeño.
- c. Participación de la localidad con asesoría profesional idónea
- d. Preparar a las juntas para que sean autónomas
- e. SGI (Sistema de gestión integrada) Verificar UPADI GIAAC
- f. Métricas para evaluación de desempeño
- g. Consecuencias por incumplimientos
- h. Términos de referencia claros
- i. Control efectivo de planes de gestión ambiental de parte del MINAET
- j. Auditorías externas
- k. Encuestas a los usuarios
- l. Esquema contractual que asigne responsabilidad a un consorcio
- m. Otros_____./

16. ¿Cuáles considera que son algunas las máximas autoridades a nivel nacional o mundial en materia de proyectos de construcción sustentable? (Puede marcar varias)

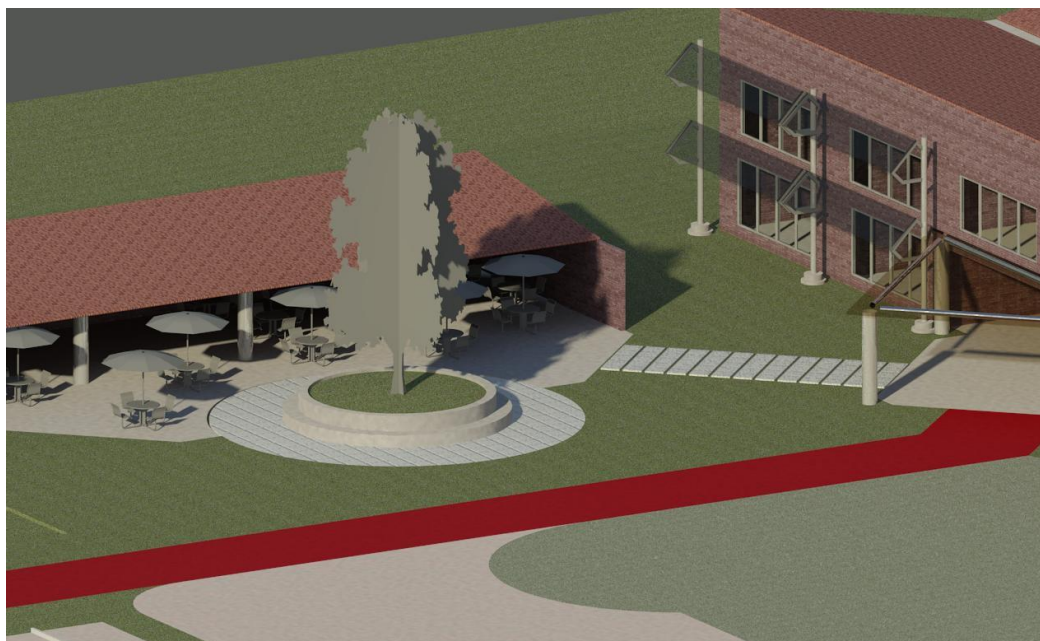
- a. Bruno Stagno.
- b. Ana Quirós, Comisión de construcción sostenible.
- c. Alejandro Ugarte, LEED Costa Rica
- d. María Guzmán, MINAET
- e. Arq. José Luis Huertas (CCAV) Consejo Centroamericano de la Arquitectura Verde) Creado en julio 2011
- f. Ing. Nicolás Ramírez
- g. Ing. Ana Lorena Arias
- h. Ing. Orlando Murillo (ICE energías renovables)
- i. Ing. Rafael Sequeira (CIEMI)
- j. Manuel Salas, Holcim
- k. Ramón Domenech, ICAP
- l. Esteban Zúñiga, Dirección de Cont. Adm. Hacienda)
- m. CIVCO. TEC

- n. Erick Fischel, CIRCUITO S.A.
- o. TERMOAIRE
- p. APLITEC
- q. Otros: _____

MODELO ARQUITECTÓNICO ESCUELA SUSTENTABLE



Vista de conjunto



Vista área vestibular de acceso



Fachada principal modulo de aulas

A continuación se hace una descripción general de los principales requerimientos de diseño para centros educativos sustentables; este apartado se incorpora a la presentación con fines ilustrativos, no obstante su desarrollo desde la perspectiva técnica debe ser profundizado en otro proyecto de investigación complementario.

1. SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

Tal como se indica en el plan de gestión ambiental, el estudio del sitio conlleva el análisis de los siguientes elementos.

- a) Identificar las características ambientales del entorno circundante al sitio de proyecto.
- b) Cotejar el cumplimiento de los impactos identificados de conformidad con las normas y estándares ambientales establecidos en la legislación según cada tema o protocolo.
- c) Diagnosticar los impactos ambientales.
- d) Tramitar el Aval Ambiental ante la Secretaría Técnica del Ambiente.

- e) Priorizar los impactos de conformidad con su significancia ambiental (SIA). De conformidad con la priorización establecida se deben implementar, de conformidad con la capacidad de respuesta de la organización y la gravedad de los impactos negativos, un plan de respuesta para minimizar, mitigar, corregir o restaurar los impactos, corresponderá el procedimiento a seguir de acuerdo con la siguiente clasificación.
- a. Para una SIA menor o igual que 300, se debe realizar una Declaración Jurada de Compromisos Ambientales.
 - b. Para una SIA mayor que 300 y menor o igual que 1000, se debe tramitar un Pronóstico-Plan de Gestión Ambiental.
 - c. Para una SIA mayor que 1000, se debe realizar un Estudio de Impacto Ambiental.

