



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos.
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS

Trabajo realizado por:
Eneko Mata Martínez

Dirigido:
Jorge Rodríguez Hernández
José Manuel Díaz Saráchaga

Titulación:
Grado en Ingeniería Civil

Santander, septiembre 2017

TRABAJO FINAL DE GRADO

Contenidos

1	Introducción.....	5
1.1	Motivación.....	6
1.2	Conceptos fundamentales.....	7
1.2.1	Medio ambiente.....	7
1.2.2	Buenas prácticas ambientales en la construcción	7
1.2.3	Sostenibilidad.....	9
1.2.4	Análisis de ciclo de vida	10
1.2.5	Sistema de certificación de sostenibilidad de proyectos	11
1.3	Objetivos.....	13
2	Descripción de los principales sistemas de certificación ambiental de proyectos.....	14
2.1	Sistemas generales de certificación de proyectos de infraestructuras sostenibles	15
2.1.1	ENVISION.....	15
2.1.2	CEEQUAL.....	16
2.1.3	IS.....	17
2.1.4	SIRSDEC.....	18
2.2	Sistemas o herramientas aplicables a proyectos de carreteras	19
2.2.1	GREENROADS	20
2.2.2	GreenLITES	21
2.2.3	INVEST	22
2.2.4	I-LAST	23
2.2.5	STEED.....	24
2.2.6	STARS	25
2.2.7	BE2ST-in-Highways.....	26
3	Análisis crítico de los sistemas de certificación de la sostenibilidad de proyectos.....	27
3.1	Comparación y discusión teórica	28
3.2	Sondeo de opinión en el sector	33
3.2.1	Selección de expertos.....	33
3.2.2	Diseño de la entrevista	33
3.2.3	Respuestas del Experto 1	35

3.2.4	Respuestas del Experto 2	37
3.2.5	Respuestas del Experto 3	41
3.2.6	Discusión de las entrevistas	45
3.3	Propuesta de mejoras.....	48
3.3.1	Discusión teórico-práctica	49
3.3.2	Recomendaciones.....	51
4	Conclusiones	53
5	Referencias	56

Listado de Figuras:

Figura 1; Ciclos de vida de los recursos naturales utilizados en una obra (Fuente: (Gándara, 2009))	11
Figura 2; Partes involucradas en ISI (Fuente elaboración propia a partir de: (ISI, 2017)).....	15
Figura 3. Esquema fundamental del sistema CEEQUAL (Fuente: (CEEQUAL, 2017))	16
Figura 4. Tipos de infraestructura según ISCA. Fuente: elaboración propia a partir de (ISCA, 2014)	17
Figura 5: Metodología para el desarrollo de SIRSDEC (Fuente: (J. Manuel Diaz Sarachaga))	18
Figura 6: Diferentes niveles de certificación de GREENROADS, (Fuente: (FOUNDATION, 2017)).....	20
Figura 7: Partes involucradas y categorías de NYSDOT (Fuente : (NYSDOT, 2011))	21
Figura 8; INVEST partes en las que está involucrado (Fuente: elaboración propia a partir de (FHWA, 2017)).....	22
Figura 9: Lugares en los que opera (Fuente: (I-LAST, 2012))	23
Figura 10. Diferencia entre decisión convencional y sostenible (Fuente: (Tinjum, 2015)).....	24
Figura 11: Resumen STARS (Fuente; elaboración propia a partir de (STARS, 2017)).....	25
Figura 12: Esquema explicativo (Fuente: (HIGHWAYS, 2010))	26
Figura 13: Gráfico con puntuaciones de las fases de construcción (Fuente: Elaboración propia)	47

Listado de Tablas:

Tabla 1. Fases de aplicación de los sistemas de certificación (Sistemas generales de certificación).....	28
Tabla 2. Consideración directa de Análisis del ciclo de vida y Buenas prácticas en la construcción (Sistemas generales de certificación)	28
Tabla 3: Porcentajes de la sostenibilidad (Fuente: (Sarachaga, 2017)).....	29
Tabla 4. Fases de aplicación de los sistemas de certificación (Fuente: elaboración propia).....	30
Tabla 5 Consideración directa de Análisis del ciclo de vida y Buenas prácticas en la construcción (sistemas de certificación de carreteras USA)	31
Tabla 6 Buenas prácticas propuestas por los expertos (Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas realizadas).....	45
Tabla 7: Medidas que debe de tener una infraestructura sostenible	46

1 Introducción

Este documento corresponde al Trabajo Fin de Grado (TFG) en Ingeniería Civil de la Mención en Construcciones Civiles. En este TFG he intentado poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera, tratando de completarlos e ir más allá con una discusión crítica de un tema que me motivó desde el inicio: la certificación de la sostenibilidad de los proyectos de infraestructuras. Las principales asignaturas en las que me he apoyado han sido Construcción, Impacto Ambiental, Proyectos, Caminos y Organización y Control de Obras.

La construcción debe de ser sostenible pues los recursos naturales son finitos, las condiciones ambientales sensibles y los recursos económicos y sociales son limitados. Para contribuir a la sostenibilidad de los proyectos de construcción aparecen nuevos factores a tener en cuenta como son las buenas prácticas ambientales, el análisis del ciclo de vida o los sistemas de certificación de sostenibilidad.

Trabajando con estas herramientas, aseguramos que ciertos proyectos, aquellos que las utilicen, sean respetuosos con el medio ambiente (Gándara, 2009) en algunos sentidos como puede ser el empleo de materiales, el uso del agua o la emisión de gases a la atmósfera.

1.1 Motivación

Motivado por los recientes viajes y por una preocupación por el medio ambiente, el presente trabajo trata sobre los sistemas de certificación de la sostenibilidad, analizando algunos de ellos, así como realizando una serie de entrevistas con expertos en la materia.

Este último año, que he cursado en Inglaterra, me he dado cuenta de la diferencia que hay entre unos países y otros en el enfoque del Desarrollo Sostenible y en el enfoque medioambiental. Por una parte, Europa, donde la construcción constituye uno de los sectores industriales más importantes, con una concienciación general sobre el Desarrollo Sostenible y por otra parte la situación en la que se encuentran las Declaraciones Ambientales de Producto en países de Suda-América, y más concretamente en Chile, donde he tenido la suerte de realizar durante dos veranos prácticas laborales en la construcción de obra civil.

La situación en la que se encuentra nuestro planeta actualmente, con unos efectos derivados del cambio climático cada vez más evidentes; inviernos cada vez más suaves, fenómenos climáticos extremos y el interés que siempre he tenido por el medio ambiente, sumando a las diversas líneas de investigación abiertas, a la aparición de un nuevo nicho de mercado laboral y a las nuevas oportunidades profesionales en este ámbito, me ha llevado a desarrollar el presente trabajo.

Como ejemplo, tenemos el trabajo que realizó el Grupo de Investigación de Tecnología de la Construcción (GITECO) de la Universidad de Cantabria en la Avenida del Faro de Santander, analizando el comportamiento de diferentes mezclas asfálticas ecológicas diseñadas por ellos. Para lo cual, se utilizaron tres tipos distintos de mezclas asfálticas ecológicas en el laboratorio; continua, discontinua y porosa realizadas a partir de escoria de acero, residuos del fresado de carreteras y betún modificado con neumáticos fuera de uso. Con el empleo de este asfalto se intentaron conseguir los siguientes objetivos (EUROPAPRESS, 2014):

- Asfalto con menos del 10% de recursos naturales.
- Reducción del uso de áridos naturales.
- Reducción de 20°C en la temperatura de producción.
- Reducción del 20% de la energía de fabricación.
- Reducción del 20% en el precio de la mezcla.

Este proyecto nos muestra que a nivel de la comunidad de Cantabria o incluso dentro del ámbito municipal es posible implementar materiales que favorezcan la construcción sostenible.

1.2 Conceptos fundamentales

1.2.1 Medio ambiente

Según la definición de la Conferencia de las Naciones Unidas en Estocolmo 1972, “El medio ambiente es el conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos y sociales capaces de causar efectos directos o indirectos en un plazo corto o largo, sobre los seres vivos y las actividades humanas “. (Hernandez, 2017)

El medio ambiente es todo aquello que nos rodea, nuestra facultad, vivienda, ciudad... en fin todo aquello donde podamos estar, por ello debemos de cuidarlo. (Tablero, 2015).

1.2.2 Buenas prácticas ambientales en la construcción

Las buenas prácticas ambientales son un conjunto de hábitos de trabajo de carácter voluntario, constructivos o de gestión, que comporten una ventaja ambiental, aumento de la calidad ambiental o reducción de los impactos ambientales durante la ejecución de las obras (apuntes de la asignatura de Impacto Ambiental).

Con las buenas prácticas ambientales en la construcción se consigue generar conocimientos, así como cambiar hábitos de modo que se consigan lugares de trabajo más respetuoso con el medio ambiente, usando de una manera más eficiente los recursos naturales, como el agua, teniendo en cuenta el ahorro energético y realizando una correcta disposición de los residuos en la obra. Las buenas prácticas medioambientales se traducen en beneficios para la empresa, el medio ambiente y la sociedad en general.

Una de las principales ventajas que tiene la aplicación de buenas prácticas es que se puede conseguir una reducción en los costes de construcción, ya que disminuye el gasto en recursos naturales, como energía y agua, recursos materiales, así como en la minimización y correcto tratamiento de los residuos generados. (Camara, 2017)

A continuación, se expondrán buenas prácticas en la construcción en diferentes campos como son el uso de los materiales, el agua, el impacto en el terreno... Hay que destacar que las buenas prácticas en la construcción son de carácter voluntario y no obligatorio. (Gándara, 2009)

Materiales:

Las actividades realizadas en el sector de la construcción, por sus propias características, conllevan un gran consumo de materiales y productos. Por ello es muy importante realizar una buena elección de materiales:

- Uso de madera local para reducir así el gasto en transporte, con su consiguiente consumo de energía embebida.

- Uso de hormigón reciclado, agregando residuos de demolición y construcción, escorias u otros materiales que cumplan la función del árido.
- No utilizar pinturas que incorporen en sus componentes plomo.
- Uso de plásticos biodegradables.
- Aprovechar los restantes de hormigón para mejorar accesos, mejorando así la seguridad de la obra y reduciendo los residuos.
- Señalizar y delimitar el área de acopio de las sustancias peligrosas.

Uso del suelo:

A la hora de desarrollar sus actividades, en el sector de la construcción se necesita utilizar una gran cantidad de espacio. No sólo el terreno que ocupa la obra en cuestión, sino que necesita más superficie para la ubicación de las instalaciones auxiliares, movimiento de la maquinaria, la zona de préstamos para rellenos, etc.

- Correcto acopio de materiales, respetando la zona destinada para ello.
- Acopios selectivos de las tierras extraídas con fin de reutilizarlas.
- Recoger derrames de aceite de las máquinas.
- Conservar suelo para el acabado de la obra.
- Acondicionar lugares para el lavado de los camiones hormigonera, así como tener lugares para verter los restos.

Emisiones a la atmósfera:

Dentro de las emisiones a la atmósfera distinguimos tres grupos, los focos fijos de emisión (se producen en instalaciones de fabricación como hornos), las partículas sedimentales (el polvo) y los humos de motores de combustión de máquinas y vehículos.

- Tapar los acopios con lonas y humedecerlos.
- Humedecer los accesos a la obra, así como lugares de trabajo para evitar las emisiones de polvo.
- Controlar las emisiones de la maquinaria.

Agua:

El agua es un recurso de gran valor, las actuaciones van en la línea a incrementar la eficiencia en el empleo del agua y la reducción de los vertidos asociados.

- Cerrar la llave de paso de agua inmediatamente después de su uso.
- Revisar periódicamente la red de provisión de agua para detectar fugas y evitar sobreconsumos por averías y escapes.
- Utilizar mangueras con boquillas y sistemas difusores para regar eficientemente la obra y evitar el levantamiento de polvo.

Ruido:

Actitudes que deriven directamente de los niveles sonoros de menor magnitud, o indirectamente, molestias menores para los afectados en función de los horarios, los usos, las costumbres del área de afección.

- Tener en funcionamiento la maquinaria el tiempo necesario.

- Efectuar mantenimiento preventivo de las maquinarias y equipos controlando ruidos y vibraciones generados por el mal funcionamiento.

Gestión sostenible de residuos:

Necesidad de optimizar el consumo de recursos que se emplean en la obra. Se tienen que evitar pérdidas innecesarias, por un almacenamiento inadecuado.

- Clasificar correctamente los residuos.
- Señalizar los contenedores según el tipo de residuo que pueden admitir.
- En operaciones de retirado y acopio disponer adecuadamente aquellos elementos que puedan tener una reutilización posterior.
- Clasificar los envases de los residuos peligrosos según los símbolos de peligrosidad indicados en la etiqueta del producto.

1.2.3 Sostenibilidad

Cuando hablamos de sostenibilidad hablamos de “asegurar las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de futuras generaciones”. (Bruntland, s.f.) Hay varios tipos de sostenibilidad: (Wikipedia, 2017)

- La sostenibilidad ambiental: aquella que se ocupa por la preservación de los recursos naturales.
- La sostenibilidad económica: la capacidad de generar riqueza en forma de cantidades adecuadas y equitativas.
- La sostenibilidad política: aquella que se ocupa de generar estructuras democráticas.
- La sostenibilidad social: generar comportamientos en la sociedad como el valor de la naturaleza.

La sostenibilidad se mide de una forma cuantitativa, como puede ser el triple resultado, el Índice de Desempeño Ambiental o el Índice de Sostenibilidad Ambiental.

Derivado del término sostenibilidad aparece el concepto de “desarrollo sostenible”, en la década de los 70 ya que algunos científicos se dieron cuenta de los impactos producidos sobre la biodiversidad tras la realización de algunos proyectos. Para intentar explicar la vulnerabilidad de estas áreas se utilizó el desarrollo sostenible. (Gutierrez, 2017)

El desarrollo sostenible está fundamentado en la consideración de tres pilares: medioambiental, económico y social. El triple resultado es un conjunto de indicadores de desempeño de una organización en las tres áreas, pero que tiene cuatro dimensiones básicas: (Jimdo, 2017)

- Conservación del medio ambiente para no poner en peligro las especies de flora y fauna.
- Desarrollo apropiado que no afecte sustantivamente los ecosistemas.
- Paz, igualdad, y respeto hacia los derechos humanos.
- Democracia.

