



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE  
CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

# TRABAJO DE FIN DE MASTER

---

Evaluación del Impacto Social en diseño de tableros de hormigón del proyecto de construcción Autovía A-22. Lleida-Huesca. Tramo: Siétamo-Huesca.

---

*Presentado por*

Rosales García, Heyezkenia

---

*Para la obtención del*

Master Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil

*Curso: 2019/2020*

*Fecha: Noviembre 2020*

*Tutor: Laura Montalbán Domingo*





Una enorme nada desde que no estas. Tu  
recuerdo quita el aire por un momento.

Luego toca seguir respirando, aunque ya es  
distinto. Sonreírnos. Nos gusta hacerlo todavía.

La razón es que sabemos que tú y tu alegría es  
lo que os gustaría que hiciéramos.

Todas las cosas buenas y alegres que nos  
sigan sucediendo, en parte, serán por todo lo que  
nos enseñaste.

Seguiré cumpliendo metas y sueños. Y tú  
estarás en algún sitio, asintiendo.

**A mi padre, a quien el tiempo tomo por  
sorpresa.**



# |Resumen

La Comisión Europea considera la sostenibilidad como uno de los objetivos prioritarios para los proyectos actuales y las inversiones futuras. Desde las instituciones académicas hasta las diferentes industrias, ha habido un aumento significativo en integrar y adoptar prácticas sostenibles. La creciente conciencia para evaluar la sostenibilidad dado lugar al desarrollo de varias herramientas de evaluación del ciclo de vida ambiental (ELCA) y modelos de costos del ciclo de vida (LCC) que pueden evaluar cuantitativamente los impactos ambientales y económicos de un producto a lo largo del ciclo vital. No obstante, la dimensión social del desarrollo sostenible parece encontrarse en una etapa temprana de desarrollo, especialmente cuando faltan métodos para evaluar el desempeño social.

Es por ello que este trabajo pretende evaluar el impacto social en el diseño de las diferentes tipologías estructurales contempladas para los tableros del proyecto de construcción Autovía Lleida-Huesca (A-22). Tramo Siétamo-Huesca. Se realizará una comparación de las alternativas de tablero prefabricado frente a tableros ejecutados in situ. Para ello se aplicó metodología propuesta por Directrices para la Evaluación del Ciclo de Vida Social de los Productos propuesta por UNEP- SETAC (2009), y la metodología estandarizada ISO 14040 (2006) e ISO 14044 (2006); ambos marcos metodológicos se adaptaron a las particularidades del enfoque de evaluación del impacto social en obras civiles y las características específicas de este estudio.

La adaptación metodológica contemplo por un lado la definición de indicadores de sostenibilidad social enfocados al sector de la construcción, y por otro el establecimiento de un método de normalización y caracterización basado en puntos de referencia de desempeño (PRP), relacionado el resultado obtenidos en los indicadores con el contexto en donde se desarrolla la actividad. Se analizaron dos alternativas de diseño para las 3 estructuras de pasos superiores y 2 estructuras de viaductos. La alternativa 1 se compone de elementos de tableros de Vigas Prefabricadas Pretensadas, losa auto portante y pilas prefabricadas; mientras que la alternativa 2 está compuesta de elementos fabricados totalmente in situ, en el caso de los pasos superiores y de elementos prefabricados en el caso de los viaductos. Cabe destacar que los valores obtenidos en los indicadores de este, se normalizaron y caracterizaron integrando la contribución de la actividad y las puntuaciones de desempeño, usando un sistema de ponderación igualitario.

## RESUMEN

Los resultados obtenidos muestran que las alternativas relacionadas con elementos prefabricados tienen mejor desempeño social global en el contexto en donde se desarrolla la actividad, en comparación con la alternativa In Situ. Esto permite inferir que el tiempo de construcción según el sistema constructivo empleado afecta considerablemente el resultado del impacto social que genera cada alternativa. Sin embargo, la alternativa 2 tiene un mejor impacto social en la categoría de sociedad, la cual está directamente relacionada con el uso de recursos locales, esto motivado a que el uso la fabricación in situ permite generar gasto directo en el sitio donde se desarrolla el proyecto. En el caso de que ambas alternativas cuenten con las mismas características, los materiales empleados para construcción, el tiempo en ejecutar el proyecto y los costos derivados del empleo de estas se convierten en un factor determinante al momento de elegir entre alguna de estas alternativas.

Se realizó dos análisis de sensibilidad; en el primer análisis se varió el sistema de ponderación, asignando diferentes pesos a las partes interesadas. Esto permitió confirmar que la alternativa 1, se desempeña de manera más óptima desde el punto de vista social, independientemente del peso asignado a los criterios. En el segundo análisis de sensibilidad se estudió la importancia del contexto en el que se desarrolla la actividad; buscando evaluar la variación del desempeño social de las alternativas a través de diferentes contextos, y su alteración con respecto al puntaje final. En este se pudo apreciar una variación de puntaje medianamente significativa, en donde los puntajes más altos se obtuvieron en las comunidades autónomas ubicadas al Norte de España, es decir, que estas tienen mejor desempeño social en comparación a las comunidades autónomas ubicadas al Sur o que están fuera de la Península.

Este estudio muestra que la técnica de Evaluación del ciclo de vida social, enfocado al sector constructivo, puede usarse de manera integral al momento de planificar y diseñar un proyecto de construcción, por un lado, permitiendo escoger alternativas que cuenten un desempeño social más favorable al contexto en que se ejecuta la obra, por otro, permitiendo fomentar y desarrollar posibles mejoras sociales, atendiendo a las condiciones que afectan a todos sujetos de interés a lo largo del ciclo de vida del proyecto. El empleo de un ACV-S, permite determinar las etapas, en los que pueden darse situaciones que supongan un riesgo, o, por el contrario, una oportunidad de desarrollo social.

**Palabras Clave:** Evaluación del ciclo de vida social, S-LCA, Desempeño social, comparación de alternativas de diseño, puente de hormigón, Indicadores sociales, Puntos de referencia de rendimiento.

# |Abstract

The European Commission considers sustainability as one of the priority objectives for current projects and future investments. From academic institutions to different industries, there has been a significant increase in integrating and adopting sustainable practices. The increasing awareness to assess sustainability led to the development of various Environmental Life Cycle Assessment (ELCA) tools and Life Cycle Cost (LCC) models that can quantitatively assess the environmental and economic impacts of a product throughout life cycle. However, the social dimension of sustainable development appears to be in an early stage of development, especially when methods to assess social performance are lacking.

That is why this work aims to evaluate the social impact in the design of the different structural typologies contemplated for the boards of the Lleida-Huesca (A-22) highway construction project. Siétamo-Huesca section. A comparison will be made of the precast board alternatives versus boards executed in situ. For this, the methodology proposed by the Guidelines for the Evaluation of the Social Life Cycle of Products proposed by UNEP- SETAC (2009) , and the standardized methodology ISO 14040 (2006) and ISO 14044 (2006) were applied; Both methodological frameworks were adapted to the particularities of the social impact assessment approach in civil works and the specific characteristics of this study.

The methodological adaptation contemplated, on the one hand, the definition of social sustainability indicators focused on the construction sector, and on the other, the establishment of a standardization and characterization method based on performance benchmarks (PRP), related to the result obtained in the indicators with the context in which the activity takes place. Two design alternatives were analyzed for the 3 overpass structures and 2 viaduct structures. Alternative 1 is made up of elements of Precast Beams, self-supporting slab and precast piles; while alternative 2 is composed of elements manufactured entirely in situ, in the case of overpasses, and prefabricated elements in the case of viaducts. It should be noted that the values obtained in the indicators of this were normalized and characterized by integrating the contribution of the activity and the performance scores, using an equal weighting system.

The results shown show that the alternatives related to precast elements have a better overall social performance in the context where the activity takes place, compared to the In Situ alternative. This allows us to infer that the construction time according to the construction system used considerably affects the result of the social impact

## ABSTRACT

generated by each alternative. However, alternative 2 has a better social impact in the category of society, which is directly related to the use of local resources, this motivated to the fact that the use of on-site manufacturing allows generating direct spending at the site where the project is developed. draft. In the event that both alternatives have the same characteristics, the materials used for construction, the time to execute the project and the costs derived from the use of these options will be a determining factor when choosing between any of these alternatives.

Two sensitivity analyzes were performed; In the first analysis, the weighting system was varied, assigning different weights to the interested parties. This allowed us to confirm that alternative 1 performs more optimally from the social point of view, regardless of the weight assigned to the criteria. In the second sensitivity analysis, the importance of the context in which the activity takes place was studied; seeking to evaluate the variation of the social performance of the alternatives across different contexts, and its alteration with respect to the final score. In this, a moderately significant variation of the score could be appreciated, where the highest scores were obtained in the autonomous communities located in the North of Spain, that is, they have better social performance compared to the autonomous communities located in the South or that They are outside the Peninsula.

This study shows that the Social Life Cycle Assessment technique, focused on the construction sector, can be used comprehensively when planning and designing a construction project, on the one hand, allowing to choose alternatives that have a more favorable social performance to the context in which the work is carried out, on the other hand, allowing the promotion and development of possible social improvements, taking into account the conditions that affect all stakeholders throughout the project life cycle. The use of an LCA-S, allows to determine the stages, in which situations may arise that pose a risk, or, on the contrary, an opportunity for social development.

**Key Words:** Social Life Cycle Assessment, S-LCA, Social Performance, Comparison of Design Alternatives, Concrete Bridge, Social Indicators, Performance Benchmarks.



# |Resum

La Comissió Europea considera la sostenibilitat com un dels objectius prioritaris per als projectes actuals i les inversions futures. Des de les institucions acadèmiques fins a les diferents indústries, hi ha hagut un augment significatiu a integrar i adoptar practiques sostenibles. La creixent consciència per a avaluar la sostenibilitat donat lloc al desenvolupament de diverses eines d'avaluació del cicle de vida ambiental (ELCA) i models de costos del cicle de vida (LCC) que poden avaluar quantitativament els impactes ambientals i econòmics d'un producte al llarg del seu cicle vital. No obstant això, la dimensió social del desenvolupament sostenible sembla es troba en una etapa primerenca de desenvolupament, especialment quan falten mètodes per a avaluar l'acompliment social.

És per això que aquest treball pretén avaluar l'impacte social en el disseny de les diferents tipologies estructurals contemplades per als taulers del projecte de construcció Autovia Lleida-Osca (A-22). Tram Siétamo-Huesca. Es realitzarà una comparació de les alternatives de tauler prefabricat enfront de taulers executats in situ. Per a això es va aplicar metodologia proposada per Directrius per a l'Avaluació del Cicle de Vida Social dels Productes proposada per UNEP- SETAC (2009), i la metodologia estandarditzada ISO 14040 (2006) i ISO 14044 (2006); tots dos marcs metodològics es van adaptar a les particularitats de l'enfocament d'avaluació de l'impacte social en obres civils i les característiques específiques d'aquest estudi.

L'adaptació metodològica contemple d'una banda la definició d'indicadors de sostenibilitat social enfocats al sector de la construcció, i per un altre l'establiment d'un mètode de normalització i caracterització basat en punts de referència d'acompliment (PRP), relacionat el resultat obtinguts en els indicadors amb el context on es desenvolupa l'activitat. Es van analitzar dues alternatives de disseny per a les 3 estructures de passos superiors i 2 estructures de viaductes. L'alternativa 1 es compon d'elements de taulers de Bigues Prefabricades Pretesades, llosa acte portant i piles prefabricades; mentre que l'alternativa 2 està composta d'elements fabricats totalment in situ, en el cas dels passos superiors i d'elements prefabricats en el cas dels viaductes. Cal destacar que els valors obtinguts en els indicadors d'aquest, es van normalitzar i van caracteritzar integrant la contribució de l'activitat i les puntuacions d'acompliment, usant un sistema de ponderació igualitari.

Els resultats obtinguts mostren que les alternatives relacionades amb elements prefabricats tenen millor compliment social global en el context on es desenvolupa

## RESUM

l'activitat, en comparació amb l'alternativa In situ. Això permet inferir que el temps de construcció segons el sistema constructiu emprat afecta considerablement el resultat de l'impacte social que genera cada alternativa. No obstant això, l'alternativa 2 té un millor impacte social en la categoria de societat, la qual està directament relacionada amb l'ús de recursos locals, això motivat que l'ús la fabricació in situ permet generar despesa directa en el lloc on es desenvolupa el projecte. En el cas que totes dues alternatives compten amb les mateixes característiques, els materials emprats per a construcció, el temps a executar el projecte i els costos derivats de l'ús d'aquestes es converteixen en un factor determinant al moment de triar entre alguna d'aquestes alternatives.

Es va realitzar dues anàlisis de sensibilitat; en la primera anàlisi es va variar el sistema de ponderació, assignant diferents pesos a les parts interessades. Això va permetre confirmar que l'alternativa 1, s'exerceix de manera més òptima des del punt de vista social, independentment del pes assignat als criteris. En la segona anàlisi de sensibilitat es va estudiar la importància del context en el qual es desenvolupa l'activitat; buscant avaluar la variació de l'acompliment social de les alternatives a través de diferents contextos, i la seua alteració respecte al puntaje final. En aquest es va poder apreciar una variació de \*puntaje mitjanament significativa, on els \*puntajes més alts es van obtindre en les comunitats autònomes situades al Nord d'Espanya, és a dir, que aquestes tenen millor acompliment social en comparació a les comunitats autònomes situades al Sud o que estan fora de la Península.

Aquest estudi mostra que la tècnica d'Avaluació del cicle de vida social, enfocat al sector constructiu, pot usar-se de manera integral al moment de planificar i dissenyar un projecte de construcció, d'una banda, permetent triar alternatives que compten un acompliment social més favorable al context en què s'executa l'obra, per un altre, permetent fomentar i desenvolupar possibles millores socials, ateses les condicions que afecten a tots subjectes d'interés al llarg del cicle de vida del projecte. L'ús d'un ACV-S, permet determinar les etapes, en els quals poden donar-se situacions que suposen un risc, o, per contra, una oportunitat de desenvolupament social.

**Paraules Clau:** Avaluació del cicle de vida social, S-LCA, Acompliment social, comparació d'alternatives de disseny, pont de formigó, Indicadors socials, Punts de referència de rendiment..

# Resumen Ejecutivo

<b>TÍTULO DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER:</b> Evaluación del impacto social en diseño de tableros de hormigón del proyecto de construcción Autovía A-22. Lleida-Huesca. Tramo: Siétamo-Huesca.	
<b>AUTOR:</b> Heyezkenia Rosales García	
<b>1. Planteamiento del problema:</b>	<p>La industria de la construcción se caracteriza por ser uno de los sectores de gran importancia económica además de tener fuertes impactos ambientales y sociales. Es por ello en la actualidad ha surgido una preocupación creciente en desarrollar construcciones de manera sostenible, tratando de que estas generen las menores repercusiones posibles.</p> <p>La creciente conciencia del desempeño ambiental de los productos ha dado lugar al desarrollo de varias herramientas de evaluación del ciclo de vida ambiental (ELCA) y modelos de costos del ciclo de vida (LCC) que pueden evaluar cuantitativamente los impactos ambientales y económicos de un producto a lo largo ciclo vital. No obstante, la dimensión social del desarrollo sostenible parece se encuentra en una etapa temprana de desarrollo, especialmente cuando faltan métodos para evaluar el desempeño social.</p> <p>Es por ello que este trabajo pretende evaluar el impacto social en el diseño de las diferentes tipologías estructurales contempladas para los tableros del proyecto de construcción Autovía Lleida-Huesca (A-22). Tramo Siétamo-Huesca. Se realizará una comparación de las alternativas de tablero prefabricado frente a tableros ejecutados in situ.</p>
<b>2. Objetivos</b>	<p><b>Objetivo General</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluar del impacto social en diseño de tableros de hormigón del proyecto de construcción Autovía A-22. Lleida-Huesca. Tramo: Siétamo-Huesca.</li></ul> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Definir indicadores de sostenibilidad social más usados dentro del sector de la construcción.</li><li>• Establecer método de caracterización basado en puntos de referencia de desempeño (PRP) específicos del contexto constructivo de las diferentes comunidades autónomas de España.</li><li>• Comparar el desempeño social de las alternativas de tableros de hormigón, usando los indicadores de sostenibilidad y puntos de referencia de desempeño (PRP) específicos del contexto constructivo español.</li></ul>
<b>3. Estructura organizativa:</b>	<p>La estructura de este trabajo se compone de:</p> <p><b>1.  Introducción:</b> Se describen el objetivo general y los objetivos específicos que pretende alcanzar el trabajo y la estructura y resumen de capítulos que contiene el mismo</p> <p><b>2.   Marco Teórico para la Evaluación de La Sostenibilidad Social:</b> Este abarca los conceptos de desarrollo sostenible y sus demisiones económica, ambiental y social. Luego aborda la sostenibilidad social en la construcción y la evaluación del ciclo de vida social como herramienta para medir el impacto social a través de la evaluación de la sostenibilidad social, explicando la metodología y fases que conforman esta técnica</p>

	<p><b>3.  Marco Metodológico: Evaluación del Impacto Social:</b> En esta sección se explica la metodología propuesta para aplicar la herramienta de Evaluación del ciclo de vida social, enfocado a proyecto de construcción y tomando en cuenta el contexto en donde se ejecuta el proyecto, desde el punto de vista de toma de decisiones. Las fases principales que conforman la metodología a emplear: definición de objetivos y alcance, análisis del inventario del ciclo de vida, evaluación del impacto del ciclo de vida e interpretación del ciclo de vida.</p> <p><b>4.   Caso de Estudio: evaluación del impacto social en diseño de tableros de hormigón del proyecto de construcción autovía a-22. Lleida-Huesca. Tramo: Siétamo-Huesca:</b> Esta sección presenta un estudio de caso que compara el desempeño social de los Tableros de Hormigón del Proyecto de Construcción Autovía A-22. Lleida-Huesca. Tramo: Siétamo-Huesca, empleando un modelo genérico tomando como base la metodología establecidas en el documento de la UNEP-SETAC (2009) “Directrices para la evaluación del ciclo de vida social de los productos”, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la metodología estandarizada ISO 14040 (2006) e ISO 14044 (2006).</p> <p>Se realizan 2 análisis de sensibilidad, en el primero se realiza una modificación en la ponderación de las categorías de parte interesada, a fin de determinar la influencia que este ejerce en el resultado final. El segundo análisis se realiza, una modificación en el contexto del sitio de la ejecución del proyecto, a fin de determinar la influencia que este tiene en el resultado, a su vez permite ver el desempeño social de las diferentes comunidades autónomas de España</p> <p><b>5.  Conclusiones:</b> Se hace una revisión sobre los pasos aplicados y se deja unas conclusiones finales en base a los resultados obtenido en las secciones anteriores. Se hace recomendaciones a tener en cuenta y se define posibles líneas de investigación obtenidas tras la elaboración del estudio.</p>
<p><b>4. Método:</b></p>	<p>Para llevar a cabo el análisis del ciclo de vida social, se aplicó la metodología propuesta por Directrices para la Evaluación del Ciclo de Vida Social de los Productos propuesta por UNEP- SETAC (2009), y la metodología estandarizada ISO 14040 (2006) e ISO 14044 (2006); ambos marcos metodológicos se adaptaron a las particularidades del enfoque de evaluación del impacto social en obras civiles y las características específicas de este estudio.</p> <p>Una vez establecida la metodología, esta se aplicará un caso de estudio en donde se realiza una evaluación del impacto social en diseño de tableros de hormigón del proyecto de construcción Autovía A-22. Lleida-Huesca. Tramo: Siétamo-Huesca. Se realiza adicional 2 análisis de sensibilidad, el primero varía el sistema de ponderación, asignando diferentes pesos a las partes interesadas. El segundo análisis de sensibilidad, se modifica el contexto en donde se desarrolla la actividad, esto se hace a través de un Análisis de clúster sobre la puntuación de cada una de las subcategorías, en las diferentes Comunidades Autónoma para cada una de las alternativas de diseño.</p>
<p><b>5. Cumplimiento de objetivos:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•La adaptación metodológica contempla la definición de indicadores de sostenibilidad social enfocados al sector de la construcción, esto se realiza mediante una búsqueda en la literatura acerca de los indicadores, las categorías, subcategorías y medición</li> </ul>

	<p>de indicadores más frecuentes usados en estudios pasados relacionados con el sector constructivo (Capítulos 2, y 3).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Establecer la selección de indicadores para cada subcategoría de impacto en función del objetivo de la evaluación y la disponibilidad de datos (Capítulo 3)</li> <li>•Establecer un método de normalización y caracterización basado en puntos de referencia de desempeño (PRP), relacionado el resultado obtenidos en los indicadores con el contexto en donde se desarrolla la actividad. Usando valores medios, mínimos y máximos registrados en las diferentes en base de datos estadísticas nacionales de España además de los datos contenidos en la memoria y anejos del proyecto de estudio (Capítulo 3,4).</li> <li>•Se aplicó un caso de estudio en donde se realiza una evaluación del impacto social en diseño de tableros de hormigón del proyecto de construcción Autovía A-22. Lleida-Huesca. Tramo: Siétamo-Huesca. En donde se analizó dos alternativas de diseño para pasos superiores y viaductos, la alternativa 1 se compone de elementos de tableros de Vigas Prefabricadas Pretensadas, losa auto portante y pilas prefabricadas; mientras que la alternativa 2 está compuesta de elementos fabricados totalmente in situ (Capítulo 4).</li> </ul>
<p><b>6. Contribuciones:</b></p>	<p>Este estudio muestra que la técnica de Evaluación del ciclo de vida social, enfocado al sector constructivo, puede usarse de manera integral al momento de planificar y diseñar un proyecto de construcción, por un lado, permitiendo escoger alternativas que cuenten un desempeño social más favorable al contexto en que se ejecuta la obra, por otro, permitiendo fomentar y desarrollar posibles mejoras sociales, atendiendo a las condiciones que afectan a todos sujetos de interés a lo largo del ciclo de vida del proyecto.</p>
<p><b>7. Recomendaciones</b></p>	<p>El empleo de un análisis del ciclo de vida social, permite determinar las etapas, en los que pueden darse situaciones que supongan un riesgo, o, por el contrario, una oportunidad de desarrollo social durante la planificación y ejecución de un proyecto constructivo.</p>
<p><b>8. Limitaciones:</b></p>	<p>El análisis del ciclo de vida social es una técnica que se encuentra en etapas iniciales de su desarrollo, por lo que existen vacíos que dificultaron el estudio, entre los que se pueden mencionar: la dificultad de recopilación de datos puesto que la información del contexto específico no está disponible de forma directa y clara, además que no se dispone de suficiente base de datos actualizadas y accesibles, lo que restringe la selección de indicadores y el alcance del estudio.</p> <p>Otro aspecto a mencionar es la determinación de factores de caracterización y ponderación de indicadores, puesto que hasta el momento no se ha establecido un proceso de selección quedando a juicio del desarrollador del análisis, la selección y ejecución de los mismos, dando paso a variaciones entre los diferentes estudios publicados.</p>

# Tabla de Contenido

Resumen .....	I
Abstract .....	III
Resum .....	V
Resumen Ejecutivo .....	VII
Tabla de Contenido .....	X
Índice de Tablas .....	XIII
Índice de Figuras .....	XVI
1.   Introducción.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2. OBJETIVOS .....	2
1.2.1 <i>Objetivo General</i> .....	2
1.2.2 <i>Objetivo Especifico</i> .....	2
1.3 ALCANCE.....	2
1.4 ESTRUCTURA DEL TRABAJO .....	3
1.5. MÉTODO .....	4
2.   Marco teórico para la Evaluación de la Sostenibilidad Social.....	6
2.1. DESARROLLO SOSTENIBLE.....	6
2.2. LA SOSTENIBILIDAD Y SUS DIMENSIONES.....	10
2.2.1 <i>Dimensión Económica.</i> .....	11
2.2.2 <i>Dimensión Ambiental.</i> .....	12
2.2.2 <i>Dimensión Social.</i> .....	13
2.3. SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN .....	14
2.4. SOSTENIBILIDAD SOCIAL EN LA CONSTRUCCIÓN. ....	16
2.5. EVALUACIÓN DEL CICLO DE VIDA SOCIAL.....	18
2.5.1 <i>Fase: Definición del objetivo y Alcance:</i> .....	21
2.5.2 <i>Fase: Análisis del inventario de ciclo de vida</i> .....	23
2.5.3 <i>Fase de Evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV)</i> .....	25
2.5.4 <i>Fase de Interpretación de Ciclo De Vida</i> .....	28
3.   Marco Metodológico: Evaluación del Impacto social. ....	29
3.1 DEFINICIÓN DE OBJETIVO Y ALCANCE .....	29
3.1.1 <i>Objetivo del estudio.</i> .....	29
3.1.2 <i>Alcance del estudio</i> .....	29
3.1.3 <i>Límites del sistema</i> .....	30
3.1.4 <i>Función y unidad funcional</i> .....	32
3.2 ANÁLISIS DEL INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA .....	32
3.2.1. <i>Indicadores de evaluación del ciclo de vida social</i> .....	32
3.2.2. <i>Selección de Indicadores de evaluación de ciclo de vida.</i> .....	34
3.3. EVALUACIÓN DEL IMPACTO .....	44
3.3.1. <i>Metodología</i> .....	44
3.3.2. <i>Caracterización y Normalización de indicadores.</i> .....	45
3.3.3. <i>Pesos</i> .....	48
3.4 INTERPRETACIÓN Y AGREGACIÓN DE RESULTADOS DE SOSTENIBILIDAD PARA LA TOMA DE DECISIONES .....	49
4.   Caso de Estudio: Evaluación del impacto social en diseño de tableros de hormigón del proyecto de construcción Autovía A-22. Lleida-Huesca. Tramo: Siétamo-Huesca.....	50
4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. ....	50
4.1.1 <i>Tipologías Estructurales</i> .....	51
4.2. DEFINICIÓN DE OBJETIVO Y ALCANCE .....	61
4.2.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO DE CASO. ....	61
4.2.2. <i>Alcance del estudio de caso.</i> .....	61
4.2.3. <i>Función y unidad funcional</i> .....	62
4.2.4. <i>Límites del sistema</i> .....	63
4.2.5. <i>Análisis del inventario del ciclo de vida.</i> .....	64
4.3. EVALUACIÓN DE IMPACTO SOCIAL .....	69
4.4. RESULTADOS INDIVIDUAL POR ESTRUCTURA DE PASOS SUPERIORES. ....	70

## INDICE DE CONTENIDO

4.4.1 Estructura 2.....	70
4.4.2 Estructura 4 y 5.....	74
4.4.3 Estructura 6 y 8.....	77
4.5 RESULTADO CONJUNTO PASOS SUPERIORES.....	80
4.6. RESULTADOS INDIVIDUAL POR ESTRUCTURA DE VIADUCTOS.....	86
4.6.1 Estructura 3.....	86
4.6.2 Estructura 7.....	89
4.7. RESULTADOS CONJUNTO POR ESTRUCTURA DE VIADUCTOS.....	92
4.8. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD: VARIACIÓN DE PONDERACIÓN DE CATEGORÍA DE PARTE INTERESADA.....	97
4.9. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD: VARIACIÓN DE LUGAR DE EJECUCIÓN DE PROYECTO (VARIACIÓN DE COMUNIDAD AUTÓNOMA).....	100
5. Conclusiones.....	129
Bibliografía.....	133
Anejos.....	139
ANEJO 1: DATOS DE INVENTARIO.....	139
1.1 Salario Justo-Ganancia media anual por trabajador.....	139
1.2 Tasa de empleo promedio de personas con discapacidad de la actividad en el lugar.....	139
1.3 Diferencia Salarial- Ganancia media anual por trabajador.....	140
1.4 Tasa de accidentes para la actividad específica en la ubicación de la actividad.....	141
1.5 Total de Gases de Efecto Invernadero (miles de toneladas de CO2 equivalente).....	141
1.6 Tasa de desempleo en la ubicación de la actividad.....	142
1.7 Tasa de Desempeño en Desarrollo Sostenible.....	142
1.8 Producto interno bruto en la ubicación de la actividad.....	143
1.9 Tasa de uso de Nueva Tecnología.....	144
ANEJO 2: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE ESTRUCTURA 2 POR VARIACIÓN DE PONDERACIÓN DE LA CATEGORÍA DE PARTE INTERESADA.....	145
Anejo 2.1 Variación 1, 40% Trabajadores, 20% Consumidores, 20% Comunidad Local y 20% Sociedad.....	145
Anejo 2.2 Variación 2, 20% Trabajadores, 40% Consumidores, 20% Comunidad Local y 20% Sociedad.....	146
Anejo 2.3 Variación 3, 20% Trabajadores, 20% Consumidores, 40% Comunidad Local y 20% Sociedad.....	147
Anejo 2.4 Variación 4, 20% Trabajadores, 20% Consumidores, 20% Comunidad Local y 40% Sociedad.....	148
Anejo 2.5 Variación 5, 70% Trabajadores, 10% Consumidores, 10% Comunidad Local y 10% Sociedad.....	149
Anejo 2.6 Variación 6, 10% Trabajadores, 70% Consumidores, 10% Comunidad Local y 10% Sociedad.....	150
Anejo 2.7 Variación 7, 10% Trabajadores, 10% Consumidores, 70% Comunidad Local y 10% Sociedad.....	151
Anejo 2.8 Variación 8, 10% Trabajadores, 10% Consumidores, 10% Comunidad Local y 70% Sociedad.....	152
Anejo 2.9 Variación 9, 100% Trabajadores, 0% Consumidores, 0% Comunidad Local y 0% Sociedad.....	153
Anejo 2.10 Variación 10, 0% Trabajadores, 100% Consumidores, 0% Comunidad Local y 0% Sociedad.....	154
Anejo 2.11 Variación 11, 0% Trabajadores, 0% Consumidores, 100% Comunidad Local y 0% Sociedad.....	155
Anejo 2.12 Variación 12, 0% Trabajadores, 0% Consumidores, 0% Comunidad Local y 100% Sociedad.....	156
ANEJO 3: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE ESTRUCTURA 2 POR VARIACIÓN DE LUGAR DE EJECUCIÓN DE PROYECTO (VARIACIÓN DE COMUNIDAD AUTÓNOMA).....	157
ANEJO 4: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE ESTRUCTURA 2 POR VARIACIÓN DE LUGAR DE EJECUCIÓN DE PROYECTO (VARIACIÓN DE COMUNIDAD AUTÓNOMA).....	165
Anejo 4.1 Método del vecino más lejano para Alternativa 1.....	165
Anejo 4.2 Método de Warn para Alternativa 1.....	167
Anejo 4.3 Método del vecino más lejano para Alternativa 2.....	169