Transporte alternativo. (Acceso al transporte público) **(Ver Ilustraciones 2 y 3 de transporte alternativo).**

Para reducir la polución y el impacto del desarrollo del sitio por el uso de automotores deben considerarse:

- Paradas de autobuses en las proximidades. (Se colocarán barreras vegetales a fin de impedir la contaminación),
- Debe definirse la distancia máxima recomendada de traslado de los estudiantes al centro educativo. El sitio debe permitir el acceso peatonal a todos la población estudiantil.
- Dentro de lo posible, deben proveerse de sendas peatonales y carriles en ambos sentidos para bicicletas desde la entrada de la propiedad hasta el edificio.
- Transporte alternativo. (Paqueo de bicicletas, duchas y vestidores)
- Transporte alternativo. (Vehículos con bajas emisiones o consumo eficiente)
- Transporte alternativo. (Capacidad de parqueo de manera que no sea afectado el entorno vial)

Desarrollo del sitio (Protege o restaura el hábitat)

Con el fin de conservar las áreas naturales existentes y restaurar las áreas dañadas para proveer el hábitat y promover la biodiversidad.

Parámetros:

- 12,00 metros alrededor del perímetro de la construcción.
- 3 metros más allá de las áreas de paso, patios, áreas de parqueo e instalaciones a menos de 30,5 centímetros de diámetro.
- 4,50 metros más allá de las vías de ruedo primarias, bordillos y vías destinadas de acceso a servicios públicos.
- 7,6 metros más allá de las áreas construidas con superficies permeables para evitar el límite de compactación de las áreas construidas.
- Se debe proteger o restaurar como mínimo un 50% del área del sitio (debe adaptarse vegetación de la zona).

Desarrollo del sitio (Maximiza el espacio abierto)

Para promover la biodiversidad, proveyendo un amplio espacio abierto.

Requerimientos:

- Reducir el área construida cubierta y proveer espacios abiertos con vegetación dentro de la superficie del proyecto de forma que se excedan los requerimientos locales en un 25%.

Para este proyecto en particular se optó por desarrollar edificios en dos plantas, a fin de minimizar el impacto que causaría el área a construir.

El plan maestro de la escuela debe ser preferiblemente desarrollado en colaboración con las Juntas de educación o Administrativas u otros grupos de toma de decisiones.

(Ver ilustración 1 de Diseño de Sitio).