Se tiene que satisfacer las necesidades básicas sociales (alimento, trabajo, vivienda...). El desarrollo y el bienestar social están limitados por el nivel tecnológico, los recursos del medio ambiente, y la capacidad del medio ambiente para absorber los efectos de la actividad humana.

Por tanto, el desarrollo sostenible plantea la posibilidad de avanzar tecnológicamente y socialmente, pero de una forma respetuosa con el medio ambiente y siempre que este se pueda recuperar de la actividad humana. De esta forma se avanza como sociedad, y se aseguran las necesidades del presente sin poner en peligro las necesidades de la población en un futuro.

1.2.4 Análisis de ciclo de vida

El análisis del ciclo de vida (ACV) o LCA en inglés (Life Cycle Assessment), es una herramienta que evalúa los impactos ambientales de un producto o servicio durante todas las etapas de su ciclo de vida: la extracción, producción, en el caso de la Ingeniería Civil, el diseño, la construcción, distribución y fin de vida, investigando la reutilización reciclaje y eliminación. (wikipedia, 2017)

Esta herramienta evalúa el impacto potencial sobre el ambiente de un producto, proceso o actividad a lo largo de todo su ciclo de vida mediante la cuantificación del uso de recursos, energía, materias primas, agua y emisiones al aire, al agua o al suelo asociados con el sistema que se está evaluando. Al uso de recursos se le denomina “entradas” y a las emisiones “salidas”.

Las normas internacionales que regulan el análisis del ciclo de vida son la ISO 14040 e ISO 14044.

El ACV no es una evaluación de riesgo y esto se debe a que ACV no tiene en cuenta la exposición, que es un factor esencial para evaluar el riesgo. El ACV cuantifica las emisiones, pero el impacto real de esas emisiones depende de cuándo, dónde y cómo se liberen en el ambiente.

Según las normas internacionales ISO antes mencionadas, un ACV se realiza en cuatro fases:

- Definición del objetivo y alcance: aparte de realizar la definición y el alcance del objetivo también se incluirá el modo en que se quieren comunicar los resultados.
- Inventario del ciclo de vida: recopilando y cuantificando las entradas y salidas, así como los resultados de un sistema del producto durante su ciclo de vida.
- Evaluación del impacto del ciclo de vida: en esta fase se evalúa la significancia potencial de los impactos basados en los resultados de la fase anterior.
- Interpretación del ciclo de vida: consiste en identificar, cuantificar, comprobar y evaluar la información de los resultados de las dos fases anteriores. En esta fase aparecen las conclusiones, las limitaciones y las recomendaciones del estudio.

En la Figura 1 podemos ver el esquema principal de las etapas que sigue cualquier material utilizado en la construcción de una obra durante todo su ciclo de vida, desde que se encuentra en el entorno natural hasta que se convierte en un residuo pasando por las diferentes fases de la construcción.



Figura 1; Ciclos de vida de los recursos naturales utilizados en una obra (Fuente: (Gándara, 2009))

1.2.5 Sistema de certificación de sostenibilidad de proyectos

Un sistema de certificación de sostenibilidad de un proyecto nos confirma que un producto o servicio cumple con un criterio definido o estándar (o conjunto de los mismos) y ofrece beneficios medioambientales basados en parámetros de ciclo de vida. La certificación es un procedimiento mediante el cual un tercero otorga una garantía escrita de que una edificación, producto, elaboración o servicio está en conformidad con ciertas normas.

Ese conjunto de normas guías y criterios que forman la certificación hacen que el producto o el proyecto puedan ser juzgados. Estas normas han sido desarrolladas por organizaciones y pueden ser prescriptivas o requerir demostración a través de ensayos.

Las certificaciones de sostenibilidad se han desarrollado para abordar los problemas de la calidad ambiental, la equidad social y la prosperidad económica.

Según otros autores los sistemas de certificación otorgan una puntuación a los proyectos de acuerdo al cumplimiento de una serie de indicadores relacionados con las dimensiones social, económica y medioambiental. En función de la puntuación final recibida el proyecto recibe un nivel de certificación determinado. Los sistemas no garantizan nada, salvo que el proyecto ha alcanzado una puntuación de acuerdo a la tabla de baremo establecido por el sistema. Los sistemas de certificación no están relacionados con el cumplimiento de normas o estándares, son buenas prácticas asociadas a indicadores. Las puntuaciones se otorgan mediante la acreditación documental del cumplimiento de los requisitos de los indicadores, sin haber ensayos en el estricto sentido de la palabra. (Sarachaga, 2017)

1.3 Objetivos

La meta principal de este TFG es realizar un estudio comparativo de los sistemas de certificación de los proyectos de infraestructuras.

Para lograr esta meta, se han fijado los siguientes objetivos particulares:

- Estudiar los principales sistemas de certificación de la sostenibilidad de proyectos de construcción de carreteras.
- Identificar aspectos ambientales y medidas que vayan más allá de la legislación ambiental y puedan ser valoradas a la hora de certificar la sostenibilidad de la infraestructura.
- Recabar la opinión de profesionales de la construcción y discutir las principales conclusiones.
- Proponer una serie de recomendaciones para mejorar la sostenibilidad de los proyectos de construcción de carreteras.

2 Descripción de los principales sistemas de certificación ambiental de proyectos

Para comenzar analizaremos los sistemas generales de certificación de proyectos de infraestructuras sostenibles, que son aplicables a cualquier proyecto de infraestructuras en todo el mundo. Con la descripción de los cuatro sistemas de certificación de este tipo, entenderemos mejor qué se pide para conseguir las diferentes certificaciones y que infraestructuras pueden llegar a obtenerlas.

Después de ver los diferentes sistemas generales de certificación, nos centraremos en los sistemas o herramientas de autoevaluación aplicables a proyectos de carreteras o autopistas en USA, con siete ejemplos diferentes donde podremos ver que se pide en Estados Unidos para realizar estas auto evaluaciones de sostenibilidad.

2.1 Sistemas generales de certificación de proyectos de infraestructuras sostenibles

2.1.1 ENVISION

Este apartado es un resumen de la información disponible en la web del Institute for Sustainable Infrastructure (ISI, 2017). El ISI es una institución sin ánimo de lucro de la que forma parte Harvard University y que tiene la sede en Washington. Los propósitos de ISI son desarrollar y mantener el sistema de calificación de sostenibilidad para toda la infraestructura civil sostenibles, aunque su último objetivo es contribuir al desarrollo de infraestructuras. La herramienta que usa para ello es ENVISION.

ENVISION es un sistema de calificación de infraestructuras sostenibles, aplicable a proyectos en la fase de planificación, diseño, construcción y mantenimiento de infraestructura civil. Se trata de una herramienta que proporciona una ayuda sobre buenas prácticas sostenibles pudiendo ser utilizada en la fase de planificación y diseño, así como en los proyectos una vez terminados, evaluando los beneficios comunitarios, ambientales y económicos de los proyectos de infraestructuras.

El sistema tiene un marco con 60 créditos que aborda desde el Impacto Ambiental, a los impactos sociales y económicos. Los 60 créditos se organizan en cinco categorías diferentes, como podemos ver en la Figura 2.

- Calidad de la vida
- Distribución de recursos
- Liderazgo
- Mundo natural
- Clima y Riesgo



Figura 2; Partes involucradas en ISI (Fuente elaboración propia a partir de: (ISI, 2017))

Como podemos comprobar hay diferentes proyectos en los que se ha trabajado con ISI, como son los proyectos del Aeropuerto internacional Juan Santa María (Costa Rica) o el Proyecto Palmatir de Energía Eólica en Uruguay (pilotos, 2014).

2.1.2 CEEQUAL

Resumiendo lo visto en la página web oficial de CEEQUAL (CEEQUAL, 2017) sobre dicha herramienta, hemos completado este apartado. Se trata de una herramienta de evaluación de la sostenibilidad que puede ser utilizada para la evaluación de proyectos de ingeniería civil, así como infraestructura y paisajismo. Utiliza criterios de evaluación basados en evidencia y verificación externa. CEEQUAL es usado tanto por instituciones públicas, como por gobiernos locales o regionales y por empresas privadas. Incentiva a los clientes a emprender proyectos que cumplan lo siguiente:

- Contribuyan a una vida más sostenible.
- Desarrollen una Ingeniería Civil más sostenible.
- Adopten mejores prácticas ambientales, económicas y sociales.

CEEQUAL reúne los principales métodos de evaluación de la sostenibilidad para infraestructuras y edificación recompensando a aquellos contratistas, equipos de proyecto y clientes que van más allá de la legislación ambiental y desempeñan una labor ambiental y social en su trabajo (Figura 3).

Beneficios del uso de CEEQUAL:

- Mejoras en proyectos adoptando buenas prácticas en la construcción como minimización de desechos, eficiencia de recursos, respuestas a los efectos del cambio climático...
- Las empresas consiguen reputación, así como reconocimiento público del trabajo.
- Ahorro de gastos. Se estima que se ahorra entorno al 3% del costo total del proyecto. Normalmente la construcción de proyectos sostenibles es ligeramente más cara que los proyectos convencionales (0- 5%), por tanto es en la fase de servicio donde existe el ahorro.

Antes de empezar a usar CEEQUAL hay que realizar unos cursos de preparación. Después el siguiente paso es elegir el tipo de "reconocimiento" que se quiere. Se puede utilizar para el Proyecto completo o por los contratos a plazos, pudiendo elegir entre la fase de diseño, construcción o al equipo entero.



Figura 3. Esquema fundamental del sistema CEEQUAL (Fuente: (CEEQUAL, 2017))

2.1.3 IS

El Infrastructure Sustainability Council of Australia (ISCA) es el Consejo australiano que funciona tanto con industria pública como privada trabajando en la sostenibilidad de las infraestructuras. Cubre todo el ciclo de vida, desde la financiación, la adjudicación, el diseño, a la entrega y operaciones de mantenimiento (ISCA, 2014). ISCA trabaja en la sostenibilidad de las infraestructuras con el esquema IS, que evalúa la planificación, el diseño, la construcción y operación de todos los activos de las infraestructuras. El sistema de calificación IS es el único sistema de certificación global de Australia para evaluar la sostenibilidad en el diseño, construcción y operación de la infraestructura.

Sus principales objetivos son:

- Colaborar con las partes interesadas en el desarrollo de la infraestructura a lo largo de todo su ciclo de vida para establecer un conjunto de prácticas en torno a la sostenibilidad en la infraestructura con la ayuda del sistema de calificación IS.
- Establecer el caso de negocio de toda la vida para la sostenibilidad en todas las clases de activos de infraestructura.
- Continuar mejorando y ampliando el esquema de calificación de IS de acuerdo con las necesidades de la industria y las lecciones aprendidas de las experiencias actuales.
- Continuar facilitando la aplicación cada vez mayor del sistema de calificación IS en los proyectos de infraestructura australianos y en los activos de todos los valores de capital, etapas del ciclo de vida, tipos de activos, estados y territorios.
- Promover y facilitar la formación, la educación y el intercambio de conocimientos sobre la sostenibilidad de las infraestructuras a lo largo de toda la cadena de suministro.
- Contribuir, facilitar y promover foros de la industria e investigaciones sobre cuestiones clave de política y promoción en relación con los desafíos y oportunidades de la sostenibilidad de la infraestructura.

La herramienta cubre la metodología requerida para asegurar una clasificación para una variedad de tipos de infraestructura.

Transporte 	Agua 	Energía 	Comunicación 
Aeropuertos, Puertos, Ciclovías, Senderos, Ferrocarriles, Carreteras y Puentes	Alcantarillado y drenaje Almacenamiento y suministro	Transmisión y Distribución de Electricidad Gasoductos	Redes de comunicación

Figura 4. Tipos de infraestructura según ISCA. Fuente: elaboración propia a partir de (ISCA, 2014)

Como podemos ver en la Figura 4, ISCA realiza proyectos en diferentes tipos de infraestructuras, como son las relacionadas con el transporte, el agua, la energía y la comunicación.

2.1.4 SIRSDEC

SIRSDEC es el acrónimo en inglés de Sustainable Infrastructure Rating System for Developing Countries, es decir, Sistema de Calificación de la Infraestructura Sostenible para los Países en Desarrollo. Trabajo realizado por José Manuel Díaz Sarachaga, Daniel Jato Espino y Daniel Castro Fresno que tiene como principal objetivo la implantación de un sistema para la evaluación de la sostenibilidad de los proyectos de infraestructuras en países subdesarrollados (SIRSDEC, 2017) . (J. Manuel Diaz Sarachaga, s.f.)

Una gran cantidad de organizaciones internacionales públicas y privadas sin ánimo de lucro se esfuerzan por mejorar las condiciones económicas de los países menos desarrollados teniendo en cuenta la sostenibilidad. Como hemos visto anteriormente la sostenibilidad busca el equilibrio entre las dimensiones económica, social y medioambiental, equilibrio que en parte no se alcanza en los países en desarrollo, ya que toma un peso mayor el pilar medioambiental que el social y económico. SIRSDEC es un nuevo sistema de certificación para estos países en vías de desarrollo, que fue validado mediante su aplicación a un caso práctico de un proyecto de infraestructura minera en Perú. A su vez SIRSDEC, también cumple con los objetivos de la Agenda 21 y los objetivos de desarrollo que Naciones Unidas propone.

Los pesos obtenidos para SIRSDEC reflejaron el balance de los tres pilares de sostenibilidad, con un ligero predominio de la dimensión social. El estudio del caso práctico destacó la contribución del nuevo sistema para identificar los temas clave de sostenibilidad que se omitieron en el proyecto original y planteó varias acciones para mejorar la percepción de la comunidad y facilitar el desarrollo del proyecto.

La Figura 5 recoge la metodología para el desarrollo del sistema SIRSDEC, en el que aparecen los diferentes niveles incluyendo los requerimientos y criterios necesarios para desarrollar el sistema. Este análisis del proyecto está enfocado desde diferentes posibles alternativas, valorándolo de una forma multicriterio y eligiendo la propuesta más adecuada.