## INDICE DE CONTENIDO

<i>Anejo 4.4 Método de Warn más lejano para Alternativa 2</i> .....	171
ANEXO 5: RELACIÓN DEL TFG/TFM “EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIAL EN DISEÑO DE TABLEROS DE HORMIGÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN AUTOVÍA A-22. LLEIDA-HUESCA. TRAMO: SIÉTAMO-HUESCA” CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030 .....	173



# Índice de Tablas

Tabla 01 Avance de Concepto de Desarrollo Sostenible.....	8
Tabla 02 Relación de partes interesada con las subcategorías de impacto, según la UNEP- SETAC (2009). .....	27
Tabla 03 Resumen de documentos científicos a analizar. ....	36
Tabla 04 Características de estudios previos.....	38
Tabla 05 Índice de categorías o Stakeholder y subcategoría usados en estudios previos.....	41
Tabla 06 Indicadores sociales para las subcategorías consideradas en el estudio. ....	44
Tabla 07 Normalización de indicadores según se PRP. ....	47
Tabla 08 Alternativas de diseño para pasos superiores y estructura de tronco. ....	59
Tabla 09 Principales características de propuestas estructurales. ....	60
Tabla 10 Categorías de partes interesadas, subcategorías e indicadores empleados para llevar a cabo el ACV-S del caso de estudio. ....	66
Tabla 11 Valores de desempeño considerados para los diferentes procesos.....	67
Tabla 12 Flujos económicos por unidad de producción.....	68
Tabla 13 Inventario de datos sobre el contexto social del lugar de producción. ....	69
Tabla 14 Puntuación Media y Final para Estructura 2 Pasos Superiores. ....	71
Tabla 15 Puntuación Media y Final para Estructura 4 y 5 Pasos Superiores.....	74
Tabla 16 Puntuación Media y Final para Estructura 6 y 8 Pasos Superiores.....	78
Tabla 17 Puntuación Media y Final para Estructura 3 Viaductos. ....	87
Tabla 18 Puntuación Media y Final para Estructura 7 Viaductos. ....	90
Tabla 19 Variación de Ponderación análisis de sensibilidad. ....	97
Tabla 20 Resultado Puntuación Final Análisis de Sensibilidad Estructura 2. ....	98
Tabla 21 Resultado Puntuación Categoría Comunidad Local Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas. ....	101
Tabla 22 Resultado Puntuación Categoría Comunidad Local Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas. ....	102
Tabla 23 Resultado Puntuación Categoría Sociedad Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas.....	103
Tabla 24 Resultado Puntuación Final de Alternativas. Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas.....	104
Tabla 25 Puntuación de subcategoría de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas. ....	108
Tabla 26 Puntuación de subcategoría de Alternativa 2 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas. ....	109
Tabla 27 Matriz de Proximidades método vinculación completa de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.....	110
Tabla 28 Matriz de Proximidades método vinculación completa de Alternativa 2 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.....	111
Tabla 29 Historial de Aglomeración método vinculación completa de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.....	113
Tabla 30 Historial de Aglomeración método vinculación completa de Alternativa 2 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.....	114
Tabla 31 Historial de Aglomeración método vinculación completa de Alternativa 2 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.....	115
Tabla 32 Matriz de Proximidades Análisis No Jerárquico de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.....	117
Tabla 33 Matriz de Proximidades Análisis No Jerárquico de Alternativa 2 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.....	118
Tabla 34 Historial de Conglomerados Análisis No Jerárquico de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.....	119
Tabla 35 Historial de Conglomerados Análisis No Jerárquico de Alternativa 2 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.....	119

Tabla 36 Clúster de Pertenencia Análisis No Jerárquico de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.....	120
Tabla 37 Clúster de Pertenencia Análisis No Jerárquico de Alternativa 2 por Comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.....	120
Tabla 38 Informe de puntuación Medias de subcategorías por cada Clúster de Alternativa 1 por Comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.....	121
Tabla 39 Informe de puntuación Medias de subcategorías por cada Clúster de Alternativa 2 por Comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.....	121
Tabla 40 Informe de Anova de subcategorías por cada Clúster de Alternativa 1 por Comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.....	122
Tabla 41 Informe de Anova de subcategorías por cada Clúster de Alternativa 2 por Comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.....	123
Tabla 42 Salario Justo-Ganancia media anual por trabajador .....	139
Tabla 43 Tasa de empleo promedio de personas con discapacidad de la actividad en el lugar en 2018.....	139
Tabla 44 Tasa de empleo promedio de personas con discapacidad por comunidad autónoma en 2018- .....	140
Tabla 45 Diferencia Salarial- Ganancia media anual por trabajador .....	140
Tabla 46 Tasa de accidentes para la actividad específica en la ubicación de la actividad .....	141
Tabla 48 Tasa de desempleo en la ubicación de la actividad .....	142
Tabla 49 Tasa de Desempeño en Desarrollo Sostenible .....	142
Tabla 50 Transformación de indicadores de Desempeño de Desarrollo Sostenible .....	143
Tabla 51 Producto interno bruto en la ubicación de la actividad.....	143
Tabla 52 Tasa de uso de Nueva Tecnología.....	144
Tabla 53 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 1 Variación 1, 40% Trabajadores, 20% Consumidores, 20% Comunidad Local y 20% Sociedad. ....	145
Tabla 54 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 2, 20% Trabajadores, 40% Consumidores, 20% Comunidad Local y 20% Sociedad. ....	146
Tabla 55 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 3, 20% Trabajadores, 20% Consumidores, 40% Comunidad Local y 20% Sociedad. ....	147
Tabla 56 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 3, 20% Trabajadores, 20% Consumidores, 20% Comunidad Local y 40% Sociedad. ....	148
Tabla 57 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 5, 70% Trabajadores, 10% Consumidores, 10% Comunidad Local y 10% Sociedad. ....	149
Tabla 58 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 6, 10% Trabajadores, 70% Consumidores, 10% Comunidad Local y 10% Sociedad. ....	150
Tabla 59 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 7, 10% Trabajadores, 10% Consumidores, 70% Comunidad Local y 10% Sociedad. ....	151
Tabla 60 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 8, 10% Trabajadores, 10% Consumidores, 10% Comunidad Local y 70% Sociedad. ....	152
Tabla 61 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 8, 100% Trabajadores, 0% Consumidores, 0% Comunidad Local y 0% Sociedad .....	153
Tabla 62 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 10, 0% Trabajadores, 100% Consumidores, 0% Comunidad Local y 0% Sociedad. ....	154
Tabla 63 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 11, 0% Trabajadores, 0% Consumidores, 100% Comunidad Local y 0% Sociedad .....	155
Tabla 64 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 12, 0% Trabajadores, 0% Consumidores, 0% Comunidad Local y 100% Sociedad .....	156
Tabla 65 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Andalucía. ....	157
Tabla 66 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Asturias. ....	157

## INDICE DE CONTENIDO

Tabla 67 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Isla Baleares. ....	158
Tabla 68 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Canarias. ....	158
Tabla 69 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Cantabria. ....	159
Tabla 70 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Castilla y León. ....	159
Tabla 71 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Castilla La Mancha. ....	160
Tabla 72 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Cataluña. ....	160
Tabla 73 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Comunidad Valenciana. ....	161
Tabla 74 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Extremadura. ....	161
Tabla 75 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Galicia. ....	162
Tabla 76 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Comunidad de Madrid. ....	162
Tabla 77 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Murcia. ....	163
Tabla 78 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Navarra. ....	163
Tabla 79 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma País Vasco. ....	164
Tabla 80 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Rioja. .	164
Tabla 81 Histograma de conglomeración, método vecino más lejano en alternativa. ....	165
Tabla 82 Matriz de Proximidades método vecino más lejano de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2. ....	166
Tabla 83 Histograma método de Warn para Alternativa 1. ....	167
Tabla 84 Matriz de Proximidades método de Warn de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2. ....	168
Tabla 85 Histograma de conglomeración método más Lejano en Alternativa 2. ....	169
Tabla 86 Matriz de Proximidades método vecino más lejano de Alternativa 2 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2. ....	170
171	
Tabla 87 Histograma método de Warn para alternativa 2. ....	171
171	
Tabla 88 Matriz de Proximidades método de Warn de Alternativa 2 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2. ....	172

# Índice de Figuras

Fig.01 Modelo esquemático de replanteamiento del desarrollo sostenible. Modelo esquemático de replanteamiento del desarrollo sostenible. ....	9
Fig.02 Relación entre las fases del ciclo de vida y las categorías de partes interesadas. ....	31
Fig.03 Proceso de selección de indicadores de evaluación de ciclo de vida. ....	34
Fig.04 Estrategia de búsqueda de estudios previos de evaluación de ciclo de vida en la construcción. ....	35
Fig.06 Detalle Estructura 2 Alternativa 1 .....	51
Fig.07 Detalle Estructura 2 Alternativa 2 .....	52
Fig.08 Detalle Estructura 4 y 5 Alternativa 1 .....	53
Fig.09 Detalle Estructura 4 y 5 Alternativa 2 .....	54
Fig.10 Detalle Estructura 6 y 8 Alternativa 1 .....	54
Fig.11 Detalle Estructura 6 y 8 Alternativa 2 .....	55
Fig.12 Detalle Estructura 3 Alternativa 1 .....	56
Fig.13 Detalle Estructura 3 Alternativa 2 .....	56
Fig.14 Detalle Estructura 7 Alternativa 1 .....	57
Fig.15 Detalle Estructura 7 Alternativa 2 .....	58
Fig.16 Puntuaciones integradas de impacto social de Diseño Alternativa 1 vs Alternativa 2 en E2. ....	72
Fig.17 Impacto en Parte Interesada Alternativa 1 vs Alternativa 2 en E2. ....	73
Fig.18 Puntuación final Alternativa 1 vs Alternativa 2 en E2. ....	73
Fig.19 Puntuación integrada de impacto social en Diseño Alternativa 1 vs Alternativa 2 en E4 y E5 .....	76
Fig.20 Impacto en Parte Interesada Alternativa 1 vs Alternativa 2 en E4 y E5. ....	76
Fig.21 Puntuación final Alternativa 1 vs Alternativa 2 en E4 y E5.....	77
Fig.22 Impacto en Parte Interesada Alternativa 1 vs Alternativa 2 en Estructura 6 y 8. ....	79
Fig.23 Impacto en Parte Interesada Alternativa 1 vs Alternativa 2 en Estructura 6 y 8. ....	80
Fig.24 Puntuación final Alternativa 1 vs Alternativa 2 en Estructura 6 y 8. ....	80
Fig.25 Puntuación de diferentes estructuras en relación a Alternativa 1 para Pasos Superiores....	82
Fig.26 Puntuación de diferentes estructuras en relación a Alternativa 1 para Pasos Superiores....	83
Fig.27 Puntuación de diferentes Estructuras en relación a Alternativa 1 y 2 para Pasos Superiores .....	85
Fig.29 Impacto en Parte Interesada Alternativa 1 vs Alternativa 2 en Estructura 3 .....	88
Fig.30 Puntuación final Alternativa 1 vs Alternativa 2 para Estructura 3. ....	89
Fig.31 Impacto en Parte Interesada Alternativa 1 vs Alternativa 2 en Estructura 7. ....	91
Fig.32 Impacto en Parte Interesada Alternativa 1 vs Alternativa 2 en Estructura 7. ....	91
Fig.33 Puntuación final Alternativa 1 vs Alternativa 2 en Estructura 7. ....	92
Fig.34 Puntuación de diferentes estructuras en relación a Alternativa 1 para Viaductos. ....	93
Fig.35 Puntuación de diferentes estructuras en relación a Alternativa 2 para Viaductos. ....	94
Fig.36 Puntuación de diferentes Estructuras en relación a Alternativa 1 y 2 para Viaductos.....	96
Fig.37 Puntuación Final Análisis de Sensibilidad Estructura 2. ....	99
Fig.38 Puntuación Categoría Trabajadores Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas. ....	105
Fig.39 Puntuación Categoría Comunidad Local Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas.....	105
Fig.40 Puntuación Categoría Sociedad Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas .....	106
Fig.41 Puntuación Final de Alternativas. Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas. ....	106
Fig.43 Dendograma método vinculación completa de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura.....	113
Fig.44 Dendograma método vinculación completa de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura.....	114
Fig.47 Mapa con clasificación de Clúster de Alternativa 1 por Comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2. ....	127

## INDICE DE CONTENIDO

Fig. 48 Mapa con clasificación de Clúster de Alternativa 2 por Comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2. ....	128
Fig. 49 y 50 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño Variación 1, 40% Trabajadores, 20% Consumidores, 20% Comunidad Local y 20% Sociedad. ....	145
Fig. 51 y 52 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño Variación 2, 20% Trabajadores, 40% Consumidores, 20% Comunidad Local y 20% Sociedad. ....	146
Fig. 53 y 54 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 3, 20% Trabajadores, 20% Consumidores, 40% Comunidad Local y 20% Sociedad. ....	147
Fig. 55 y 56 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 3, 20% Trabajadores, 20% Consumidores, 20% Comunidad Local y 40% Sociedad. ....	148
Fig. 57 y 58. Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 5, 70% Trabajadores, 10% Consumidores, 10% Comunidad Local y 10% Sociedad. ....	149
Fig. 59 y 60 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 6, 10% Trabajadores, 70% Consumidores, 10% Comunidad Local y 10% Sociedad. ....	150
Fig. 61 y 62 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 7, 10% Trabajadores, 10% Consumidores, 70% Comunidad Local y 10% Sociedad. ....	151
Fig. 63 y 64 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 8, 10% Trabajadores, 10% Consumidores, 10% Comunidad Local y 70% Sociedad. ....	152
Fig. 65 y 66 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 8, 100% Trabajadores, 0% Consumidores, 0% Comunidad Local y 0% Sociedad. ....	153
Fig. 67 y 68 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 10, 0% Trabajadores, 100% Consumidores, 0% Comunidad Local y 0% Sociedad. ....	154
Fig. 69 y 70 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 11, 0% Trabajadores, 0% Consumidores, 100% Comunidad Local y 0% Sociedad. ....	155
Fig. 71 y 72 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 12, 0% Trabajadores, 0% Consumidores, 0% Comunidad Local y 100% Sociedad. ....	156
Fig. 73 Dendrograma Método vecino más lejano en Alternativa 1. ....	165
Fig. 74 Dendrograma método de Warn para Alternativa 1. ....	167
Fig. 75 Dendrograma método vecino más lejano en Alternativa 2. ....	169
Fig. 76 Dendrograma método de Warn para alternativa 2. ....	171



# 1. | Introducción

## 1.1. Planteamiento del problema

La industria de la construcción se caracteriza por ser uno de los sectores de gran importancia económica además de tener fuertes impactos ambientales y sociales (Liu & Qian, 2019) Es por ello en la actualidad ha surgido una preocupación creciente en desarrollar construcciones de manera sostenible, tratando de que estas generen las menores repercusiones posibles.

En la actualidad el concepto de sostenibilidad se compone de tres dimensiones principales, estas son: economía, medio ambiente y sociedad (Brundtland, 1987). Si bien la industria de la construcción ha realizado esfuerzos para abordar la sostenibilidad, estos esfuerzos están dirigidos principalmente a reducir los impactos ambientales negativos mientras que la sostenibilidad social no se ha abordado adecuadamente (Dong & Ng, 2015; Hossain, Poon, Dong, Lo, & Cheng, 2018).

Actualmente existe una variedad de herramientas y enfoques para evaluar y gestionar la sostenibilidad, sin embargo, estos esfuerzos están dirigidos principalmente a reducir los impactos ambientales negativos mientras que la sostenibilidad social no se ha abordado adecuadamente (Liu & Qian, 2019; Sutherland et al., 2016). Esta es una consecuencia natural del nivel de madurez de las diferentes metodologías existentes para la evaluación de los impactos ambientales, económicos y sociales en un marco de ciclo de vida. (Navarro, Yepes, Martí, & González, 2018)

Una de las metodologías más usadas para medir los impactos ambientales es la evaluación del ciclo de vida ambiental, esta se ha vuelto altamente estandarizada tanto metodológicamente como en términos de implementación (ISO 14040, 2006; ISO 14044, 2006). En cuanto a la metodología existente para la evaluación desde una perspectiva económica, a saber, el coste del ciclo de vida, también muestra un estado relativamente maduro, aunque todavía no existe una norma ISO. Sin embargo, la evaluación del ciclo de vida social (ACV-S) es una técnica bastante nueva para estimar los impactos sociales a lo largo del ciclo de vida de un producto (Hossain et al., 2018)

Se han realizado esfuerzos considerables en ACV-S para desarrollar una metodología sólida y coherente, lo que resultó en 2009 en las 'Directrices para la evaluación del ciclo de vida social de los productos' (UNEP-SETAC 2009). Las necesidades de investigación futura se destacan en las Directrices, no menos las necesidades generales de investigación, así como las de las cuatro fases de ACV-S (Dong & Ng, 2015). Una de las necesidades generales de investigación es la realización

de estudios de caso con discusiones adicionales sobre metodología, ya que esto puede mejorar el conocimiento de ACV-S y promover las aplicaciones de ACV-S en la práctica (UNEP-SETAC, 2009).

Para ayudar a la industria de la construcción a comprender el impacto social de sus proyectos de construcción, en este estudio se proporciona un estudio de caso de ACV-S, el cual compara el desempeño social para las alternativas de diseño del puente de hormigón en el proyecto de nueva traza en el tramo: Siétamo-Huesca, de la Autovía Lleida -Huesca (A-22), España, permitiendo establecer la mejor alternativa dentro un contexto específico desde la perspectiva de toma de decisiones.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Evaluar del impacto social en diseño de tableros de hormigón del proyecto de construcción Autovía A-22. Lleida-Huesca. Tramo: Siétamo-Huesca.

### **1.2.2. Objetivo Especifico**

- Definir indicadores de sostenibilidad social más usados dentro del sector de la construcción.

- Establecer método de caracterización basado en puntos de referencia de desempeño (PRP) específicos del contexto constructivo de las diferentes comunidades autónomas de España.

- Comparar el desempeño social de Tableros de Hormigón del Proyecto de Construcción Autovía A-22. Lleida-Huesca. Tramo: Siétamo-Huesca, usando los indicadores de sostenibilidad y puntos de referencia de desempeño (PRP) específicos del contexto constructivo español.

## **1.3 Alcance**

Este estudio busca evaluar el impacto social de alternativas de diseño en social en el diseño de tableros de hormigón. El estudio se limita a las diferentes tipologías estructurales contempladas en el Anejo 13 “Estructuras y muros” del proyecto de construcción Autovía A-22. Lleida-Huesca. Tramo Siétamo-Huesca.

La metodología a emplear desarrolla en base a las pautas establecidas en el documento de la UNEP-SETAC (2009), Directrices para la evaluación del ciclo de vida social de los productos, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la metodología estandarizada ISO 14040 (2006) e ISO 14044 (2006); y abarca cuatro fases principales: definición de objetivos y alcance, análisis del inventario del ciclo de vida, evaluación del impacto del ciclo de vida e interpretación del ciclo de vida.



## 1.4 Estructura del Trabajo

La estructura de este trabajo se compone de:

1. Introducción: Se realiza una descripción acerca de las dimensiones de la sostenibilidad y como enfocarla en el sector de la construcción a través de la metodología de análisis de ciclo de vida (ACV-S). A continuación, se describen el objetivo general y los objetivos específicos que pretende alcanzar el trabajo y la estructura y resumen de capítulos que contiene el mismo.

2. Marco Teórico para la Evaluación de La Sostenibilidad Social: Este abarca los conceptos de desarrollo sostenible y sus dimensiones económica, ambiental y social. Luego aborda la sostenibilidad social en la construcción y la evaluación del ciclo de vida social como herramienta para medir el impacto social a través de la evaluación de la sostenibilidad social, explicando la metodología y fases que conforman esta técnica

3. Marco Metodológico: Evaluación del Impacto Social: En esta sección se explica la metodología propuesta para aplicar la herramienta de Evaluación del ciclo de vida social, enfocado a proyecto de construcción y tomando en cuenta el contexto en donde se ejecuta el proyecto, desde el punto de vista de toma de decisiones. Esto se realiza siguiendo las pautas establecidas en el documento de la UNEP-SETAC (2009) Directrices para la evaluación del ciclo de vida social de los productos, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la metodología estandarizada ISO 14040 (2006) e ISO 14044. Las fases principales que conforman la metodología a emplear: definición de objetivos y alcance, análisis del inventario del ciclo de vida, evaluación del impacto del ciclo de vida e interpretación del ciclo de vida.

4. Caso de Estudio: Esta sección presenta un estudio de caso que compara el desempeño social de los Tableros de Hormigón del Proyecto de Construcción Autovía A-22. Lleida-Huesca. Tramo: Siétamo-Huesca, empleando un modelo genérico tomando como base la metodología establecidas en el documento de la UNEP-SETAC (2009) "Directrices para la evaluación del ciclo de vida social de los productos", Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la metodología estandarizada ISO 14040 (2006) e ISO 14044 (2006); e incluyendo las cuatro fases principales: definición de objetivos y alcance, análisis del inventario del ciclo de vida, evaluación del impacto del ciclo de vida e interpretación del ciclo de vida.

El método de evaluación de impacto debería establecer la identificación de puntos críticos sociales que proporcionara información para determinar cuál de las alternativas de diseño analizadas es preferible en términos sociales.

Se realizan 2 análisis de sensibilidad, en el primero se realiza una modificación en la ponderación de las categorías de parte interesada, a fin de determinar la influencia que este ejerce en el resultado final. El segundo análisis se realiza, una modificación en el contexto del sitio de la ejecución del proyecto, a fin de determinar la influencia que este tiene en el resultado, a su vez permite ver el desempeño social de las diferentes comunidades autónomas de España.

5. Conclusiones: Se hace una revisión sobre los pasos aplicados y se deja unas conclusiones finales en base a los resultados obtenidos en las secciones anteriores. Se hace recomendaciones a tener en cuenta y se define posibles líneas de investigación obtenidas tras la elaboración del estudio.

### **1.5. Método**

Para llevar a cabo la ACV-S, se aplicó la metodología propuesta por Directrices para la Evaluación del Ciclo de Vida Social de los Productos propuesta por UNEP-SETAC (2009), y la metodología estandarizada ISO 14040 (2006) e ISO 14044 (2006); ambos marcos metodológicos se adaptaron a las particularidades del enfoque de evaluación del impacto social en obras civiles y las características específicas de este estudio.

La adaptación metodológica contemplará la definición de indicadores de sostenibilidad social enfocados al sector de la construcción, esto se realiza mediante una búsqueda en la literatura acerca de los indicadores, las categorías, subcategorías y medición de indicadores más frecuentes usados en estudios pasados relacionados con el sector constructivo y establecer la selección de indicadores para cada subcategoría de impacto en función del objetivo de la evaluación y la disponibilidad de datos. Una vez obtenidos los indicadores se procederá a establecer un método de normalización y caracterización basado en puntos de referencia de desempeño (PRP), relacionado el resultado obtenidos en los indicadores con el contexto en donde se desarrolla la actividad.

Una vez establecida la metodología, esta se aplicará un caso de estudio en donde se realiza una evaluación del impacto social en diseño de tableros de hormigón del proyecto de construcción Autovía A-22. Lleida-Huesca. Tramo: Siétamo-Huesca. Se realiza adicional 2 análisis de sensibilidad, el primero varía el sistema de ponderación, asignando diferentes pesos a las partes interesadas.

Para finalizar el estudio de caso, se realizara un segundo análisis de sensibilidad, en este caso se modifica el contexto en donde se desarrolla la actividad, esto se hace a través de un Análisis de clúster sobre la puntuación de cada una de las subcategorías,

## | CAPITULO 1: INTRODUCCION

en las diferentes Comunidades Autónoma para cada una de las alternativas de diseño, esto para agrupar a comunidades que cuenten con características sociales similares y establecer cual se desempeña mejor socialmente y cual tiene un desempeño mejorable.

## 2. Marco teórico para la Evaluación de la Sostenibilidad Social.

### 2.1. Desarrollo Sostenible

El desarrollo sostenible tiene como objetivo el satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades, este concepto fue expuesto en 1987, por la Comisión del Medio Ambiente y del Desarrollo CMMAD de la ONU, presidida por la Primera Ministra de Noruega, Gro Harlem Brundtland, la cual presentó a la asamblea general de dicha comisión, el informe “Nuestro Futuro Común”, el cual también se conoce en la actualidad como Informe “Brundtland. En este documento define por vez primera el concepto o término de Desarrollo Sostenible, tomando en cuenta el equilibrio de los objetivos económicos, sociales y ambientales de la sociedad como los tres pilares del desarrollo sostenible e identifica como puntos clave en las políticas de desarrollo sostenible la satisfacción de las necesidades básicas de la humanidad: alimentación, vestido, vivienda, salud; la necesaria limitación del desarrollo impuesta por el estado actual de la organización tecnológica y social, su impacto sobre los recursos naturales y la capacidad de la biosfera para absorber dicho impacto (Vega 2019).

La revisión de la literatura permite vislumbrar que la sostenibilidad no es un concepto nuevo, sino que cuenta con una larga trayectoria cuyo punto de partida del conocimiento con toma de consciencia se localiza en el siglo XX. Y, sin embargo, continúa siendo un término actual y de plena presencia en cualquier sector de la vida (Alonso, 2017). A continuación, en la tabla 01, se muestra la sucesión de acuerdos y conferencias internacionales en las que se ha ido haciendo tangible los progresos y decisiones tomadas en referencia a la evolución del concepto desarrollo sostenible tal como lo conocemos ahora:

Año	Evento	Desarrollo y Concepto
1972	Conferencia de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano, promovida por la Organización Mundial de las Naciones Unidas (ONU)	Crea el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP-SETAC). "Los Límites del crecimiento" Posible Cambio climático Nuevo Concepto de Desarrollo.
1987	Comisión del Medio Ambiente y del Desarrollo CMMAD de la ONU	"Nuestro Futuro en Común", más conocido como Informe Brundtland. Se acuña el termino de desarrollo sostenible.

Año	Evento	Desarrollo y Concepto
1992	"Cumbre de la Tierra"	Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, que consiste en un conjunto de principios en los que se definían los derechos civiles y obligaciones de los Estados; y una Declaración de principios relativos a los bosques, que define una serie de directrices para la ordenación más sostenible de los bosques en el mundo. En esta Cumbre de la Tierra se demostró la interrelación existente entre desarrollo, recursos, productos, sociedad y ambiente natural, y su difusión hizo posible el comienzo de una concienciación de grandes proporciones, realmente se apreciaron las acciones humanas y sus efectos globales
1996	ISO	Surge uno de los principales avances en materia de gestión: la Norma Internacional ISO 14001, "Requisitos para la Implementación de un Sistema de Gestión Medioambiental",
1997	Tercera Conferencia de las Partes (C.M.C.C.)	Asamblea General de la ONU celebró un período extraordinario de sesiones dedicado a la ejecución del Programa 21, que se llamó Cumbre para la Tierra + 5 donde se firmó el Protocolo de Kioto, relativo a las emisiones de gases efecto invernadero
1997	Norma SA 8000	Se publicó la Norma SA 8000 (Social Accountability 8000), que es la primera norma en materia de Desarrollo Sostenible empresarial y el referente más importante de gestión de la Responsabilidad Social reconocido mundialmente hasta la fecha.
1997	Global Reporting Initiative (G.R.I.)	Surgió el Global Reporting Initiative (G.R.I.), organización promovida por las Naciones Unidas, e independiente desde el año 2002. Su misión es la elaboración de guías que las organizaciones utilizan para confeccionar sus memorias anuales de sostenibilidad en base a un protocolo de indicadores armonizados. Estas guías, de aplicación voluntaria, sirven para dar cuenta de los resultados económicos, ambientales y sociales por parte de las organizaciones. La primera guía editada surgió en el año 2000, fue actualizada en el año 2002 y la última edición ha sido elaborada en el año 2006: el G3. G.R.I. también ha desarrollado suplementos específicos para diversos sectores de actividad.
1999	Varios	La creación del Dow Jones Sustainability Index y del Pacto Mundial de las Naciones Unidas (Global Compact), y la publicación de las Normas AA1000 y O.S.H.A.S. 18001. El Dow Jones Sustainability Index fue creado con la finalidad de considerar a las empresas/valores europeos más rentables en sus sectores de actividad y que incluyen en su gestión criterios de sostenibilidad.
2000	Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas (New York)	El Pacto Mundial es una iniciativa de carácter internacional, que persigue la implantación de Diez Principios básicos de conducta y acción en materia de Derechos Humanos, Trabajo, Medio Ambiente y Lucha contra la Corrupción, en la estrategia y las operaciones diarias de la empresa
2000	Consejo Europeo de Lisboa en el que la Unión Europea	Fijó un nuevo objetivo estratégico para la próxima década: convertirse en la economía basada en el conocimiento más competitiva y dinámica del mundo, capaz de crecer económicamente de manera sostenible con más y mejores empleos y con mayor cohesión social.
2001	VI Programa de Acción en materia de Medio Ambiente	Adopta el lema "El futuro en nuestras manos", abarca un periodo de diez años, y su objetivo es transformar el modelo de crecimiento de la Comunidad, a fin de fomentar el Desarrollo Sostenible. Los temas tratados fueron cambio climático, naturaleza y biodiversidad biológica, medio ambiente y salud y recursos naturales y residuos.
2002	Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible de Johannesburgo	Establece compromisos concretos para proteger el medio ambiente, pero sirvió para reafirmar los problemas a resolver: agua, sanidad, energía y comercio fundamentalmente. La Unión Europea ha mostrado en estas cumbres una actitud seria y solidaria y una visión más global y coherente que los "tradicionales países poderosos" y favoreciendo un camino de progreso.