Ilustración 1. DISEÑO DE SITIO

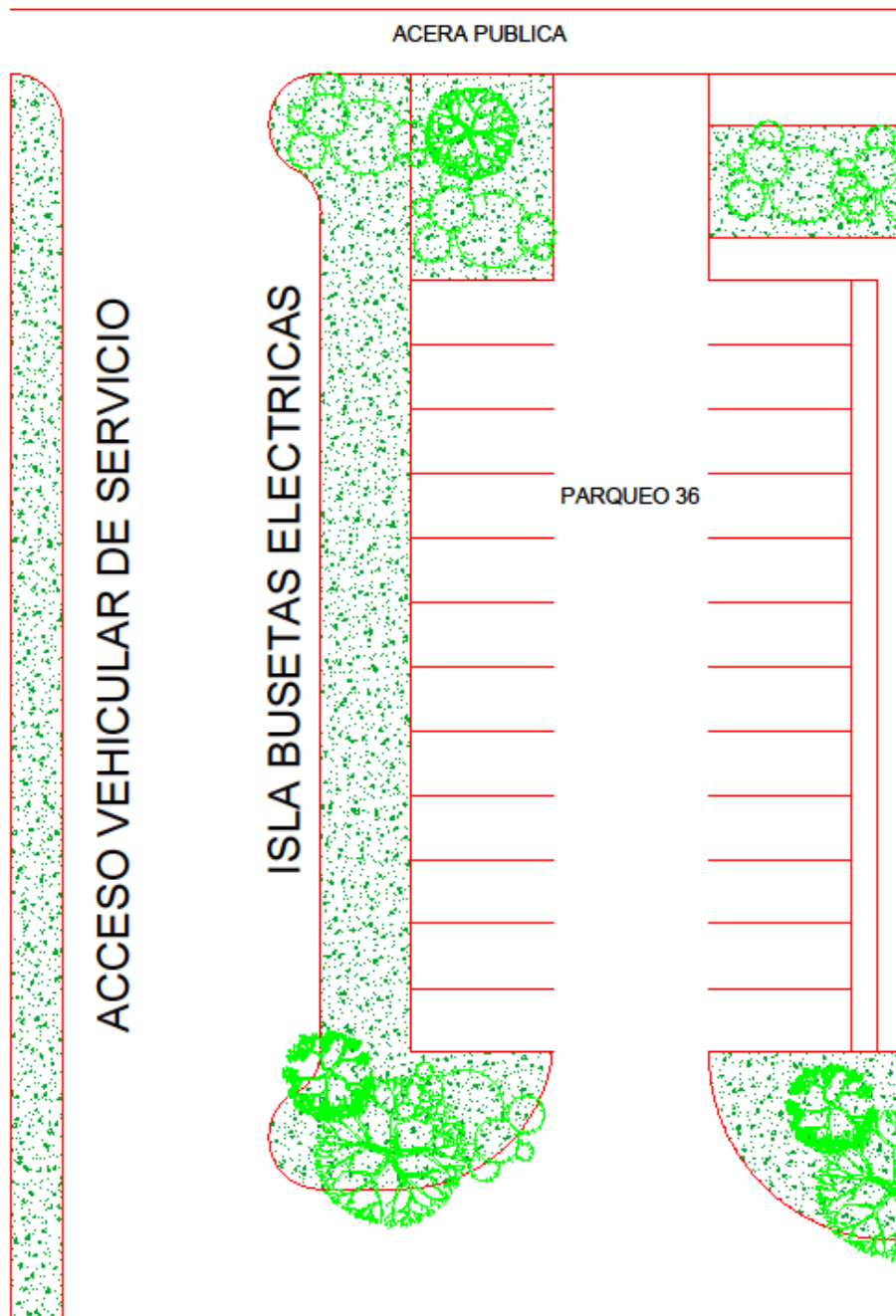


Ilustración 2. TRANSPORTE ALTERNATIVO

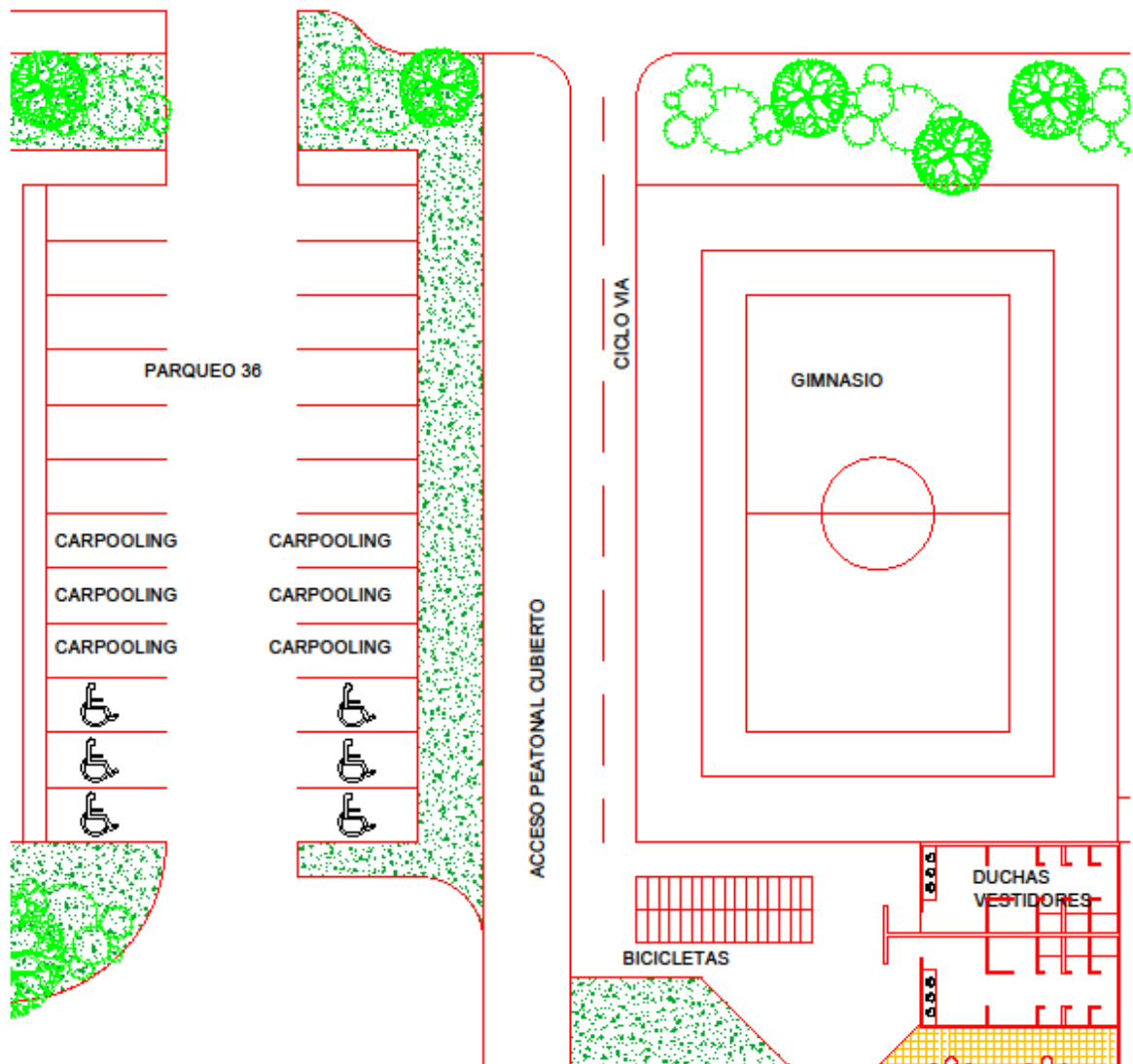


Ilustración 3. TRANSPORTE COMPARTIDO

2. USO EFICIENTE DEL AGUA

Diseño para agua de lluvia (Control cuantitativo)

El propósito es interferir lo menos posible con la hidrología natural, al reducir la cubierta absorbente y así eliminar el exceso de escorrentía hacia las cuencas hidrográficas.

Requerimientos:

- Implementar un plan de administración de aguas llovidas de manera tal que se prevenga el exceso de descargas en los colectores pluviales. En este caso específico se implementarán tanques recaudadores de flujo que permitan reducir el impacto en los momentos de mayor precipitación.
- El área impermeabilizada deberá ser menor del 50%.

Diseño para agua de lluvia (Control cualitativo)

Para evitar los efectos negativos de las escorrentías administrando dichos flujos.

Requerimientos:

Se debe implementar un sistema de administración del agua llovida de manera que se pueda tratar al menos el 90% del flujo anual, utilizando buenas prácticas administrativas.

Para estos efectos se pueden canalizar las aguas pluviales

- a. por medio de tanques de captación elevados que servirán para abastecer el consumo de inodoros mingitorios,
- b. Canalizar dichas aguas a estanques de piscicultura u otros usos.
- c. Canalizar las aguas restantes a huertas y otras áreas verdes.

(Ver ilustración 4 de diseños exteriores y tanques de piscicultura).