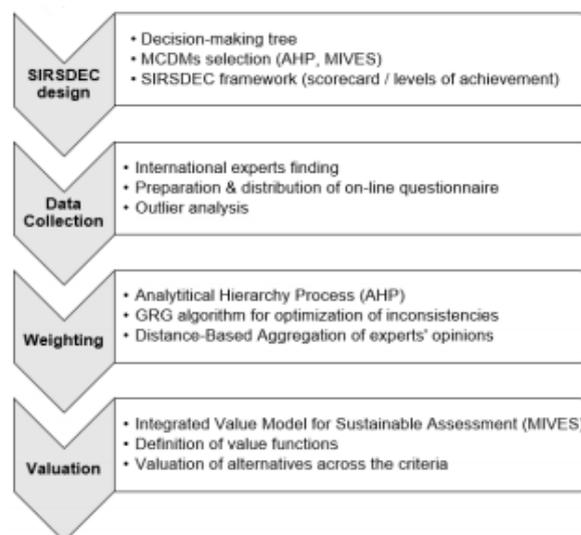


Figura 5: Metodología para el desarrollo de SIRSDEC (Fuente: (J. Manuel Diaz Sarachaga, s.f.))

2.2 Sistemas o herramientas aplicables a proyectos de carreteras

En el anterior apartado hemos visto diferentes sistemas de certificación de la sostenibilidad de las infraestructuras. Ahora analizaremos diversos sistemas o herramientas aplicables a proyectos de carreteras, con siete ejemplos de diferentes sistemas, muchos de ellos de Estados Unidos.

Como se puede comprobar al ser proyectos de carreteras se centran mucho en el empleo de materiales reciclados en la fabricación del asfalto y también se nota que se centran dentro del ciclo de vida en fases como el mantenimiento, fase importante en las carreteras o autovías.

2.2.1 GREENROADS

La Fundación GREENROADS es una corporación sin ánimo de lucro que promueve la sostenibilidad para las infraestructuras de transporte, certificando proyectos de transporte sostenible tanto en los Estados Unidos como internacionalmente, como podemos ver en (FOUNDATION, 2017).

GREENROADS evalúa la sostenibilidad en proyectos de transporte para calles, carreteras, puentes... mediante el uso de unos créditos que están asociados a un conjunto de buenas prácticas de sostenibilidad relacionados con el diseño y la construcción. Con esos créditos se logran unos puntos que luego sumados dan la puntuación total del proyecto.

El sistema de clasificación de GREENROADS tiene 61 créditos. A cada práctica sostenible se le asigna un valor puntual de acuerdo a su impacto en el ciclo de vida. Hay tres tipos de créditos:

1. Obligatorios o Requisitos del Proyecto: son 12 créditos diseñados para ser logrados por cualquier proyecto sostenible. Abarca todas las partes del Ciclo de Vida de un proyecto.
2. Voluntarios: Más allá del cumplimiento mínimo estos créditos son los que se utilizan para ganar puntos. Se dividen en 5 categorías:
 - a. Medio Ambiente y Agua (10 créditos).
 - b. Materiales y diseño (6 créditos).
 - c. Acceso y Habitabilidad (10 créditos).
 - d. Actividades de construcción (11 créditos).
 - e. Utilidades y controles (8 créditos)
3. Créditos adicionales: cuatro créditos adicionales para completar los 61 que se encuentran en una categoría llamada "Creatividad y Esfuerzo". Estos créditos reconocen por ejemplo la priorización de los valores locales, el rendimiento total o las nuevas ideas.

Con los puntos asociados con cada crédito se obtiene la puntuación final de GREENROADS. Hay cuatro niveles de certificación, como podemos ver en la Figura 6: Bronce (mínimo 40 puntos), Plata (mínimo 50 puntos), Oro (mínimo 60 puntos) o Evergreen (mínimo 80 puntos).



Figura 6: Diferentes niveles de certificación de GREENROADS, (Fuente: (FOUNDATION, 2017)

2.2.2 GreenLITES

Institución que busca la sostenibilidad del transporte mejorando la seguridad y la movilidad en el entorno de Nueva York y con una filosofía en la que defiende conservar los recursos naturales, fomentar la participación pública en el proceso de planificación del transporte y preservar las características históricas ajustándolas al proyecto, como podemos ver en la página (transportation, 2017).

GreenLITES es un programa que desarrolló el New York State Department of Transportation (NYSDOT) para alcanzar principalmente dos principios:

- Reconocer y aumentar la conciencia de los métodos y prácticas sostenibles e incorporarlos en el diseño del proyecto.
- Ampliar el uso de alternativas innovadoras que contribuyan a mejorar la sostenibilidad del transporte.

El Programa distingue los proyectos y operaciones de transporte basándose en la medida en que incorporan opciones sostenibles. También demuestran al público como se promueven prácticas sostenibles. Los diseños y operaciones del proyecto se evalúan según las prácticas sostenibles que tengan, asignándoles un número de créditos y un nivel de certificación apropiado. El sistema de calificación reconoce diversos niveles de auto certificación.

Los diseños del proyecto se comparan con los objetivos y descripciones de cada categoría de GreenLITES. Se otorgan puntos y se califica el proyecto de acuerdo con su impacto y contribución a la sostenibilidad, teniendo en cuenta que algunas opciones puede que no sean viables por el tema económico. Se tienen en cuenta los siguientes factores a la hora de puntuar:

- Enclave del proyecto (lugar sostenible).
- Calidad del agua.
- Materiales y recursos.
- Energía y Atmósfera.
- Innovación.

Dependiendo de los puntos acumulados en estas categorías se adquiere un nivel de auto certificación



Figura 7: Partes involucradas y categorías de NYSDOT (Fuente : (NYSDOT, 2011))

Como vemos en la figura anterior (Figura 5) NYSDOT se centra en el medio ambiente: calidad del agua, materiales; luego en una parte social, la innovación y por ultimo un equilibrio de las tres (medio ambiente, sociedad y economía) que es el enclave final del proyecto. También en la figura podemos ver las diferentes categorías que se alcanzan dependiendo de la puntuación.

2.2.3 INVEST

Este apartado es un resumen de la página de la Federal Highway Administration de Estados Unidos sobre el Infrastructure Voluntary Evaluation Sustainability Tool (INVEST) (FHWA, 2017). El principal objetivo de INVEST es mejorar la sostenibilidad en los ámbitos económico, social y ambiental de los programas y proyectos de carreteras. Ayudan a fomentar la aplicación de prácticas sostenibles en el ámbito de transporte, buscando carreteras más sostenibles e identificando buenas prácticas para la construcción.

INVEST orienta a los profesionales para evaluar la sostenibilidad de los proyectos o de los programas de transporte.

INVEST es una herramienta de autoevaluación on-line, la cual evalúa las buenas prácticas voluntarias de construcción, separándolas en diferentes criterios que cubren todo el ciclo de vida del servicio. Para cubrir el ciclo de vida completo INVEST divide en cuatro módulos los criterios que resumimos en la Figura 8:

- Planificación del sistema para los estados.
- Planificación del sistema para las regiones.
- Desarrollo de Proyectos.
- Operaciones de mantenimiento.

Estos cuatro conjuntos de criterios tienen una herramienta con la cual se hace la autoevaluación, comprobando así la sostenibilidad de los proyectos y programas. Cada módulo es independiente y se evalúa por separado.

Cada módulo tiene entre 14 y 33 criterios y cada criterio se centra en una temática diferente, tales como accesibilidad, transporte multimodal o la gestión de la demanda de los viajes en las fases de planificación. Durante el desarrollo del Proyecto nos encontramos otras temáticas como la conectividad ecológica, las instalaciones para peatones y bicicletas o la gestión de los desechos de construcción. Finalmente, durante el mantenimiento se incluyen áreas temáticas relacionadas con la gestión de activos, la gestión del tiempo en las carreteras o la gestión de las operaciones de transporte.



Figura 8; INVEST partes en las que está involucrado (Fuente: elaboración propia a partir de (FHWA, 2017))

2.2.4 I-LAST

El Illinois Liveable and Sustainable Transportation (I-LAST) fue desarrollado en un esfuerzo cooperativo entre el Departamento de Transporte de Illinois y la comunidad de ingeniería y construcción como podemos ver en la página (I-LAST, 2012). El esfuerzo fue iniciado por ACEC - IL y se unieron a otras organizaciones de la industria, que proporcionaron comentarios y sugerencias.

Tiene cuatro propósitos principales:

- Proporcionar una lista completa de prácticas que tengan el potencial de resultados a proyectos de carreteras.
- Establecer un método simple y eficiente para evaluar proyectos de transporte con respeto a la habitabilidad, la sostenibilidad, y el efecto en el ambiente natural.
- Registrar y reconocer el uso de prácticas sostenibles en la industria del transporte.
- Fomentar el uso de conceptos sostenibles innovadores y experimentales.

El uso I-LAST es puramente voluntario por parte de la agencia jurisdiccional para la cual un proyecto está siendo desarrollado y completado. La emisión conjunta de la guía por parte del Departamento de Transporte Illinois no se interpretará como un requisito de su uso en ningún proyecto de autopista.

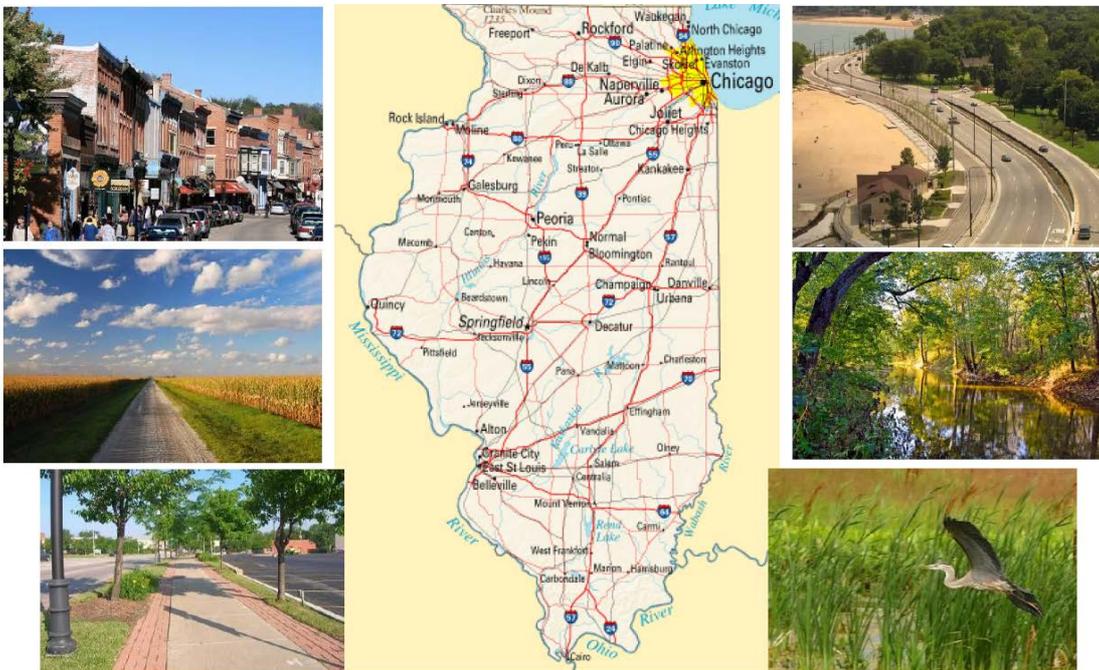


Figura 9: Lugares en los que opera (Fuente: (I-LAST, 2012))

2.2.5 STEED

El Sustainable Transportation Engineering & Environmental Design (STEED) es un sistema de calificación que emplea técnicas de análisis del ciclo de vida para proporcionar una evaluación cuantitativa de la sostenibilidad ambiental y económica de los diseños de carreteras como podemos ver en (Tinjum, 2015)

Se consideran diversos puntos para la calificación, como por ejemplo los siguientes:

- El consumo de energía.
- Las emisiones de gases de efecto invernadero.
- El costo del ciclo de vida.
- El empleo de materiales reciclados.

Sobre la base de la puntuación recibida, a cada diseño se le asigna una etiqueta proporcional al nivel de sostenibilidad alcanzado. El análisis de un proyecto piloto muestra que los cambios relativamente modestos en un diseño de pavimento de autopistas, como el uso de materiales reciclados, dan como resultado beneficios ambientales y económicos significativos.

El sistema puede utilizarse para motivar el reciclado de materiales, lo que incentiva una construcción y un crecimiento más sostenible. El uso de materiales reciclados en un pavimento puede reducir el potencial de calentamiento (32%), el consumo de energía (28%), el consumo de agua (29%) y la generación de residuos peligrosos (25%) en comparación con el diseño de materiales convencionales, al tiempo que prolonga la vida útil del pavimento. Además, el uso de materiales reciclados en un pavimento puede ahorrar hasta un 23% en el costo del ciclo de vida de un proyecto. Por este rendimiento, tanto medioambiental como económico, el empleo de materiales reciclados queda justificado.

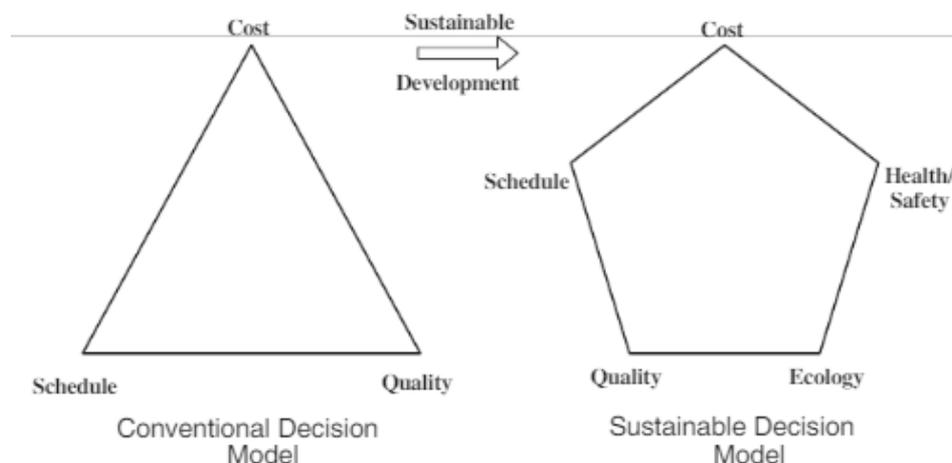


Figura 10. Diferencia entre decisión convencional y sostenible (Fuente: (Tinjum, 2015))

Como podemos ver en la figura anterior (Figura 10) la diferencia entre una decisión convencional y una sostenible es el empleo de otras herramientas como la ecología, la seguridad y salud aparte de las ya existentes como son el coste, la calidad y la programación.

2.2.6 STARS

Desde 2009 a 2015, se desarrolló y puso a prueba el Sustainable Transportation Analysis & Rating System (STARS), que podría traducirse a español como Sistema de Análisis y calificación de Transporte Sostenible (STARS, 2017) que es un marco de planificación para planes y proyectos de transporte. STARS ayuda a los planificadores y a agentes para que tomen las decisiones finales y evalúen los impactos de los planes y proyectos de transporte, identificando estrategias innovadoras y mejorando la toma de decisiones.