Año	Evento	Desarrollo y Concepto
2005	En 2004 se celebra la Décima Conferencia de las Partes (C.M.C.C.)	Permite la entrada en vigor del Protocolo de Kioto en 2005, para reducir las emisiones de CO <sub>2</sub> a la atmósfera. Para unificar y crear consenso internacional por estandarizar y proponer soluciones a la economía mundial, se constituye el grupo de trabajo del G8, formado por el grupo de los siete países más industrializados del mundo (Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Francia, Alemania, Italia y Japón) y Rusia. La finalidad de las Cumbres del G8 es analizar el estado de la política y las economías internacionales e intentar aunar posiciones respecto a las decisiones que se toman en torno al sistema económico y político mundial.
2007	Conferencia Internacional Rio + 15	Se marca el proceso de negociación (hoja de ruta) que deberá finalizar en 2009 para un acuerdo internacional sobre cambio climático a partir del año 2012.
2008	14ª Conferencia de Cambio Climático de la O.N.U.	Se negocia para que en el año 2009 se fije un objetivo de reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> ambicioso para países industrializados y no industrializados a conseguir en el año 2020. Además, se siguen llevando a cabo debates sobre la obligatoriedad o no de legislar la responsabilidad social, de cómo las administraciones públicas van a premiar estas conductas, y de cómo las empresas adoptan dentro de su política los principios claves de la gestión sostenible.
2009	Cumbre del Clima (COP15) o Cumbre de Copenhague	Se pretende alcanzar un acuerdo mundial en la reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> para el período posterior a Kioto con el compromiso de EE. UU, China y la India.
2012	VI Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible	Se tratarán 4 grandes aspectos: la economía verde, gobernabilidad del Desarrollo Sostenible, previsión de compromisos previos y asuntos emergentes. Tiene previsto la elaboración de un plan de acción para alcanzar los objetivos previstos.
2015	Cumbre de Paris	195 países adoptan el primer acuerdo global para atajar el calentamiento desencadenado por el hombre con sus emisiones de gases de efecto invernadero, este acuerdo establece que los países firmantes deberán limitar sus emisiones, aunque los desarrollados tendrán que hacer un mayor esfuerzo y movilizar 100.000 millones de dólares anuales. Se pone una meta obligatoria: que el aumento de la temperatura media en la Tierra se quede a final de siglo "muy por debajo" de los dos grados respecto a los niveles preindustriales e incluso intentar dejarlo en 1,5. Luego, cada país pone sobre la mesa sus aportaciones voluntarias para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero nacionales.

Tabla 01 Avance de Concepto de Desarrollo Sostenible.

Fuente: Elaboración propia en base a (Vílchez, 2010; Alonso, 2017)

La sostenibilidad y el desarrollo sostenible se han convertido en líneas de pensamiento y actuación con gran significado a la vez que importancia y repercusión en las sociedades y políticas actuales y futuras. Sostenibilidad y desarrollo sostenible se suelen entender como sinónimos (Alonso, 2017). Sin embargo, no debe confundirse, el significado de desarrollo sostenible con el de sostenibilidad. La sostenibilidad es la meta del desarrollo sostenible: mejorar la calidad de vida y el entorno de las personas, prosperando sin destruir el sustento de la vida de las generaciones futuras (Gaviria, 2013). Por lo tanto, la sostenibilidad podría ser entendida como el esfuerzo por lograr

un verdadero equilibrio entre los objetivos ambientales, sociales y económicos a nivel local, nacional, regional y global (ONU, 2015).

Rodríguez & Ríos (2015) indican que la sostenibilidad, tiene tres maneras de entenderse; la primera como sinónimo de desarrollo sostenible, se asume como proyecto social y político de la humanidad; la segunda, se entiende como una relación equilibrada entre los seres humanos y el entorno social, económico y ambiental y la tercera, es la que asume la sostenibilidad como fenómeno observado en determinados sistemas socio ecológicos. Con respecto al desarrollo sostenible, varias de las interpretaciones están orientadas hacia las políticas y acciones para lograr el crecimiento económico deben estar en armonía con el ambiente y ser socialmente equitativas.

Se puede destacar tres vertientes que abordan el concepto de desarrollo sostenible, estos grupos abarcan su visión: desde la versión institucional, desde la versión ideológica y desde la versión académica (Rodríguez & Ríos-Osorio, 2015). Las definiciones institucionales de la sostenibilidad tienen en común la idea de la satisfacción de necesidades, con énfasis en la responsabilidad con las generaciones futuras, recogiendo con bastante cercanía el planteamiento más habitual asociado a la “Comisión Brundtland” (Brundtland, 1987). La diferencia aparece en las estrategias de solución, mientras las instituciones gubernamentales sostienen la necesidad de un consenso político alrededor de un crecimiento sostenible las instituciones financieras apelan a ecoeficiencia como estrategia de negocio y maximización de utilidades; a media que ha pasado el tiempo el concepto ha sido replanteado. A continuación se muestra la Figura 01, la cual hace referencia al modelo esquemático presentado por Franchi (2017), en el cual hace un replanteamiento del desarrollo sostenible:

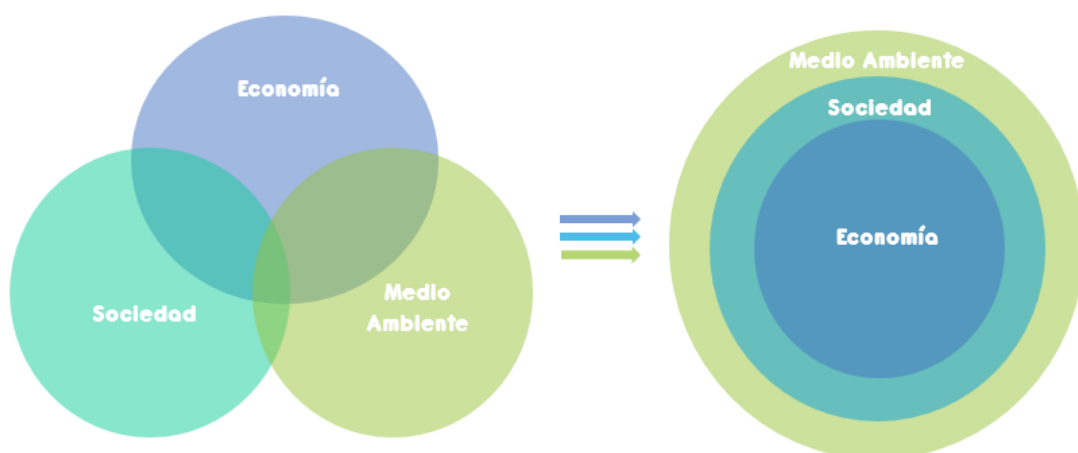


Fig. 01 Modelo esquemático de replanteamiento del desarrollo sostenible. Modelo esquemático de replanteamiento del desarrollo sostenible.

Fuente: Elaboración propia en base a modelo de Franchi (2017)

Con este nuevo esquema Franchi (2017) rompe con la hegemonía obtenidas a partir del concepto heredado desde Brundtland (1987), en el que el desarrollo sostenible parte de la sostenibilidad de tres ejes: economía, sociedad y medio ambiente, cada uno con un desarrollo particular pero congruente en alguna superficie. Este modelo clásico se sustenta precisamente en esa congruencia, pero no restringe el crecimiento de algunos de estos ejes, siendo el crecimiento económico. Con el nuevo modelo, pasa a un nuevo esquema mantiene los tres ejes (economía, sociedad y medio ambiente) pero ahora representados por circunferencias concéntricas, que ejemplifican que la economía es la gestión de la relación sociedad y medio ambiente cuyo crecimiento debe limitarse a las ambiciones y expectativas de la sociedad, las que a su vez deben restringirse a los límites naturales del medio.

Tomando en cuenta los conceptos anteriores, el desarrollo sostenible lo podríamos señalar como el proceso dominado por la gestión económica y política, cuyo meta objetivo es la satisfacción de las necesidades y aspiraciones humanas, con restricciones del tipo ecológico y restricciones del tipo moral, es decir, donde los impactos ambientales de nuestras actividades no superen los límites naturales y donde exista un compromiso de equidad intergeneracional e intergeneracional, tal como lo plantea Franchi (2017).

## **2.2. La Sostenibilidad y sus Dimensiones.**

Es primordial apuntar que la condición de sostenibilidad y sustentabilidad difieren entre sí, tal como lo expone Rivera et al. (2017), en donde afirma que al referirse al desarrollo y asociarle el término “sustentable” debe entenderse que se está expresando un proceso de desarrollo equilibrado desde los puntos de vista social y económico y su interacción con el ambiente. Por su parte, el “desarrollo sostenible” se refiere a un proceso con características económicas que le permite al sistema perdurar en el tiempo. Cabe destacar, que, si bien tienen connotaciones difieren entre ellas, en ambas visiones se logran conjuntar y poner de acuerdo, tratando de encontrar un balance entre cuanto se pueden cuidar los recursos naturales sin descuidar el desarrollo humano o hasta qué punto es posible tener un desarrollo sin afectar a los recursos naturales, entonces tendremos un modelo que produzca éxitos palpables sin importar si le llamamos desarrollo sostenible o sustentable.

Antequera Baiget (2012) indica que la sostenibilidad parte de una definición de síntesis entendiendo que un modelo de desarrollo tiende hacia la sostenibilidad cuando pretende alcanzar un bienestar social generalizado, con la estructura tecno-económica adecuada para este fin, minimizando el consumo de recursos y el impacto sobre el



entorno (huella ecológica) y manteniendo la calidad de los ecosistemas del territorio y su biodiversidad.

Alonso (2017) indica que no puede entenderse la sostenibilidad como un término unidimensional, ni como un fin en sí misma; sino como un proceso cuyo horizonte está constituido por tres dimensiones, tres ejes, tres vértices, o círculos interseccionados, o líneas bases, que son las que le otorga su máximo sentido y razón de ser; sistemas que engloban criterios o subpolares a considerar. La sostenibilidad nace con el objeto de denominar un estilo de desarrollo que debe incorporar la dimensión económica, la social y la ecológica, y que debe mantenerse en el futuro (Vega, 2019). Sin embargo, dentro del concepto del Desarrollo Sostenible, es necesario diferenciar tres aspectos que a veces no comulgan bajo los mismos intereses: eficiencia económica, calidad ambiental y equidad intergeneracional (Franchi, 2017).

Asumiendo que no hay un solo enfoque de la Sostenibilidad, ni reglas universales, ni “verdades absolutas”, sino que dependiendo del modelo que se tome como referencia, se generarán diferentes propuestas que prioricen determinadas variables, dimensiones, visiones o incluso ideologías. Por ello, la importancia de avanzar en un enfoque sistémico, holístico e integrador que evite los riesgos de contemplar ‘sostenibilidades parciales’, pues esto promueve acciones aisladas, que afectan tanto a la toma de decisiones como a la formulación de políticas racionales encaminadas a favorecer los procesos de sostenibilidad en diferentes contextos espaciales y temporales (Rocuts, Jiménez, & Navarrete, 2009). Se puede deducir que la sostenibilidad, en este caso, se compone en tres dimensiones importantes: económica, medioambiental y social.

### **2.2.1 Dimensión Económica.**

Para Riestra (2018) la dimensión economía es entendida como la ciencia que se ocupa de la forma en que se administran los recursos, muchas veces escasos, a fin de producir bienes y servicios, para distribuirlos para su consumo entre los miembros de la sociedad. Un sistema económico es un conjunto de relaciones básicas, técnicas e institucionales, que caracterizan la organización económica de la sociedad y la actividad económica es todo tipo de actividad relacionada con la producción, distribución y consumo de bienes y servicios.

Ahora bien, para que la actividad económica se encuentre bajo la perspectiva de la sostenibilidad es necesario pasar de la “racionalidad económica”, a la “racionalidad ambiental”, lo que implica la conexión de la dimensión económica con la dimensión ecológica. En este sentido, el crecimiento económico este sujeto a restricciones de los

otros dos objetivos, el medioambiental y social, dado que, si únicamente se tiene en cuenta la variable ambiental, la sostenibilidad es inconsistente con el enfoque coste-beneficio convencional, al no permitir maximizar el bienestar actual a costa del futuro y a que no se consideran compensaciones potenciales (Vílchez, 2010).

De tal manera que, la Dimensión Económica del Desarrollo Sustentable, emplea los elementos esenciales de la economía y sus procesos, pero incorpora un componente de sustentabilidad, fundamentado en la racionalidad ambiental (Riestra, 2018). El contenido de la dimensión económica sostenible pide un desarrollo económicamente eficiente, equitativo dentro y entre las generaciones presentes y futuras. La puesta en marcha de procesos de producción más limpia y eficiente y la agregación de valor a las materias primas demuestran que en el esquema de sostenibilidad lo que es importante no es el crecimiento de la producción sino la calidad de los servicios que se prestan (Gaviria, 2013).

### **2.2.2 Dimensión Ambiental.**

El concepto de sostenibilidad lleva asociado en sí una componente ambiental ya que surge como vocablo de consenso producto del análisis de las relaciones de la sociedad con el entorno planetario, ya desde la Conferencia de Naciones Unidas sobre el medio ambiente humano en Estocolmo el año 1972 donde se creó el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP). Como mandato de la UNEP la Unión Internacional Para la Conservación de la Naturaleza edito la Estrategia Mundial para la conservación (UICN, 1980) . En dicha estrategia se define la conservación como “la gestión de la utilización de la biosfera por el ser humano, de manera que produzca el mayor y más sostenible beneficio para las generaciones actuales, pero que mantenga la potencialidad para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras” (p.36).

En la noción de Desarrollo Sostenible, la Dimensión Ambiental cubre los elementos de la naturaleza, que resultan necesarios para la satisfacción de las necesidades de las personas, así como aquellos que son fundamentales para garantizar una buena calidad de vida a las personas y su entorno (Riestra, 2018). Por tanto, la equidad parte de la base de no poner en riesgo la situación futura por una sobreexplotación de los recursos actuales, lo que implica que esté referido a la necesidad de que el impacto del proceso de desarrollo socio-económico no destruya de manera irreversible la capacidad de carga del ecosistema (Zarta, 2018).

La dimensión ambiental de la sostenibilidad es el origen de la protección de los recursos naturales necesarios para la seguridad energética y alimentaria de los pueblos

y de igual forma pretende el crecimiento de la producción para satisfacer a las metrópolis en crecimiento demográfico. Esta dimensión tiene un delgado vínculo con el desarrollo de las sociedades, las cuales provocan insostenibilidad de los recursos naturales, siendo la pobreza el principal enemigo del medio ambiente (Gaviria, 2013).

Se puede definir entonces que un modelo sustentable, la utilización de los recursos naturales y energéticos se limita a la capacidad que tiene el medio natural para recuperarse, vale decir su regeneración. En los procesos productivos, la generación de residuos se limita igualmente a la capacidad de asimilación del ecosistema. En consecuencia, la Dimensión Ambiental es fundamental para proteger la base de recursos naturales mirando hacia el futuro y cuidando, los recursos genéticos, los forestales, los pesqueros y los recursos microbiológicos, así como el agua, el suelo y el aire. Estos recursos deben ser usados con racionalidad, a fin de que puedan servir para la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes, sin menoscabo de la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras (Riestra, 2018).

### **2.2.2 Dimensión Social.**

La Dimensión Social del Desarrollo Sustentable abarca el elemento social y cultural, que interviene de manera sustancial en el desarrollo de los pueblos. Las derivaciones de la Dimensión Social pasan por superar la pobreza y por satisfacer las necesidades básicas de los seres humanos (Riestra, 2018).

Ser socialmente sustentable en la reducción de la pobreza y de las desigualdades sociales y promueva la justicia y la equidad; que sea culturalmente sustentable en la conservación del sistema de valores, prácticas y símbolos de identidad que, pese a su evolución y reactualización permanente, determinan la integración nacional a través de los tiempos; y que sea políticamente sustentable al profundizar la democracia y garantizar el acceso y la participación de todos en la toma de decisiones públicas. Este nuevo estilo de desarrollo tiene como norte una nueva ética del desarrollo, una ética en la cual los objetivos económicos del progreso estén subordinados a las leyes de funcionamiento de los sistemas naturales y a los criterios de respeto a la dignidad humana y de mejoría de la calidad de vida de las personas (Gaviria, 2013).

En el desarrollo sostenible, Zarta (2018) expone que la equidad social, es concebida como el fortalecimiento de un estilo de desarrollo que no perpetúe ni profundice la pobreza ni, la exclusión social, sino que tenga como uno de sus objetivos centrales la erradicación de aquélla, la justicia social, y la participación social en la toma de decisiones, es decir, que las comunidades y la ciudadanía se apropien y sean parte fundamental del proceso de desarrollo.

### 2.3. Sostenibilidad en la construcción

El concepto de desarrollo sostenible, asociando el futuro de la industria de la construcción y la sostenibilidad, se centra en cómo satisfacer las necesidades de la población de una manera eficiente de los recursos, ambientalmente amigable y saludable durante el ciclo de vida de la construcción (Gaviria, 2013). Por su parte Fernández & Rodríguez (2011) indican que la sostenibilidad en la construcción implica la propuesta de proyectos que además de cumplir con los aspectos esenciales del mismo, también se tomen en cuenta el modo reducir los impactos sobre el medio ambiente a la vez que se proporciona un estado de igualdad, confort y calidad de vida tanto social como económica sin mermar la capacidad de los ecosistemas..

La huella de la construcción sobre el desarrollo sostenible se empezó a conocer en la década de 1990, indicando que un proyecto de construcción puede ser considerado sostenible solo cuando las diferentes dimensiones de la sostenibilidad ambiental, económico, social y cultural, se tienen en cuenta. Los diversos aspectos de la sostenibilidad están relacionados entre sí y la interacción de una construcción con su entorno tiene múltiples ramificaciones; preocupaciones básicas como la de reducir el consumo de materiales no renovables y el agua, así como la producción de emisiones de residuos y contaminantes (Gaviria, 2013).

Fernández & Rodríguez (2011) mencionan que probablemente no existe un sector con mayor potencial de contribución al desarrollo sostenible que la construcción; se estima que, aproximadamente, la construcción emplea la mitad de los recursos que el hombre consume de la naturaleza, se considera que el 25% de los residuos generados en el mundo son residuos de construcción y demolición y que más del 70% de la energía mundial se mueve alrededor de este sector.

Entre los impactos asociados a la construcción especialmente en infraestructura se encuentran: el impacto ambiental, que es un cambio en la calidad ambiental del entorno, adverso o beneficioso, total o parcial, resultado de los aspectos ambientales de la construcción, el impacto económico que es el resultado de los flujos económicos asociados a la infraestructura, o los cambios que se producen en éstos flujos, el impacto social que es un cambio en la comunidad, adverso o beneficioso, resultado de los aspectos sociales de los productos de construcción, a nivel de comunidad. Se tienen en cuenta, además de los costes del ciclo de vida determinados, basándose en la inversión, uso, mantenimiento y deconstrucción, también los ingresos potenciales y el desarrollo del valor durante la vida útil (Gaviria, 2013).

Fernández (2010) indica que la construcción sostenible busca básicamente como objetivos clave: Minimizar los recursos utilizados (materiales, agua y energía) mediante una correcta gestión de materias primas, reutilización y reciclaje, Minimizar los residuos generados fundamentada en la gestión de residuos: materiales reutilizables, reciclables y/o valorizables energéticamente; Minimizar el impacto de las emisiones directas e indirectas al agua, a la atmósfera y a la tierra; con una especial importancia de las emisiones de Gases Efecto Invernadero y su relación con el cambio climático; Innovar y usar energías y materiales alternativos; Analizar y minimizar los impactos sobre el entorno social y su accesibilidad, no solo sobre los usuarios directos del proyecto sino también los usuarios indirectos; Disminuir el coste en el ciclo de vida del proyecto, sin perder de vista la relación del coste/beneficio de las infraestructuras; Aumentar la funcionalidad y la flexibilidad del proyecto para futuros cambios o modificaciones y minimizar el impacto sobre la biodiversidad y el entorno medioambiental.

Cuando se habla del sector de la construcción, abarca desde edificaciones hasta proyectos de ingeniería civil, sin embargo, para Fernández (2010) existe una diferencia en términos de sostenibilidad, indica si bien en el campo de la edificación existen numerosas aproximaciones, en los proyectos de infraestructuras la aplicación de criterios sostenibles está resultando mucho más lenta. La explicación puede encontrarse en la amplia percepción social que se supone tiene la edificación mientras que en las infraestructuras la existencia de herramientas como la Evaluación de Impacto Ambiental y la reciente Evaluación Ambiental Estratégica hace que aparezcan como alternativas a las aproximaciones de evaluación de la sostenibilidad. Sin embargo, con estos modelos se están dejando de lado los pilares sociales y económicos.

Actualmente la incorporación de la dimensión social en los análisis de sostenibilidad se está implementando gracias a la combinación de tres estados; por un lado, la aplicación de un conjunto de herramientas ya existentes como la evaluación de impactos sociales, las auditorías sociales, o las normas de responsabilidad social, entre otras; en segundo lugar, mediante el surgimiento de nuevas técnicas e instrumentos y por último, de todos aquellos mecanismos con ánimo de ser desarrollados en un futuro más o menos próximo, cuyo motor de impulsión está constituido por los distintos aspectos y ciencias que están relacionados con el ser humano. En todas ellas el fin es el mismo independientemente del estado de desarrollo de las mismas: obtener y evaluar información sobre el rendimiento social de comportamientos, producción, servicios o productos relativos al sujeto o sujetos con los que entra en relación a lo largo de la cadena de valor (Alonso, 2017).

Liu & Qian (2019) exponen que la industria de la construcción ha realizado esfuerzos significativos en las últimas décadas para agregar criterios sostenibles, pasando de los enfoques tradicionales de tiempo y costo a otros mucho más amplios. Sin embargo, estos esfuerzos se dirigen principalmente a reducir los impactos ambientales negativos mientras que la sostenibilidad social no se ha abordado adecuadamente. Este hecho principalmente se debe a que suele ser difícil de definir y cuantificar (Bui et al., 2018). Es por ello que se hace pertinente abordar la sostenibilidad desde la perspectiva social.

#### **2.4. Sostenibilidad Social en la construcción.**

En comparación con las otras dimensiones, la sostenibilidad social se ha ignorado con mayor frecuencia al desarrollar escenarios futuros porque la sostenibilidad social no se puede calibrar fácilmente (Popovic, Barbosa, Kraslawski, & Carvalho, 2018). Esto hace que medir la sostenibilidad y cuantificar la dimensión social de la sostenibilidad se conviertan en tareas difíciles ya que es imposible llegar a un consenso sobre todos los ingredientes específicos de la sostenibilidad social (Assefa & Frostell, 2007).

Los principales beneficios asociados a la implementación de la sostenibilidad social se basan en mejorar la calidad de vida humana, aumentar la transparencia, implementar la capacitación en habilidades, buscar la equidad intergeneracional, la distribución justa del costo social de la construcción y el mejoramiento de la capacidad de los desfavorecidos (Popovic et al., 2018; UNEP-SETAC, 2009). En el contexto de los proyectos de construcción, el concepto de sostenibilidad social se refleja a través de la satisfacción de las necesidades de la industria, los usuarios y las comunidades de vecinos. Cada una de estas comunidades tiene una relación única con el proyecto y tiene diferentes expectativas e intereses del proyecto. Sin embargo, algunos valores sociales creados por un proyecto son multifacéticos y, por lo tanto, pueden beneficiar a los tres grupos comunitarios industria, usuarios y comunidad (Almahmoud & Doloi, 2018).

Vallance, Perkins, & Dixon (2011) indican que existe una variación en la forma de abordar la sostenibilidad social, algunos trabajos realizados bajo la rúbrica de sostenibilidad social se centran claramente en satisfacer las necesidades básicas y abordar el "subdesarrollo", mientras que otros están igualmente preocupados por cambiar el comportamiento perjudicial de los ricos del mundo y la promoción de una ética ambiental más sólida. Otros académicos parecen ver la sostenibilidad social más en términos de mantener o preservar formas preferidas de vida o proteger tradiciones

socioculturales particulares. Algunas de estas preferencias (vivir en suburbios de baja densidad o insistir en el acceso a caladeros y especies de pesca 'tradicionales', por ejemplo) no siempre se consideran sostenibles en un sentido ambiental biofísico. Sin embargo identifican tres elementos principales de la sostenibilidad social: (1) la sostenibilidad social del desarrollo, que se ocupa de la satisfacción de las necesidades básicas, la equidad intergeneracional e intrageneracional, etc. (2) tender puentes entre la sostenibilidad social, que enfatiza el cambio de comportamiento para lograr metas ambientales biofísicas; y (3) mantener la sostenibilidad social, que está asociada con la aceptación social o lo que se puede sostener en términos sociales.

Ha habido una creciente conciencia de que la industria de la construcción debe apoyar la visión del desarrollo sostenible al incluir consideraciones sociales durante todo el ciclo de vida del proyecto de construcción. En el contexto de los proyectos de construcción, el concepto de sostenibilidad social se refleja a través de la satisfacción de las necesidades de la industria, los usuarios y las comunidades de vecinos. Cada una de estas comunidades tiene una relación única con el proyecto y tiene diferentes expectativas e intereses del proyecto (Almahmoud & Doloi, 2018).

Valdes-Vasquez & Klotz (2013) divide la sostenibilidad social dentro el sector de la construcción en cuatro áreas conceptuales: la participación de la comunidad enfatiza la participación pública en las decisiones gubernamentales y privadas; los trabajos la responsabilidad social corporativa considera la responsabilidad de una organización en el cuidado de todos los interesados afectados por sus operaciones; seguridad a través del diseño garantiza la seguridad de los trabajadores al eliminar los peligros potenciales de seguridad de construcción / operación durante la fase de diseño, y el diseño social se enfoca en mejorar el proceso de toma de decisiones del equipo de diseño y el uso previsto del proyecto por parte de los usuarios finales.

En este sentido, Montalbán-Domingo (2019) hace una clasificación de las perspectiva por medio de la cual se abordan los criterios de la sostenibilidad social: estimar el impacto asociado al desarrollo de la construcción proyectos en fase de planificación y diseño (Corona & San Miguel, 2019; Fernández, 2010; Valdes-Vasquez & Klotz, 2013), evaluar el desempeño de las empresas a través de la responsabilidad social corporativa prácticas y procedimientos de evaluación de proveedores (Almahmoud & Doloi, 2018; Hosseini & Anvaryr, 2015; Popovic et al., 2018), analizar el ciclo de vida social de productos y materiales a lo largo de la vida del proyecto (Cadena, Rocca, Gutierrez, & Carvalho, 2019; Hossain et al., 2018; Hosseinijou, Mansour, & Shirazi, 2014; Liu & Qian, 2019; Zheng, Easa, Yang, Ji, & Jiang, 2019), o participar en

la toma de decisiones de diseño, construcción y proyectos operativos de construcción (Dong & Ng, 2015; Sierra, Yepes, & Pellicer, 2018).

En base a las diferentes perspectivas de la sostenibilidad social en la construcción (Hosseini & Anvaryr, 2015) indica que para evaluar la sostenibilidad social en la industria de la construcción, se pueden utilizar tres marcos teóricos principales: evaluación del ciclo de vida social, sistemas de certificación de sostenibilidad y sistema de sostenibilidad empresarial. Esta perspectiva del ciclo de vida permite considerar adicionalmente, la posible transferencia de impactos entre diferentes fases del ciclo de vida, categorías de impacto y regiones (Liu & Qian, 2019). Por su parte Jørgensen (2013) menciona que el uso de Análisis de Ciclo de Vida Social (ACV-S) en el apoyo a la toma de decisiones puede conducir a una mejora de las condiciones sociales en el ciclo de vida, y aunque la literatura sobre este tema es escasa, una lógica común detrás de suponer que el uso de ACV-S en el apoyo a la toma de decisiones conducirá a mejoras en el ciclo de vida del producto es que permite a los tomadores de decisiones elegir la alternativa entre varias que conducen a los impactos sociales más beneficiosos.

### **2.5. Evaluación del ciclo de vida social.**

Un Análisis de Ciclo de Vida Social (ACV-S) es una técnica de evaluación de impactos cuyo propósito es valorar las características de los productos y sus potenciales impactos sociales, positivos o negativos, a lo largo de su ciclo de vida incluyendo la extracción de materias primas, fabricación, distribución, uso, reúso, mantenimiento, reciclaje y desecho final; así como todos los actores implicados a lo largo de todo su ciclo de vida. Esto se realiza con información genérica y específica del lugar (Sánchez, 2015).