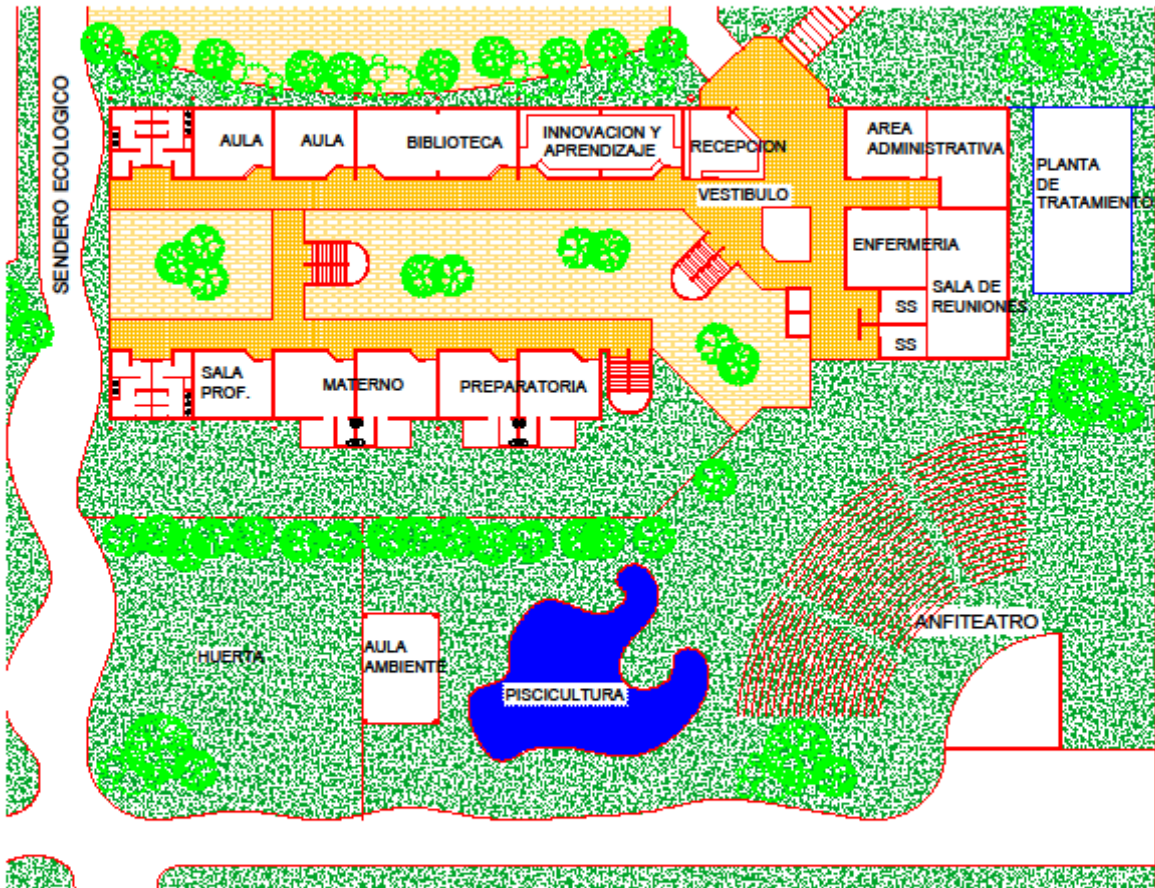


Ilustración 4. DISEÑOS EXTERIORES Y TANQUES DE PISCICULTURA

3. ENERGÍA Y ATMÓSFERA

En este apartado se deben considerar los siguientes elementos:

- Eficiencia energética. **(Ver ilustración 4 de climatización pasiva).**
- Gestión de Refrigerantes requerido
- Optimizar el rendimiento energético
- Energías Renovables en el sitio
- Medición y Verificación
- Energía limpia

Islas de calor (Generada por otros elementos que no son techos)

El propósito consiste en reducir las islas de calor para minimizar el impacto en los microclimas y hábitats humanos.

Requerimientos:

Proveer de sombra con árboles existentes al menos el 50% de las áreas duras incluyendo calzadas, áreas de parqueos entre otras.

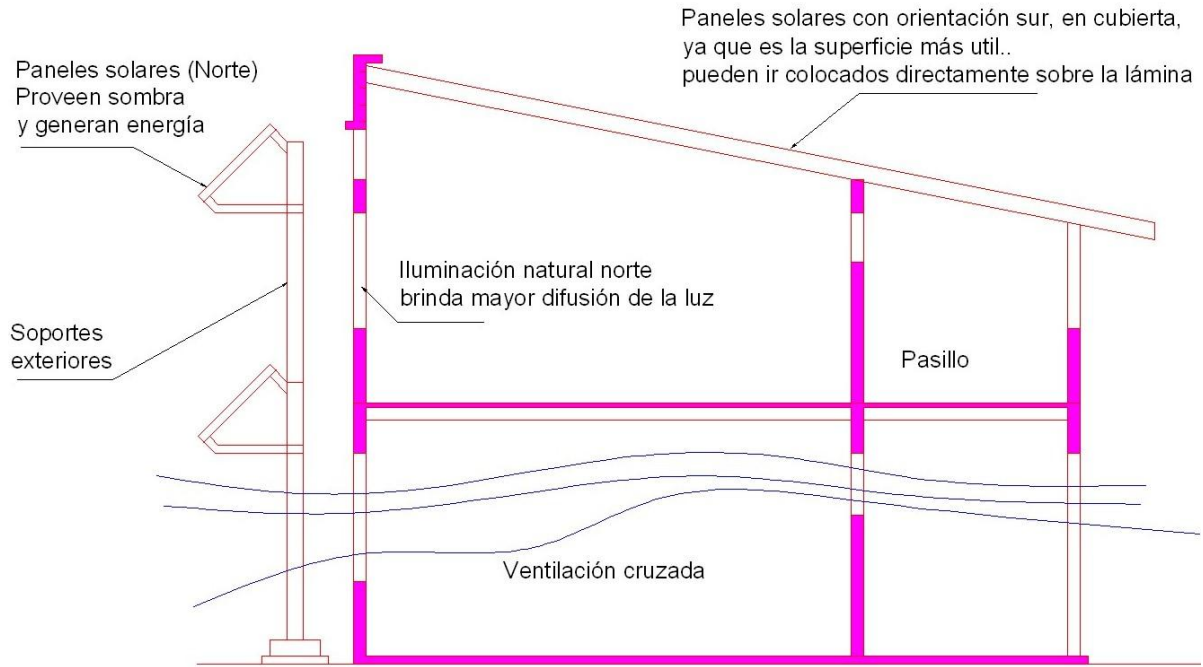
Proveer sombra de las estructuras cubiertas por paneles solares que producen energía utilizada para minimizar el impacto en recursos no renovables.