El personal que trabaja en el campo del transporte no ha sido formado ni entrenado para hacer una planificación basándose en los resultados obtenidos. Por ello se están desarrollando programas de capacitación para dar al personal que trabaja en planificación conocimiento para manejar un proyecto basándose en los resultados.

Muchos sistemas de evaluación evalúan el diseño y la construcción de los proyectos de transporte, pero no su uso en un futuro. Sin embargo, el uso de un proyecto de transporte (es decir, las personas, bienes y vehículos que se mueven a lo largo de muchos años) a menudo tiene mayores impactos que su construcción. La decisión de qué construir puede, por lo tanto, ser mucho más importante que cómo construirlo. Por ello STARS adopta un enfoque "ascendente" para evaluar las inversiones en transporte que lo distingue de otros sistemas de calificación.

STARS evalúa el acceso mejorado en lugar de simplemente mejorar la movilidad. Es decir, STARS reconoce el valor de las personas que tienen acceso al trabajo, a la escuela, a los bienes y servicios, incluso si no tienen que viajar mucho para hacerlo. Un enfoque en el acceso permite a los usuarios de STARS encontrar soluciones a problemas de transporte que de otra manera podrían pasar por alto.

STARS promueve planes y proyectos que probablemente lograrán múltiples objetivos. Aunque los créditos STARS están organizados en categorías distintas, el marco STARS permite a los usuarios optimizar las áreas de beneficios compartidos entre categorías. Como resultado, las medidas de rendimiento seleccionadas a menudo son transversales, sirviendo a múltiples objetivos. STARS fomenta el uso de unas pocas medidas manejables, pero con gran valor de sostenibilidad.

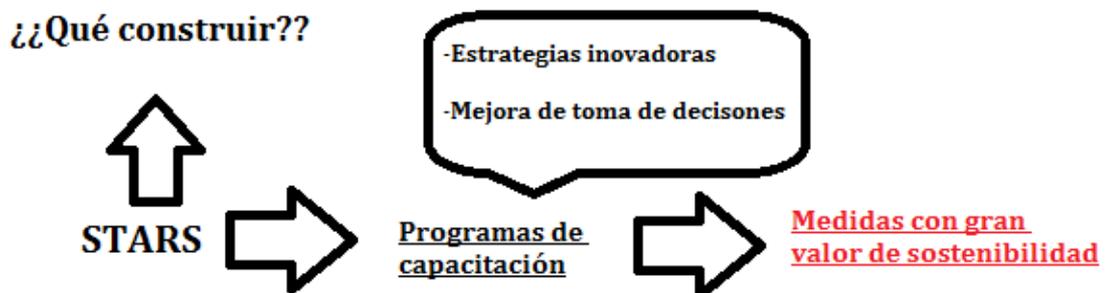


Figura 11: Resumen STARS (Fuente; elaboración propia a partir de (STARS, 2017))

2.2.7 BE2ST-in-Highways

Building Environmentally and Economically Sustainable Transportation-Infrastructure- Highways (BE2ST-in-Highways) ha sido desarrollado por el centro para el empleo de materiales reciclado en la construcción de autovías con cuatro misiones básicas (HIGHWAYS, 2010):

- Evaluar y desarrollar las pautas apropiadas y demostrar el uso ambientalmente aceptable de materiales reciclados en la construcción y el mantenimiento de la infraestructura de transporte.
- Poner la información a disposición de los departamentos de transporte estatales, la Administración Federal de Carreteras, la industria de la construcción y otras partes interesadas.
- Fomentar el uso creciente de materiales reciclados mediante el uso de ciencia ambiental para analizar el uso de estos materiales a largo plazo, así como el desempeño físico y ambiental.
- Trabajar de manera cooperativa con funcionarios federales y estatales para reducir las barreras institucionales que limitan el uso generalizado de materiales reciclados y para asegurar que dicho uso sea mayor, así como compatible con la integridad ambiental y física sostenible. El Centro tiene un interés especial en las consecuencias físicas y ambientales a largo plazo del uso de material reciclado.

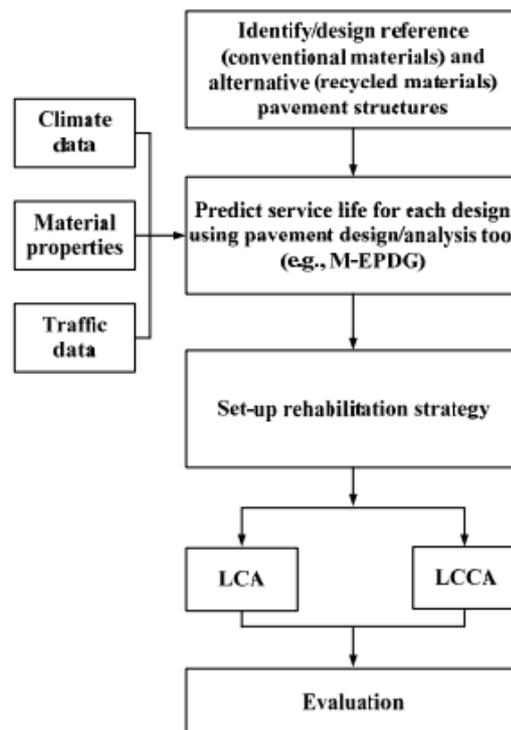


Figura 12: Esquema explicativo (Fuente: (HIGHWAYS, 2010))

En la Figura 12 podemos ver que para tomar la decisión final concerniente al uso de un determinado pavimento reciclado tenemos que tener en cuenta los datos climáticos del lugar, los datos del tráfico en el lugar donde se enclava el proyecto, así como la propiedad de los materiales que se van a utilizar.

3 Análisis crítico de los sistemas de certificación de la sostenibilidad de proyectos

En este nuevo apartado haremos un análisis crítico de los diferentes sistemas de certificación de la sostenibilidad que se han explicado anteriormente. Por una parte, vamos a compararlos viendo sus principales similitudes y diferencias, analizando el empleo de algunos términos ya expuestos como el análisis del ciclo de vida, las buenas prácticas ambientales o la sostenibilidad. Luego haremos un sondeo de opinión a diferentes expertos del sector donde podremos entender que opinan los expertos de la construcción sobre el presente tema. Con los anteriores apartados, tanto el análisis como el sondeo de opinión, haremos unas propuestas de mejoras.

En este apartado es donde realmente se ve la diferencia de unos sistemas de certificación con otros, así como tablas donde se ve las características de cada uno. Con ello se puede entender el empleo de uno u otro dependiendo del tipo de construcción del que se trate.

3.1 Comparación y discusión teórica

Para realizar la comparación de los sistemas de certificación vamos a realizar unas tablas en las cuales se pueda ver de forma fácil que piden los distintos sistemas de certificación. Comenzaremos con los sistemas generales de certificación de proyectos de infraestructuras sostenibles.

Para empezar los distintos sistemas de certificación son aplicables a distintas partes del proyecto como se puede ver en la Tabla 1. También se ve que la mayor parte de ellos participa en la mayoría de las fases, ya que todas las fases son importantes. Si desde un primer momento en la planificación nuestra obra se comienza teniendo en cuenta los diferentes sistemas será más fácil conseguir la sostenibilidad en las siguientes fases. También es importante la participación en la fase de operaciones de mantenimiento, donde nos aseguramos que lo efectuado anteriormente sigue funcionando correctamente. En la última fase del ciclo de vida, o desmantelamiento, es donde menos se emplea los sistemas de certificación según hemos podido comprobar en el estudio de los sistemas de certificación anteriores. Tenemos que destacar que el sistema SIRSDEC aparte de tener en cuenta todas las fases del ciclo de vida también tiene en cuenta la gestión.

Tabla 1. Fases de aplicación de los sistemas de certificación (Sistemas generales de certificación)

Sistema de certificación	Aplicable a				
	Planificación	Diseño (proyecto)	Construcción (adjudicación)	Mantenimiento (conservación, explotación)	Desmantelamiento (demolición, fin de vida)
ENVISION	X	X	X	X	X
CEEQUAL	-	-	-	X	X
IS rating tool	X	X	X	X	X
SIRSDEC	X	X	X	X	X

Tabla 2. Consideración directa de Análisis del ciclo de vida y Buenas prácticas en la construcción (Sistemas generales de certificación)

Sistema de certificación	Análisis del ciclo de vida	Buenas prácticas en la construcción
ENVISION		
CEEQUAL		
IS rating tool		
SIRSDEC		

Como hemos visto anteriormente el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta de diseño que investiga los impactos ambientales de un producto o servicio durante todas sus etapas de existencia, por ello es importante ver qué sistema de certificación lo tienen en cuenta.

En la Tabla 2 podemos ver que la herramienta ACV, no es utilizada, entendiendo que es un concepto que no está aún muy interiorizado en la construcción. Si bien es cierto que los sistemas analizan la mayoría de las fases del ciclo de vida de los proyectos, el análisis de ciclo de vida no.

Centrándonos en el lugar de operación de cada uno, los sistemas CEEQUAL y ENVISION son más bien sistemas globales que podemos encontrar en cualquier país, aunque realmente cada uno está centrado en una zona determinada, el lugar dónde empezaron y donde tienen más proyectos. ENVISION sobre todo tiene proyectos en Norte América (EEUU y Canadá principalmente), CEEQUAL en cambio trabaja principalmente en el Reino Unido e Irlanda, aunque ya hay versiones en otros países. ISCA, es un sistema que funciona en Australia y Nueva Zelanda abordando varios sectores como son el transporte, el agua, la energía y la comunicación. Por último, el sistema SIRSDEC es una herramienta cuyo uso se sugiere preferentemente para países en vías de desarrollo.

Desde mi punto de vista, sería positivo que cada sistema de certificación pueda operar en todo el mundo. El principal problema es que cada sistema considera más importantes unos temas que otros, pudiendo ser una de las causas la customización a la problemática existente en la zona geográfica dónde fueron concebidos, por tanto habría que cambiar diferentes matices de los sistemas de certificación. Creo que lo más positivo para estas empresas sería hacer un sistema general para cada continente, que se le pueda cambiar algún matiz pero que conserve la esencia inicial. (Sarachaga, 2017)

Cuando hablamos de sostenibilidad hablamos de la búsqueda del equilibrio de los tres pilares fundamentales; pilar económico, social y medio ambiental con un peso igual para todos ellos. Sin embargo, en los países desarrollados cuando hablamos de sostenibilidad prima más el ámbito medioambiental, dado el supuesto bienestar económico y social de partida. Por tanto, en la mayoría de las ocasiones, cuando se habla de infraestructuras sostenibles se piensa en infraestructuras respetuosas con el medio ambiente, sin tener en cuenta los otros dos pilares. Por ello un proyecto muy respetuoso con el medio ambiente, pero que tenga un coste excesivo y no satisfaga o mejore las necesidades de los ciudadanos, no se puede considerar un proyecto sostenible. Este hecho ha llevado también a acuñar el término de sostenibilidad ambiental, aplicable a estos casos.

A continuación, en la siguiente tabla vamos a ver la importancia que dan ENVISION, CEEQUAL e IS a la parte ambiental, económica y social.

	MEDIO AMBIENTE	ECONOMÍA	SOCIAL
ENVISIÓN	61%	17%	22%
CEEQUAL	75%	-	25%
IS	52%	16%	32%

Tabla 3: Porcentajes de la sostenibilidad (Fuente: (Sarachaga, 2017))

En la Tabla 3 reflejamos la importancia que tiene cada parte de la sostenibilidad dentro de los créditos que pide cada sistema, calculándolo en forma de porcentaje. Como ya habíamos comentado anteriormente vemos que la parte medio ambiental cobra más importancia que la económica y la social para algún sistema de certificación como son los estudiados en la tabla. De las tres partes que componen la sostenibilidad, la parte económica es la que menos créditos tiene en estos sistemas.

CEEQUAL, o Envision (ISI), se centran más en la parte medioambiental como hemos visto, sin embargo como podemos comprobar en la tesis doctoral (SIRSDEC, 2017) SIRSDEC si que tiene en cuenta los tres pilares fundamentales de la sostenibilidad, teniendo en cuenta la importancia del pilar económico y social. Esto se puede deber principalmente porque SIRSDEC trabaja en países subdesarrollados o en vías de desarrollo donde la parte social y económica es más importante. En cambio CEEQUAL o ENVISION trabajan en países desarrollados por lo que la parte medio ambiental cobra más importancia que la social, por el nivel de vida de las personas, y la económica, ya que hay más presupuesto para hacer los proyectos.

El sistema ENVISION tiene 5 niveles de cumplimiento diferentes a los anteriores. Los niveles son los siguientes: Mejora, Aumenta, Superior, Conserva y Restaura. El cliente elige al principio cual de los 5 niveles de cumplimientos será el que adopte en la evaluación del proyecto, ya que cada nivel de cumplimiento tiene un objetivo. El valor de los puntos asociados a los niveles de cumplimiento varía por crédito. Para conseguir el nivel más alto “Restaura” el proyecto debe tener un desempeño que restaure los sistemas naturales o sociales. A este tipo de desempeño se le otorga la premiación más alta posible y se proclama como tal. En cambio para que se “Mejora” tiene que tener un desempeño que vaya más allá de lo convencional y que exceda un poco de los requisitos normativos (ENVISION, 2017).

Una vez evaluados los sistemas generales de certificación de proyectos de infraestructuras sostenibles vamos a realizar el análisis de los sistemas o herramientas aplicables a proyectos de carretera o autopistas en USA.

Comenzaremos el análisis estudiando en qué fase es aplicable cada sistema de certificación.

Tabla 4. Fases de aplicación de los sistemas de certificación (Fuente: elaboración propia)

Sistema de certificación	Aplicable a				
	Planificación	Diseño (proyecto)	Construcción (adjudicación)	Mantenimiento (conservación, explotación)	Desmantelamiento (demolición, fin de vida)
GREENROADS	X	X	X	X	-
GreenLITES	X	X	-	-	-
INVEST	-	-	X	X	X
I-LAST	-	-	X	-	-
STEED	-	X	-	-	-
STARS	X	X	X	-	-
BE2ST	-	-	X	X	-

De nuevo en el análisis de los sistemas de certificación que se recogen en la Tabla 4, podemos ver que la fase de desmantelamiento hay pocos sistemas que lo tengan en cuenta. A su vez vemos un aumento en las fases de planificación y diseño, debido a la importancia que tienen, sobre todo la planificación, en el ámbito del transporte.