Corona (2016) plantea el ACV-S como una metodología que evalúa los impactos potenciales sociales y socioeconómicos que afectan a los actores vinculados al ciclo de vida de un producto o servicio. Su principal aplicación es encontrar puntos de mejora en los impactos sociales de los productos, así como disponer de criterios sociales para la comparación de productos/ sistemas o para la toma de decisiones políticas. Para ello combina datos cualitativos con datos cuantitativos, implicando la participación activa de todos los actores del ciclo de vida del producto. Un actor (traducido del inglés, Stakeholder) se considera a aquel grupo o individuo que puede afectar o ser afectado por el cumplimiento del objetivo de una organización, como los consumidores, la población local, el gobierno, los productores y los trabajadores.

En ese sentido el Impacto Social se define como las consecuencias de las relaciones sociales (interacciones) tejidas en el contexto de una actividad (producción,



consumo o desecho) y/o generadas por dicha actividad y/o por acciones reforzadoras o preventivas tomadas por los implicados. Cuando hablamos de las causas de los impactos sociales, generalmente se refiriere a:

- Comportamientos: impactos sociales que son asociados por un comportamiento específico.
- Procesos socio-económicos: Los impactos sociales son los efectos posteriores a una decisión socioeconómica pudiendo ser tanto positivos como negativos. En este caso un impacto social negativo puede afectar especialmente en este contexto específico o un impacto positivo puede aumentar su valor (UNEP-SETAC, 2009).

Actualmente, el concepto de impacto social incluye no sólo los resultados previstos sino también aquellos que no se previeron. Igualmente, contempla los efectos, tanto positivos como negativos que se pudieran presentar luego de la implementación de un determinado programa o proyecto en un grupo social o una comunidad (Corona, 2016).

Macombe, Loeillet, & Gillet (2018) indican que actualmente el ACV-S tiene un alcance muy limitado, ya que los impactos sociales se derivan y evolucionan a partir de la combinación de varias circunstancias culturales y políticas, mientras que la metodología del ACV-S sólo considera la situación actual. Además, no es capaz de determinar cómo de buenos son los productos o servicios, sino catalogarlos de mejora. Sin embargo, actualmente es posible realizar un ACV-S simple y preliminar, aunque la metodología aún está evolucionando y precisa de debate metodológico y más casos de estudio para poder llevar a cabo un ACV-S completo y preciso.

El enfoque científico actual en el campo de ACV Social se fundamenta en tres líneas estratégicas: (1) la metodología de ACV y su aplicación en diversos campos; (2) la evaluación de los Impactos de ACV Social de diversos productos y servicios; y, (3) como parte integrante del ACV de la Sostenibilidad, dentro de una evaluación más amplia que contempla las tres dimensiones de la sostenibilidad (la Ambiental, la económica y la social) (Alonso, 2017).

Se han realizado esfuerzos considerables en ACV-S para desarrollar una metodología sólida y coherente, lo que resultó en 2009 en las 'Directrices para la evaluación del ciclo de vida social de los productos' (UNEP-SETAC, 2009); no obstante, las mismas Directrices afirman que 'existe una necesidad urgente de aplicar el ACV-S mediante estudios de casos que ayuden a desarrollar aún más esta metodología recién surgida.

Los estudios de ACV Social dentro del sector de la construcción abarcan proyectos de construcción de edificios en Hong Kong (Dong & Ng, 2015), diferentes estructuras compuestas de madera para viviendas de bajos ingresos en Malasia (Balasbaneh, Marsono, & Khaleghi, 2018), desempeño social asociado con diferentes materiales de construcción aplicados a un tablero de puente de hormigón armado (Navarro, Yepes, & Martí, 2018), desempeño social de materiales de construcción utilizando un estudio de caso sobre construcción reciclada y natural (Hossain et al., 2018), el impacto social de diferentes alternativas de pavimento (Zheng et al., 2019) y la sostenibilidad social de los edificios a través de un enfoque basado en los intereses de las partes interesadas (Liu & Qian, 2019). Todos estos estudios se han dirigido al diseño sostenible de edificios e infraestructuras de obra civil, intentando mejorar la toma de decisiones en las etapas de viabilidad y diseño del ciclo de vida de las infraestructuras.

Sin embargo, el ACV Social se trata de una metodología muy reciente, la cual se puede entender que se encuentra en sus primeros años de desarrollo a pesar de la distancia en el tiempo transcurrida desde su origen (Dong & Ng, 2015; Jørgensen, 2013; Sánchez, 2015). Todavía es necesario alcanzar algunos consensos del estado Actual del conocimiento con respecto a los indicadores, la normalización del enfoque, las categorías de Impacto, y a su implementación en la práctica. Todo ello se irá consiguiendo paulatinamente a medida que se sucedan los estudios y las aplicaciones sobre casos reales (Alonso, 2017).

Para llevarlo a cabo el Análisis de Ciclo Social o ACV-S, se toma en cuenta la normativa UNE-EN ISO 14040 “Gestión Ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia”, en esta, se exponen un conjunto de principios que rigen las decisiones, la planificación y realización de un ACV, si bien en la ISO 14040 (2006); ISO 14044 (2006), el ACV no considera los asuntos económicos o sociales de un producto, el enfoque del ciclo de vida y las metodologías descritas en esta norma internacional se pueden aplicar a estos otros aspectos.

Alonso (2017) indica que si bien este documento fundamentalmente regula esta técnica basada en un enfoque ambiental; constituye el sustrato sobre el cual asentar el método de ACV Social, esto se realiza realizando ciertas adaptaciones con el fin de extrapolarlos al ACV Social. Esto implica adaptaciones y complementaciones puntuales en el marco normativo con el objetivo de integrar los aspectos sociales. Estas implementaciones se apoyan en las Directrices para la evaluación del ciclo de vida social de los productos, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Esto se

debe a que esta directriz presenta elementos clave para considerar y proporcionar orientación para las fases de meta y alcance, inventario, evaluación de impacto e interpretación de un ACV Social además de ofrecer un marco uniforme, lo suficientemente flexible para adaptarse a la mejora y variación continuas, pero lo suficientemente sólido como para proporcionar una base para el consenso y permitir la participación de una gama más amplia de partes interesadas (Benoît et al., 2010).

Acorde con la ya mencionada UNE-EN ISO 14040 (2006), el cuerpo estructural de un ACV está constituido mediante cuatro fases, las mismas cuatro fases que dan forma al ACV Social. Éstas son las que siguen: Definición del objetivo y alcance, Análisis del Inventario de Ciclo de Vida, Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida (EICV) e Interpretación del Ciclo de Vida. A continuación, se describen las diferentes fases dentro un ACV-S:

### **2.5.1 Fase: Definición del objetivo y Alcance:**

El objetivo es una declaración clara de propósito. La definición del objetivo debe ser claramente especificado para garantizar que el estudio cumplirá con la aplicación prevista, según la ISO 14040 (2006) el objetivo debe establecer: la aplicación prevista, las razones para realizar el estudio, el público previsto y si se prevé utilizar los resultados en aseveraciones comparativas. Jørgensen et al. (2008) identifica dos clases principales de metas o propósitos dentro de ACV-S; uno es la comparación de productos, procesos o empresas, aquí también etiquetado e inversiones socialmente responsables, la otra clase es la identificación de potenciales de mejora de productos o procesos.

En cuanto al alcance del ACV-S, define los límites impuestos al ciclo de vida del producto y sobre el detalle de la información a recopilar y analizar. Define donde los datos procederán, qué tan actualizado estará el estudio, cómo se manejará la información y dónde los resultados serán aplicables. Debe estar bien definido para asegurar que la amplitud, profundidad y el nivel del estudio sean compatibles y suficientes para alcanzar el objetivo establecido (UNEP-SETAC, 2009). El objetivo de la definición del alcance es identificar y definir el objeto del estudio y delimitar la evaluación (Jørgensen et al., 2008). Esta fase supone las bases a partir de las cuales se determina todo el estudio de ACV-S, El alcance de un estudio puede afectar en gran medida los resultados, es por ello que al realizar el ACV-S debe asegurarse de que describir la función (incluida la utilidad del producto), la unidad funcional y otras decisiones de alcance (en particular las partes interesadas y los tipos de impactos a considerar, las subcategorías que se incluirán, si se recopilarán datos genéricos o específicos del sitio y para qué procesos unitarios deben describirse) (UNEP-SETAC, 2009).

El alcance debe incluir: sistema del producto a estudiar, funciones del producto o, en el caso de estudios comparativos, los sistemas; la unidad funcional, los límites del sistema, los procedimientos de asignación; la categoría de impacto y metodología de evaluación del impacto, y la interpretación a usar, requisitos relativo a los datos, las suposiciones, las limitaciones, los requisitos iniciales de calidad de datos, el tipo de revisión crítica, si las hay; el tipo y formato de informe requerido para el estudio (ISO 14040, 2006). Cabe destacar que la técnica de ACV-S es iterativa, y mientras se recopilan los datos e información, pueden tener que modificarse diversos aspectos del alcance para cumplir con el objetivo original del estudio.

A continuación se describe los elementos fundamentales que debe ser considerados y descritos claramente dentro el alcance de un estudio según la ISO 14040 (2006) y modificados por la UNEP-SETAC (2009), para llevar a cabo una ACV-S:

- **Unidad funcional:** Se podría definir como el desempeño cuantificado de un sistema del producto para su uso como unidad de referencia. El propósito fundamental de una unidad funcional es proporcionar una referencia a la cual se relacionan las entradas y salidas. Se necesita esta referencia para asegurar que los resultados del ACV son comparables (ISO 14040, 2006).

En el caso de ACV-S al usar indicadores y datos cualitativos, puede ser difícil vincular los resultados específicamente a la unidad funcional. Sin embargo, es necesario definir la unidad funcional, así como la utilidad del producto, en la fase de objetivo y alcance del estudio, ya que esto proporciona la base necesaria para el producto modelado de sistemas. El criterio para determinar si la propiedad de un producto debe incluirse en la unidad funcional o si se trata de una propiedad obligatoria del producto, es decir, una propiedad que el producto debe tener para ser en absoluto considerada como una alternativa relevante. Las funciones de dos productos a comparar pueden diferir, pero la unidad funcional debe ser la misma (UNEP-SETAC, 2009).

- **Flujo de referencia:** Es la medida de las salidas de los procesos en un sistema del producto determinado, requerida para cumplir la función expresada mediante la unidad funcional. Es importante determinar el flujo de referencia en cada sistema del producto, para cumplir con la función prevista, es decir, la cantidad de productos necesaria para cumplir la función (ISO 14040, 2006).

Los flujos de referencia traducen la unidad funcional abstracta en flujos de productos específicos para cada uno de los sistemas de productos analizados. Los flujos de referencia son el punto de partida para construir los modelos necesarios de los

sistemas de productos. Ellos proporcionar una referencia para el "peso" de las diferentes empresas en la cadena de suministro (UNEP-SETAC, 2009).

• **Límites del sistema:** Es el conjunto de criterios que especifican cuales de los procesos unitarios son parte de un sistema del producto. Idealmente, el sistema del producto se debería modelar de tal manera que las entradas y las salidas en sus límites sean flujos elementales. Sin embargo, no es necesario gastar recursos para cuantificar tales entradas y salidas que no producirán cambios significativos en las conclusiones generales del estudio. Los criterios utilizados para establecer los límites del sistema son importantes para el grado de confianza en los resultados de un estudio y la posibilidad de alcanzar su objetivo (ISO 14040, 2006).

• **Requisitos de calidad de los datos:** Los requisitos de calidad de los datos especifican, en términos generales, las características de los datos necesarios para el estudio. Las descripciones de la calidad de los datos son importantes para comprender la fiabilidad de los resultados del estudio e interpretar correctamente los resultados del estudio (ISO 14040, 2006).

Este apartado es fundamental para garantizar que los resultados que se obtengan se basan en la fiabilidad, validez de los mismos y transparencia. La calidad de los datos se puede verificar cualitativa y cuantitativamente (Alonso, 2017). En la UNEP/SETAC (2009) se propone un listado de criterios que sirva como orientación en la evaluación de la calidad de datos:

- Validez: aportando información sobre lo que se procura medir.
- Relevancia: desde la adecuada naturaleza para realmente medir lo pretendido.
- Métodos de medición: respondiendo a métodos adecuados y apropiados.
- Integridad: desde el punto de vista del cumplimiento de las necesidades del estudio.
- Accesibilidad a la documentación: documentación de los datos e informaciones.
- Incertidumbre: certeza en los resultados.

### **2.5.2 Fase: Análisis del inventario de ciclo de vida**

El análisis del inventario implica la recopilación de los datos y los procedimientos de cálculo para cuantificar las entradas y salidas pertinentes de un sistema del producto. La realización de un análisis de inventario es un proceso iterativo. A medida que se recopilan los datos y se aprende más sobre el sistema, se pueden identificar nuevos requisitos o limitaciones, que requieran cambios en los procedimientos de recopilación de datos, de manera que aún se puedan cumplir los objetivos del estudio. Algunas

veces, se pueden identificar algunos asuntos que requieren una revisión del objetivo o del alcance del estudio (ISO 14040, 2006).

El análisis de inventario y la elección correcta de los datos de partida en el análisis de ciclo de vida determinan la utilidad y exactitud de los resultados finales. Este paso presenta especial complejidad en el caso del ACV-S; ya que a diferencia del ACV-A y del CCV, los datos de inventario definen relaciones sociales e incluyen datos cualitativos que aumentan la complejidad del análisis de inventario (Corona, 2016) . La UNEP-SETAC (2009), sugiere que la fase de inventario del ciclo de vida cumpla con los siguientes pasos operativos descritos a continuación:

- Recopilación de datos (para priorizar y seleccionar, utilizando datos genéricos, evaluación de puntos críticos)
- Preparación para la recopilación de datos principales
- Recopilación de datos principales
- Datos necesarios para la evaluación de impacto (caracterización)
- Validación de datos
- Relacionar datos (principales) con la unidad funcional y el proceso unitario (cuando corresponda)
- Refinando los límites del sistema
- Agregación de datos (cuando corresponda).

En la recolección de datos para un inventario para un ACV-S se debe tomar en cuenta que, aun teniendo toda la información del sistema la estimación de la importancia relativa de todo el proceso del sistema de producto es relevante para orientar recopilación de datos y asignación de esfuerzos en el estudio ACV-S. Por lo tanto, la priorización juega un papel importante en ACV-S. En ese sentido proporcionar una indicación relativa de la importancia de los diferentes procesos unitarios en el ciclo de vida de un producto, puede ser relevante mapear una "variable de actividad" común a todas las unidades procesos, esta información es útil para priorizar procesos para la recopilación de datos, decidiendo dónde se deben recopilar los datos en el sitio y dónde se encuentran los datos genéricos adecuado (UNEP-SETAC, 2009).

Con la elección de la variable de actividad se obtiene una primera pista sobre dónde enfocar los esfuerzos de recopilación de datos de inventario. Sin embargo, esta información sigue siendo indicativa. Por lo tanto, un segundo paso es una evaluación de puntos críticos, que proporciona más información sobre dónde pueden ubicarse los impactos sociales potenciales más importantes dentro del ciclo de vida del producto (UNEP-SETAC, 2009).

Los puntos de acceso social son procesos unitarios que se encuentran dentro de un sector y región que tiene altos riesgos de impacto negativo o altas oportunidades de impacto positivo. Concluir con un enfoque genérico, como la evaluación de puntos críticos, puede ser coherente con el alcance del estudio si se solicita una evaluación genérica. Finalmente, si el objetivo y el alcance requieren más especificidad, Luego buscamos recopilar datos de inventario social para los procesos unitarios identificados como puntos de acceso social. Es importante reiterar que, en la actualidad, las bases de datos para facilitar la evaluación de los puntos de acceso social se encuentran todavía en sus primeras etapas de desarrollo (Benoît et al., 2010).

Para facilitar la recopilación de información de inventario, algunos estudios reúnen datos sociales en distintos niveles considerando una escala geográfica. Esta escala se distingue entre dos niveles principales: (1) sectores y países, representados por datos genéricos sobre los problemas sociales inherentes a dichos sectores o países y (2) la región y empresas involucradas en el ciclo de vida, representadas por datos específicos (Dreyer, Hauschild, & Schierbeck, 2006; Macombe, Loeillet, & Gillet, 2018). Esta escala geográfica se utiliza para examinar y comparar las cuestiones sociales en todos los niveles de toma de decisiones. Algunos estudios consideran el análisis del nivel 1 (sectores y países) como un "screening ACV-S" (es decir, un ACV-S simplificado y preliminar) ya que los datos de inventario se obtienen únicamente de fuentes genéricas con el objetivo de identificar los procesos de la cadena de valor que presentan mayor importancia relativa (Ekener & Finnveden, 2013). Por el contrario, los datos específicos de inventario son particulares para cada análisis deben ser recopilados directamente por el analista. El uso de datos específicos aumenta la complejidad metodológica del análisis social, ya que requiere la asignación de grandes recursos económicos y temporales (Jørgensen, Dreyer, & Wangel, 2012).

### **2.5.3 Fase de Evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV)**

La fase de evaluación de impacto de un ACV tiene como propósito evaluar cuán significativos son los impactos potenciales utilizando los resultados del ICV. En general, este proceso implica la asociación de los datos de inventario con las categorías de impactos específicos y con los indicadores de esas categorías para entender estos impactos. La fase de la EICV también proporciona información para la fase de interpretación del ciclo de vida. Cuestiones tales como la elección, el modelado y la evaluación de categorías de impacto pueden introducir subjetividad en la fase de la EICV. Por lo tanto, la transparencia es crítica en la evaluación del impacto a fin de asegurar que las suposiciones están claramente descritas e informadas (ISO 14040, 2006).

La UNEP-SETAC (2009) identifica tres pasos obligatorios basados en ISO 14044 (2006), que permiten rastrear los datos del Inventario a través de los mecanismos sociales y socioeconómicos relevantes para definir un e impacto socio-económico. Esos tres pasos son los siguientes:

- Selección de categorías de impacto y métodos y modelos de caracterización;
- Vinculación de los datos del inventario con subcategorías particulares de la sLCIA y categorías de impacto (clasificación);
- Determinación y / o cálculo de resultados de indicadores de subcategoría (caracterización).

De acuerdo a las Directrices de la UNEP-SETAC (2009), las Categorías de Impacto se dividen en dos tipos:

- Categorías de Impacto de Tipo 1, se refieren a temas o cuestiones sociales cuyo fin es informar en relación a los impactos que se evidencian en el ámbito de cada una y, en función del grupo de interés en el que se centre el foco de atención. Evalúa el comportamiento social y utiliza puntos de referencia del comportamiento (PRP) para la caracterización y cuantificación de los datos de inventario.
- Categorías de Impacto de Tipo 2 que se caracterizan por estar formadas mediante unas Subcategorías que tienen una relación causal definida en los criterios sociales. En este caso, la lectura sigue el sentido desde los resultados de las Subcategorías a las Categorías de Impacto. Evalúa el impacto social y utiliza vías de impacto donde el inventario se organiza en categorías de impacto de punto medio mediante indicadores de causa-efecto.

La UNEP-SETAC (2009), especifica que las categorías de impacto deben representar temas sociales de interés y deben cubrir las seis Categorías de Impacto Social (Derechos Humanos, Condiciones Laborales, Seguridad y Salud, Patrimonio Cultural, Gobernanza y Repercusiones Socio-Económicas). Sin embargo, si bien las directrices, no indica claramente las distintas categorías de impacto, sí que define 31 subcategorías para clasificar el comportamiento social en los distintos actores envueltos en el ciclo de vida, las cuales se refieren a temas o cuestiones sociales cuyo fin es informar en relación a los impactos que se evidencian en el ámbito de cada una y, en función del Grupo de Interés en el que se centre el foco de atención.

El documento de la UNEP-SETAC (2009) refleja cinco partes interesadas entendiendo que éstas, podrían representar los principales grupos que se pudiesen ver afectados a lo largo del ciclo de vida de un producto (aunque podrían verse ampliados si así fuese requerido). Y a su vez, establece una doble clasificación en función de los



## | CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

Grupos de Interés y, las subcategorías Sociales, con el objetivo de organizar la estructura, identificación y funcionamiento del estudio. A continuación, vemos en la Tabla 02 de qué manera se encuentra relacionadas estas partes interesadas con las subcategorías:

Stakeholder Categorías	Subcategorías
Trabajadores	Libertad de Asociación y negociación colectiva
	Trabajo Infantil
	Salario Justo
	Horas de Trabajo
	Trabajo Forzado
	Igualdad de Oportunidades /Discriminación
	salud y seguridad
	Beneficios Sociales/ Seguridad Social
Consumidores	Crecimiento profesional (Adicional)
	Salud y seguridad
	Mecanismo de retroalimentación
	Privacidad del consumidor
	transparencia
	Responsabilidad final de la vida
Comunidad Local	Funcionalidad y usabilidad (Adicional)
	Accesibilidad (Adicional)
	Acceso de recursos materiales
	Acceso de recursos inmateriales
	Deslocalización y Migración
	Patrimonio Cultural
	Condiciones de vida segura y saludable
	Respeto de los derechos indígenas
Participación de la comunidad	
Sociedad	Empleo local
	Condiciones de seguridad
	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad
	Contribución al desarrollo económico
	Prevención y mitigación de conflictos armados
	Desarrollo de tecnología
Actores de cadena de valor	Corrupción
	Apoyo del gobierno (Adicional)
	Utilidad del producto (Adicional)
	Competencia Leal
	Promoción de la responsabilidad social
	Relaciones con proveedores
	Respeto de los derechos de propiedad intelectual

Tabla 02.- Relación de partes interesada con las subcategorías de impacto, según la UNEP- SETAC (2009).

En un ACV-S las subcategorías son la característica o atributo socialmente relevante que debe evaluarse. En este sentido, varias subcategorías pueden ser utilizadas para cubrir una categoría de Impacto. Las subcategorías de una categoría de impacto buscan describir el significado general de los indicadores utilizados para

representan esta subcategoría, esto se hace a través de un conjunto de indicadores. Por tanto, puede haber dos pasos de ponderación / agregación. Uno que permite pasar del indicador de inventario (resultados de inventario) a un resultado de subcategoría y el otro permite pasar de resultados de subcategorías a un resultado de categoría de impacto (UNEP-SETAC, 2009).

Los indicadores son parámetros que describen aspectos claves representativos de una realidad, fenómeno o característica. Se puede afirmar que el término indicador cuenta con un alto número de definiciones, aunque éstas en ocasiones resultan confusas al mezclar conceptos como “criterio, índice, indicador, o requisito (Alonso, 2017). La UNEP- SETAC (2009), indica que se pueden medir de tres formas: un indicador cuantitativo mide, o describe el aspecto o la característica a estudiar mediante la utilización de números, mientras que el cualitativo lo hace a través de las palabras. Y el semicuantitativo expresa los resultados a través de la forma sí/no, o un sistema de escala o de puntuación. De manera que la secuencia vista en la metodología propuesta por la UNEP- SETAC (2009) está formada de la siguiente forma: las categorías de impacto social se dividen en una serie de subcategorías sociales, y éstas a su vez pueden ser medidas por un conjunto de indicadores.

#### **2.5.4 Fase de Interpretación de Ciclo De Vida**

La interpretación es la fase del ACV, en la cual los hallazgos del análisis del inventario y de la evaluación de impacto se consideran juntos o, en el caso de estudios de ICV, sólo se consideran los hallazgos del análisis del inventario. La fase de interpretación debería proporcionar resultados que sean coherentes con el objetivo y el alcance definidos, que lleguen a conclusiones, expliquen las limitaciones y proporcionen recomendaciones (ISO 14040, 2006). De acuerdo con la UNEP- SETAC (2009), la participación y nivel de implicación de los Grupos de Interés debería también quedar reflejado.

Se recomienda que los principales hallazgos y conclusiones se acompañen de la discusión sobre el alcance del estudio las decisiones tomadas en la elaboración del inventario. Hay que analizar si se ha considerado las cuestiones más importantes y si los indicadores han sido los más adecuados. Como en el resto de metodologías de análisis de ciclo de vida, esta fase debe realizarse con la mayor transparencia, y debe informar sobre los actores involucrados en el análisis (Corona, 2016).

## 3. Marco Metodológico: Evaluación del Impacto social.

En esta sección se describe la implementación práctica de ACV-S, siguiendo las pautas establecidas en el documento de la UNEP-SETAC (2009) Directrices para la evaluación del ciclo de vida social de los productos, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la metodología estandarizada ISO 14040 (2006) e ISO 14044 (2006); ambos marcos metodológicos se adaptarán a las particularidades del enfoque de evaluación del impacto social en obras civiles y las características específicas de este sistema.

A continuación, se explica cada una de las fases principales que conforman la metodología a emplear: definición de objetivos y alcance, análisis del inventario del ciclo de vida, evaluación del impacto del ciclo de vida e interpretación del ciclo de vida.

### **3.1 Definición de objetivo y alcance**

#### **3.1.1 Objetivo del estudio.**

El objetivo de este estudio es desarrollar una metodología genérica para evaluar el impacto social en la construcción, basada en la metodología ACV-S expuesta en las Directrices UNEP-SETAC (2009), que permita realizar un análisis comparativo usando datos cualitativos y cuantitativos, y pueda ejecutarse de manera sencilla.

Este método de evaluación de impacto debería establecer la identificación de puntos críticos sociales en el ciclo de vida enfocado al sector de construcción, permitiendo establecer parámetros que permita la elección de manera práctica alternativas de diseño socialmente sostenible dentro un contexto específico. El enfoque propuesto busca adicionalmente identificar aspectos de mejora de productos y/o procesos con el fin facilitar que la opción elegida se tenga el mejor desempeño social.

#### **3.1.2 Alcance del estudio**

Como se indicó en el capítulo anterior, las directrices de UNEP-SETAC (2009) identifica dos enfoques principales para la evaluación de impacto social. Este estudio sigue el enfoque de tipo 1, la cual identifica temas sociales cuyo fin es informar en relación a los impactos que se evidencian en el ámbito de cada una y en función del Grupo de Interés en el que se focalice la atención, evaluando el comportamiento social mediante Puntos de Referencia del Comportamiento (PRP) para la caracterización y cuantificación de los datos de inventario.

El uso de puntos de referencia social da una indicación sobre el estado de la dimensión de los contextos sociales a lo largo del ciclo de vida, en lugar de las consecuencias sociales del ciclo de vida (Corona & San Miguel, 2019). Por lo tanto, aunque se utilizará el término "Categorías de impacto", el resultado se referirá al comportamiento social positivo o negativo sobre los problemas sociales en cuanto al bienestar humano.

Del mismo modo, la influencia social se evaluará tomando en cuenta el contexto geográfico, según lo establecido por Hosseinijou, Mansour, & Shirazi (2014), los cuales indican que los puntos críticos pueden evaluarse genéricamente a nivel del país, pero para el ACV-S específico del caso, se necesita información geográfica más precisa, o como plantea Russo et al. (2018) en donde referencia a los métodos que incluyen información tanto sobre la evaluación del desempeño como sobre la contextualización geográfica como mejor posicionados para proporcionar una evaluación del potencial impacto.

### **3.1.3 Límites del sistema**

El límite del sistema determina el alcance de un estudio ACV-S, sin embargo, el nivel de detalles puede variar según los diferentes estudios. Por una parte, Dreyer, Hauschild, & Schierbeck (2006) considera que ACV Social trata sobre los impactos en las personas y, por lo tanto, el enfoque debe estar en aquellas actividades en el ciclo de vida que afectan a las personas. Por otro lado, Siebert et al. (2018) consideran la conducta de las organizaciones en el ciclo de vida del producto como el principal impulsor de los efectos sociales que afectan a las personas, en consecuencia, el sistema de producción en el ACV-S se define como una red de organizaciones que se evalúan en función de su desempeño social.

Este estudio busca incluir aquellos procesos que están directamente relacionados con las actividades del proyecto, en el caso específico del sector de la construcción estos procesos se relacionan con las etapas de fabricación, construcción uso y mantenimiento. Como indica Hossain et al. (2018) la selección de los límites del sistema debe estar orientada a objetos. Por lo tanto, el sistema de productos de un estudio ACV-S debe incluir los componentes sociales relevantes, es decir, las partes interesadas que están involucradas o afectadas por las diferentes etapas de un producto, ya que el impacto social de esta etapa se derivará del uso del producto en sí, y no de la conducta de la empresa (Hosseinijou, Mansour, & Shirazi, 2014).

En este estudio tal como se muestra en la figura 02, las actividades dentro de las diferentes fases del ciclo de vida están vinculadas a las categorías de partes interesadas, similar a lo propuesto por Liu & Qian (2019) o por Dong & Ng (2015).