Para estos efectos se están dejando elementos naturales en los bordes de todos los edificios a fin de mitigar los efectos producidos por las islas de calor y evitar el ingreso a los edificios de calor generado por las mismas.

Los colores de los concretos permeables ubicados en los exteriores estarán dispuestos de manera que reflejen la menor cantidad de calor posible, además se utiliza la sombra generada por los paneles solares y los parasoles para minimizar el impacto del calor y reducir su absorción.

El índice de reflectancia de estos elementos será de un máximo del 29%.

Las barreras vegetales entre islas de calor externas producto de superficies reflectantes y los edificios sirven como disipadores de calor, disminuyendo la necesidad del uso de aires acondicionados. **(Ver ilustración 9 barreras vegetales).**



SECCION TIPICA

Ilustración 5. CLIMATIZACIÓN PASIVA

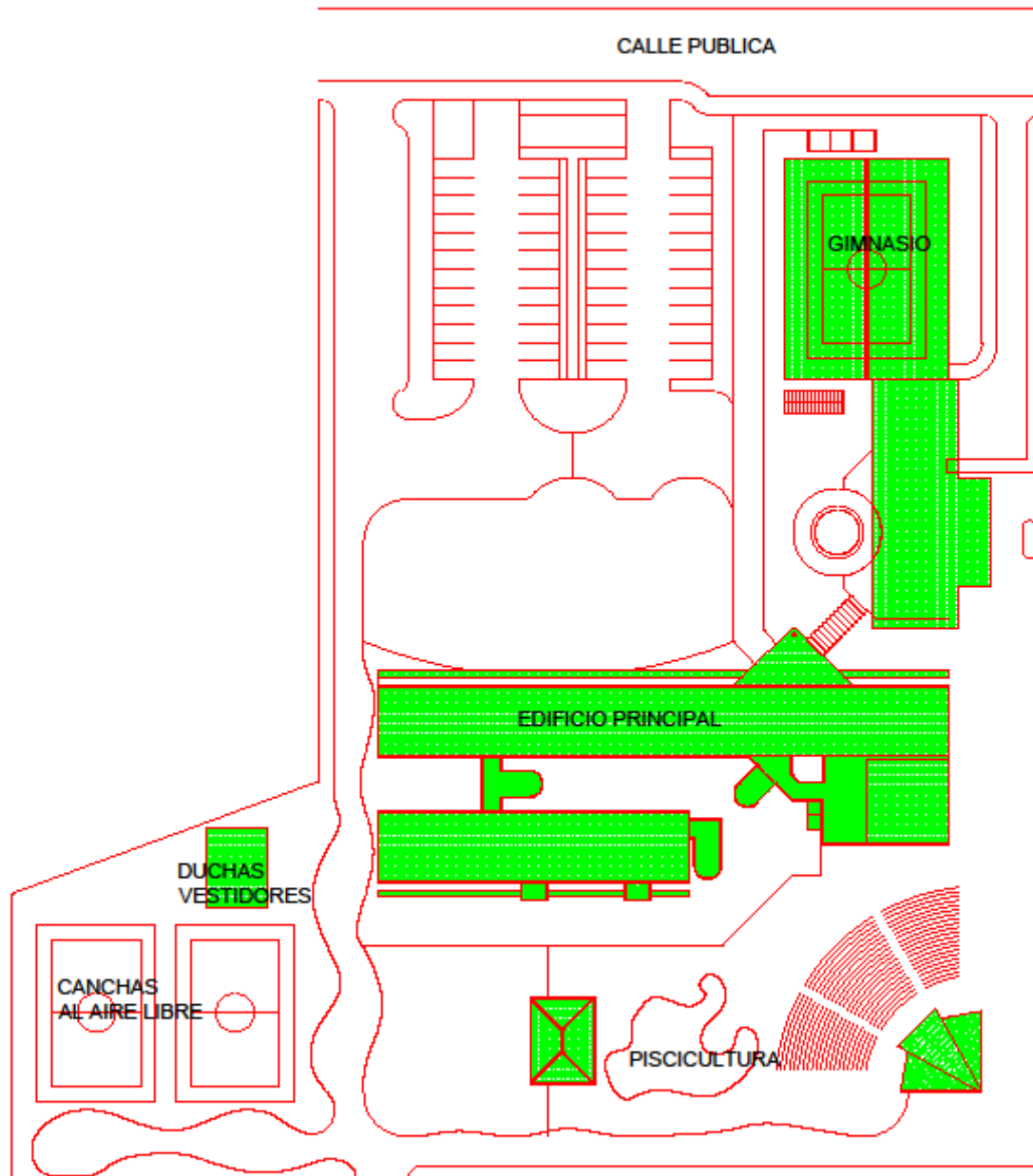
Islas de calor (Generadas por techos)

Se pretende en este aspecto reducir la cantidad de calor generado por las cubiertas de techo.

Requerimientos:

Las cubiertas deberán tener un índice de reflectancia solar (SRI), del 75%.