Tenemos que destacar que en el sistema STEED, tiene en cuenta también aparte de la fase de diseño, los inversores del sistema de transporte, siendo una parte importante en la realización de los proyectos.

También existe una similitud entre GREENROADS y BE2ST, ya que ambos sistemas promueven el empleo de materiales reciclados para la construcción de carreteras. Como hemos explicado anteriormente el empleo de materiales reciclados como escorias para la realización del asfalto consigue unos resultados muy positivos, además de ser mucho más respetuoso con el medio ambiente que el asfalto habitual.

Tabla 5 Consideración directa de Análisis del ciclo de vida y Buenas prácticas en la construcción (sistemas de certificación de carreteras USA)

Sistema de certificación	Análisis del ciclo de vida	Buenas prácticas en la construcción
GREENROADS		
GreenLITES		
INVEST		
I-LAST		
STEED		
STARS		
BE2ST		

En los sistemas de certificación de carreteras el análisis del ciclo de vida se tiene menos en cuenta que las buenas prácticas en la construcción, como podemos ver en la Tabla 5 y como veíamos que ocurría con los sistemas generales de certificación. De nuevo las buenas prácticas en la construcción vuelven a ser más comunes. En la realización de proyectos de transporte en zonas urbanas las buenas prácticas pueden realizarse sobre el ruido, la emisión de polvo o el gasto de agua, al estar en zonas urbanas con gran cantidad de personas.

Estos sistemas de certificación de carreteras de USA, se están abriendo al mercado internacional como el caso de GREENROADS. Otros como en cambio solo están centrados en una zona concreta como el caso de GreenLITES en la zona de Nueva York. Como comentábamos anteriormente esto se debe a que las normativas son diferentes en cada país, y en el caso de EEUU, en cada estado. Por tanto, para tener un área de operación mayor, se debe tener conocimiento de la normativa en cada lugar, y cambiar probablemente algún matiz del sistema. Por ello muchas empresas se centran tan solo en una zona ya que así se facilitan el trabajo.

Otro de los conceptos de los que hemos hablado anteriormente es de las buenas prácticas en la construcción, que, aunque son de carácter optativo aportan un valor agregado a los proyectos y empresas que las utilizan. Hay sistemas de auto evaluación que las tiene en cuenta y las valoran positivamente. En comparación con el ACV, las buenas prácticas sí que están más instauradas en el sector y son utilizadas por las empresas constructoras.

En estos casos, podría surgir la duda de que, al ser un requisito evaluable, la buena práctica dejaría de ser voluntaria para pasar a ser obligatoria, si bien es cierto que la mayor parte de las herramientas antes enumeradas son de uso voluntario. Sin embargo, no es lo mismo cumplir de forma obligada con la legislación

medioambiental vigente en cada lugar, que decidir voluntariamente cumplir con un sistema de certificación, dentro del cual se evalúan las buenas prácticas que de forma voluntaria se deciden aplicar en la construcción. Por tanto, la buena práctica ambiental seguirá tratándose como tal.

3.2 Sondeo de opinión en el sector

Para la realización de este apartado hemos seleccionado un grupo de expertos en diferentes materias de la construcción. Por una parte, hemos querido seleccionar personas que trabajen o hayan trabajado tanto en España, como en el extranjero, principalmente en Chile. En el grupo seleccionado tenemos desde Jefes de Producción a Gerentes de Calidad, para ver opiniones variadas y de diferentes puntos de vista sobre el tema.

El diseño de la entrevista se ha diferenciado en 4 bloques principales abordando los temas que hemos hablado durante el presente trabajo, con un total de nueve preguntas. Se ha realizado utilizando Skype y grabando un audio, previo aviso, para después transcribir lo hablado. Una vez realizadas todas las entrevistas se realiza la discusión, analizando los resultados obtenidos.

3.2.1 Selección de expertos

Para la realización de la entrevista he seleccionado a 3 expertos en construcción civil de diferentes áreas.

- Experto 1: Un arquitecto con 25 años de experiencia en el sector. Empezó montando exposiciones para la Exposición Universal de Sevilla (1992), para luego centrarse en grandes proyectos como el aeropuerto de Varsovia o el aeropuerto de Londres-Heathrow entre otros proyectos en España y Latinoamérica. Desde el 2013 está en Chile con la empresa Luis Vidal arquitectos especializados en grandes infraestructuras de hospitales y aeropuertos.
- Experto 2: Un Ingeniero de Caminos con 3 años de experiencia en España como Jefe de Oficina Técnica y 4 años en Chile como Jefe de Producción, ambos con la empresa FCC.
- Experto 3: Una Ingeniera de Caminos con 3 años en DRAGADOS como Jefe de Producción en España y 4 años en Chile como Gerente de Calidad y Medio Ambiente.

3.2.2 Diseño de la entrevista

Bloque 1. Gestión ambiental en la construcción

1. ¿Qué opina del empleo de buenas prácticas ambientales en construcción? Ventajas e inconvenientes, teniendo en cuenta que las buenas prácticas ambientales son voluntarias y no obligadas como los requisitos ambientales fijados para un determinado proyecto.
2. ¿Podría dar tres ejemplos de buenas prácticas ambientales en la construcción? Valorar cada una de 1 a 5, siendo 5 la nota más alta.

Bloque 2. Sostenibilidad en la construcción

3. ¿Qué opina de la aplicación del concepto de sostenibilidad al sector de la construcción? Considerando que la sostenibilidad otorga la misma importancia a los aspectos sociales, económicos y ambientales.
4. ¿Qué tres medidas considera más importantes para lograr que una infraestructura pueda ser considerada sostenible? Valorar cada una de 1 a 5.

Bloque 3. Análisis de ciclo de vida

5. ¿Qué opina acerca de la aplicación del Análisis de Ciclo de Vida en el sector de la construcción? Teniendo en cuenta que el ACV tiene su mayor aplicación en la industria y la consideración de una infraestructura como un producto industrial.
6. ¿Podría valorar la importancia de actuar en las distintas fases del ciclo de vida de una infraestructura a la hora de asegurar su sostenibilidad? De 1 a 5, siendo las 4 fases consideradas: planificación/diseño, construcción/ejecución, operación/explotación, reutilización/demolición.

Bloque 4. Sistemas de certificación de sostenibilidad de infraestructuras

7. ¿Tiene formación o experiencia trabajando con sistemas de certificación de sostenibilidad de proyectos en edificación (ej. BREEAM, LEED) o en obra civil (ej. CEEQUAL)? ¿Cuáles cree que son los dos principales beneficios del uso de estos sistemas en cada caso (en edificios y en infraestructuras)?
8. ¿Podría valorar de 1 a 5 su nivel de acuerdo con las siguientes afirmaciones referidas a los sistemas de certificación de la sostenibilidad de proyectos de infraestructuras (ej. carreteras)?
 - a. Las buenas prácticas ambientales están bien valoradas por estos sistemas.
 - b. Estos sistemas deberían llamarse ambientales en lugar de sostenibles.
 - c. Estos sistemas están adaptados a las distintas fases del ciclo de vida de una infraestructura.
9. ¿Cree que estos sistemas pueden aplicarse por igual en cualquier país del mundo (desarrollado o no) o, por el contrario, sería necesaria una adaptación a cada caso para valorar adecuadamente aspectos económicos y sociales, incluso por encima de los aspectos ambientales?

3.2.3 Respuestas del Experto 1

En este apartado se hará un pequeño resumen de la entrevista con el experto 1.

Bloque 1. Gestión ambiental en la construcción

1. ¿Qué opina del empleo de buenas prácticas ambientales en construcción? Ventajas e inconvenientes, teniendo en cuenta que las buenas prácticas ambientales son voluntarias y no obligadas como los requisitos ambientales fijados para un determinado proyecto.

Opino que hoy en día es fundamental el empleo de buenas prácticas ambientales.

2. ¿Podría dar tres ejemplos de buenas prácticas ambientales en la construcción? Valorar cada una de 1 a 5, siendo 5 la nota más alta.

- *Aeropuerto Londres-Heathrow, fue el primer aeropuerto del mundo con clasificación BREEAM se tuvo en cuenta tanto en la fase de diseño como en la construcción la sostenibilidad. Por ejemplo hubo un sistema de reciclado de lodos y un sistema de bajo consumo de energía para la fase de construcción.(5)*
- *Hospital de Vigo donde se redujo el impacto dentro del medio teniendo en cuenta la ubicación. Se hizo un estudio en el movimiento de tierras para situar el edificio y excavar lo menos posible.(5)*
- *Campus de Palmas Altas Sevilla donde todos los sistemas tanto de producción como de distribución fueron diseñados desde un comienzo para tener la menor emisión de CO₂. También se hizo un estudio de eficiencia energética para que el edificio fuese lo más sostenible posible en cuanto al consumo de energía durante todo el tiempo.(5)*

Bloque 2. Sostenibilidad en la construcción

3. ¿Qué opina de la aplicación del concepto de sostenibilidad al sector de la construcción? Considerando que la sostenibilidad otorga la misma importancia a los aspectos sociales, económicos y ambientales.

Creo que el concepto de la sostenibilidad en la construcción es fundamental, a tener en cuenta desde el comienzo de la idea de cualquier proyecto. Por el hecho que conlleva cualquier tipo de construcción desde el punto de vista social económico y ambiental. Tener en cuenta desde el inicio y la génesis de cualquier proyecto.

4. ¿Qué tres medidas considera más importantes para lograr que una infraestructura pueda ser considerada sostenible? Valorar cada una de 1 a 5.
- *El impacto de la infraestructura desde el punto de vista del gasto energético tanto a la hora de la construcción como durante la explotación.(5)*
 - *El consumo de energía que esa infraestructura tenga a lo largo de su vida útil.(5)*
 - *La durabilidad de la infraestructuras en el tiempo (vida útil).(5)*

Bloque 3. Análisis de ciclo de vida

5. ¿Qué opina acerca de la aplicación del Análisis de Ciclo de Vida en el sector de la construcción? Teniendo en cuenta que el ACV tiene su mayor aplicación en la industria y la consideración de una infraestructura como un producto industrial.

Es fundamental por la relación de responsabilidad económica que conlleva la durabilidad de cualquier tipo de infraestructura. Es importante que eso se cumpla durante el diseño como durante la construcción.

6. ¿Podría valorar la importancia de actuar en las distintas fases del ciclo de vida de una infraestructura a la hora de asegurar su sostenibilidad? De 1 a 5, siendo las 4 fases consideradas: planificación/diseño, construcción/ejecución, operación/explotación, reutilización/demolición.

Cada una de las fases es un 5, ya que es fundamental en cada una de ellas.

Bloque 4. Sistemas de certificación de sostenibilidad de infraestructuras

7. ¿Tiene formación o experiencia trabajando con sistemas de certificación de sostenibilidad de proyectos en edificación (ej. BREEAM, LEED) o en obra civil (ej. CEEQUAL)? ¿Cuáles cree que son los dos principales beneficios del uso de estos sistemas en cada caso (en edificios y en infraestructuras)?

Tengo experiencia en BREEAM y LEED en edificación.

Como beneficio, por una parte se puede medir la eficiencia desde el punto de vista energético así como la emisión de CO₂ y el gasto energético de los edificios desde el inicio hasta el final del ciclo de vida. Es muy importante tener en cuenta esto para que a la hora de realizar un tipo de diseño sea el cliente o la normativa la que te obligue a cumplir con unos mínimos.

También se está utilizando en muchas empresas las certificaciones como una imagen de marca, lo cual está bien, porque la idea de sostenibilidad ya no es márketing si no que se está usando en muchos proyectos.

8. ¿Podría valorar de 1 a 5 su nivel de acuerdo con las siguientes afirmaciones referidas a los sistemas de certificación de la sostenibilidad de proyectos de infraestructuras (ej. carreteras)?
- Las buenas prácticas ambientales están bien valoradas por estos sistemas.
 - Estos sistemas deberían llamarse ambientales en lugar de sostenibles.
 - Estos sistemas están adaptados a las distintas fases del ciclo de vida de una infraestructura.

No tiene formación de sistemas de certificación en carreteras.

9. ¿Cree que estos sistemas pueden aplicarse por igual en cualquier país del mundo (desarrollado o no) o, por el contrario, sería necesaria una adaptación a cada caso para valorar adecuadamente aspectos económicos y sociales, incluso por encima de los aspectos ambientales?

Pueden aplicarse por supuesto en cualquier país del mundo ya que son sistemas universales y hay que tener una valoración en cualquier parte del mundo que sea aplicable a cualquier tipo de infraestructuras. Es fundamental ya no solo el punto de vista económico o el medio ambiente (consumo energético), si no el impacto social, ya que están todos relacionados y un cuidado en el medio ambiente revierte positivamente en la sociedad.

3.2.4 Respuestas del Experto 2

En este apartado se hará un pequeño resumen de la entrevista con el experto 2.

Bloque 1. Gestión ambiental en la construcción

1. ¿Qué opina del empleo de buenas prácticas ambientales en construcción? Ventajas e inconvenientes, teniendo en cuenta que las buenas prácticas ambientales son voluntarias y no obligadas como los requisitos ambientales fijados para un determinado proyecto.

Las buenas prácticas ambientales son, afortunadamente, algo indispensable a tener en cuenta en un proyecto de construcción, si bien aún queda mucho camino por recorrer. Además de los requisitos ambientales que fija el proyecto, hoy en día las grandes constructoras autoimponen a sus obras ciertas normas ambientales más allá de las exigidas por los diferentes clientes. En el caso de FCC Construcción en Chile, por ejemplo, se aplican estándares de calidad y de medio ambiente superiores a los exigidos en el país. La razón es que las empresas obtienen certificados que las califican para construir en los países más exigentes en estas materias, y las auditorías para mantener dichos certificados se hacen a nivel mundial. Por tanto, una empresa ha de “vender” el mayor estándar medioambiental que sea capaz de mantener en todos los países en los que trabaja. Como única desventaja está el coste económico, pero ya se planifican los proyectos bajo estos supuestos que, a la larga, le permiten

a la empresa licitar obras en países en los que sacará un beneficio económico. Por tanto, más allá de la responsabilidad ambiental de cada empresa, el no cumplir las buenas prácticas ambientales acaba teniendo, además, una repercusión económica negativa para la empresa. En lo que hay que avanzar es en ampliar esas buenas prácticas y, una vez asumidas, hacer que realmente se cumplan a todos los niveles de empresa.