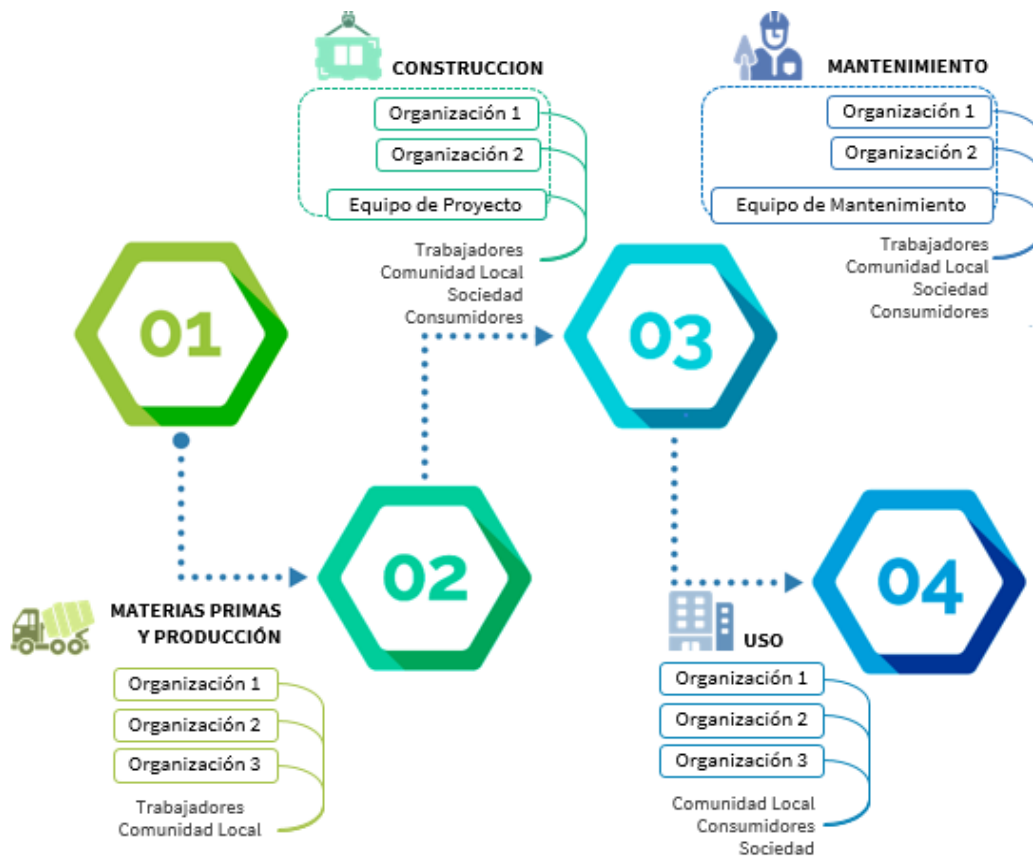


Fig.02 Relación entre las fases del ciclo de vida y las categorías de partes interesadas.

Como se observa en la figura anterior, solo se toma en cuenta aquellas categorías en donde el producto puede tener impacto directo durante el ciclo de vida. Para la fase de producción y fabricación de materias primas y/o estructuras se requieren varios materiales o productos, por lo tanto, varias organizaciones están involucradas y causan diferentes impactos debido a diferentes contextos regionales y conducta organizacional, afectando a los trabajadores de dichas organizaciones y la comunidad en donde se desarrolla la actividad.

En el caso de construcción y mantenimiento, si bien son manejados por diferentes organizaciones, que controlan y ejecutan los diferentes procesos constructivos, en el caso de este estudio, se toma en cuenta el equipo de proyecto ya en la fase de construcción o mantenimiento como una organización integra, afectando a los trabajadores, consumidores, la comunidad local. En el caso de la categoría de sociedad, si bien no tiene relación directa con el producto, se puede estimar el impacto que tiene el mismo dentro la industria o el entorno específico del lugar de construcción.

Cabe destacar que Si bien los límites del sistema determinan el alcance de un estudio ACV-S, el nivel de detalles puede variar entre diferentes estudios (Hossain et al., 2018).

### **3.1.4 Función y unidad funcional**

Para modelar el sistema del producto, LCA utiliza una unidad funcional ISO 14040 (2006) define la unidad funcional como el rendimiento cuantificado de un sistema de producto para su uso como unidad de referencia. La unidad funcional es una clave para ACV-S, se basa en la función del producto para el consumidor y permite la evaluación cuantitativa y la comparación de los impactos (UNEP-SETAC, 2009). Sin embargo, en ACV-S, los impactos generalmente no se expresarán por unidad funcional (FU), si se utilizan datos semicuantitativos o cualitativos. ACV-S a menudo trabaja con información sobre los atributos o características de los procesos que no se pueden expresar por unidad de salida del proceso. Por lo tanto, dicha información tampoco se resume por FU, cuando se agrega información a lo largo del ciclo de vida en un ACV-S (Hosseinijou et al., 2014).

Al realizar una evaluación apropiada relacionada con el producto, un FU es un requisito necesario, ya que el FU se deriva utilizando la misma definición que se describe en ISO 14044 / ISO 14040 (Siebert et al., 2018). Para resolver la complejidad de vincular los indicadores sociales con la FU, Hossain et al. (2018) proponen usar un enfoque de puntuación para expresar los impactos sociales, ya que el sistema de puntuación permite capturar los datos cuantificables y no cuantificables, traduciendo los datos de inventario (tanto aditivos como descriptivos) a los impactos de manera integral.

Es importante definir el FU no solo para modelar el sistema de productos, sino también para recopilar datos de inventario de aditivos sobre la base de FU (Hosseinijou, Mansour, & Shirazi, 2014). Este estudio, el proyecto se convierte en la unidad funcional y el elemento de comparación corresponde al sistema constructivo empleado para las propuestas. En este sentido podemos clasificar dos tipos de vinculaciones: mediante indicadores aditivos que son cuantificables y están directamente vinculados a FU, o a través de indicadores descriptivos que no pueden relacionarse con la FU pero que aún pueden capturar los puntos importantes.

## **3.2 Análisis del inventario del ciclo de vida**

### **3.2.1. Indicadores de evaluación del ciclo de vida social**

Siebert et al. (2018) establece que los indicadores se aplican en el marco ACV-S para reconocer relaciones desconocidas de causa y efecto entre las actividades de una organización y sus efectos sociales. Cada índice social se caracteriza por uno o

más indicadores sociales que se utilizan para estimar el estado del índice y su relación con las categorías de partes. Sin embargo, los enfoques de ACV-S utilizan varios índices sociales y diferentes números y tipos de indicadores sociales. Por lo tanto, la selección y el desarrollo apropiados de tales índices e indicadores sigue siendo uno de los principales desafíos en ACV-S.

Para realizar la selección de indicadores se tomó como base los establecidos en las Directrices para la Evaluación del Ciclo de Vida Social de los Productos del UNEP-SETAC (2009) que proporciona un marco general con hojas metodológicas para 31 subcategorías de impacto social con respecto a diferentes aspectos de las preocupaciones sociales. Si bien las Directrices nos proporciona una base para realizar el estudio, Liu and Qian (2019) la adopta como un esqueleto metodológico en lugar de un manual técnico. Establecen que, si bien la directriz identifica cientos de problemas sociales, no son todos relevantes para el análisis. Los problemas sociales se pueden identificar de manera diferente en diferentes escenarios regionales e industriales y se pueden cambiar con el tiempo, por lo tanto, debe entenderse un conjunto de problemas sociales asociados con diversas partes interesadas relacionadas con las diferentes fases del ciclo de vida antes de realizar ACV-S.

Sierra, Yepes, and Pellicer (2018) afirmaron que la definición de los criterios que deberían considerarse para evaluar la sostenibilidad social en los proyectos de construcción no se ha establecido claramente, y en muchos casos, solo se considera un número limitado de aspectos sociales. En consecuencia, para una investigación más profunda sobre la sostenibilidad social, este estudio revisa la literatura científica, guías e informes para establecer los principales grupos de criterios sociales que deben considerarse para evaluar el desempeño social dentro de un proyecto de construcción.

Para llevar a cabo la selección de indicadores, se toma como base, por un lado, las directrices que se basan en la metodología de estandarización ISO 14040 (2006) e ISO 14044 (2006); y por otro lado se realizará la misma acción con el documento de la UNEP-SETAC (2009) Directrices para la evaluación del ciclo de vida social de los productos, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Una vez establecida la base de indicadores, se sub dividirán en 2 fases. La primera fase, se establece una búsqueda de estudios previos y análisis de la literatura sobre estándares de sostenibilidad y ACV-S orientados al sector de la construcción con el fin de obtener un conjunto de aspectos sociales específicos. En la segunda fase examinan y ordenan los aspectos sociales preseleccionados con respecto a: 1) indicadores disponibles, que se habían encontrado en el paso anterior. 2) método de estimación de

cálculo. 3) confiabilidad de los indicadores disponibles y 4) la disponibilidad de datos de referencia a nivel nacional y regional específico del sector. Este paso generara un conjunto final de índices sociales específicos del contexto y sus indicadores sociales asociados, que se utilizarán para evaluar el desempeño social. A continuación, en la figura 03 vemos un esquema en el que se puede resumir el proceso descrito:



Fig.03 Proceso de selección de indicadores de evaluación de ciclo de vida.

### 3.2.2. Selección de Indicadores de evaluación de ciclo de vida.

Para realizar la selección de indicadores se establece contrastar los trabajos de investigación científica pasados, basados en evaluación del ciclo de vida social dentro del sector de la construcción o afines, con el propósito de obtener una lista de indicadores e índices usado, así como fuentes de obtención de datos y fases en las cuales fueron llevados a cabo. Para llevarlo a cabo se realiza los siguientes pasos:

El primer paso consiste en elaborar una búsqueda de estudios previo de la literatura, para esto se realizó a través de la base de datos científica SCOPUS. El periodo de búsqueda abarcara desde 2005 hasta el 2020 (enero). Las contribuciones iniciales se seleccionarán de acuerdo con el tipo de documento y su relevancia a partir de los resultados de la estrategia de búsqueda. descrita a continuación en la figura 04:



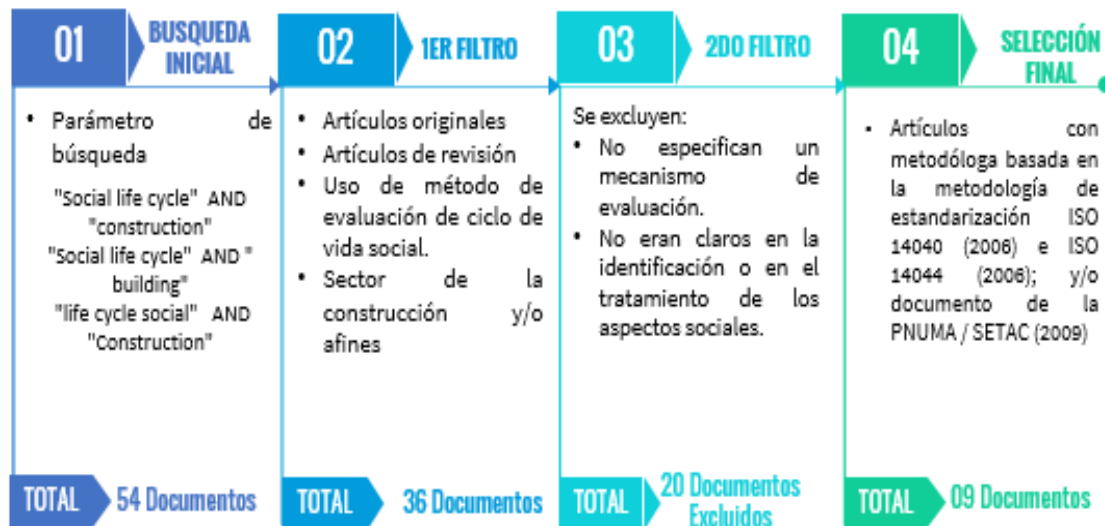


Fig. 04. Estrategia de búsqueda de estudios previos de evaluación de ciclo de vida en la construcción.

En una primera fase se realiza una búsqueda en la base de datos científica SCOPUS bajo los parámetros: "Social life cycle" AND "construction", "Social life cycle" AND "building" y "life cycle social" AND "Construction", dando como resultado un total de 54 documentos de investigación científica.

En una segunda fase se realizó un primer filtro mediante el cual fueron considerados solo artículos originales y artículos de revisión que usaron método de evaluación de ciclo de vida social enfocados en el sector de la construcción o afines. En esta fase se redujo la búsqueda a 36 documentos científicos.

En la tercera fase se hace un análisis rápido de los documentos filtrados mediante una lectura rápida (título, palabras clave y resumen, alcance, métodos y campo de estudio), excluyendo los estudios descriptivos conceptuales que no especifican un mecanismo de evaluación o no son claros en la identificación o el tratamiento de los aspectos sociales, dando una reducción de 20 documentos.

En la cuarta y última etapa se analiza los documentos seleccionados en profundidad y se tomaron en cuenta aquellos que se basaron en la metodología de estandarización ISO 14040 (2006) e ISO 14044 (2006); y/o documento de la UNEP-SETAC (2009), dando como resultado un total de 09 documentos finales, presentados en la tabla 03 a continuación:

ITEM	AUTOR	AÑO	TITULO ARTICULO	TITULO DE REVISTA
1	Balasbaneh, A. T., Marsono, A. K. B., & Khaleghi, S. J	2018	Sustainability choice of different hybrid timber structure for low medium cost single-story residential building: Environmental, economic and social assessment.	Journal of Building Engineering
2	Corona, B., San Miguel, G.	2019	Social Performance of Electricity Generation in a Solar Power Plant in Spain—A Life Cycle Perspective	Environmental Footprints and Eco-Design of Products and Processes
3	Dong, Y.H., Ng, S.T.	2015	A social life cycle assessment model for building construction in Hong Kong	International Journal of Life Cycle Assessment
4	Hossain, M.U., Poon, C.S., Dong, Y.H., Lo, I.M.C., Cheng, J.C.P.	2018	Development of social sustainability assessment method and a comparative case study on assessing recycled construction materials	International Journal of Life Cycle Assessment
5	Hosseiniyou, S. A., Mansour, S., & Shirazi, M. A	2014	Social life cycle assessment for material selection: A case study of building materials.	International Journal of Life Cycle Assessment,
6	Kono, J., Ostermeyer, Y., Wallbaum, H.	2018	Trade-offbetween the social and environmental performance of green concrete: The case of 6 countries	Sustainability (Switzerland)
7	Liu, S., & Qian, S.	2019	Evaluation of social life-cycle performance of buildings: Theoretical framework and impact assessment approach.	Journal of Cleaner Production
8	Navarro, I.J., Yepes, V., Martí, J.V.	2018	Social life cycle assessment of concrete bridge decks exposed to aggressive environments	Environmental Impact Assessment Review
9	Zheng, X., Easa, S. M., Yang, Z., Ji, T., & Jiang, Z.	2019	Life-cycle sustainability assessment of pavement maintenance alternatives: Methodology and case study.	Journal of Cleaner Production

Tabla 03. Resumen de documentos científicos a analizar.

Con esta la lista de documentos científicos se realiza un análisis profundo en donde se hace una identificación de las principales características del estudio como son objetivo del estudio, unidad funcional, variable de la actividad, fases tomadas en cuenta y grupos de interés más afectados, tal como se muestra en la tabla 04. Podemos observar que el Análisis de ciclo de vida social dentro del sector de la construcción es aplicado para analizar el impacto generado en un proyecto (Corona, 2016; Dong & Ng, 2015), como comparar alternativas de materiales dentro un diseño (Balasbaneh, Marsono, & Khaleghi, 2018; Hossain et al., 2018), o comparar dos propuesta de proyectos (Kono, Ostermeyer, & Wallbaum 2018; Liu & Qian, 2019). Este estudio se enfoca en evaluar el desempeño social de dos alternativas de diseño para un mismo proyecto, teniendo como variante el sistema constructivo empleado para su construcción.

AUTOR	OBJETIVO DE ESTUDIO	UNIDAD FUNCIONAL	VARIABLE DE LA ACTIVIDAD	METODOLOGIA	FASES	GRUPO DE INTERES MAS AFECTADO
<b>UNEP-SETAC (2009)</b>	Método general ACV-S	Todos	Ninguna	Pautas de ACV-S	Todos	Todos
<b>Balashneh, A. T., Marsono, A. K. B., &amp; Khaleghi, S. J</b>	Analizar la participación de las partes interesadas en la contribución al desarrollo económico para la cantidad de empleos creados y su monto de salario relacionado	Diferentes opciones de materiales de un proyecto constructivo.	Empleo generado por tres actividades sectoriales diferentes.	Metodología propuesta en base a indicadores UNEP-SETAC	Fabricación, construcción, operación y mantenimiento. Demolición y reutilización-reciclaje excluidas.	Trabajadores
<b>Corona, B., San Miguel, G.</b>	Doble Enfoque: 1. Evaluación genérica de los riesgos sociales asociados con el ciclo de vida de la planta de energía solar. 2. Explorar el desempeño social y socioeconómico de las organizaciones responsables de las actividades que conforman el ciclo de vida del sistema. El promotor	1. 1 MWh de electricidad vertida en la red eléctrica española. 2. La empresa promotora	1. Ninguna. 2. Comportamiento de la empresa	1. New Earth in Social LCIA Method 1 v.1.0 (Benoit-Norris et al. 2013) 2. Metodología propuesta UNEP-SETAC	1. Manufactura, construcción, operación y mantenimiento. No se considera transmisión, distribución y utilización. 2. Desarrollo del proyecto, la construcción de la planta de energía, la operación y el mantenimiento, y las actividades de fin de vida.	1. Derechos laborales, Derechos humanos, salud y seguridad, gobernanza e infraestructura comunitaria 2. Trabajadores, Comunidad Local, Sociedad, Actores de la cadena de valor.
<b>Dong, Y.H., Ng, S.T.</b>	Evaluar cuantitativamente los impactos sociales de un proyecto de construcción de edificios.	Proyecto de construcción	Ninguna	Metodología propuesta en base a indicadores UNEP-SETAC	Adquisición de material hasta la construcción en el sitio.	Trabajador, comunidad local y sociedad
<b>Hossain, M.U., Poon, C.S., Dong, Y.H., Lo, I.M.C., Cheng, J.C.P.</b>	Desarrollar un método ACV-S eficaz y fácil de manejar que pueda usarse para evaluar y comparar la sostenibilidad social de los materiales de construcción	Materiales de construcción reciclados en Hong Kong	Ninguna	Metodología propuesta en base a indicadores UNEP-SETAC	Extracción de materias primas, el proceso de fabricación, el transporte, el uso y los tratamientos al final de la vida útil (eliminación o reciclaje).	Trabajadores, Comunidad Local, Sociedad, comerciantes de materiales, Productor.
<b>Hosseinijou, S. A., Mansour, S., &amp; Shirazi, M. A</b>	Evaluación comparativa de los impactos sociales y socioeconómicos en el ciclo de vida del hormigón y el acero como materiales de construcción en Irán para identificar las mejores opciones socialmente sostenibles.	Acero y cemento necesario para 1 m2 de superficie	Horas de trabajo	Directrices UNEP-SETAC	Extracción, producción, construcción y eliminación.	trabajadores, comunidad local y sociedad

AUTOR	OBJETIVO DE ESTUDIO	UNIDAD FUNCIONAL	VARIABLE DE LA ACTIVIDAD	METODOLOGIA	FASES	GRUPO DE INTERES MAS AFECTADO
<b>Kono, J., Ostermeyer, Y., Wallbaum, H.</b>	Evaluar diferentes opciones de diseño de hormigón mezclado con escoria de acero	Diferentes dosificaciones para 1 kg de hormigón mezclado con escoria de acero	Ninguna	Directrices UNEP-SETAC	No Explica	Trabajadores, Comunidad Local, Sociedad, Actores de la cadena de valor.
<b>Liu, S., &amp; Qian, S.</b>	Comparar dos proyectos que adoptan diferentes métodos de construcción y diferentes marcos estructurales.	Dos edificios que adoptan diferentes métodos de construcción.	Solo partes relacionadas con la estructura, construido mismo contratista, ubicados en el mismo lugar.	Metodología propuesta en base a indicadores UNEP-SETAC	Extracción de materia prima, fabricación de materiales de construcción o productos, la construcción en el sitio y la operación y mantenimiento (O&M). Las etapas de demolición y reutilización-reciclaje no se incluyen.	Trabajadores, los ocupantes, la comunidad local y la sociedad
<b>Navarro, I.J., Yepes, V., Martí, J.V.</b>	Evaluar el desempeño social de las diferentes alternativas de diseño de la cubierta del puente expuestas a un entorno marino.	Diferentes opciones de dosificación materiales utilizados para 1 m de cubierta de un puente.	Ninguna	Directrices UNEP-SETAC	Construcción en el sitio, la operación y mantenimiento	Trabajadores, consumidor, la comunidad local y la sociedad
<b>Zheng, X., Easa, S. M., Yang, Z., Ji, T., &amp; Jiang, Z.</b>	Evaluar los impactos sociales positivos y negativos para las alternativas de pavimento durante sus fases de ciclo de vida.	Diferentes alternativas de diseño para un proyecto de pavimento.	Ninguna	Metodología propuesta en base a indicadores UNEP-SETAC	Materias primas, Producción, y fase de construcción	Trabajadores, la comunidad local, la sociedad y el consumidor
<b>Este estudio</b>	Comparar el desempeño de sostenibilidad para las alternativas de diseño de puentes de hormigón	Diferentes alternativas de diseño para un proyecto de puentes de hormigón.	Ninguna	Directrices UNEP-SETAC	Materias primas, Producción, y fase de construcción	Trabajadores, consumidor, la comunidad local y la sociedad

Tabla 04. Características de estudios previos

Como se puede apreciar en algunos casos se agregaron subcategorías nuevas a la lista de categoría planteada por UNEP-SETAC (2009), como por ejemplo en la categoría de trabajadores se agrega crecimiento profesional (Hossain et al., 2018; Kono et al., 2018; Zheng et al., 2019), o en la categoría de consumidores se agrega, la usabilidad y funcionabilidad, así como la accesibilidad (Corona & San Miguel, 2019; Hossain et al., 2018).

Hossain et al. (2018) agrega nuevas categorías a la ya planteadas, tomando al productor como una parte interesada dentro del ciclo de vida, y evaluando aspectos como, la seguridad y salud, la responsabilidad en etapas de uso del producto, el etiquetado, la responsabilidad al final de la vida del producto y la satisfacción del usuario. Por otro lado agrega el desempeño socioambientales, el cual toma en cuenta los aspectos medioambientales del proyecto y como estos afectan al entorno en donde se dispone el proyecto, incluye cinco subcategorías: materiales, energía y agua, emisiones, biodiversidad y desperdicios sólidos diferentes relacionadas con los sistemas de gestión ambiental, sin embargo, para este estudio se considera que los aspectos ambientales se deberían evaluar por separado en ACV ambiental, tal como lo hicieron Dong & Ng (2015) o Balasbaneh et al. (2018).

El lugar en donde se desarrolla el proyecto, también es un aspecto a considerar, puesto que esto puede condicionar la búsqueda de datos para el desarrollo del ACV, en este sentido podemos encontrar, un mismo lugar para todas las fases del proyecto (Balasbaneh et al., 2018; Zheng et al., 2019), el uso de diferentes lugares de extracción de materia prima con respecto al lugar del proyecto (Dong & Ng, 2015; Navarro, Yepes, Martí, et al., 2018), o diferentes lugares de ejecución del proyecto (Liu & Qian, 2019). Para este estudio, se considerará que todas las fases del proyecto se ejecutan en un mismo sitio, a fin de hacer un análisis más específico del contexto en donde se ejecuta el proyecto.

Una vez analizado los estudios previos se procede a realizar una tabla comparativa en la cual permite contrastar los indicadores establecidos en las UNEP-SETAC (2009) con indicadores o índices contenidos en los estudios previos; a fin de obtener una lista índice de categorías o Stakeholder y subcategorías más usados, tal como se aprecia en la tabla 05. Esta lista además permite indagar acerca de medición propuesta para los indicadores, y los aspectos tomados en cuenta, ya sean indicadores genéricos o indicadores de sitio específico.

Stakeholder Categorías	Subcategorías	Balasbaneh, Marsono, & Khaleghi	Corona & San Miguel	Dong, Y.H., Ng, S.T.	Hossain et al.	Hosseinijou, S. A., Mansour, S., & Shirazi, M. A	Kono, J., Ostermeyer, Y., Wallbaum, H.	Liu, S., & Qian, S.	Navarro, I.J., Yepes, V., Marti, J.V.	Zheng et al.
Trabajadores	Libertad de Asociación y negociación colectiva		x	x		x		x		
	Trabajo Infantil		x	x		x				
	Salario Justo	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Horas de Trabajo		x	x	x		x	x		x
	Trabajo Forzado		x	x	x	x	x	x		
	Igualdad de Oportunidades /Discriminación			x	x			x	x	
	salud y seguridad		x	x	x	x		x	x	x
Beneficios Sociales/ Seguridad Social			x		x					
Crecimiento profesional (Adicional)					x		x		x	
Consumidores	Salud y seguridad					x		x		x
	Mecanismo de retroalimentación							x		
	Privacidad del consumidor									
	transparencia									
	Responsabilidad final de la vida									
	Funcionalidad y usabilidad (Adicional)							x		
Accesibilidad (Adicional)							x	x		
Comunidad Local	Acceso de recursos materiales		x	x		x		x		x
	Acceso de recursos inmateriales									
	Deslocalización y Migración									
	Patrimonio Cultural			x		x				
	Condiciones de vida segura y saludable			x		x		x	x	x
	Respeto de los derechos indígenas						x			
	Participación de la comunidad			x		x		x	x	
	Empleo local	x	x	x		x		x	x	
Condiciones de seguridad										

Stakeholder Categorías	Subcategorías	Balabaneh, Marsono, & Khaleghi	Corona & San Miguel	Dong, Y.H., Ng, S.T.	Hossain et al.	Hosseinijou, S. A., Mansour, S., & Shirazi, M. A	Kono, J., Ostermeyer, Y., Wallbaum, H.	Liu, S., & Qian, S.	Navarro, I.J., Yepes, V., Marti, J.V.	Zheng et al.
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad		x	x	x			x		x
	Contribución al desarrollo económico		x		x	x	x		x	
	Prevención y mitigación de conflictos armados		x							
	Desarrollo de tecnología		x		x	x		x		x
	Corrupción		x				x			
	Apoyo del gobierno (Adicional)					x				
Utilidad del producto (Adicional)			x							
Actores de cadena de valor	Competencia Leal		x		x	x				
	Promoción de la responsabilidad social		x		x					
	Relaciones con proveedores		x		x	x				
	Propiedad intelectual		x		x					
Adicionales /Productor	Salud y seguridad				x					
	responsabilidad de la etapa de uso				x					
	Etiquetado de productos y servicios.				x					
	responsabilidad al final de la vida				x					
	satisfacción del usuario				x					
Adicionales /Interesados relevantes desempeños socioambientales	Materiales				x					
	energía y agua				x					
	Emisiones				x					
	Desechos sólidos y efluentes				x					
	Biodiversidad				x					

Tabla 05. Índice de categorías o Stakeholder y subcategoría usados en estudios previos.

Una vez analizados las categorías y subcategorías usadas en estudios previos y en las hojas metodológicas de las UNEP-SETAC (2013), se llevó a cabo un análisis de puntos críticos para identificar las preocupaciones sociales relevantes para el estudio de caso específico (Navarro, Yepes, Martí, et al., 2018), siendo influenciada la selección de indicadores por la naturaleza del objetivo de la evaluación, la relevancia para el contexto del sector de la construcción y la disponibilidad de datos.

Se descartaron indicadores no relevantes para este estudio, al considerar que se encuentran cubiertos por la legislación española, ya sea al estar prohibidos como en el caso del Trabajo Infantil, trabajo forzado o corrupción, o, al ser de aplicación obligatoria para las empresas como salario justo y seguridad social a trabajadores. Esto permitió refinar la selección a cuatro (4) categorías de parte interesadas y catorce (14) subcategorías de impacto, las cuales se muestra en la tabla 06.

La categoría de trabajadores, tienen como finalidad abordar el escenario socioeconómico de estos, abarca desde los involucrados dentro la ejecución el proyecto, como la que produce la materia prima o elementos de hormigón prefabricados, esta categoría se conforma por 6 subcategorías de impacto.

La categoría de consumidores, se refiere a los usuarios, o los que se puedan ver afectados durante la fase de construcción y mantenimiento del mismo, se aborda los problemas de movilidad, y la eliminación del producto y reciclaje de la actividad dentro del área de construcción.

La categoría de comunidad local, la seguridad y la salud evalúan si las actividades de producción en fábricas o trabajos de construcción en el sitio tienen un buen control de la generación de ruido, la contaminación y la emisión de polvo para evitar dañar la salud y la comodidad de los vecinos así como evalúa cómo las obras de construcción afectan el tiempo y la distancia de viaje diario de las personas y disminuyen la movilidad de la vida diaria; en cuanto al acceso de recursos evalúa el uso de materiales de la zona y la afectación en caso de cambio de uso de la tierra; en participación de la comunidad abarca como el proyecto presenta una apariencia insatisfactoria en el sector de construcción; y el empleo local investiga la influencia directa e indirecta de un proyecto en el empleo local. Las preferencias locales de contratación brindan importantes ingresos y oportunidades de capacitación a los miembros de la comunidad. Además, el desarrollo de relaciones con proveedores locales alentará aún más el empleo y el desarrollo local.

La categoría de sociedad se toma en cuenta subcategorías centradas en el compromiso de la sociedad con respecto a los problemas de sostenibilidad, el desarrollo



### | CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO

económico y tecnológico, así como el apoyo del gobierno hacia la sostenibilidad social, tomando desarrollo tecnológico dentro del proyecto través del uso de nuevas tecnologías o el uso y soporte de proveedores nacionales.

En esta selección se hace una diferenciación entre si el resultado del indicador es cuantitativo o semicuantitativo. Los indicadores cuantitativos describen los problemas evaluados utilizando valores específicos mientras que los indicadores semicuantitativos son la cuantificación de indicadores cualitativos que usualmente usan un sistema de puntaje o una forma de sí / no (Liu & Qian, 2019).