(Ver Ilustración 6. Islas de calor generadas por techos)



PLANTA DE TECHOS

Ilustración 6. ISLAS DE CALOR GENERADAS POR TECHOS

4. MATERIALES Y RECURSOS

Elementos que deben ser considerados en relación con el tema de materiales y recursos:

- Materiales regionales
- Materiales Rápidamente Renovables
- Madera Certificada

5. CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR

- La calidad ambiental interior considera los siguientes factores:
- Rendimiento mínimo en la calidad del aire en interiores
- Control de contaminación por humo de tabaco
- Rendimiento acústico requerido
- Monitoreo de emisiones de aire al exterior
- Incremento de la ventilación
- Plan de Gestión de la Calidad del Aire interior - Durante la construcción
- Plan de Gestión de la Calidad del Aire interior - Después de la construcción
- Materiales de Baja Emisión
- Control interior de químicos y fuentes contaminantes
- Control de los Sistemas de Iluminación
- Control de los Sistemas de confort térmico
- Diseño del confort térmico
- Verificación del confort térmico
- Luz día y panorámicas, luz día
- Luz día y panorámicas, panorámicas
- Mejoramiento del rendimiento acústico
- Prevención contra el moho

4. Reducción de la contaminación lumínica.

El propósito fundamental es minimizar el impacto de la luz de forma que se pueda tener acceso al cielo y a los ambientes nocturnos.

Requerimientos:

Para iluminación interior reducir el consumo de energía por medio de dispositivos automáticos de todas las luminarias.

Par luces interiores serán utilizadas la requeridas para seguridad y confort de manera que no exceda los estándares especificados en ANSI/ASHRAE/IESNA Estándar 90.1-2007.

6. INNOVACIÓN Y PROCESO DE DISEÑO

La innovación en los procesos de diseño en el sector público es un tema controversial por ser Costa Rica un país que imparte educación gratuita y obligatoria, por lo cual los recursos deben ser muy austeramente administrados. No obstante lo anterior, la opción de innovación no debe ser anulada; por el contrario con más razón, esta situación debe motivar la búsqueda de respuestas innovadoras a los problemas de diseño de los centros educativos públicos sustentables.

Esta labor debe ser desarrollada por profesionales del sector público capacitados en materia de diseño ambiental.

Los espacios abiertos como sodas y comedores requieren de un trato especial en cuanto a disposición de desechos sólidos, tanto por su disposición propiamente dicha como por su aprovechamiento en energía limpia. **(Ver Ilustración 7. Espacios de interacción social).**

La creación de senderos ecológicos es otra opción que les puede permitir a los estudiantes esparcirse y educarse al mismo tiempo.

El fomento del uso de la bicicleta contribuye enormemente a la disminución de emisiones contaminantes; los estudiantes o profesores que utilicen este tipo de transporte, requieren de duchas y vestidores complementarios que estimulen el uso de este medio. **(Ver ilustración 8. espacios para bicicletas)**

La escuela como una herramienta de enseñanza. Es un tema que debe ser aprovechado al máximo ya que son los usuarios del entorno construido de quienes depende la durabilidad de algunos elementos así como la utilización adecuada. El edificio debe ser instrumento para educar a estudiantes, personal administrativo y comunidad en general.

La utilización de elementos de ahorro energéticos, entornos ecológicos adecuadamente diseñados, así como de espacios pasivamente climatizados se constituyen en instrumentos que en sí mismos pueden educar y sensibilizar a una buena parte de la población costarricense, a la cual llegan diariamente los servicios del Ministerio de Educación Pública.

Utilización conjunta de las instalaciones. Los centros educativos deben ser elementos integrados a la comunidad por medio de la utilización de la construcción y sus espacios exteriores en eventos no escolares. La realización de este tipo de eventos disminuye la necesidad de las comunidades de construir más y maximiza el rendimiento de utilización de las instalaciones construidas.

Requerimientos:

En colaboración con las autoridades escolares asegurar que al menos tres de los siguientes espacios sean accesibles para desarrollar actividades públicas.

- a. Auditorio.
- b. Gimnasio.
- c. Cafetería
- d. Uno o más salones de clase
- e. Áreas de juego
- f. Espacios de parqueo

Se deberá proveer un acceso separado para este tipo de actividades a fin de que no interfiera con la seguridad de las actividades escolares rutinarias.