2. ¿Podría dar tres ejemplos de buenas prácticas ambientales en la construcción? Valorar cada una de 1 a 5, siendo 5 la nota más alta.

- Tratamiento de residuos peligrosos: se reserva un área para restos de materiales especiales que se utilizan en la construcción (riegos, resinas, pinturas...), así como los aceites y combustibles de las maquinarias. Se almacenan sobre losa de hormigón que impida su filtración a las aguas subterráneas y se controla su disposición final en plantas autorizadas (5)

- Riego continuo de caminos en fase construcción para controlar las emisiones de polvo (3)

- Planes de Manejo de Vertederos: apertura, uso, y cierre. Estos planes incluyen: materiales que se pueden depositar, las cantidades y disposición de los mismos, las afecciones a la vegetación existente y las medidas de restauración (tierra vegetal de cobertura, replantación, reforestaciones compensatorias...).... (5)

Bloque 2. Sostenibilidad en la construcción

3. ¿Qué opina de la aplicación del concepto de sostenibilidad al sector de la construcción? Considerando que la sostenibilidad otorga la misma importancia a los aspectos sociales, económicos y ambientales.

En mi opinión, la fase de construcción de un proyecto es la que tiene menos flexibilidad y potencial para cooperar en la sostenibilidad del conjunto del proyecto. Se pueden tomar ciertas medidas en cuanto a las maquinarias o materiales secundarios que se utilicen, pero los materiales de construcción en sí mismo, así como las características finales de la infraestructura, vienen marcados en el Proyecto, o en las normativas vigentes en el país. Un proyecto será tanto más sostenible cuantos más materiales reutilizables se empleen, cuanto menos susceptible de sufrir modificaciones futuras sea, cuanto menos afecte al entorno... Pero eso ha de regularse en la fase de Proyecto: construir en previsión de futuro (crecimientos de población, escasez de agua, futuras ampliaciones...), utilizar materiales de la zona, o reciclables... En la fase de construcción puedes utilizar un porcentaje de fresado en la fabricación de asfaltos, por ejemplo; pero tiene que haber una normativa detrás que lo permita. Por tanto, han de ser las Instituciones quienes promuevan estas prácticas, y las impongan en sus manuales, en sus licitaciones públicas, y en los permisos para proyectos privados.

En la Ruta 5 Acceso Norte de Santiago de Chile, por ejemplo, se han utilizado como material granular de coronación de terraplén, en subrrasante, escorias de altos hornos que estaban acopiadas en un terreno colindante con la traza

de la autopista, que se habían acopiado en previsión de reutilizarlas en el propio proceso de fabricación del acero, extrayendo los restos de hierro que tienen. La caída del precio de la chatarra en el país hizo que el coste de este proceso no fuese rentable, por lo que estaban abandonadas y sin uso futuro, y sin posibilidad económica de los dueños del terreno de disponerlas en vertedero autorizado. Su uso en la autopista ha limpiado el terreno le ha dado una disposición final con uso a un material que es deshecho de la industria. Sin embargo, la razón por la que la constructora ha luchado por utilizar este material ha sido el ahorro en transporte por tenerlo acopiado junto a la autopista. A pesar de ser un caso muy especial, sirve de ejemplo para ver que deberían ser las instituciones quienes obliguen es sus proyectos públicos a utilizar los materiales cercanos al proyecto, se trate o no de residuos reutilizables, que dan a los mismos una disposición final más sostenible, además de minimizar el transporte y reducir las emisiones de la construcción del proyecto.

4. ¿Qué tres medidas considera más importantes para lograr que una infraestructura pueda ser considerada sostenible? Valorar cada una de 1 a 5.
- *Uso de materiales reciclables, o bien reutilizar materiales o agregarlos en cierta proporción junto con los de nueva producción: reduce los volúmenes a vertederos, optimiza el transporte y reduce las emisiones globales. (4)*
 - *Que esté proyectada en previsión de futuras ampliaciones, o en función de tráfico, flujos, etc... futuros. (5)*
 - *Que se estudie el proyecto de manera global: cómo afectará al medio ambiente, a la población, a la economía de la zona. Tiene que ir en consonancia con los planes estratégicos de la región no solo en materia de infraestructuras, sino de economía (industria, turismo...). Para ello, hay que implicar a todos los entes públicos. Si no se estudia el proyecto de forma global, habrá un cambio político, o de prioridades que harán modificarlo o dejarlo en desuso, con el consiguiente coste económico, inicialmente, y de afección al medio a la larga. (5)*

Bloque 3. Análisis de ciclo de vida

5. ¿Qué opina acerca de la aplicación del Análisis de Ciclo de Vida en el sector de la construcción? Teniendo en cuenta que el ACV tiene su mayor aplicación en la industria y la consideración de una infraestructura como un producto industrial.
- Tal y como se ha dicho en el bloque anterior, la fase de construcción es muy limitada para cualquier mejora en este punto. Dentro de la obra civil es un término que no se utiliza a fecha de hoy. Los materiales que se utilizan en construcción de manera más masiva se obtienen de puntos lo más cercanos a la obra posible, pero por una razón de economía. Otro punto a considerar es que las grandes infraestructuras están diseñadas para durar algunos cientos de años; por tanto, quizás sea más importante asegurar esa durabilidad, de*

cara al ciclo de vida de esa estructura, que bajar calidad de materiales en fase de construcción.

6. ¿Podría valorar la importancia de actuar en las distintas fases del ciclo de vida de una infraestructura a la hora de asegurar su sostenibilidad? De 1 a 5, siendo las 4 fases consideradas: planificación/diseño, construcción/ejecución, operación/explotación, reutilización/demolición.

- Planificación/diseño: 5. Es la fase más importante, la que va a definir su función, su nivel de calidad, su durabilidad, los recursos necesarios para su conservación, mantenimiento...

- Construcción/ejecución: 3. Le doy cierta importancia no por las medidas adicionales que se pueden tomar en esta fase, sino porque si no se construye fielmente en función de lo proyectado, estaríamos empeorando lo planificado en este ámbito. Es decir, hay que asegurar la calidad de lo construido.

- Operación/explotación: 3. Viene dado en función de lo proyectado, la durabilidad de los materiales, los recursos necesarios para su explotación. La importancia que tiene, bajo mi punto de vista, comparable a la fase de construcción es por la larga duración de la misma, ya que cualquier pequeña medida tomada, puede ser a la larga muy incidente.

- Reutilización/demolición: 1. En las obras civiles la vida útil es muy larga, por lo que no veo tan incidente este punto.

Bloque 4. Sistemas de certificación de sostenibilidad de infraestructuras

7. ¿Tiene formación o experiencia trabajando con sistemas de certificación de sostenibilidad de proyectos en edificación (ej. BREEAM, LEED) o en obra civil (ej. CEEQUAL)? ¿Cuáles cree que son los dos principales beneficios del uso de estos sistemas en cada caso (en edificios y en infraestructuras)?

No tiene formación al respecto.

8. ¿Podría valorar de 1 a 5 su nivel de acuerdo con las siguientes afirmaciones referidas a los sistemas de certificación de la sostenibilidad de proyectos de infraestructuras (ej. carreteras)?

No tiene formación al respecto.

- a. Las buenas prácticas ambientales están bien valoradas por estos sistemas.
- b. Estos sistemas deberían llamarse ambientales en lugar de sostenibles.
- c. Estos sistemas están adaptados a las distintas fases del ciclo de vida de una infraestructura.

9. ¿Cree que estos sistemas pueden aplicarse por igual en cualquier país del mundo (desarrollado o no) o, por el contrario, sería necesaria una adaptación a cada caso para valorar adecuadamente aspectos económicos y sociales, incluso por encima de los aspectos ambientales?

Creo que estos sistemas son fruto de una evolución dentro de los países más desarrollados, que ya han solventado otros problemas más primarios. Considero un error imponer ciertos estándares de calidad, medioambientales, etc... en países en vías de desarrollo en los que, por ejemplo, las medidas de seguridad son muy precarias, las condiciones de trabajo son abusivas y los salarios base muy bajos, así como la calidad de las infraestructuras.

3.2.5 Respuestas del Experto 3

En este apartado se hará un pequeño resumen de la entrevista con el experto 3.

Bloque 1. Gestión ambiental en la construcción

1. ¿Qué opina del empleo de buenas prácticas ambientales en construcción? Ventajas e inconvenientes, teniendo en cuenta que las buenas prácticas ambientales son voluntarias y no obligadas como los requisitos ambientales fijados para un determinado proyecto.

La definición de los procesos productivos desde el punto de vista de la gestión ambiental inciden directamente sobre el resultado de una obra. Por encima del mero cumplimiento legal las buenas prácticas ambientales son consideradas como acciones correctivas que han logrado un óptimo resultado en casos anteriores.

Si bien pueden tener un elevado coste de implementación su puesta en funcionamiento supone un ahorro en medidas adicionales de mitigación así como la minimización del riesgo de multas por parte de organismos fiscalizadores (autoridades ambientales sancionadoras) por la ocurrencia de incidentes ambientales significativos.

El empleo de buenas prácticas agrega valor frente a los clientes y su reporte permite a las empresas ingresar en índices internacionales de comportamiento ambiental que resultan de interés para las principales sociedades de inversionistas del tipo Dow Jones Sustainability Index.

2. ¿Podría dar tres ejemplos de buenas prácticas ambientales en la construcción? Valorar cada una de 1 a 5, siendo 5 la nota más alta.
 - *La generación de polvo como consecuencia de movimientos de tierra, circulación de maquinaria, descarga de materiales y otras actividades de obra, puede provocar una elevada contaminación atmosférica y afecciones a los propios trabajadores, a los vecinos y a las especies del medio, tanto a la vegetación como a la fauna. Para ello se puede imponer el reducir la velocidad de tránsito de vehículos pesados en obras (velocidades inferiores a 30 Km/h) o estudiar rutas alternativas de transporte en zonas próximas a las áreas habitadas. (3 puntos)*
 - *Control de consumos y reutilización: Algunos procesos de obra generan una cantidad de agua residual que normalmente se vierte al saneamiento o a cauce sin reutilizar. Se pretende evitar el consumo de agua potable, mediante*

la recuperación y el uso de estas aguas sobrantes de obra por ejemplo para el riego de caminos. (3 puntos)

- *Planificar la gestión de los residuos, tener en cuenta los tipos y cantidades de residuos que se van generar en cada fase de obra y las posibilidades de gestión (reutilización en obra, entrega a recicladores, destinos autorizados, etc.). (5 puntos)*

Bloque 2. Sostenibilidad en la construcción

3. ¿Qué opina de la aplicación del concepto de sostenibilidad al sector de la construcción? Considerando que la sostenibilidad otorga la misma importancia a los aspectos sociales, económicos y ambientales.

El efecto directo que el sector de la construcción tiene sobre el medio que lo rodea así como el marco legal en que a día de hoy nos encontramos, nos obliga a analizar el mismo desde puntos de vista más allá de la mera rentabilidad económica.

El desarrollo sostenible, tal como se definió en el Protocolo de Kioto, busca la satisfacción de las necesidades del presente sin comprometer por ello la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas por lo que se hace necesario una gestión en todos los niveles de la sociedad y de sus economías que preserve la riqueza presente mantenga el entorno natural para las generaciones futuras.

La generación de mano de obra local o la recuperación de un entorno degradado para la población suponen impactos positivos en contraposición a la generación de residuos que tiene un efectivo negativo sobre el medio ambiente. Hay que analizar el peso de cada uno de los efectos para priorizar unos proyectos y otros.

4. ¿Qué tres medidas considera más importantes para lograr que una infraestructura pueda ser considerada sostenible? Valorar cada una de 1 a 5.

-Reducir el consumo de materias primas procedentes de la explotación de los recursos naturales (3puntos)

-Conseguir un mantenimiento mínimo durante la fase de explotación (4 puntos)

-Alargar la vida útil de la construcción (5 puntos)

Bloque 3. Análisis de ciclo de vida

5. ¿Qué opina acerca de la aplicación del Análisis de Ciclo de Vida en el sector de la construcción? Teniendo en cuenta que el ACV tiene su mayor aplicación en la industria y la consideración de una infraestructura como un producto industrial.

Debe ser exigido en todo tipo de proyectos por considerar la afección al medio desde la etapa de idea – necesidad hasta el final de la vida útil de la infraestructura.

6. ¿Podría valorar la importancia de actuar en las distintas fases del ciclo de vida de una infraestructura a la hora de asegurar su sostenibilidad? De 1 a 5, siendo las 4 fases consideradas: planificación/diseño, construcción/ejecución, operación/explotación, reutilización/demolición.

*Planificación/diseño 5
Construcción/ejecución 3
Operación/explotación 4
Reutilización/demolición.3*

Bloque 4. Sistemas de certificación de sostenibilidad de infraestructuras

7. ¿Tiene formación o experiencia trabajando con sistemas de certificación de sostenibilidad de proyectos en edificación (ej. BREEAM, LEED) o en obra civil (ej. CEEQUAL)? ¿Cuáles cree que son los dos principales beneficios del uso de estos sistemas en cada caso (en edificios y en infraestructuras)?

Actualmente la empresa se encuentra construyendo el nuevo Centro del Poder Judicial en la comuna (ayuntamiento) de Puente Alto (Chile), edificio que opta para la categoría Gold de la certificación LEED. Es mi primer proyecto de este tipo.

Los beneficios son la imposición de características de ubicación y accesibilidad así como las características de las instalaciones diseñadas.

8. ¿Podría valorar de 1 a 5 su nivel de acuerdo con las siguientes afirmaciones referidas a los sistemas de certificación de la sostenibilidad de proyectos de infraestructuras (ej. carreteras)?
- Las buenas prácticas ambientales están bien valoradas por estos sistemas.
Si, por el efecto que tienen sobre el medio ambiente. (5)
 - Estos sistemas deberían llamarse ambientales en lugar de sostenibles.
No, porque tienen carácter de sostenible en el tiempo. (1)
 - Estos sistemas están adaptados a las distintas fases del ciclo de vida de una infraestructura.
Si porque tienen en cuenta la fase de diseño hasta la destrucción (5)
9. ¿Cree que estos sistemas pueden aplicarse por igual en cualquier país del mundo (desarrollado o no) o, por el contrario, sería necesaria una adaptación a cada caso para valorar adecuadamente aspectos económicos y sociales, incluso por encima de los aspectos ambientales?

Por supuesto que no partiendo de la base que el nivel de educación entre los países es completamente diferente y por tanto la concepción del efecto de las acciones del hombre sobre la naturaleza.