Stakeholder Categorías	Subcategorías	Indicador	Tipo	Referencia
<b>Trabajadores</b>	Salario Justo	Relación entre el salario promedio para la actividad específica en el lugar de la actividad y salario vital nacional	Cuantitativo	(Navarro, Yepes, Martí, et al., 2018)
	Horas de Trabajo	Promedio mensual de horas de trabajo	Cuantitativo	(UNEP-SETAC, 2013)
	Igualdad de Oportunidades /Discriminación	Tasas de empleo de personas con necesidades especiales con respecto al total de personas empleadas en la ubicación de la actividad	Cuantitativo	(Corona & San Miguel, 2019)
		Tasa de desempleo en la ubicación de la actividad de mujeres vs hombres. Número total de incidentes de discriminación	Cuantitativo	(Navarro, Yepes, Martí, et al., 2018)
	Salud y Seguridad	Tasa de accidentes para la actividad específica en la ubicación de la actividad	Cuantitativo	(UNEP-SETAC, 2013)
<b>Consumidores</b>	Accesibilidad	Rendimiento con respecto a la prevención de problemas de movilidad (fase de construcción)	Cuantitativo	(Liu & Qian, 2019; Navarro, Yepes, Martí, et al., 2018)
<b>Comunidad Local</b>	Acceso de recursos locales	Utilizar recursos materiales locales Cambios en la propiedad de la tierra / uso de la tierra	Cuantitativo	(UNEP-SETAC, 2013)
	Condiciones de vida segura y saludable	Restricción de la velocidad del tráfico a lo largo de la zona de trabajo	Semicuantitativo	(Navarro, Yepes, Martí, et al., 2018)
	Condiciones de vida segura y saludable	Niveles de contaminación para la actividad específica	Cuantitativo	(UNEP-SETAC, 2013)
	Empleo local	Tasa de desempleo	Cuantitativo	(Liu & Qian, 2019)
<b>Sociedad</b>	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	Estado de las prácticas de gestión.	Cuantitativo	(Liu & Qian, 2019)

Stakeholder Categorías	Subcategorías	Indicador	Tipo	Referencia
	Contribución al desarrollo económico	Producto interno bruto en la ubicación de la actividad	Cuantitativo	(Navarro, Yepes, Martí, et al., 2018)
	Desarrollo de tecnología	Estado de las prácticas de gestión. Tasa de uso de nuevas tecnologías	Semicuantitativo	(Liu & Qian 2019)

Tabla 06 Indicadores sociales para las subcategorías consideradas en el estudio.

### 3.3. Evaluación del Impacto

#### 3.3.1. Metodología

El UNEP-SETAC (2009) establece que al momento de evaluar el rendimiento de una determinada situación un método de caracterización adecuado es el basado en puntos de referencia de rendimiento (PRP). Para las directrices los PRP pueden ser umbrales establecidos internacionalmente, o metas u objetivos de acuerdo con convenciones y mejores prácticas. Siebert et al. (2018) indican que este enfoque de caracterización aumenta los datos del inventario y permite la contextualización. En consecuencia, los PRP permiten evaluar la posición de un indicador en relación con el rendimiento esperado de un valor de referencia establecido. En otras palabras, los PRP se pueden usar para calcular el nivel del desempeño social de un valor indicador conocido como desempeño social relativo.

Para llevar a cabo la Evaluación del impacto procederá a establecer un valor de referencia para cada uno de los indicadores establecidos en el paso anterior, estos puntos de referencia permiten la evaluación no de los impactos sociales per se, sino del desempeño social. Es decir, el efecto que una actividad o producto específico tiene en el sistema social definido en el análisis en relación con su estado actual, tal como lo establece (Navarro, Yepes, Martí, et al., 2018).

Tomando en cuenta que se pretende analizar las actividades dentro del contexto español; el rendimiento social de una actividad específica se estimará en relación con los valores medios, mínimos y máximos españoles registrados en las regiones españolas para aspectos sociales específicos. En base a los valores de referencia mencionados, los datos de inventario se caracterizarán y normalizarán, con esto se establecerá los indicadores con el fin de aplicarlos al proyecto de estudio. Estos datos de referencia se obtuvieron de fuentes autorizadas, incluida la oficina nacional de estadísticas, informes gubernamentales, informes de organizaciones de renombre y los medios de comunicación nacionales, tal como lo sugiere Corona & San Miguel (2019).

### 3.3.2. Caracterización y Normalización de indicadores.

La fase de caracterización es el paso que tiene como objetivo transformar los datos de inventario para cada una de las subcategorías de impacto consideradas en Puntos de Referencia de Rendimiento (PRP). Como se enumera en la Tabla 04, participan dos grupos de indicadores, los indicadores cuantitativos y semicuantitativos. Estos indicadores se transforman en indicadores de subcategoría que oscilan entre 0 y 1, lo que indica muy negativo (o altamente insostenible) a muy positivo (o altamente sostenible). A continuación, se describe el proceso de calificación según el tipo de indicador:

- Para los indicadores semicuantitativos, se forman base a la existencia del estado de las prácticas dentro el sector específico o en los esfuerzos de gestión de las empresa u organizaciones. El proceso de calificación del cumplimiento para cada componente se asigna por 0, 0.5 y 1, respectivamente, correspondientes a 0 = no cumple, 0.5= cumple parcialmente y 1 = cumple totalmente (Zheng et al., 2019).
- Para los indicadores cuantitativos se obtienen utilizando valores de referencia de desempeño (PRP), que pueden ser valores de desempeño promedio del país y / o sector. En este caso el indicador cuantitativo se puntúa de 0 a 1 en función del porcentaje relativo entre datos específicos del sitio y genéricos (estadísticos), oscilan siendo 1 la situación o practica más deseable para el contexto español y 0 la situación o practica menos sostenible o menos deseable (Hossain et al., 2018).

El cálculo y caracterización depende en gran medida del significado real de los indicadores. En la tabla 07, que se muestra el método de normalización por indicador tomando en cuenta su objetivo y el tipo de medición de los puntos de referencia.

Stakeholder Categorías	Subcategorías	Indicador	Tipo	Und	Obj	Caracterización	Descripción
<b>Trabajadores</b>	Salario Justo	Relación entre el salario promedio para la actividad específica en el lugar de la actividad y salario vital nacional	Cuantitativo	%	Max	$X = \frac{Valor - \%sMin}{sMax - \%sMin}$	Valor= Salario promedio de la actividad en el lugar S máx.= Salario Promedio Nacional de la Actividad S min=Salario Mínimo vital Nacional
	Horas de trabajo	Promedio mensual de horas de trabajo	Cuantitativo	Nro.	Min	$X = 1 - \frac{Ha}{Ht}$	Ha= Horas de duración de las actividades de la fase Ht=Duración de todo el proceso constructivo durante todas las fases.
	Igualdad de Oportunidades	Tasas de empleo de personas con necesidades especiales con respecto al total de personas empleadas en la ubicación de la actividad	Cuantitativo	%	Max	$X = \frac{Valor - \%EMin}{\%EMax - \%EMin}$	Valor= Tasa de empleo promedio de personas con discapacidad de la actividad en el lugar % e Max= Tasa de empleo máxima promedio Nacional de la Actividad % e min=Tasa de empleo mínima promedio Nacional de la Actividad
	Discriminación	Diferencia Salarial en la ubicación de la actividad de mujeres vs hombres.	Cuantitativo	Nro.	Min	$x = 1 - \left( \frac{Smed - Smuj}{Smed} \right) \cdot \left( \frac{Smed - Shom}{Smed} \right)$	Sh= Salario Promedio de Hombres en el lugar de la actividad Sm= Salario Promedio de Mujeres en el lugar de la actividad
	Salud y Seguridad	Tasa de accidentes para la actividad específica en la ubicación de la actividad	Cuantitativo	%	Min	$X = 1 - \frac{Valor - \%aMin}{\%aMax - \%aMin}$	Valor= tasa de accidentes para la actividad específica en la ubicación de la actividad %amax= tasa de accidentes nacional mínima para la actividad específica %amin= tasa de accidentes nacional mínima para la actividad específica
<b>Consumidores</b>	Accesibilidad	Rendimiento con respecto a la prevención de problemas de movilidad (fase de construcción)	Cuantitativo	Nro.	min	$X = 1 - \frac{Tm}{TSL} * \frac{v}{Vnor}$	T SL= Tiempo total de los procesos Tm = tiempo total de la etapa v = velocidad de tráfico en operaciones de mantenimiento a lo largo de la zona de trabajo V norma = velocidad de tráfico en operación normal condiciones

CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO

Stakeholder Categorías	Subcategorías	Indicador	Tipo	Und	Obj	Caracterización	Descripción
<b>Comunidad Local</b>	Acceso de recursos materiales	Gasto Potencial de proveedores locales	Cuantitativo	Nro.	Max	$X = \frac{GP}{GT}$	GP= Gasto Potencial de proveedores locales GT= Gasto de todo el proyecto
	Condiciones de vida segura y saludable	Restricción de tráfico durante la obra	Semicuantitativo	s / n	s	$X = No = 0 / X = Si = 1$	Si= Si existen Restricción No= No existe Restricción
	Condiciones de vida segura y saludable	Niveles de contaminación	Cuantitativo	%	min	$X = 1 - \frac{Valor - \%em Min}{\% em Max - \% em Min}$	Em=Emisiones de gases por actividad en la ubicación específica Emmin=Emisiones por actividad mínima nacional Emmax=Emisiones por actividad máxima nacional
	Empleo local	Tasa de desempleo	Cuantitativo	%	máx.	$X = \frac{Valor - \% sMin}{sMax - \%sMin}$	Ur = tasa de desempleo en la ubicación de la actividad Ur min = tasa de desempleo nacional mínima Ur máx. = tasa de desempleo nacional máxima
<b>Sociedad</b>	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	Tasa de Desempeño desarrollo sostenible	Cuantitativo	%	min	$X = 1 - \frac{Valor - \% ODS Min}{\% ODS Max - \% ODS Min}$	Valor= Tasa de Desempeño en desarrollo sostenible ODS min =Tasa de Desempeño en desarrollo sostenible mínimo ODS máx. =Tasa de Desempeño en desarrollo sostenible máximo
	Contribución al desarrollo económico	Producto interno bruto en la ubicación de la actividad	Cuantitativo	%	min	$X = 1 - \frac{Valor - PIB Min}{PIBMax - PIB Min}$	Valor= Producto interno bruto en la ubicación de la actividad PIB min = Producto interno bruto nacional mínimo PIB máx. = Producto interno bruto nacional máximo
	Desarrollo de tecnología	Tasa de uso de nuevas tecnologías	Cuantitativo	%	máx.	$X = \frac{Valor - \% Nt Min}{\% Nt Max - \% Nt Min}$	Valor= Tasa de uso de Nueva Tecnología Nt min =Tasa de uso de Nueva Tecnología mínimo Nt máx. =Tasa de uso de Nueva Tecnología máximo

Tabla 07. Normalización de indicadores según se PRP.

### 3.3.3. Pesos

La ponderación en el ACV-S es una cuestión controvertida, ya que implica juicios subjetivos y preferencias que cambian según la persona, la cultura y ubicación geográfica. Por lo tanto, los analistas generalmente agregan todas las subcategorías con el mismo peso (Ekener & Finnveden, 2013; Franze & Citroth, 2011), aunque algunos desarrollan un procedimiento de ponderación adaptado a su caso de estudio (Manik, Leahy, & Halog, 2013).

Al procedimiento de asignar importancia a los distintos procesos de la cadena de valor mediante una variable de actividad se le llama ACV Atributivo (del inglés, Life Cycle Attribute Assessment (Andrews et al., 2009). Mediante este proceso el enlace cuantitativo de la unidad funcional se pierde, pero los resultados del estudio contienen la importancia relativa de cada proceso dentro del ciclo de vida (Parent et al., 2010). Las unidades más frecuentemente utilizadas para cuantificar esta variable de actividad son las horas trabajadas (Andrews et al., 2009; Martínez-Blanco et al., 2014; Parent et al., 2010). Algunos autores sugieren también como variable el valor añadido creado por el ciclo de vida. En cualquier caso, se debe utilizar un valor que sea conocido para todos los procesos o actividades (Dreyer et al., 2006).

Establecer los pesos en la valoración social de productos, proyectos o empresas es un tema crítico debido a la subjetividad de estas tareas (UNEP-SETAC, 2009). Los procedimientos más aceptados se basan en asignar pesos iguales o utilizar juicios de expertos para establecer los pesos de cada categoría (Garrido, Parent, Beaulieu, & Revéret, 2018). La percepción de los expertos puede ser limitada debido a la complejidad para definir y comprender esta dimensión de la sostenibilidad (Yu et al., 2017). Por lo tanto, en esta investigación, se asignó la misma ponderación a cada factor.

En ese sentido el impacto social será la sumatoria de los resultados de las categorías de impacto social entre el número de categorías vinculadas:

$$\text{Impacto Social} = \frac{\sum \text{Resultado del ICV Social vinculado a cada Categoría de Impacto Social}}{\text{Nº de Categorías de Impacto Social.}}$$

En cuanto al valor de cada categoría de impacto, será igual el valor del indicador normalizado, entre el total de actividades dentro la categoría:

$$\text{Impacto Social Categoría} = \frac{\sum \text{Resultado del indicador normalizado}}{\text{Nº de Actividades dentro la categoría específica..}}$$

### **3.4 Interpretación y agregación de resultados de sostenibilidad para la toma de decisiones**

La interpretación del ciclo de vida es el proceso de evaluar los resultados para sacar conclusiones (Corona & San Miguel, 2019). De acuerdo a la ISO 14040 (2006) los resultados de LCIA se resumen para la toma de decisiones según con el objetivo del estudio definido en la primera fase.

La puntuación ponderada lograda por los indicadores de inventario se normalizará luego para obtener las puntuaciones de subcategoría y punto final mediante el uso de las ecuaciones, mostradas en el punto 3.3. El Puntaje medio y final estará ponderado entre 0,00 y 1,00, lo que indica el rango de sostenibilidad de “altamente insostenible” a “altamente sostenible” en función del desempeño del diseño analizado. Los indicadores de punto final se pueden utilizar para comparar diferentes propuestas de diseño en función de su desempeño en sostenibilidad social.

En el caso de ACV-S, Franze & Citroth (2011) recomiendan presentar resultados de forma clara y directa acompañados con una representación gráfica de los resultados de los criterios para cada alternativa. Por lo tanto, para este análisis se van a elaborar diagramas para cada alternativa, utilizando una escala de colores que represente la mejor elección según cada criterio. Los resultados se representarán junto con una discusión sobre el alcance del estudio y las principales decisiones metodológicas tomadas que afectan a los resultados finales, además de facilitar la elección del escenario más sostenible.

La UNEP-SETAC (2009) menciona que en el momento de interpretar los resultados es importante conocer el peligro asociado a utilizar números para representar cuestiones sociales, ya que simplifica en exceso cuestiones que sólo pueden definirse mediante la consideración de numerosos matices imposibles de representar mediante números. Por ello, es importante conocer los resultados por indicadores y subcategorías, y tomar los resultados finales únicamente como una guía cuantitativa para la toma de decisiones. Además, debido al estado de desarrollo actual de la metodología ACV-S, estos resultados no deberían tomarse como único indicador para la comparación entre productos o para la toma de decisiones.

## 4. | Caso de Estudio: Evaluación del impacto social en diseño de tableros de hormigón del proyecto de construcción Autovía A-22. Lleida-Huesca. Tramo: Siétamo-Huesca.

Esta sección presenta el análisis del desempeño social de los Tableros de Hormigón del Proyecto de Construcción Autovía A-22. Lleida-Huesca. Tramo: Siétamo-Huesca, empleando un modelo genérico tomando como base la metodología establecidas en el documento de la UNEP-SETAC “Directrices para la evaluación del ciclo de vida social de los productos”, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la metodología estandarizada ISO 14040 (2006) e ISO 14044 (2006); e incluye cuatro fases principales: definición de objetivos y alcance, análisis del inventario del ciclo de vida, evaluación del impacto del ciclo de vida e interpretación del ciclo de vida.

El método de evaluación de impacto debería establecer la identificación de puntos críticos sociales que proporcionara información para determinar cuál de las alternativas de diseño analizadas es preferible en términos sociales, además ayudará a mejorar la comprensión del desempeño de sostenibilidad social de la industria de la construcción aplicados específicamente a obras civiles.

Se realizan 2 análisis de sensibilidad, en el primero se realiza una modificación en la ponderación de las categorías de parte interesada, a fin de determinar la influencia que este ejerce en el resultado final. El segundo análisis realiza una modificación en el contexto del sitio de la ejecución del proyecto, a fin de determinar la influencia que este tiene en el resultado, a su vez permite ver el desempeño social de las diferentes comunidades autónomas de España.

### **4.1. Descripción del Proyecto.**

El caso de estudio forma parte del proyecto de Autovía Lleida -Huesca (A-22), tramo: Siétamo-Huesca. Se analizan las estructuras de la nueva traza, conformada por la elaboración de ocho estructuras compuestas por pasos superiores y viaductos, pertenecientes a la denominada Ronda Norte de Huesca, la cual será un desdoblamiento de la calzada actual.



Las tipologías estructurales a analizar se corresponden con los pasos superiores y estructuras del tronco que forman parte del proyecto. Para cada tipología estructural se presentan dos alternativas de diseño. Los estribos y cimentaciones no tendrán variación, por tanto, no se toman en cuenta a la hora de evaluar el desempeño social.

A continuación, se detallan las diferentes alternativas de diseño a nivel de tablero y pilas, además, se describe el tipo de sistema constructivo empleado, esta información es extraída de los pliegos de Proyecto y Anejo 13 “Estructuras y muros” del proyecto de construcción Autovía A-22. Lleida-Huesca. Tramo Siétamo-Huesca:

#### 4.1.1 Tipologías Estructurales

##### 4.1.1.1 Estructura 2: Pasos superiores de planta curva y ancho superior a 11 metros

Estructura 2: Alternativa 1 (Tablero Monoviga de 1,10 metros de canto)

Este tipo de tablero está formado por una única viga prefabricada pretensada curva continua, mediante armadura postesa. El canto de la misma será de 1,10 metros y su fondo 3,40 metros. La losa será hormigonada “in situ”, con espesor 36 cm en el arranque de los voladizos y 22 cm en los extremos, sobre prelosas autoportantes también prefabricadas y una vez dispuesta la correspondiente armadura pasiva.

E-2 ANCHO 11,62 m.  
C-110/340

	Medición	Precio Unitario	Total unitario
m.l. Viga Cajón C-110	92.00	2,900.00 €	266,800.00 €
m <sup>2</sup> Triplaca Nervada	1,069.04	110.00 €	117,594.40 €
m <sup>3</sup> Hormigón HA-30	277.84	95.00 €	26,394.80 €
Kg Acero B-500S	53,452.00	1.00 €	53,452.00 €
ml Pila Palmera 1,00x1,50 m.	22.62	1,800.00 €	40,716.00 €
		<b>TOTAL</b>	<b>504,957.20 €</b>

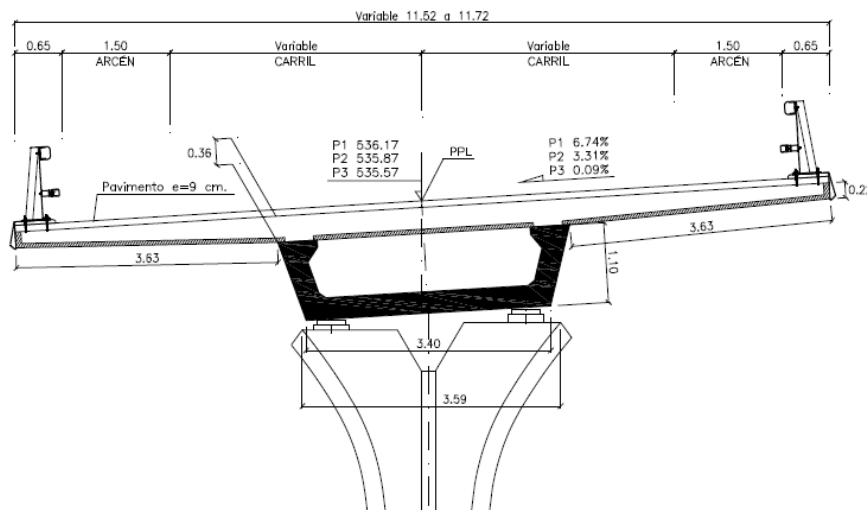


Fig. 06 Detalle Estructura 2 Alternativa 1

Estructura 2: Alternativa 2 (Tablero ejecutado in – situ de 1,00 metros de canto)

Esta segunda opción consiste en una losa maciza de hormigón pretensado ejecutada íntegramente “in situ” de canto 1,00 metros, vuelos de 2,15 metros y espesor en arranque de 30 cm realizada en obra sobre cimbra convencional.

E-2 ANCHO 11,62 m.

"In situ"

	Medición	Precio Unitario	Total unitario
m <sup>3</sup> Hormigón HA-30	716.68	95.00 €	68,084.60 €
m <sup>2</sup> Encofrado	1,212.56	22.42 €	27,185.60 €
m <sup>3</sup> Cimbra	7,175.35	33.00 €	236,786.55 €
Kg Acero B-500S	100,335.20	1.00 €	100,335.20 €
Kg Acero Activo	26,726.00	3.00 €	80,178.00 €
ml Pila "in situ" Ø 80 cm.	45.24	450.00 €	20,358.00 €
		<b>TOTAL</b>	<b>512,569.95 €</b>

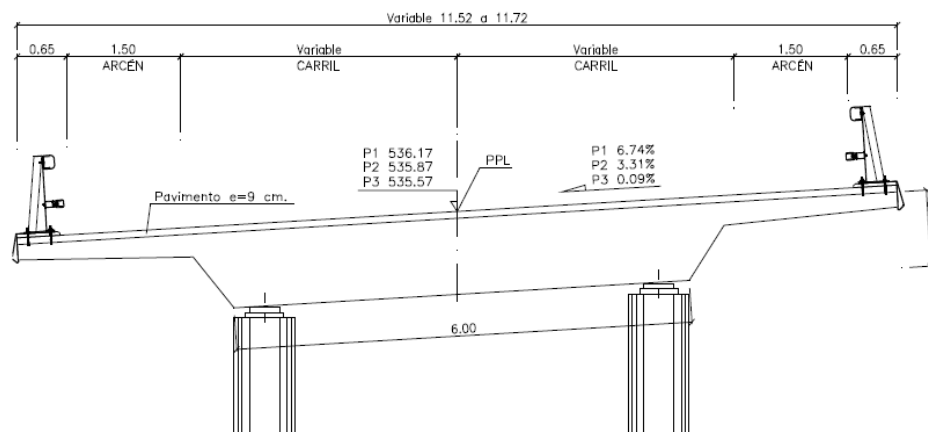


Fig.07 Detalle Estructura 2 Alternativa 2.

4.1.1.2 Estructura 4 y 5: Pasos superiores de planta recta y anchura de 7 metros

Estructura 4 y 5: Alternativa 1 (Tablero Prefabricado)

Este tipo de tablero está formado por una única viga prefabricada pretensada recta continua, mediante armadura pretensa. El canto de la misma será de 0,90 metros y su fondo 2,60 metros. La losa será hormigonada “in situ”, con espesor 28 cm en el arranque de los voladizos y 20 cm en los extremos, sobre prelasas autoportantes también prefabricadas y una vez dispuesta la correspondiente armadura pasiva.

BU-90/260

	Medición	Precio Unitario	Total unitario
m.l. Viga Cajón BU-90	65.00	1,350.00 €	87,750.00 €
m <sup>2</sup> Triplaca Celosía	474.50	70.00 €	33,215.00 €
m <sup>3</sup> Hormigón HA-30	98.40	95.00 €	9,348.00 €
Kg Acero B-500S	18,980.00	1.00 €	18,980.00 €
ml Pila Palmera 1.00x1.50 m.	19.95	1,500.00 €	29,925.00 €
		<b>TOTAL</b>	<b>179,218.00 €</b>

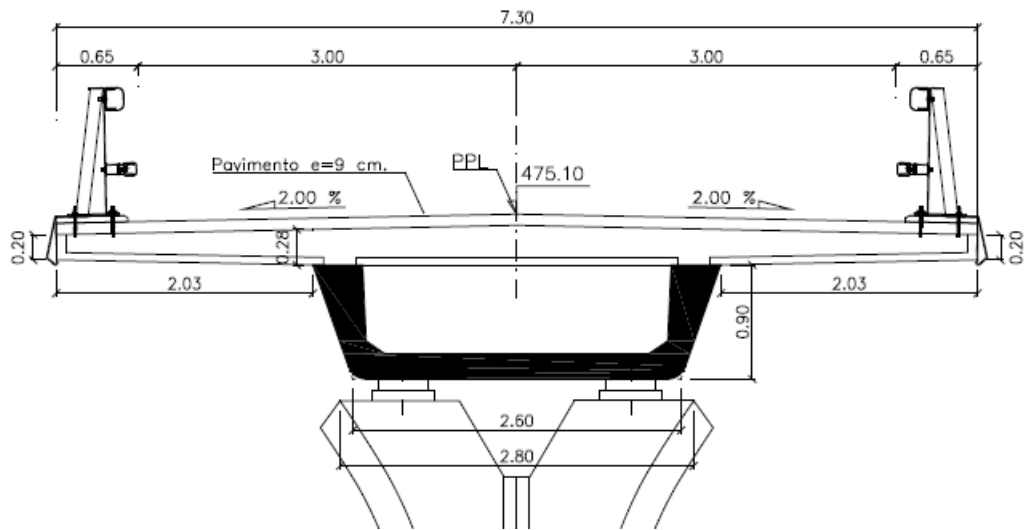


Fig. 08 Detalle Estructura 4 y 5 Alternativa 1

Estructura 4 y 5: Alternativa 2 (Tablero ejecutado in – situ de 0.80 metros de canto)

Esta segunda opción consiste en una losa maciza de hormigón pretensado ejecutada íntegramente “in situ” de canto 0,80 metros, vuelos de 1.90 metros y espesor en el arranque de 25 cm realizada en obra sobre cimbra convencional.

"In situ"

	Medición	Precio Unitario	Total unitario
m <sup>3</sup> Hormigón HA-30	227.50	95.00 €	21,612.50 €
m <sup>2</sup> Encofrado	552.50	22.42 €	12,387.05 €
m <sup>3</sup> Cimbra	3,084.25	33.00 €	101,780.25 €
Kg Acero B-500S	31,850.00	1.00 €	31,850.00 €
Kg Acero Activo	11,862.50	3.00 €	35,587.50 €
ml Pila "in situ" Ø 100 cm.	19.95	705.00 €	14,064.75 €
		<b>TOTAL</b>	<b>217,282.05 €</b>

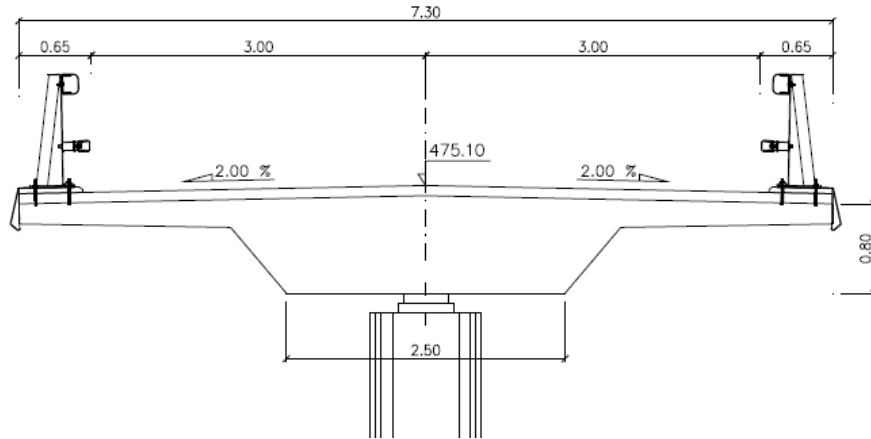


Fig. 09 Detalle Estructura 4 y 5 Alternativa 2

**4.1.1.3 Estructura 6 y 8: Paso Superior de planta recta y anchura superior de 11,30 metros.**

**Estructura 6 y 8: Alternativa 1 (Tablero Prefabricado)**

Este tipo de tablero está formado por una única viga prefabricada pretensada recta continua, mediante armadura pretensa. El canto de la misma será de 0,90 metros o 1,10 metros y su fondo 3,40 metros. La losa será hormigonada “in situ”, con espesor 36 cm en el arranque de los voladizos y 22 cm en los extremos, sobre prelasas autoportantes también prefabricadas y una vez dispuesta la correspondiente armadura pasiva.

**BU-90/340**

	Medición	Precio Unitario	Total unitario
m.l. Viga Cajón BU-90	61.00	1,850.00 €	112,850.00 €
m <sup>2</sup> Triplaca nervada	689.30	110.00 €	75,823.00 €
m <sup>3</sup> Hormigón HA-30	177.51	95.00 €	16,863.45 €
Kg Acero B-500S	35,843.60	1.00 €	35,843.60 €
ml Pila Palmera 1,00x1,50 m.	21.71	1,800.00 €	39,078.00 €
		<b>TOTAL</b>	<b>280,458.05 €</b>

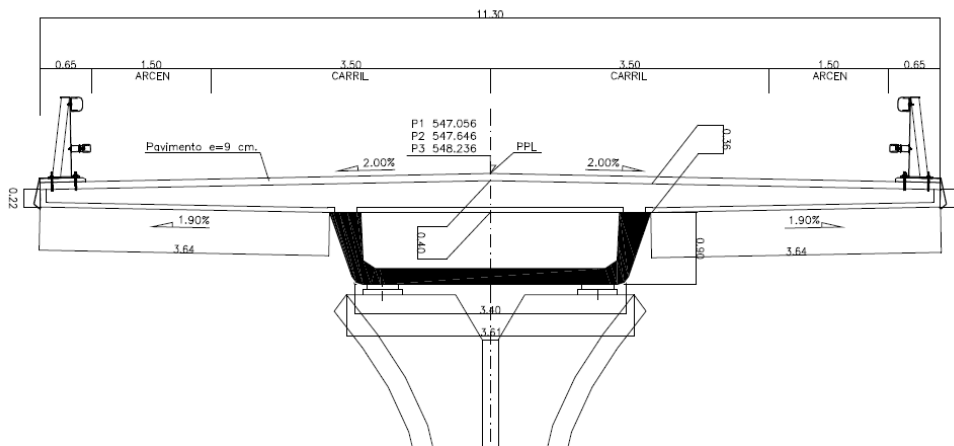


Fig. 10 Detalle Estructura 6 y 8 Alternativa 1

Estructura 6 y 8: Alternativa 2 (Tablero ejecutado "in situ")

Esta segunda opción consiste en una losa maciza de hormigón pretensado ejecutada íntegramente "in situ" de canto 0,90 metros, vuelos de 2,15 metros y espesor en el arranque de 30 cm, realizada en obra sobre cimbra convencional.