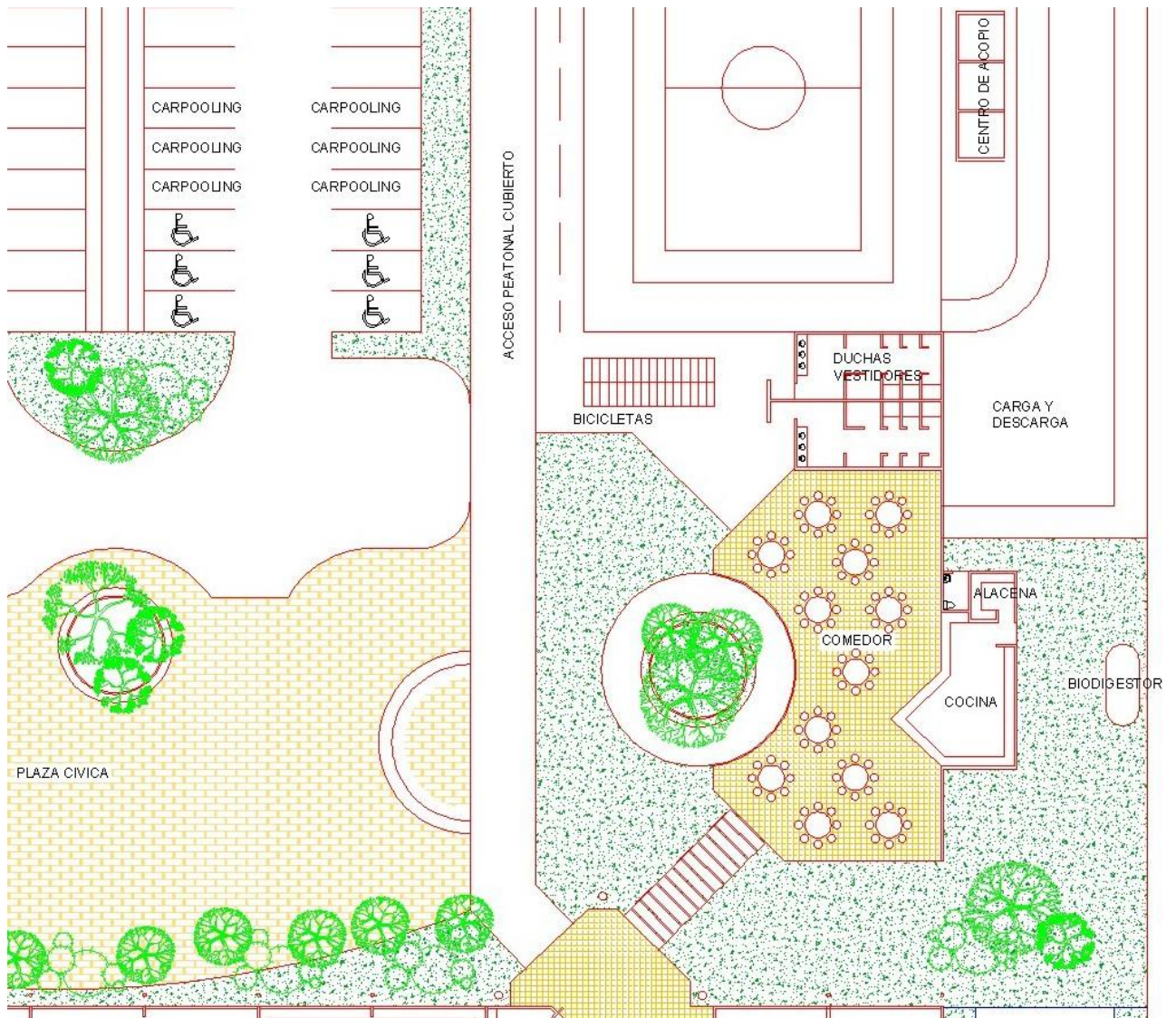


Ilustración 7. ESPACIOS DE INTERACCIÓN SOCIAL

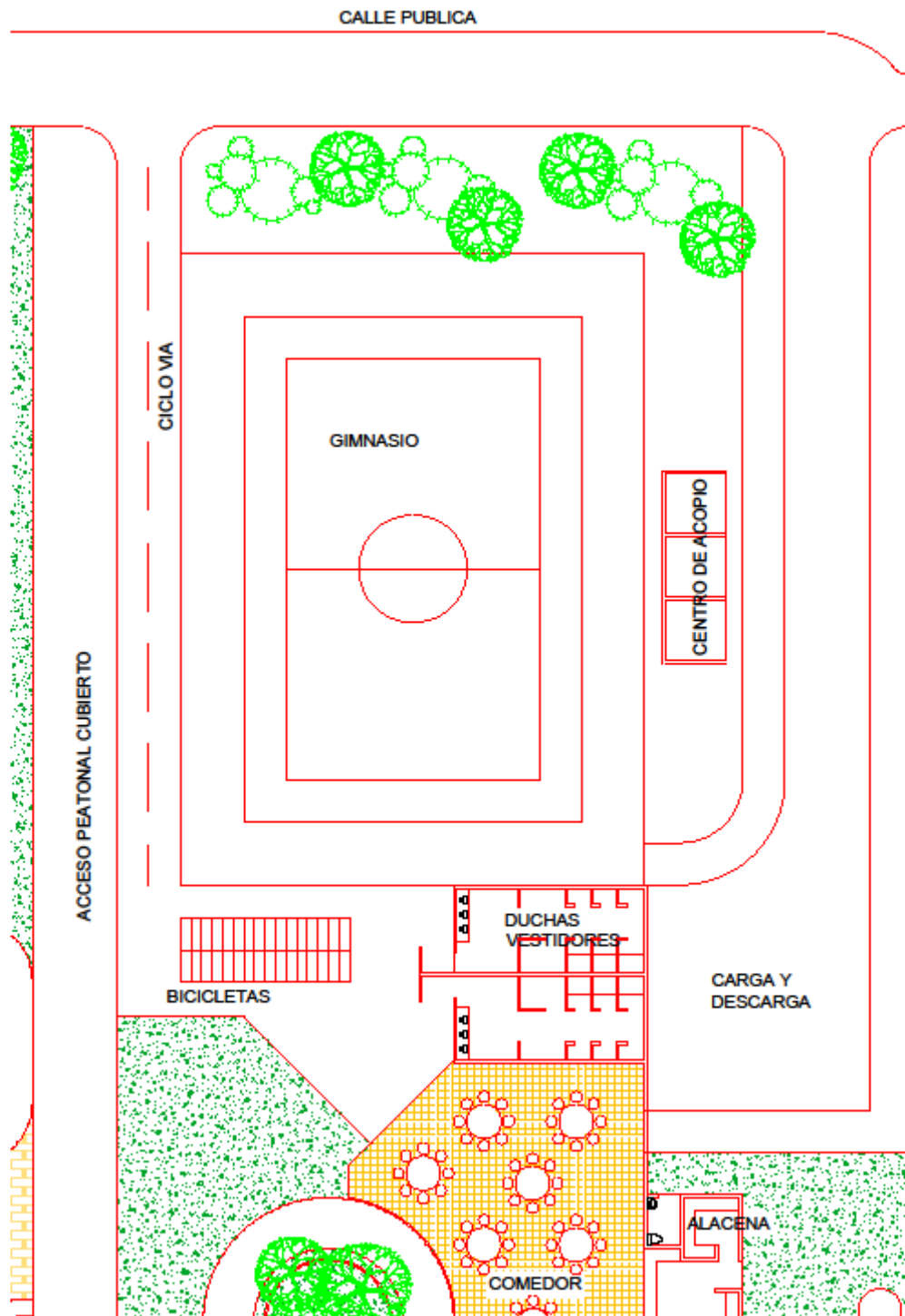


Ilustración 8. ESPACIOS PARA BICICLETAS

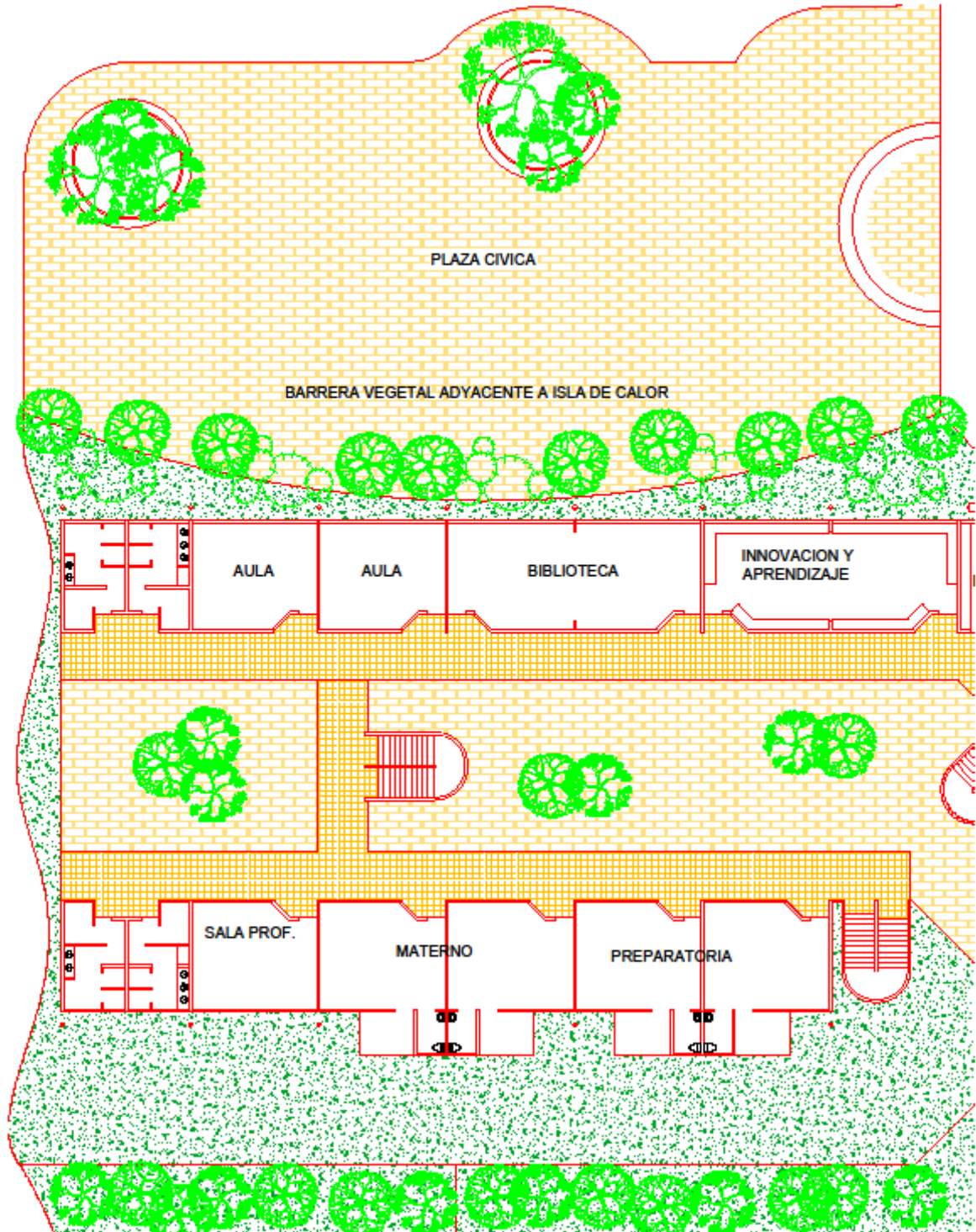


Ilustración 9. BARRERAS VEGETALES

7. PRIORIDAD REGIONAL

Es fundamental, que la DICE implemente y potencie los proyectos considerados como prioridad regional como lo es la iniciativa carbono neutral para el año 2021; asimismo debe darse prioridad al uso de materiales de la región que cumplan con los requerimientos ambientales o que cuentan certificaciones por parte de entidades acreditadas para tal fin.

En la actualidad varias empresas del sector privados en conjunto con las comisiones de sustentabilidad del CFIA y de la Cámara de Constructores de Costa Rica, están tratando de implementar un estándar de acreditación para construcciones verdes adaptado a las necesidades del país. Este instrumento lo llama RESET y podría traer buenos aportes al contexto nacional de la construcción sustentable.

ABREVIATURAS Y SIGLAS

CFIA	Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica
DIEE	Dirección de Infraestructura y Equipamiento Educativo del Ministerio de Educación Pública
CEGESTI	Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial
EDT	Estructura de desglose del trabajo.
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental)
MEP	Ministerio de Educación Pública de Costa Rica
TAG	Technical Advisory Group
ONU	Organización de Naciones Unidas
PMBOK®	Project Management Body of Knowledge (Cuerpo de Conocimientos en Administración de Proyectos)
PMI	Project Management Institute (Instituto de Administración de Proyecto)
USGBC	U.S. Green Building Council (Consejo del Edificio Verde de los Estados Unidos)
ICPIC	Centro Internacional de Facilitación de Información de Producción más Limpia (International Cleaner Production Information Clearinghouse)
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
GBC	Green Building Challenge

**GUÍA METODOLÓGICA PARA LA
ELABORACIÓN DE PLANES DE GESTIÓN
DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA
EDUCATIVA SUSTENTABLE**

Octubre 2011