La capacidad de los países desarrollados de adaptarse a las exigencias de estas certificaciones es muy superior a la de los países subdesarrollados.

3.2.6 Discusión de las entrevistas

En este apartado haremos una discusión sobre los resultados obtenidos en las entrevistas.

Bloque 1. Gestión ambiental en la construcción

Los tres expertos como podemos ver en las entrevistas creen que el empleo de buenas prácticas en la construcción es algo fundamental y que añade un valor agregado a cualquier infraestructura. Aunque el uso de las buenas prácticas ambientales conlleva un gasto económico, este coste ya se ha tenido en cuenta en el proyecto, además que minimiza el riesgo de multas por parte de organismos fiscalizadores (autoridades ambientales sancionadoras) por la ocurrencia de incidentes ambientales significativos.

En la Tabla 6 vamos a ver los ejemplos de buenas prácticas propuestos por los expertos y la puntuación que han asignado a cada una de ellas. Hemos separado las buenas prácticas en los seis grupos en los que las estudiamos en el punto 1.2.2. , finalmente hemos calculado la puntuación total de cada una de ellas.

Tabla 6 Buenas prácticas propuestas por los expertos (Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas realizadas).

Buenas prácticas en la construcción	Ejemplos y puntuación	Número	Puntuación Total
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> Reciclado de Lodos (5) 	1	5
Uso del suelo	<ul style="list-style-type: none"> Estudio Movimiento de tierras (excavar lo menos posible) (5) Planes de manejo de vertedero (apertura, uso y cierre) (5) 	2	10
Emisiones atmósfera	<ul style="list-style-type: none"> Gestión energía / consumo energía (5) Menor emisión de CO₂ (5) Riego para controlar las emisiones de polvo(3) Reducir velocidad o estudiar rutas alternativas , por las emisiones de polvo(3) 	4	16
Agua	<ul style="list-style-type: none"> Control de consumo y reutilización de agua (3) 	1	3
Ruido	-----	---	---
Gestión sostenible de residuos	<ul style="list-style-type: none"> Tratamiento de residuos peligrosos (5) Planificar la gestión de residuos (5) 	2	10

Como podemos ver, el grupo que más puntuación ha recibido ha sido el de emisiones de atmósfera con propuestas sobre la emisión de polvo o sobre la emisión de gases de efecto invernadero. En cuanto a la emisión de polvo, que puede afectar tanto a habitantes como a seres vivos podemos ver dos medidas diferentes, la reducción de la velocidad de circulación y la humectación de los caminos de obra. El uso del suelo y la gestión de residuos también tienen una puntuación alta. Tenemos un ejemplo sobre los planes de manejos de vertederos en los cuales hay que hacer un estudio sobre los seres vivos (plantas y animales) que se verán afectados, así como una vez llenado el vertedero como se efectuará su

cierre, con relleno de tierra vegetal , plantación de árboles... Ninguno de los tres expertos ha considerado ninguna buena práctica en la construcción respecto al ruido y su posible afección a seres vivos y vecino de la zona.

Bloque 2. Sostenibilidad en la construcción

Se debe alcanzar el equilibrio de la sostenibilidad según los tres expertos, ya que como comentan el sector de la construcción es un sector muy importante tanto social como ambiental y económico. Si bien como comentábamos con el uno de los expertos en la fase de construcción viene todo establecido de proyecto, por tanto, la decisión de qué construir y cómo construirlo ya está tomada.

A continuación, una serie de medidas que los expertos han considerado que debe de tener una infraestructura para que pueda ser sostenible, con la puntuación (1-5) que otorgan a cada medida según su importancia

- Reducir el consumo de materias primas (3)
- Mantenimiento mínimo fase de explotación (4)
- Alargar la vida útil (5)

- Uso de materiales reciclables. (4)
- Proyectada en previsión de futuras ampliaciones. (5)
- Estudio del proyecto de manera global: cómo afectará al medio ambiente, a la población, a la economía de la zona. (5)

- El impacto de la infraestructura desde el punto de vista del gasto energético. (5)
- El consumo de energía a lo largo de su vida útil. (5)
- La durabilidad de las infraestructuras en el tiempo (vida útil). (5)

Como podemos ver, entre los expertos hay cosas en común. Por una parte, el uso de materiales reciclados, la durabilidad y el estudio de la vida útil estudiando posibles ampliaciones y finalmente un estudio energético con un mantenimiento mínimo en la fase de explotación. Con la opinión de los expertos, teniendo en cuenta la puntuación que han otorgado a cada parte, obtenemos la Tabla 7, como resumen a las medidas que debe de tener una infraestructura sostenible.

Tabla 7: Medidas que debe de tener una infraestructura sostenible

INFRAESTRUCTURA SOSTENIBLE
Uso de materiales reciclados
Estudio de vida útil
Estudio energético

Bloque 3. Análisis de ciclo de vida

Todos los expertos creen que el Análisis del ciclo de vida es un término que se tiene que instaurar en la construcción ya que para conseguir la sostenibilidad se

debe de trabajar desde un principio en la fase de diseño. Destacamos la opinión del Experto 2 (Jefe de Producción) que remarca que en la Obra Civil este término no está muy instaurado, remarcando de nuevo la dificultad que conlleva este tipo de decisiones en la fase de construcción.

Cada experto ha puntuado del 1 al 5 la importancia de actuar en las distintas fases del ciclo de vida de una infraestructura a la hora de asegurar su sostenibilidad. Sumando la puntuación de cada uno de ellos hemos efectuado la Figura 13 para recoger los datos.

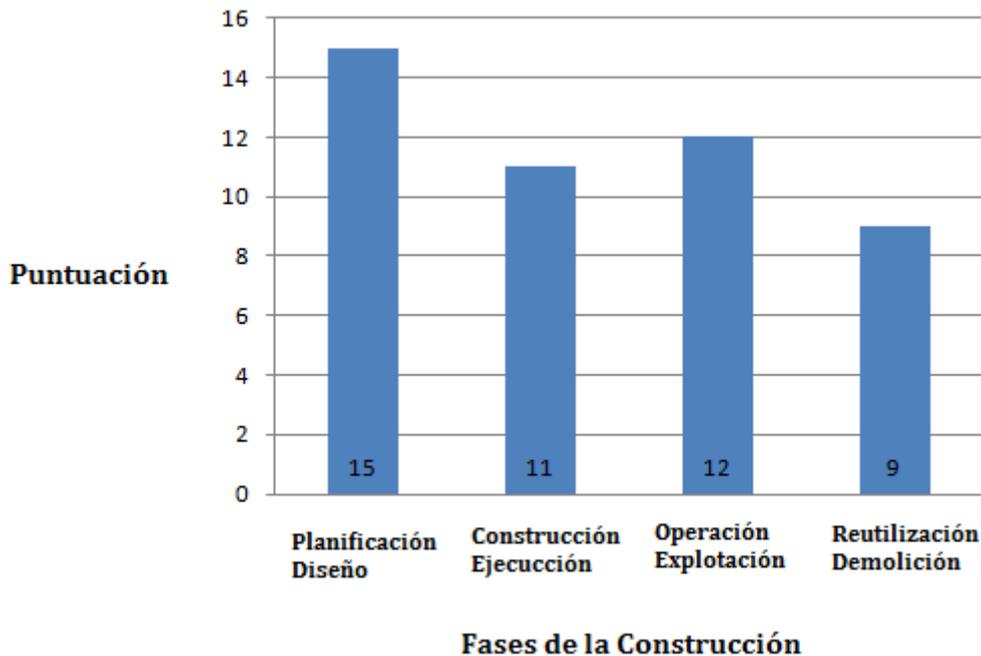


Figura 13: Gráfico con puntuaciones de las fases de construcción (Fuente: Elaboración propia)

Como podemos ver en el gráfico la fase de Planificación y Diseño es en la que más puntuación recibe ya que como hemos comentado anteriormente, para conseguir la sostenibilidad tenemos que centrarnos en ello desde un principio. Las fases de construcción y de reutilización son las que menos puntuación reciben. La construcción por lo comentado anteriormente, en esta fase nos ceñimos en lo que pone en el proyecto, y en la reutilización porque las obras civiles tienen una vida útil muy grande.

En este bloque he visto diferencia de opiniones entre los expertos centrados en el sector de la construcción y el arquitecto. Esto se puede deber a que en edificación sí que es posible que todas las fases tengan igual importancia, o más importancia que en la obra civil.

Bloque 4. Sistemas de certificación de sostenibilidad de infraestructuras

En este bloque se estudiaba el conocimiento de los expertos en cuanto a los sistemas de certificación. Como hemos comprobado, los sistemas de certificación son comunes en el campo de la edificación, ya que el Experto 1 tenía experiencia

con BREEAM y LEED. Sin embargo, no son tan comunes en la Obra civil, aunque ya se están empezando a instaurar en edificación civil. Como vemos dentro de la Obra Civil una gerente de Calidad y Medio Ambiente sí que tiene formación al respecto, pero los Jefes de Obra aún no tienen experiencia ni formación al respecto.

Según la opinión de la Experto 3 las buenas prácticas ambientales sí que están bien valoradas por los sistemas de certificación y matiza que deben de seguir llamándose sostenibles en lugar de ambientales, ya que realmente tienen carácter sostenible en el tiempo, dando importancia a la adaptación que deben de tener estos con cada fase del ciclo de vida.

Debido a que los expertos han trabajado tanto en América Latina como en Europa, hemos efectuado la última pregunta del bloque y de la entrevista, sobre la aplicación de estos sistemas por igual en cualquier país del mundo (desarrollado o no). Por una parte, el Experto 1 que opina que sí que pueden aplicarse en cualquier país del mundo, aunque en algunos países habría que dar más importancia a la parte social. Por otro lado, la opinión de los otros dos expertos, que opinan que estos sistemas son fruto de una evolución en países desarrollados, donde no existen otros problemas, más del ámbito social, como pueden ser problemas en los salarios bases, medidas de seguridad... También remarcan la capacidad que tiene los países desarrollados para adaptarse a las exigencias de estas certificaciones y la educación medioambiental de cada país.

3.3 Propuesta de mejoras

Este nuevo apartado se va a diferenciar en dos partes. Primero una discusión teórico-práctica donde compararemos el estudio teórico que hemos hecho analizando los sistemas de certificación con las opiniones de los expertos que hemos recogido en la entrevista. Después un apartado de recomendaciones y mejoras de las metodologías, sintetizando el análisis crítico y las entrevistas con una opinión personal.

Con estos dos apartados entenderemos mejor el funcionamiento de los sistemas de certificación, y la opinión de los expertos, ya que son dos factores que están relacionados.

3.3.1 Discusión teórico-práctica

Para comenzar vamos a estudiar el caso del Análisis del Ciclo de Vida (ACV). De los once sistemas que hemos estudiado tan solo cuatro tenían en cuenta aspectos relacionados con el ACV, lo que hace pensar que aún no está instaurado en construcción. En la entrevista vemos que esto es cierto, si bien entienden que sería interesante instaurarlo, creen que aún no se está usando. De todas las fases del ACV los expertos creen que la más importante para conseguir la sostenibilidad es la planificación y el diseño. En los sistemas de certificación generales vemos que es en la parte que más se centran, pero en cambio los sistemas de certificación de carreteras en EEUU no la tienen tanto en cuenta ya que se centran más en otras partes como la construcción. Para conseguir la sostenibilidad en un proyecto, desde mi punto de vista, se debe comenzar con una buena planificación y diseño. La fase de desmantelamiento, la última del ciclo de vida, vemos que es la fase menos importante para los expertos y también la fase que menos tienen en cuenta los sistemas de certificación, tan solo tres la tiene en cuenta. Si bien es cierto que habría que prestar atención a todas las fases del ciclo de vida, desde mi punto de vista esta es la menos importante, ya que los grandes proyectos tienen una vida útil muy grande y no es común ver el desmantelamiento de grandes infraestructuras.

Otro de los términos que hemos estudiado son las buenas prácticas ambientales en la construcción. Este término a diferencia del Análisis del Ciclo de Vida, sí que está más instaurado en la construcción y casi la totalidad de los sistemas de certificación lo tienen en cuenta. Los expertos también opinan que es un término importante e instaurado hoy en día en la construcción. Son las propias empresas las que exigen buenas prácticas ambientales ya que agregan un valor añadido a los proyectos de cara a los clientes. Estas exigencias de las empresas se deben en muchas ocasiones a la normativa medioambiental vigente, así como a los sellos de certificación propios de la empresa, como ISO. Los sistemas valoran las buenas prácticas en todos los ámbitos que hemos descrito (agua, emisión atmosférica, ruido...), aunque los expertos han dado más importancia a la emisión atmosférica. Desde mi punto de vista, las buenas prácticas relacionadas con las emisiones atmosféricas son las más importantes debido al estado en el que se encuentra hoy en día la capa de ozono y la relación de este problema con la actividad de la construcción. En las obras de edificación, o en los proyectos de carreteras cerca de lugares urbanos también hay que tener en cuenta otras buenas prácticas como la emisión de polvo o el ruido. Está última no la han tenido en cuenta los expertos. Muchas veces lo más molesto para los vecinos cercanos a una construcción en una zona urbana es el ruido ocasionado por la maquinaria y por tanto sería interesante tenerlo en cuenta. La normativa limita claramente la emisión de polvo o ruido en los proyectos urbanos. Probablemente los entrevistados no han enumerado buenas prácticas relacionadas con el ruido porque la legislación vigente obliga a regular estos aspectos, por lo que dejan de ser buenas prácticas en la construcción.

La sostenibilidad, como habíamos visto es un equilibrio entre la parte social, ambiental y económica. Este equilibrio no siempre se tiene en cuenta ya que alguna de las partes toma más importancia que las otras. Por una parte, en los países desarrollados se da más importancia a la parte ambiental, en contrario a los países en vías de desarrollo que dan más importancia a la parte social y económica. Los expertos opinan que el empleo de sistemas de certificación en los países en vías de desarrollo no es tan importante como en los más desarrollados. Este hecho se debe principalmente porque cuando pensamos en sostenibilidad, pensamos en sostenibilidad ambiental, olvidando los otros dos términos, el económico y el social. En este punto lo que propone el sistema de certificación SIRSDEC es interesante, ya que da menos importancia al impacto medio ambiental, centrándose más en el beneficio de la sociedad y la economía de la zona. La construcción por ello es importante ya que, aunque en algunos casos no sea beneficiosa para el medio ambiente, sí lo es para la sociedad y la economía de la zona, dando numerosos puestos de trabajo, activando la economía y dando nuevas soluciones a los problemas de la sociedad. A razón de lo que piensan los expertos, la mayoría de los sistemas de certificación operan en países desarrollados como EEUU, Australia o Reino Unido entre otros.