"In situ"			
	Medición	Precio Unitario	Total unitario
m <sup>3</sup> Hormigón HA-30	472.75	95.00 €	44,911.25 €
m <sup>2</sup> Encofrado	769.82	22.42 €	17,259.36 €
m <sup>3</sup> Cimbra	4,480.45	33.00 €	147,854.85 €
Kg Acero B-500S	66,185.00	1.00 €	66,185.00 €
Kg Acero Activo	17,232.50	3.00 €	51,697.50 €
ml Pila "in situ" Ø 80 cm.	43.42	450.00 €	19,539.00 €
		<b>TOTAL</b>	<b>347,446.96 €</b>

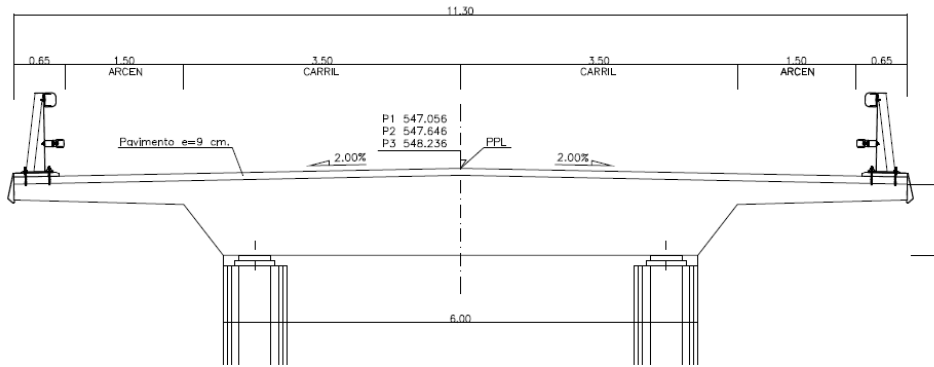


Fig. 11 Detalle Estructura 6 y 8 Alternativa 2

4.1.1.4 Estructura 3: Viaducto sobre el río Botella

Estructura 3: Alternativa 1 (Cinco vigas dobles – T canto 0.90 m.)

Este tipo de solución, se compone de cinco vigas prefabricadas pretensadas con armadura pretensa, tipo doble "T" de canto 0.90 metros. Se completa la sección por medio de la correspondiente losa de compresión de espesor 25 cm, hormigonada sobre las placas de encofrado perdido autoportantes, una vez dispuesta la ferralla de la misma.

5 BN-90

	Medición	Precio Unitario	Total unitario
m.l. Viga doble T BN-90	220.50	294.00 €	64,827.00 €
m2 Encofrado Perdido	352.80	44.00 €	15,523.20 €
m3 Hormigón HA-30	104.08	95.00 €	9,887.22 €
Kg Acero B-500S	18,733.68	1.00 €	18,733.68 €
ml Pila cuadrada 80x80 cm.	33.00	650.00 €	21,450.00 €
ml dintel T canto 1,00 m.	23.60	1,400.00 €	33,040.00 €
		<b>TOTAL</b>	<b>163,461.10 €</b>

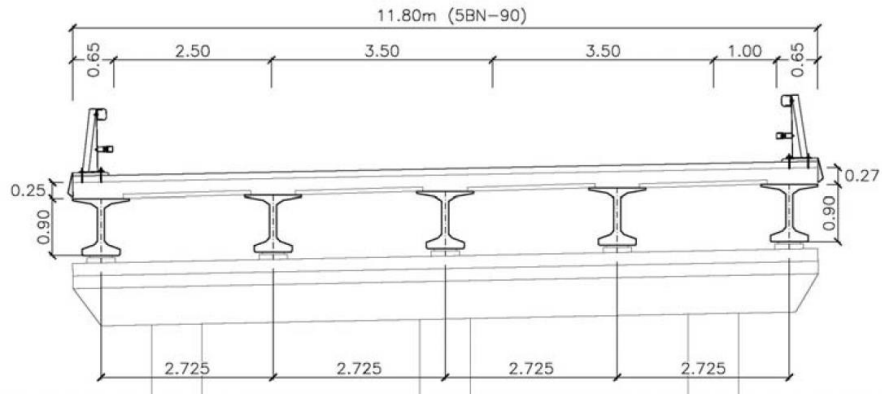


Fig.12 Detalle Estructura 3 Alternativa 1

**Estructura 3: Alternativa 2 (Dos vigas artesa canto 0.90 m.)**

La segunda opción está formada por dos vigas artesa prefabricadas pretensadas con armadura pretensa, canto 0.90 metros y fondo 2,20 metros. La losa de compresión se ejecuta sobre prelosas prefabricadas de tape y vuelo y placas de encofrado perdido entre vigas.

**2 BU-90**

	Medición	Precio Unitario	Total unitario
m.l. Viga Cajón BU-90	88.20	1,050.00 €	92,610.00 €
m2 Placa celosía	388.08	70.00 €	27,165.60 €
m2 Encofrado Perdido	132.30	44.00 €	5,821.20 €
m3 Hormigón HA-30	98.87	95.00 €	9,392.86 €
Kg Acero B-500S	23,417.10	1.00 €	23,417.10 €
ml Pila octogonal 120 cm.	22.00	1,300.00 €	28,600.00 €
		<b>TOTAL</b>	<b>187,006.76 €</b>

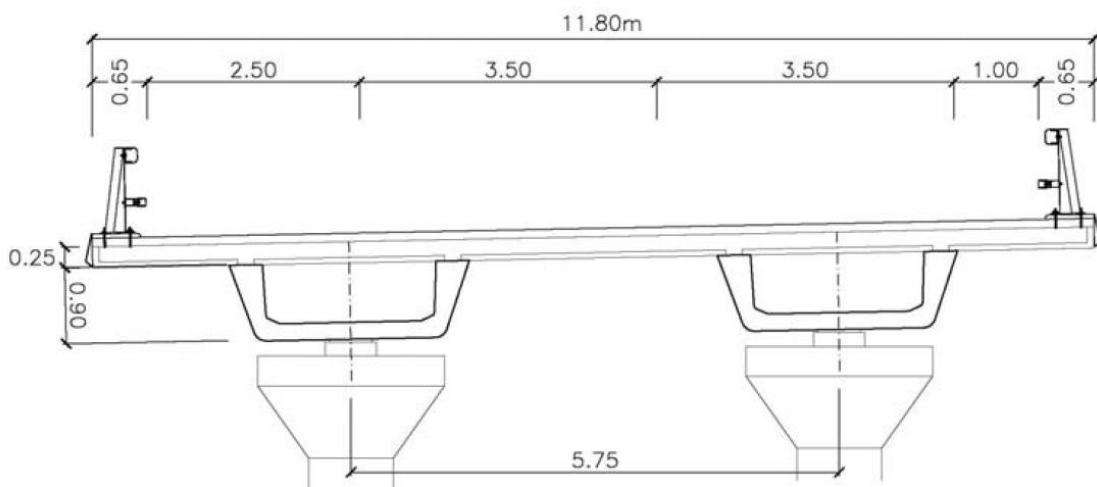


Fig.13 Detalle Estructura 3 Alternativa 2

#### 4.1.1.5 Estructura 7: Viaducto sobre el río Flumen

Estructura 7: Alternativa 1 (Cinco vigas dobles – T canto 1.85 m.)

Este tipo de solución, se compone de cinco vigas prefabricadas pretensadas con armadura pretensa, tipo doble “T” de canto 1.85 metros. Se completa la sección por medio de la correspondiente losa de compresión de espesor 25 cm, hormigonada sobre las placas de encofrado perdido autoportantes, una vez dispuesta la ferralla de la misma.

##### 5 BN-185

	Medición	Precio Unitario	Total unitario
m.l. Viga doble T BN-185	515.00	585.00 €	301,275.00 €
m2 Encofrado Perdido	721.00	44.00 €	31,724.00 €
m3 Hormigón HA-30	273.98	95.00 €	26,028.10 €
Kg Acero B-500S	52,056.20	1.00 €	52,056.20 €
		<b>TOTAL</b>	<b>411,083.30 €</b>

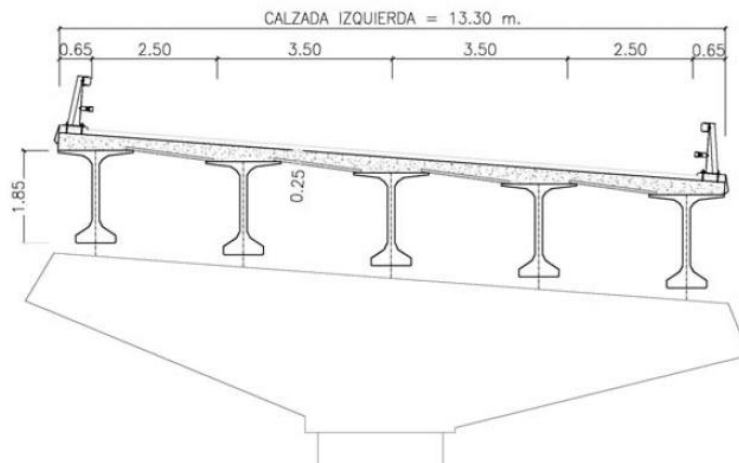


Fig. 14 Detalle Estructura 7 Alternativa 1

Estructura 7: Alternativa 2 (Dos vigas artesa canto 2.00 m.)

La segunda opción está formada por dos vigas artesa prefabricadas pretensadas con armadura pretensa, canto 2.00 metros y fondo 2,20 metros. La losa de compresión se ejecuta sobre prelosas prefabricadas de tape y vuelo y placas de encofrado perdido entre vigas.

##### 2 BU-200

	Medición	Precio Unitario	Total unitario
m.l. Viga Cajón BU-200	206.00	1,750.00 €	360,500.00 €
m2 Placa celosía	432.18	70.00 €	30,252.60 €
m2 Encofrado Perdido	360.50	44.00 €	15,862.00 €
m3 Hormigón HA-30	260.28	95.00 €	24,726.70 €
Kg Acero B-500S	64,385.30	1.00 €	64,385.30 €
		<b>TOTAL</b>	<b>495,726.60 €</b>

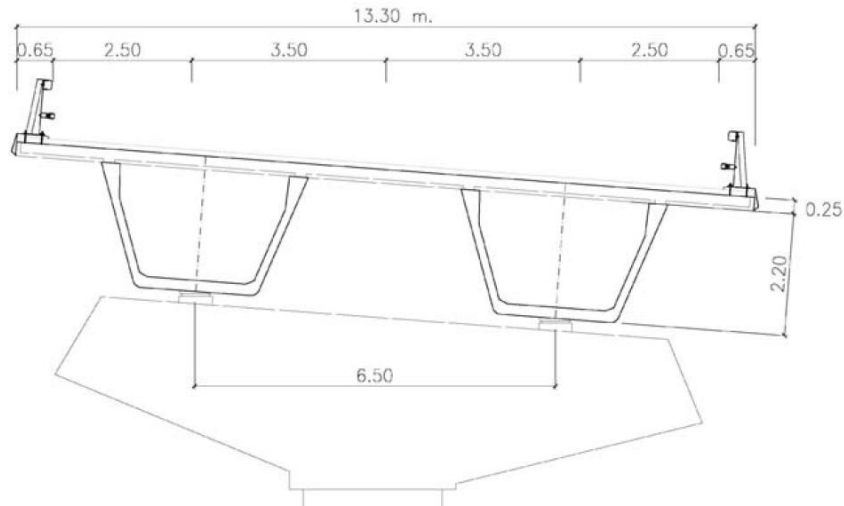


Fig. 15 Detalle Estructura 7 Alternativa 2

A continuación, se presenta la tabla 08, en la cual se indica las principales características de las estructuras y sus diferentes alternativas, también vemos las medidas de ancho, la luz que abarca y los principales elementos que componen cada propuesta:

Estructura	Característica	Alternativa 1	Alternativa 2
<b>Estructura 2</b>	P.K. 1+220 Paso Superior. 4 vanos. 13,5 - 20 m de luz. Ancho 11,62 m.	Este tipo de tablero está formado por una única viga prefabricada pretensada curva continua, mediante armadura postesa. El canto de la misma será de 1,10 metros y su fondo 3,40 metros. La losa será hormigonada "in situ", con espesor 36 cm en el arranque de los voladizos y 22 cm en los extremos, sobre prelosas autoportantes también prefabricadas y una vez dispuesta la correspondiente armadura pasiva.	Losa maciza de hormigón pretensado ejecutada íntegramente "in situ" de canto 1,00 metros, vuelos de 2,15 metros y espesor en arranque de 30 cm realizada en obra sobre cimbra convencional
<b>Estructura 3</b>	P.K. 2+180 Viaducto río Botella 3 vanos. 14,7 m de luz	Este tipo de solución, se compone de cinco vigas prefabricadas pretensadas con armadura pretensa, tipo doble "T" de canto 0.90 metros. Se completa la sección por medio de la correspondiente losa de compresión de espesor 25 cm, hormigonada sobre las placas de encofrado perdido autoportantes, una vez dispuesta la ferralla de la misma.	Dos vigas artesa prefabricadas pretensadas con armadura pretensa, canto 0.90 metros y fondo 2,20 metros. La losa de compresión se ejecuta sobre prelosas prefabricadas de tape y vuelo y placas de encofrado perdido entre vigas.
<b>Estructura 4</b>	P.K. 2+500 Paso Superior 4 vanos. 13- 19 m de luz, Ancho: 7 metro	Este tipo de tablero está formado por una única viga prefabricada pretensada recta continua, mediante armadura pretensa. El canto de la misma será de 0,90 metros y su fondo 2,60 metros. La losa será hormigonada "in situ", con espesor 28 cm en el arranque de los voladizos y 20 cm en los extremos, sobre prelosas autoportantes también prefabricadas y una vez dispuesta la correspondiente armadura pasiva.	Losa maciza de hormigón pretensado ejecutada íntegramente "in situ" de canto 0,80 metros, vuelos de 1.90 metros y espesor en el arranque de 25 cm realizada en obra sobre cimbra convencional.



Estructura	Característica	Alternativa 1	Alternativa 2
<b>Estructura 5</b>	P.K. 3+640 Paso Superior 4 vanos. 13- 19,1 m de luz. Ancho: 7 metro	Este tipo de tablero está formado por una única viga prefabricada pretensada recta continua, mediante armadura pretensa. El canto de la misma será de 0,90 metros y su fondo 2,60 metros. La losa será hormigonada "in situ", con espesor 28 cm en el arranque de los voladizos y 20 cm en los extremos, sobre prelosas autoportantes también prefabricadas y una vez dispuesta la correspondiente armadura pasiva.	Losa maciza de hormigón pretensado ejecutada íntegramente "in situ" de canto 0,80 metros, vuelos de 1.90 metros y espesor en el arranque de 25 cm realizada en obra sobre cimbra convencional.
<b>Estructura 6</b>	P.K. 4+280 Paso Superior. Enlace 1- 4 vanos. 11- 19 m de luz. Ancho: 11,30 metros	Este tipo de tablero está formado por una única viga prefabricada pretensada recta continua, mediante armadura pretensa. El canto de la misma será de 0,90 metros o 1,10 metros y su fondo 3,40 metros. La losa será hormigonada "in situ", con espesor 36 cm en el arranque de los voladizos y 22 cm en los extremos, sobre prelosas autoportantes también prefabricadas y una vez dispuesta la correspondiente armadura pasiva.	Losa maciza de hormigón pretensado ejecutada íntegramente "in situ" de canto 0,90 metros, vuelos de 2,15 metros y espesor en el arranque de 30 cm, realizada en obra sobre cimbra convencional.
<b>Estructura 7</b>	P.K. 6+040 Viaducto río Flúmen 3 vanos. Long. = 102,1 m	Este tipo de solución, se compone de cinco vigas prefabricadas pretensadas con armadura pretensa, tipo doble "T" de canto 1.85 metros. Se completa la sección por medio de la correspondiente losa de compresión de espesor 25 cm, hormigonada sobre las placas de encofrado perdido autoportantes, una vez dispuesta la ferralla de la misma.	Dos vigas artesas prefabricadas pretensadas con armadura pretensa, canto 2.00 metros y fondo 2,20 metros. La losa de compresión se ejecuta sobre prelosas prefabricadas de tape y vuelo y placas de encofrado perdido entre vigas.
<b>Estructura 8</b>	P.K. 7+280 Paso Superior. Enlace 2- 4 vanos. 13/ 11- 22,5/ 19 m de luz. Ancho: 11,30 metros	Este tipo de tablero está formado por una única viga prefabricada pretensada recta continua, mediante armadura pretensa. El canto de la misma será de 0,90 metros o 1,10 metros y su fondo 3,40 metros. La losa será hormigonada "in situ", con espesor 36 cm en el arranque de los voladizos y 22 cm en los extremos, sobre prelosas autoportantes también prefabricadas y una vez dispuesta la correspondiente armadura pasiva.	Losa maciza de hormigón pretensado ejecutada íntegramente "in situ" de canto 0,90 metros, vuelos de 2,15 metros y espesor en el arranque de 30 cm, realizada en obra sobre cimbra convencional.

Tabla 08. Alternativas de diseño para pasos superiores y estructura de tronco.

Tomando en cuenta el cuadro anterior se pueden agrupar por tipologías estructurales en pasos superiores y viaductos, a continuación, en la tabla 09, se detallan las principales diferencias de cada propuesta de diseño:

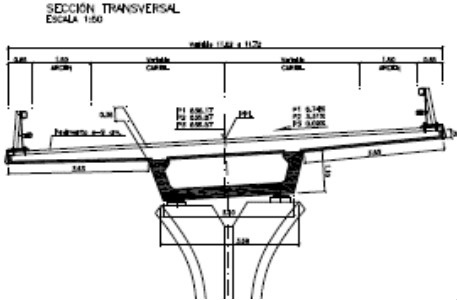
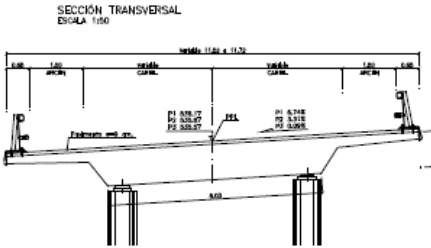
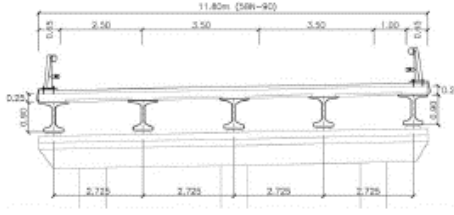
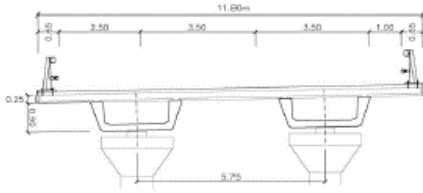
		Pasos Superiores (Estructuras E2, E4, E5, E6, E8)		
		Alternativa 1	Alternativa 2	
Sección Transversal (Imagen referencial)				
Tablero		Viga Prefabricada Pretensada	Hormigonada In Situ	
Pre losa		Autoportante Prefabricada	Hormigonada In Situ	
Losa		Hormigonada In Situ	Hormigonada In Situ	
Pila		Pre fabricada Tipo Palmera	Hormigonada In Situ	
Construcción		Armadura pretensa y armadura pasiva	Cimbra convencional	
Costo Total	Estructura 2	504.957,20 €	Estructura 2	532.927,95 €
	Estructura 4	198.198,00 €	Estructura 4	217.280,55 €
	Estructura 5	198.198,00 €	Estructura 5	217.280,55 €
	Estructura 6	373.773,35 €	Estructura 6	378.945,80 €
	Estructura 8	373.773,35 €	Estructura 8	378.945,80 €
	<b>TOTAL</b>	<b>1.648.899,90 €</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1.725.380,64 €</b>
		Viaducto (Estructura E3, E7)		
		Alternativa 1	Alternativa 2	
Sección Transversal				
Tablero		Viga Prefabricada Pretensada	Viga Artesa Prefabricada	
Pre losa		Autoportante Prefabricada	Autoportante Prefabricada	
Losa		Hormigonada In Situ	Hormigonada In Situ	
Pila		Pila Cuadrada Prefabricada	Pila Octogonal Prefabricada	
Construcción		Encofrado perdido autoportante	Cimbra convencional	
Costo Total	Estructura 3		Estructura 3 Puente	
	Puente Rio Botella	163.314,48 €	Rio Botella	254.497,19 €
	Estructura 7		Estructura 7 Puente	
	Puente Rio Flume	411.083,30 €	Rio Flume	495.726,50 €
	<b>TOTAL</b>	<b>574.397,78 €</b>	<b>TOTAL</b>	<b>750.223,69 €</b>

Tabla 09. Principales características de propuestas estructurales.

Tomando en cuenta la tabla anterior, podemos deducir que la diferencia principal con respecto a los pasos superiores se plantea a nivel constructivo, en donde el sistema constructivo marca la pauta, por un lado, la alternativa 1, presenta una opción en donde prevalece el uso de elementos prefabricados tanto en pilas como en tableros, por otro lado, la alternativa 2 se basa en su mayoría en la fabricación en situ.

En cuanto a las propuestas de viaductos, podemos distinguir que en ambas alternativas de diseño predomina el uso de elementos prefabricado tanto en tableros como en pilas, es por ello, que su elemento de comparación va a estar dado por la diferencia económica entre ambas alternativas, además de los tiempos de producción y construcción que se requiere para la elaboración del proyecto y la cantidad de materiales empleado.

En este caso de estudio, el enfoque principal es comparar las dos soluciones constructivas planteadas para el proyecto, tomando en consideración los impactos sociales derivados de las diferentes etapas del ciclo de vida. Por lo tanto, solo se consideraron las partes relacionadas con la estructura, en este caso tableros y pilas, mientras que las partes comunes como estribos y cimentaciones se excluyeron del análisis.

## **4.2. Definición de objetivo y alcance**

### **4.2.1. Objetivo del estudio de caso.**

El objetivo del estudio de caso consiste en comparar el desempeño de sostenibilidad social para las alternativas de diseño de tableros y pilas que forman parte de las estructuras de la nueva traza del proyecto de Autovía Lleida -Huesca (A-22), tramo: Siétamo-Huesca, permitiendo cuantificar los posibles impactos sociales generados por las diferentes opciones constructivas, y compararlas con el fin de determinar cuál de las alternativas analizadas es preferible en términos sociales.

Un objetivo subyacente consiste en realizar este caso usando la metodología de ACV-S mediante las guías de la UNEP- SETAC, con el fin de contribuir con un caso de estudio al acervo de conocimientos sobre esta metodología.

### **4.2.2. Alcance del estudio de caso.**

Este estudio busca evaluar el impacto social en el diseño de pasos superiores. El estudio se limita a las diferentes tipologías estructurales contempladas en el Anejo 13 “Estructuras y muros” del proyecto de construcción Autovía A-22. Lleida-Huesca. Tramo Siétamo-Huesca.

Ya que el enfoque principal de este estudio es comparar propuestas de diseño para estructuras de pasos superiores y viaductos, solo se considerarán las partes en que las estructuras se diferencia dentro de la propuesta, en este caso es el sistema constructivo de pilas y tableros. Es por ello que este caso de estudio se descarta la etapa de extracción, mantenimiento y demolición al considerar que, al usar los mismos materiales para la construcción y la misma exposición y/o desgaste durante el tiempo de vida, el mantenimiento y la demolición serán similares independientemente del sistema constructivo usado; esto basado a lo planteado por Zheng et al. (2019), en donde excluye la materia prima, la producción, la construcción relacionada con la estructura inicial y la fase de uso ya que en su estudio de caso solo se enfoca en estrategias de mantenimiento y considera el desempeño sostenible idéntico.

De igual manera se descartan los impactos sociales derivados de la generación de energía, así como los relacionados con los procesos de transporte entre las diferentes instalaciones productivas (Navarro, Yepes, Martí, et al., 2018). Por otra parte se toma en cuenta que la estimación del impacto debe ser causada por diferentes características de los métodos de construcción empleados, por lo que se asume que ambas propuestas las realiza el mismo constructor, por tanto, no existirá diferencia entre ambas propuestas con respecto a las prácticas gerenciales (Liu & Qian, 2019).

El contexto geográfico se tomará en cuenta al momento de medir el impacto social de las propuestas, en este caso de estudio toma en cuenta la ciudad de Huesca, perteneciente a la comunidad autónoma de Aragón como lugar de producción y construcción para este estudio esto con el fin de establecer una evaluación más precisa específica del lugar.

#### **4.2.3. Función y unidad funcional**

La unidad funcional considerada para este estudio corresponde a la estructura de pasos superiores conformada por los tableros y pilas que forman parte la nueva traza del proyecto de Autovía Lleida -Huesca (A-22). Esta fue seleccionada tomando en cuenta que se necesita una referencia para asegurar que los resultados del ACV sean comparables (ISO 14040, 2006)

Cabe destacar que dentro de estos elementos estructurales se toman como variable de actividad el sistema constructivo de ambas propuestas, considerando que, aunque difieran entre ellas, el comportamiento estructural y la durabilidad será similar, de igual forma que los materiales que conforman ambas alternativas, en este caso hormigón y acero. La vida útil de todas las alternativas es de 100 años según lo requerido por IAP-11 Instrucciones sobre las acciones a considerar en el proyecto de

puentes de carretera del Ministerio de Fomento (2011), este tiempo de vida incluye la producción, instalación y mantenimiento de la estructura del puente. Sin embargo, como veremos en la siguiente sección, dado que las etapas de uso y mantenimiento del ciclo de vida se eliminarán de la evaluación específica del sitio, esta vida útil no tiene implicaciones para el análisis de inventario específico del sitio.

Como se mencionó en el punto 3.1.4, el determinar el sistema constructivo como variable de actividad permite enfocar el método de evaluación en un sistema de puntuación, que permite por una lado capturar los impactos reales de las propuestas a través de datos aditivos o cuantificables que se encuentran relacionado de la unidad funcional, con datos descriptivos que si bien no se puede relacionar directamente con la unidad funcional, permite contextualizar el comportamiento social de la propuesta a estudiar.

#### **4.2.4. Límites del sistema**

Las fases consideradas en este estudio de caso abarcan la fabricación y/o producción de materias primas (elementos prefabricados) y la construcción del proyecto. Es decir, el límite del sistema se define desde el punto en que las estructuras prefabricadas del puente y/o materiales, se producen en sus respectivos centros de producción hasta la construcción del proyecto.

Las etapas de extracción de materiales no se incluyen en este estudio debido principalmente al control puesto que al ser varios es difícil de predecir y controlar, de igual forma la fase de mantenimiento y demolición, se omiten al considerar que tiene impactos sociales muy similares entre las alternativas, tal como lo establece ISO 14040 (2006) para un ACV-S comparativo, los procesos que se consideran idénticos se cortan. Por último, se excluyen los impactos sociales derivados de la generación de energía, así como los relacionados con los procesos de transporte entre las diferentes instalaciones de producción.

Dado que el proyecto se ejecuta en una zona geográfica específica, el presente estudio asume que todos los procesos en el ciclo de vida de las opciones de diseño analizadas ocurren dentro de un contexto específico, en este caso la Comunidad Autónoma de Aragón, España.

#### **4.2.5. Análisis del inventario del ciclo de vida.**

##### **4.2.5.1 Indicadores del Inventario.**

Una vez seleccionada las fases de proyecto, se establece las categorías de partes interesadas, tomando en cuenta la influencia que ejerce el proyecto sobre estas, en este sentido los interesados involucrados son:

1) Trabajadores, que se refieren a las personas que trabajan en la planta de fabricación o en el sitio de construcción.

2) Usuarios, que se refiere a las personas que usan la vía y son afectadas el proyecto.

3) Comunidades locales, que se refieren a aquellas personas o entidades que están cerca del sitio de producción o de construcción, por lo tanto, se ven directamente afectadas.

4) Sociedad, que se refiere al público en general de la región en donde se ubica el proyecto de construcción y se ve afectado indirectamente, en este caso ciudad de Huesca, perteneciente a la comunidad autónoma de Aragón.

Establecidas las partes interesadas, se identificaron las subcategorías e indicadores que permitirán cuantificar el impacto generado por las diferentes alternativas del proyecto, esta selección se basa en las directrices de la UNEP-SETAC (2009), y revisión de la literatura, explicada en el punto 3.2. Adicional a esto, se tomó en cuenta la disponibilidad y acceso a los datos del inventario y las características de cada una de las propuestas. Esto dio como resultado la selección de subcategorías y sus indicadores asociados.