De la opinión de los expertos, entendemos que para ellos un proyecto sostenible tiene que usar materiales reciclados, tener un estudio completo de su vida útil y tener un estudio energético. Estos tres puntos los tienen en cuenta la mayoría de sistemas de certificación. Hoy en día el uso de materiales reciclados se está instaurando poco a poco en la construcción. Como comentaba uno de ellos, en el proyecto en el que está trabajando en la actualidad utiliza escoria de alto horno como capa sub rasante. También hemos estudiado casos en los que se empleaba materiales reciclados de demoliciones o polímeros para la fabricación de mezclas asfálticas. Otros expertos justifican el empleo de estos materiales reciclados, como escoria de alto horno o ceniza térmica, principalmente por las prestaciones técnicas del propio material

Las zonas donde hemos visto que operan los sistemas de certificación es principalmente en Estados Unidos, alguna parte de Europa y Australia, son las zonas donde nos han hablado los expertos con conocimiento en la materia que lo han utilizado. Hay que destacar también que en Chile uno de los entrevistados va a utilizar el sistema LEED. En este país la institución que promueve el sistema LEED, USGBC, lleva ya un tiempo trabajando en diferentes proyectos como en el rascacielos Costanera. Un país que hace unos años se encontraba en vías de desarrollo pero que ha sufrido un cambio importante social y económico en los últimos cinco años, ya está utilizando los sistemas de certificación. Este dato nos hace pensar que después del desarrollo social y económico, empieza ya el desarrollo medio ambiental. Lo correcto sería tener en cuenta este impacto ambiental desde un principio.

3.3.2 Recomendaciones

Como hemos visto en el anterior apartado las opiniones de los expertos se relacionan con lo estudiado en los sistemas de certificación. Por tanto, vemos la relación de los problemas que encontrábamos en los sistemas de certificación con los problemas que nos han planteado los expertos.

Sería correcto que el Análisis del Ciclo de Vida se vaya instaurando poco a poco en la construcción. Sobre todo para tener en cuenta a parte de las fases que hemos visto como más importantes (diseño y planificación) otras que no se tiene tanto en cuenta como el desmantelamiento. Si bien es cierto que esta fase no es tan importante ni común como las anteriores, estaría bien tenerla en cuenta por ejemplo en desmantelamiento de edificios o carreteras. Para incluir esta fase en un sistema de certificación de una manera sostenible se podría emplear los restos de la demolición como futuro árido y emplearlo en hormigón o mezcla asfáltica para construir en el mismo lugar o en otro proyecto.

Podría surgir un problema cuando los sistemas de certificación solo se centren en la fase de construcción, olvidándose de la planificación y el diseño. Esto se puede deber a que las empresas que construyen son diferentes a las que planifican y diseñan los proyectos. Para solventar este problema y que los proyectos sean sostenibles desde un principio, estaría bien o que la misma empresa haga todas las partes, lo cual muchas veces es difícil al tratarse de proyectos públicos o por la falta de personal cualificado. También sería interesante que exista una relación entre las empresas que diseñan los proyectos y las empresas que construyen. Podría ser positivo que para que una empresa de diseño de proyectos entre en un estudio público se la exija un tipo de certificación, consiguiendo así que el proyecto sea sostenible desde el comienzo.

En cuanto a las buenas prácticas ambientales en la construcción tenemos que decir que son positivas y que sí que se emplean en la mayoría de proyectos. Sería correcto no olvidar algunas prácticas relacionadas con el ruido que es en las que hemos encontrado más deficiencia. Sería interesante que todos los proyectos tengan en cuenta medidas contra el ruido, por ejemplo haciendo un mantenimiento periódico de las máquinas o haciendo mediciones de los decibelios en zonas urbanas para comprobar si tienen valores correctos.

En cuanto a los sistemas de certificación poco a poco se van instaurando en muchos países y son cada vez más comunes aunque aún queda mucho trabajo por realizar. Para aumentar el número de proyectos en los que se utilicen estos sistemas desde las instituciones en los concursos públicos podrían exigirlos o aumentar las puntuaciones de las empresas que dispongan de ellos o el estudio de proyectos que los cumplan.

También es positivo el empleo de estos sistemas en países en vías de desarrollo, centrándose más en la parte social y económica que en la medio ambiental como hemos comentado. En la parte económica por ejemplo se podría tener en cuenta que los trabajadores del proyecto tengan un sueldo base suficiente y acorde con la situación del país, en la parte social que los trabajadores sean de la zona del

proyecto, o que por ejemplo exista una igualdad entre hombres y mujeres ya que es un problema en muchos de estos países. Para no olvidar la parte media ambiental y para ir trabajando para mejorarla estaría bien por ejemplo el empleo de materiales reciclados en todos los proyectos, ya que puede ser una medida fácil de realizar y muy beneficiosa para el medio ambiente. También el correcto uso del agua, ya que su potabilización conlleva un gran gasto de energía y es muy costoso.

Hemos visto que los sistemas de certificación se centran primero en una zona determinada, y muchas veces no muy grandes, como hemos visto en el caso de GreenLITES en Nueva York. Lo mejor sería que estos sistemas una vez funcionen correctamente en una zona determinada vayan aumentando su lugar de funcionamiento. De esta manera habrá más lugares con proyectos sostenibles y será un beneficio para el planeta.

Estas mejoras podrían mejorar los sistemas de certificación para que puedan ser utilizadas en más lugares y por más personas consiguiendo así una construcción más sostenible.

4 Conclusiones

Para finalizar con el presente trabajo, este capítulo recoge las conclusiones sacadas. Para ello hemos tenido en cuenta tanto el análisis crítico de los sistemas de certificación, como el sondeo de opinión realizado a los expertos.

En primer lugar, comentar que los conceptos fundamentales considerados en el trabajo; medio ambiente, buenas prácticas ambientales en la construcción, sostenibilidad, análisis del ciclo de vida están ya instaurados en la construcción, unos en mayor medida que otros. Todos esos términos también son empleados por los diferentes sistemas de certificación que hemos estudiado.

Por una parte, hemos estudiado los sistemas generales de certificación de proyectos de infraestructuras sostenibles y por otra, los sistemas o herramientas de autoevaluación aplicables a los proyectos de carreteras para concluir con un análisis crítico de ambos, donde hemos podido comprobar que la mayoría de ellos consideran diversas buenas prácticas ambientales, omitiendo el uso del análisis del ciclo de vida. En el análisis crítico también hemos visto que la mayoría de los sistemas de certificación de la sostenibilidad dan un peso mayor a la parte medio ambiental que a la parte social y/o económica, sobre todo en los países desarrollados, aunque no hay que olvidar que la sostenibilidad es un equilibrio de una parte social, económica y medio ambiental y no deberíamos de olvidarnos de ninguna de ellas.

Para ahondar más en los conceptos anteriores y para saber su uso en la construcción, hemos realizado un sondeo de opinión en modo de entrevista a tres expertos. La entrevista con nueve preguntas abordaba los siguientes cuatro bloques, gestión ambiental en la construcción, sostenibilidad en la construcción, análisis del ciclo de vida y sistemas de certificación de sostenibilidad de infraestructuras. Como conclusiones de la entrevista, afirmar que las buenas prácticas ambientales más importantes para ellos son las relacionadas con las emisiones atmosféricas con propuestas sobre la emisión de polvo o sobre la emisión de gases de efecto invernadero. Respeto a la sostenibilidad en la construcción, se discutió sobre que debe tener una infraestructura para ser sostenible, resumiendo en tres ideas principales, el uso de materiales reciclados, el estudio de vida útil y un estudio energético. Según los expertos la fase del ciclo de vida más importante para asegurar una sostenibilidad en una infraestructura es la planificación y el diseño, donde si aseguramos la sostenibilidad, será mucho más fácil mantenerlo en las siguientes fases como la construcción o conservación. Dos de los expertos sí que tenía formación o habían trabajado con sistemas de certificación, el otro no. Por tanto, aún queda mucho trabajo por delante, ya que los jefes de producción, normalmente no tienen formación al respecto.

Como ya hemos comentado con los expertos discutimos una serie de aspectos ambientales y medidas que vayan más allá de la legislación ambiental y puedan ser valoradas a la hora de certificar la sostenibilidad de la infraestructura. Si bien es cierto que encontramos carencias en cuanto a las medidas relacionadas con el ruido se puede deber a que en ese aspecto las legislaciones vigentes son muy restrictivas. En cuanto a emisión atmosférica, uso del suelo o gestión de residuos, hemos recogido medidas interesantes como una planificación de los residuos o un estudio del emplazamiento de la obra para minimizar las excavaciones y el impacto.

Los sistemas de certificación evalúan el grado de cumplimiento de los estándares o prácticas que tienen establecidos mediante su aplicación a los proyectos de infraestructuras. En los países desarrollados, donde se hacen muchos proyectos sería interesante que la mayoría cumpliera con una certificación de la sostenibilidad. En los países desarrollados, donde se hacen muchos proyectos sería interesante que la mayoría cumpliera con una certificación de la sostenibilidad. En los países subdesarrollados la utilización de estas certificaciones sería muy importante, ya que contribuiría al desarrollo de los pilares económico y social, sin olvidar la dimensión medio ambiental.

Finalmente, aún se tiene que trabajar mucho para mejorar la sostenibilidad de las infraestructuras. Por una parte, no debemos olvidar términos como el análisis del ciclo de vida, instaurado en la industria, pero aún con muchas carencias en la construcción. Tampoco los sistemas de certificación de infraestructuras, ya que, aunque cada vez son más conocidos, queda mucho trabajo por realizar hasta llegar a una mayoría de infraestructuras con certificados de sostenibilidad operando en todos los países ya sean desarrollados o no. Para ello no tenemos que olvidar que el desarrollo sostenible tiene tres pilares; económico, social y medio ambiental y la sostenibilidad se logra alcanzando un equilibrio de los tres, siendo la gestión y la toma de decisiones de los ingenieros uno de los elementos más importantes para lograrlo.

5 Referencias

- Bruntland. (s.f.). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Informe_Brundtland
- Camara, F. B. (2017).
<http://www.camaracompostela.com/mambiente/BPMA.construccion.pdf>.
Obtenido de
<http://www.camaracompostela.com/mambiente/BPMA.construccion.pdf>
- CEEQUAL. (2017). *CEEQUAL*. Obtenido de <http://www.ceequal.com/>
- ENVISION. (2017). *ENVISION*. Obtenido de
http://research.gsd.harvard.edu/zofnass/files/2016/12/Envision_SP.pdf
- EUROPAPRESS. (2014). *EUROPAPRESS*. Obtenido de
<http://www.europapress.es/cantabria/canabria-sostenible-00437/noticia-santander-proyecto-greenroad-comienza-manana-comprobar-comportamiento-mezclas-asfalticas-ecologicas-20140402205709.html>
- FHWA, F. H. (2017). *Federal Highway Administration FHWA*. Obtenido de
<https://www.sustainablehighways.org/>
- FOUNDATION, G. (2017). *GREENROADS*. Obtenido de
<https://www.greenroads.org/>
- Gándara, G. (2009). *Guía de buenas prácticas ambientales para la construcción*.
Obtenido de
<http://www.kpesic.com/sites/default/files/Buenas%20Practicas%20Ambientales%20en%20Construccion.pdf>
- GITECO. (2017). *Proyectos de Investigación*. Obtenido de
<http://www.giteco.unican.es/ES/inicio.shtml>
- Gutierrez, C. G. (2017). *unesco*. Obtenido de
<http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Havana/pdf/Cap3.pdf>
- Hernandez, M. (2017). Obtenido de
<http://agricultura.uprm.edu/sea/club4h/ambiente.html>
- HIGHWAYS, G. S. (2010). *GREEN STREET AND HIGHWAYS*. Obtenido de
<http://chbenson.engr.wisc.edu/images/stories/pdfs/Sustainability/039.pdf>
- I-LAST. (2012). *I-LAST Livable and Sustainable Transportation*. Obtenido de
<http://www.idot.illinois.gov/assets/uploads/files/transportation-system/reports/desenv/enviromental/i-last%20v%202%2002.pdf>
- ISCA. (2014). *ISCA*. Obtenido de <https://isca.org.au/>
- ISI. (2017). *ISI*. Obtenido de <https://sustainableinfrastructure.org/>
- J. Manuel Diaz Sarachaga, D. J.-E. (s.f.). *Sirsdec*. Obtenido de Methodology for the development of a new Sustainable Infrastructure Rating System for Developing Countries (SIRSDEC), Environmental Science & Policy, Volume 69, 2017, Pages 65-72, ISSN 1462-9011,
<http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2016.12.010>.
- jimdo. (2017). *jimdo*. Obtenido de <https://ecolocos.jimdo.com/ecolog%C3%ADa-y-sociedad/desarrollo-sostenible/>
- NYSDOT, N. Y. (2011). *NYSDOT*. Obtenido de
https://www.dot.ny.gov/programs/greenlites/repository/GreenLITES%202011%20sustainability%20flyer_092111.pdf
- pilotos, I.-c. (2014). Obtenido de ISI-casos pilotos:
<http://research.gsd.harvard.edu/zofnass/files/2015/04/Section-3-Pilot-Case-Studies.pdf>

Sarachaga, J. D. (Abril de 2017). *unican*. Obtenido de <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/11004>

SIRSDEC, D. J.-E.-F. (2017). *SIRSDEC*. Obtenido de SIRSDEC: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901116309352>

STARS. (2017). *STARS*. Obtenido de <http://www.transportationcouncil.org/about-stars/>

Tablero, H. (2015). Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos15/medio-ambiente-venezuela/medio-ambiente-venezuela.shtml>

Tinjum, J. M. (2015). *Building Environmentally and Economically Sustainable Transportation Infrastructure: Green Highway Rating System*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/273616159_Building_Environmentally_and_Economically_Sustainable_Transportation_Infrastructure_Green_Highway_Rating_System

transportation, d. o. (2017). *DEPARTMENT OF TRANSPORTATION*. Obtenido de <https://www.dot.ny.gov/programs/greenlites>

wikipedia. (2017). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_de_ciclo_de_vida

Wikipedia. (2017). <https://es.wikipedia.org/wiki/Sostenibilidad>. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Sostenibilidad>