A continuación, se presenta la tabla 10, la cual contiene las categorías, sub categorías e indicadores seleccionados para realizar la caracterización y normalización de indicadores, además se presenta la fórmula a aplicar en cada uno de estos para su transformación, el tipo de indicador en base a si es cualitativo o cuantitativo, la unidad, el objetivo en cada uno de estos, y la descripción detallada de cada fórmula, lo cual permitirá establecer los datos a seleccionar en la recopilación de información del inventario.

Stakeholder Categorías	Subcategorías	Indicador	Tipo	Und	Obj	Normalización	Descripción
<b>Trabajadores</b>	Salario Justo	Relación entre el salario promedio para la actividad específica en el lugar de la actividad y salario vital nacional	Cuantitativo	%	Max	$X = \frac{Valor - \%sMin}{sMax - \%sMin}$	Valor= Salario promedio de la actividad en el lugar S máx.= Salario Promedio Nacional de la Actividad S min=Salario Mínimo vital Nacional
	Horas de trabajo	Promedio mensual de horas de trabajo	Cuantitativo	Nro.	Min	$X = 1 - \frac{Ha}{Ht}$	Ha= Horas de duración de las actividades de la fase Ht=Duración de todo el proceso constructivo durante todas las fases.
	Igualdad de Oportunidades	Tasas de empleo de personas con necesidades especiales con respecto al total de personas empleadas en la ubicación de la actividad	Cuantitativo	%	Max	$X = \frac{Valor - \%EMin}{\%EMax - \%EMin}$	Valor= Tasa de empleo promedio de personas con discapacidad de la actividad en el lugar % e Max= Tasa de empleo máxima promedio Nacional de la Actividad % e min=Tasa de empleo mínima promedio Nacional de la Actividad
	Discriminación	Diferencia Salarial en la ubicación de la actividad de mujeres vs hombres.	Cuantitativo	Nro.	Min	$x = 1 - \left( \frac{Smed - Smuj}{Smed} \right) \cdot \left( \frac{Smed - Shom}{Smed} \right)$	Sh= Salario Promedio de Hombres en el lugar de la actividad Sm= Salario Promedio de Mujeres en el lugar de la actividad
	Salud y Seguridad	Tasa de accidentes para la actividad específica en la ubicación de la actividad	Cuantitativo	%	Min	$X = 1 - \frac{Valor - \%aMin}{\%aMax - \%aMin}$	Valor= tasa de accidentes para la actividad específica en la ubicación de la actividad %amax= tasa de accidentes nacional mínima para la actividad específica %amin= tasa de accidentes nacional mínima para la actividad específica
<b>Consumidores</b>	Accesibilidad	Rendimiento con respecto a la prevención de problemas de movilidad (fase de construcción)	Cuantitativo	Nro.	min	$X = 1 - \frac{Tm}{TSL} * \frac{v}{Vnor}$	T SL= Tiempo total de los procesos Tm = tiempo total de la etapa v = velocidad de tráfico en operaciones de mantenimiento a lo largo de la zona de trabajo V norma = velocidad de tráfico en operación normal condiciones

Stakeholder Categorías	Subcategorías	Indicador	Tipo	Und	Obj	Normalización	Descripción
<b>Comunidad Local</b>	Acceso de recursos materiales	Gasto Potencial de proveedores locales	Cuantitativo	Nro.	Max	$X = \frac{GP}{GT}$	GP= Gasto Potencial de proveedores locales GT= Gasto de todo el proyecto
	Condiciones de vida segura y saludable	Restricción de tráfico durante la obra	Semicuantitativo	s / n	s	$X = No = 0 / X = Si = 1$	Si= Si existen Restricción No= No existe Restricción
	Condiciones de vida segura y saludable	Niveles de contaminación	Cuantitativo	%	min	$X = 1 - \frac{Valor - \%em Min}{\%em Max - \%em Min}$	Em=Emisiones de gases por actividad en la ubicación específica Emmin=Emisiones por actividad mínima nacional Emmax=Emisiones por actividad máxima nacional
	Empleo local	Tasa de desempleo	Cuantitativo	%	máx.	$X = \frac{Valor - \%sMin}{sMax - \%sMin}$	ur = tasa de desempleo en la ubicación de la actividad Ur min = tasa de desempleo nacional mínima Ur máx. = tasa de desempleo nacional máxima
<b>Sociedad</b>	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	Tasa de Desempeño desarrollo sostenible	Cuantitativo	%	min	$X = 1 - \frac{Valor - \% ODS Min}{\% ODS Max - \% ODS Min}$	Valor= Tasa de Desempeño en desarrollo sostenible ODS min =Tasa de Desempeño en desarrollo sostenible mínimo ODS máx. =Tasa de Desempeño en desarrollo sostenible máximo
	Contribución al desarrollo económico	Producto interno bruto en la ubicación de la actividad	Cuantitativo	%	min	$X = 1 - \frac{Valor - PIB Min}{PIBMax - PIB Min}$	Valor= Producto interno bruto en la ubicación de la actividad PIB min = Producto interno bruto nacional mínimo PIB máx. = Producto interno bruto nacional máximo
	Desarrollo de tecnología	Tasa de uso de nuevas tecnologías	Cuantitativo	%	máx.	$X = \frac{Valor - \% Nt Min}{\% Nt Max - \% Nt Min}$	Valor= Tasa de uso de Nueva Tecnología Nt min =Tasa de uso de Nueva Tecnología mínimo Nt máx. =Tasa de uso de Nueva Tecnología máximo

Tabla 10. Categorías de partes interesadas, subcategorías e indicadores empleados para llevar a cabo el ACV-S del caso de estudio.



#### 4.2.5.2 Recolección de datos.

El objetivo del análisis del inventario es recopilar y analizar los datos relevantes identificados durante la definición del alcance (Jørgensen, Le Bocq, Nazarkina, & Hauschild, 2008). Con base en las categorías y subcategorías identificadas anteriormente como relevantes para el presente estudio, los datos se recopilan de las bases de datos estadísticas nacionales (base de datos del Instituto Nacional de Estadística y de la Agencia Tributaria de España). Además, se usa la información contemplada en los documentos del Proyecto de construcción Autovía A-22. Lleida-Huesca. Tramo Siétamo-Huesca.

Adicionalmente se ha recopilado información sobre los valores mínimos y máximos de los indicadores sociales para las diferentes comunidades autónomas españolas. Cabe destacar que esta información no permite evaluar el impacto social de una actividad específica per se, sino contextualizarla (Dreyer et al., 2006; Navarro, Yepes, & Martí, 2018). Es por ello que se han obtenido valores de rendimiento de producción para los diferentes materiales, expresados como horas de trabajo por unidad de producción e información sobre los costes unitarios asociados a las materias primas involucradas en los diseños alternativos, tomando en cuenta los documentos del proyecto y las diferentes bases de datos oficiales de construcción proporcionadas en España.

A continuación, se presenta la tabla 11, 12 y 13, una síntesis de datos tomados en cuenta para este estudio, esta información se amplía en la sección de Anejo 1: tablas de inventario, en donde se detallan las diferentes tablas tomadas en cuenta:

Actividades Fase de Producción	Unidad	Valor
<b>Actividades Fase de Producción</b>		
Producción de Acero convencional	Ton/h	2,5
Producción de Hormigón preparado	m3/hora	0,18
Hormigonado de Piezas Prefabricadas	h / m 3	4,42
Armado de formaletas para piezas	h/ m3	15
Desarmado de formaletas para piezas	h/ m3	50
<b>Actividades Fase de Construcción</b>		
Hormigonado	h / m 3	0,35
Disposición de acero	h / ton	0,184
Encofrado	m2/h	1,25
Cimbra	m3/hora	1,36
Colocación de piezas prefabricadas	ml/h	3,75
<b>Actividades Fase de Mantenimiento</b>		
Cantidad de reparación por vida útil	Und	4
Reparación de cubierta (30 mm)	h / m 2	0,84

Tabla 11. Valores de desempeño considerados para los diferentes procesos

Ítem	Unidad	Precio Unitario
Viga Cajón C-110	ml	2.900,00 €
Triplaca Nervada	m2	110,00 €
Hormigón HA-30	m3	95,00 €
Acero B-500S	Kg	1,00 €
Pila Palmera 1,00x1,50 m.	ml	1.500,00 €
Encofrado	m2	22,42 €
Cimbra	m3	33,00 €
Acero Activo	Kg	3,00 €
Pila "in situ" Ø 80 cm.	ml	450,00 €
Viga Cajón BU-90	ml	1.350,00 €
Pila "in situ" Ø 100 cm.	ml	705,00 €
Viga doble T BN-90	ml	294,00 €
Encofrado Perdido	m2	44,00 €
Pila cuadrada 80x80 cm.	ml	650,00 €
Dintel T canto 1,00 m.	ml	1.400,00 €
Placa Celosía	m2	70,00 €
Pila octogonal 120 cm.	ml	1.300,00 €
Viga doble T BN-185	ml	585,00 €
Viga Cajón BU-200	ml	1.750,00 €

Tabla 12. Flujos económicos por unidad de producción.

Dato	Sector	Valor Comunidad Autónoma de Aragón	Valor Máximo Nacional	Valor Mínimo Nacional
Salario promedio de la actividad en el lugar	Construcción	23.015,81 €	26.562,74 €	15.916,21 €
Salario promedio de la actividad en el lugar	Industria	27.002,84 €	33.221,57 €	17.482,00 €
Tasas de empleo de personas con necesidades especiales con respecto al total de personas empleadas en la ubicación de la actividad	Nacional	*35,40	*42,30%	*27,40%
Salario Promedio de Hombres en el lugar de la actividad	Construcción	23.420,78 €	4.763,39 €	352,73 €
Salario Promedio de Hombres en el lugar de la actividad	Industria	27.002,84 €	8.315,86 €	2.077,54 €
Salario Promedio de Mujeres en el lugar de la actividad	Construcción	19.677,22 €	4.763,39 €	352,73 €
Salario Promedio de Mujeres en el lugar de la actividad	Industria	21.777,11 €	8.315,86 €	2.077,54 €
Salario Promedio en el lugar de la actividad	Construcción	23.015,81 €	4.763,39 €	352,73 €
Salario Promedio en el lugar de la actividad	Industria	28.402,64 €	8.315,86 €	2.077,54 €
Tasa de accidentes para la actividad específica en la ubicación de la actividad	Construcción	12,10%	21,36%	11,04%
Tasa de accidentes para la actividad específica en la ubicación de la actividad	Industria	30,55%	44,56%	7,93%
Total, de Gases de Efecto Invernadero (miles de toneladas de CO2 equivalente)	Nacional	** 15680	**52113	**2.311
Tasa de desempleo en la ubicación de la actividad	Construcción	10,28%	22,11%	0,32%
Tasa de desempleo en la ubicación de la actividad	Industria	2,91%	11,00%	1,54%

Dato	Sector	Valor Comunidad Autónoma de Aragón	Valor Máximo Nacional	Valor Mínimo Nacional
Tasa de Desempeño en desarrollo sostenible mínimo	Nacional	**6,25%	**58,82%	**5,88%
Producto interno bruto en la ubicación de la actividad	Construcción	6,40%	7,10%	4,60%
Producto interno bruto en la ubicación de la actividad	Industria	21,80%	29,00%	6,30%
Tasa de uso de Nueva Tecnología	Nacional	**15,89%	**23,12%	**3,3%

Nota:

\*Dato nacional, Valor de referencia se toma en base de información histórica 2010-2018 (Variación por Comunidad Autónoma)

\*\*Dato nacional (Variación por Comunidad Autónoma)

Tabla 13. Inventario de datos sobre el contexto social del lugar de producción.

### 4.3. Evaluación de impacto social.

En general, este proceso implica la asociación de los datos de inventario con las categorías de impactos específicos y con los indicadores de esas categorías para entender estos impactos (ISO 14040, 2006). Esta sección se encuentra explicada en el punto 3.3, en ella se indica que se debe establecer un valor de referencia para cada uno de los indicadores establecidos en el paso anterior (ver punto 4.2). En base a los valores de referencia mencionados, los datos de inventario se caracterizarán y normalizarán, con esto se establecerá los indicadores base para la situación a evaluar.

Para la normalización y caracterización se transforman los datos de inventario, para cada una de las subcategorías de impacto consideradas en Puntos de Referencia de Rendimiento (PRP). Para ello el proceso de calificación se basará en base al tipo de indicador: Como se mencionó en el punto 3.2.2, el proceso de calificación del cumplimiento para cada componente se asigna por 0, 0.5 y 1, respectivamente, correspondientes a 0 = no cumple, 0.5= cumple parcialmente y 1 = cumple totalmente. Para los indicadores se puntúa de 0 a 1 en función del porcentaje relativo entre datos específicos del sitio y genéricos (estadísticos), oscilan siendo 1 la situación o practica más deseable para el contexto español y 0 la situación o practica menos sostenible o menos deseable.

Para obtener el desempeño social de las alternativas para cada una de las categorías consideradas, se agregan los valores de los indicadores resultantes para cada subcategoría, asignándole una importancia relativa a cada subcategoría, considerado una ponderación igual para evitar resultados sesgados (ver punto 3.3.3). Una vez realizada la normalización, se suman los impactos resultantes de cada etapa del ciclo de vida para obtener el puntaje de desempeño social (ver 3.3.3).

En este caso de estudio se asume que todas las actividades de extracción y producción de materiales descritas en el inventario de ambas propuestas, se encuentran dentro del valor de construcción, esto con el fin de simplificar el proceso de estimación de impacto. Por otro lado, la etapa de mantenimiento se excluye, esto se debe a que los impactos sobre estos actores son los mismos para ambas propuestas (ver punto 4.2.2).

#### **4.4. Resultados Individual por Estructura de Pasos Superiores.**

A continuación, se muestra los resultados por tipología estructural de pasos superiores (Estructura 2, Estructura 4 y 5, Estructura 6 y 8), además de los resultados en conjunto por alternativa propuesta y por estructura, esto con el fin de definir las principales similitudes y diferencias. Cabe destacar que, en estas alternativas, la diferencia principal está dada por su sistema constructivo, en este caso la alternativa 1 el sistema empleado es el prefabricado, mientras que la alternativa 2 usa el sistema de construcción in situ, al momento de comparar ambas alternativas su busca establecer cuál de estas tienen el mejor desempeño social en el sitio de la obra, y no su impacto en relación causa efecto de forma individual.

Los resultados de cada tipología estructural se encuentran contenida en tablas en las cuales se puede apreciar los puntajes obtenidos tras la normalización de los indicadores en base a la fórmula expuesta en la tabla 10 y la información recolectada en las tablas 11,12,13 y anejos 1.

En estas tablas se puede obtener 3 puntajes: el puntaje medio de subcategorías que resulta de la normalización de indicadores, el puntaje medio de cada categoría que resulta de la sumatoria de las subcategorías y el puntaje final que es el resultado de la suma de la puntuación media de cada categoría. Adicionalmente, para poder visualizar de forma detallada los puntajes obtenidos en cada tipología estructural, se incluye figuras con las puntuaciones medias de cada subcategoría, la puntuación final por categoría de parte interesada y la puntuación final de cada alternativa de diseño propuesta, permitiendo apreciar las diferencias más significativas en cada una de estas.

##### **4.4.1 Estructura 2**

A continuación, se presenta la tabla 14, en ella se puede apreciar que el puntaje medio y final obtenido para la estructura 2. Se presenta adicionalmente las figuras 16, 17 y 18, en donde se visualiza de forma más detallada los puntajes obtenidos, a fin de describir las principales diferencias y similitudes entre ambas alternativas.

En términos generales podemos indicar que para la estructura 2 la alternativa 1 relacionada con elementos prefabricados tiene mejor desempeño social que la

| CAPITULO 4: CASO DE ESTUDIO

alternativa 2, la cual se relaciona con elementos fabricados in situ, esto se deduce tras los puntajes obtenidos tanto en el puntaje final, donde la alternativa 1 obtuvo 0.649 y la alternativa 2 de 0.557; como el los puntajes medios de sub categorías y categorías, donde la alternativa 1 tuvo una puntuación mayor con respecto a la alternativa 2, tal como se aprecia en la tabla siguiente:

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,605	0,136	0,667	0,119
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,537		0,537	
	Salud y Seguridad		0,360		0,276	
	Sub total		0,382		0,897	
			<b>0,545</b>		<b>0,476</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,885	0,221	0,714	0,178
	Sub total		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,160	0,172	0,850	0,164
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,732		0,732	
	Empleo local		0,855		0,543	
	Sub total		<b>0,687</b>		<b>0,656</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	0,007	0,120	0,007	0,123
	Contribución al desarrollo económico		0,750		0,750	
	Desarrollo de tecnología		0,683		0,720	
	Sub total		<b>0,480</b>		<b>0,492</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,649</b>		<b>0,585</b>	

Tabla 14. Puntuación Media y Final para Estructura 2 Pasos Superiores.

La puntuación media de cada sub categoría se pueden apreciar más de cerca en la figura16 presentado a continuación, en este, las diferencias más significativas entre ambas alternativas las podemos encontrar en las horas de trabajo, en donde la alternativa 1 tuvo un puntaje de 0,830 con respecto a la alternativa 2 con 0,005, esto se debe a que la alternativa 1 que emplea menos horas para ejecutar el proyecto; esto también afecta los puntajes de las subcategorías de accesibilidad y las condiciones de vida segura y saludable, en donde el tipo de sistema constructivo empleado en la alternativa 1 tiene menor impacto por tener menos restricciones de movilidad de tráfico y prevenir a disminuir los problemas de movilidad en la fase de construcción.

Otra diferencia encontrada la podemos ver en el puntaje de empleo local en donde la alternativa 1, obtuvo 0,855 y la alternativa 2 0,543, esta diferencia radica principalmente en el sector en donde se desarrolla la actividad de producción, ya que la alternativa 1 al tener más relación con el sector industrial cuenta un porcentaje de mayor

empleabilidad con respecto a la alternativa 2 que está relacionada con el sector constructivo.

La alternativa 2, ha obtenido puntajes mayores, en las sub categoría de salud y seguridad, en donde el puntaje es de 0,897 versus 0,382 para la alternativa 1, y en la subcategoría de acceso de recursos locales, con 0,885 versus 0,160 para la alternativa 1, esta diferencia nos indica, por una parte que los accidentes laborales relacionados al sector constructivo son inferiores al sector industrial, y por otra parte que el gasto potencial de la alternativa 2 benéfica más a la comunidad local que el gasto potencial de la alternativa 1, por cuanto esta alternativa 2 al ser relacionada con la fabricación in situ podría aprovechar los recursos locales, en comparación a la alternativa 1, en donde los elementos constructivo vienen de otras localidades.

Otro aspecto a destacar son los puntajes similares tanto en igualdad de oportunidades, relacionada con la empleabilidad de personas con discapacidad, condiciones de una vida saludable relacionada la tasa del desarrollo y contribución al desarrollo económico relacionado con producto interno, esto se debe principalmente a que el puntaje obtenido en estas subcategorías se ve afectada más por el lugar en donde se ejecuta la obra, que por los elementos que la componen, es decir, independientemente de que alternativa se elija, el sitio de la obra es el mismo, por lo tanto estos puntajes serán similares en ambas alternativas.

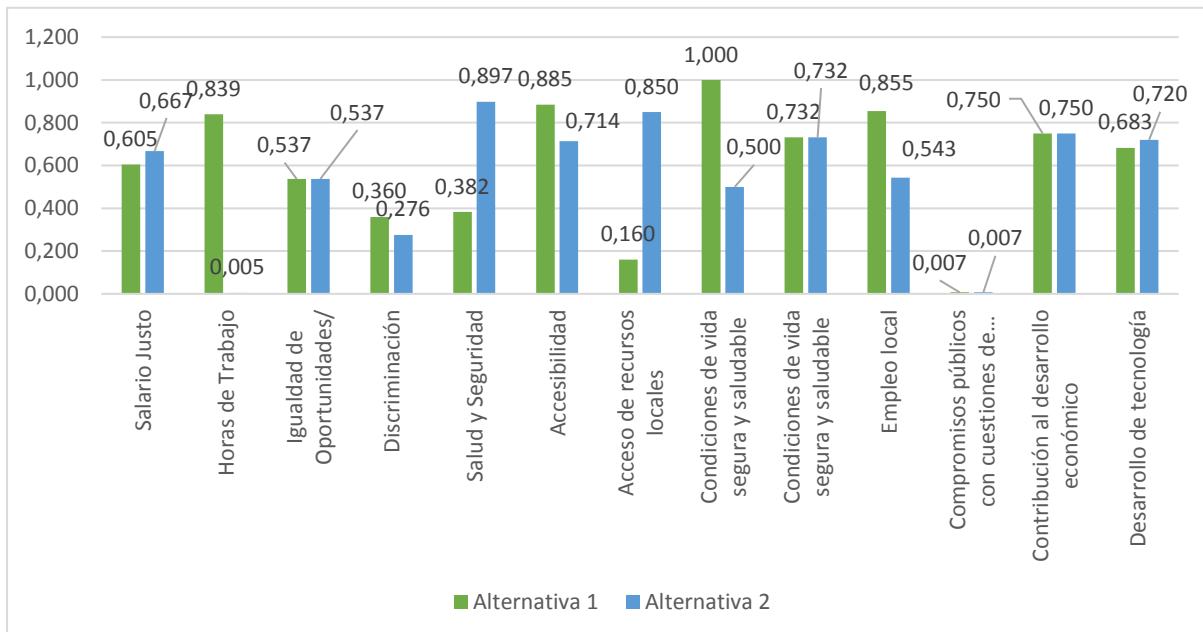


Fig. 16 Puntuaciones integradas de impacto social de Diseño Alternativa 1 vs Alternativa 2 en E2.

Esto también se ve reflejado en la figura 16, en donde se realiza una comparación entre los puntajes obtenidos en las diferentes categorías según la parte interesada, allí vemos que la alternativa 1, tiene un mejor desempeño social relación a la categoría de trabajadores y consumidores, en menor medida a la categoría de comunidad local, por su parte la alternativa 2 se desenvuelve mejor en lo que se refiere a la categoría de sociedad, sin embargo, la diferencia es mínima con respecto a las demás categorías. Este nos indica que el puntaje obtenido en las categorías de trabajadores y consumidores tienen un mayor impacto en el puntaje final que la categoría de sociedad y comunidad local, esto se debe a que dentro de estas categorías podemos encontrar las diferencias las diferencias significativas con respecto a cada alternativa.

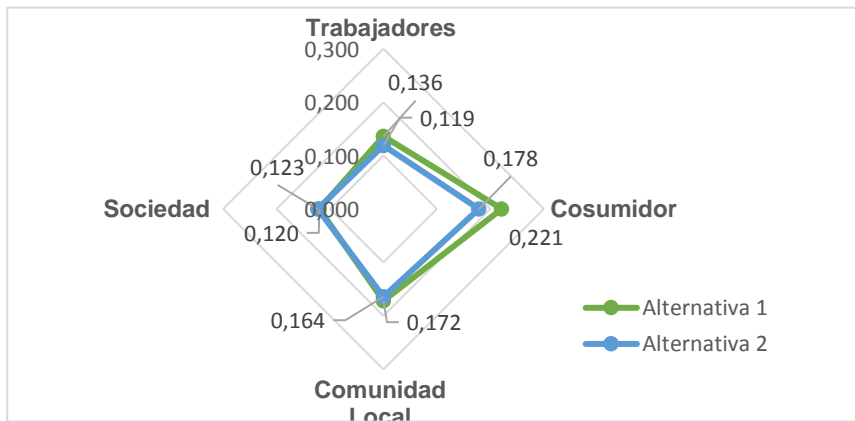


Fig. 17 Impacto en Parte Interesada Alternativa 1 vs Alternativa 2 en E2.

Para finalizar podemos observar en la figura 17, muestra los puntajes finales obtenidos en ambas alternativas, la alternativa 1 tuvo un puntaje de 0,649 mientras que la alternativa 2 tiene 0,585, mostrando así que la alternativa 1 tiene mejor desempeño social que la alternativa 2. Cabe destacar que ambas alternativas poseen puntajes finales más altos que el valor de la media normalizada, tomando en cuenta que 0 es el desempeño menos sostenible y 1 un desempeño más óptimo, estos nos indica que el desempeño social del proyecto de construcción en el lugar de ejecución del proyecto es bueno, independientemente de la alternativa que se escoja, puesto que los puntajes de ambas alternativas son mayores que la puntuación media.

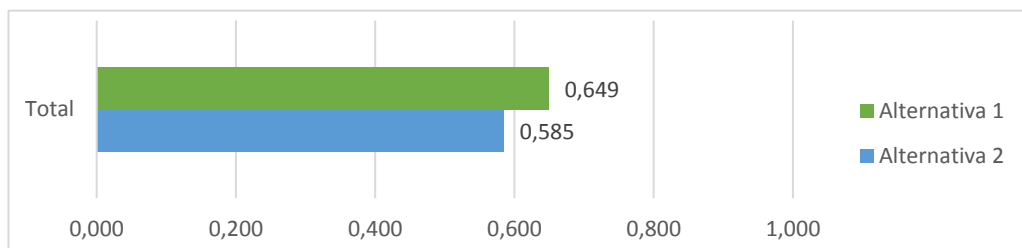


Fig. 18 Puntuación final Alternativa 1 vs Alternativa 2 en E2.

**4.4.2 Estructura 4 y 5.**

En base en los puntajes de desempeño y los conjuntos de ponderaciones que se proporcionan en la tabla 15, en ella se ve el puntaje medio y final obtenido para las diferentes alternativas de la estructura 4 y 5; esta información se ve más a detalle en las figuras 19,20 y 21, esto con el fin de a fin de indagar acerca las principales diferencias y similitudes entre ambas alternativas.

El puntaje final obtenido para la Estructura 4 y 5, es de 0,639 para la alternativa 1 y 0,589 para la alternativa 2 respectivamente, esto nos indica que la alternativa 1 que se relaciona con elementos prefabricados tiene mejor desempeño social con respecto a la alternativa 2 que se relaciona con elementos fabricados in situ. Este resultado también se ve reflejado en la puntuación media de sub categorías y categorías, donde la alternativa 1 tuvo una puntuación mayor con respecto a la alternativa 2, tal como se aprecia en la tabla 15, presentada a continuación:

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,605	0,132	0,667	0,119
	Horas de Trabajo		0,749		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,537		0,537	
	Salud y Seguridad		0,360		0,276	
	Salud y Seguridad		0,382		0,897	
	<b>Sub total</b>		<b>0,527</b>		<b>0,476</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,869	0,217	0,736	0,184
	<b>Sub total</b>		<b>0,869</b>		<b>0,736</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,134	0,170	0,836	0,163
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,732		0,732	
	Empleo local		0,855		0,543	
	<b>Sub total</b>		<b>0,680</b>		<b>0,653</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	0,007	0,120	0,007	0,123
	Contribución al desarrollo económico		0,750		0,750	
	Desarrollo de tecnología		0,683		0,720	
	<b>Sub total</b>		<b>0,605</b>		<b>0,667</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,639</b>		<b>0,589</b>	

Tabla 15. Puntuación Media y Final para Estructura 4 y 5 Pasos Superiores.



En base a la puntuación media obtenida de cada sub categoría se aprecia que la alternativa 1 tiene mayor puntuación en la subcategoría de horas de trabajo, esto motivado a que cuenta con elementos prefabricados que contribuyen a la reducción de tiempos tanto en la fabricación como en la construcción de obra, ya que al ser producto estandarizado y ejecutados en serie permite acortar los plazos de entrega y montaje en comparación con la alternativa 2, que se fabrica totalmente in situ.

Otras subcategorías en donde la alternativa 1 tuvo un mejor puntaje fueron discriminación, accesibilidad, condiciones de vida segura, y empleo local; esto se debe a que esta alternativa al emplear menos horas de trabajo cuenta con menos restricciones de movilidad de tráfico y mayor acceso al sitio de la obra para los usuarios, adicionalmente al tener relación con el sector industrial cuenta un porcentaje de mayor empleabilidad, y menor diferencia salarial entre hombres y mujeres con respecto a la alternativa 2 que está relacionada solo con el sector de la construcción.

Esto se puede apreciar con más detalle en la figura 19, el cual muestra la puntuación media de cada subcategoría, se puede observar que si bien la alternativa 2 tiene un puntaje final inferior a la alternativa 1, cuenta con mayor puntuación en las subcategorías relacionadas con salud y seguridad de los trabajadores y acceso de recursos locales, esto se debe a que dentro del sector de la construcción, la tasa de accidentes laborales es inferior al sector industrial, además, la alternativa 2 al tener un sistema estructural fabricado y construido in situ, permite abastecerse y obtener materias primas con proveedores de la zona haciendo uso de los recursos locales y contribuyendo al desarrollo económico del sitio de la obra.

En cuanto a las subcategorías que tienen una puntuación similar para ambas alternativas esta: igualdad de oportunidades que se relaciona con el empleo de personas discapacitadas en el sitio de la obra, condiciones de vida segura y saludable que se relaciona con la tasa de desarrollo sostenible de la zona, compromiso público en sostenibilidad que se basa en el porcentaje de emisión de CO<sub>2</sub> y contribución al desarrollo económico que se relaciona al PIB. El puntaje de estas subcategorías es similar debido a que el desempeño obtenido por estas, está relacionando de forma indirecta al proyecto, siendo la ubicación del proyecto lo que determina el cálculo del impacto, y no, los materiales empleados o el tipo de sistema constructivo.

Cabe destacar que estas subcategorías nos muestran un panorama general del desempeño social que tienen estas subcategorías en el sitio de la obra, si bien no se vinculan de forma directa, nos da un acercamiento más acertado de cómo impacta el proyecto en la región en donde se construye.

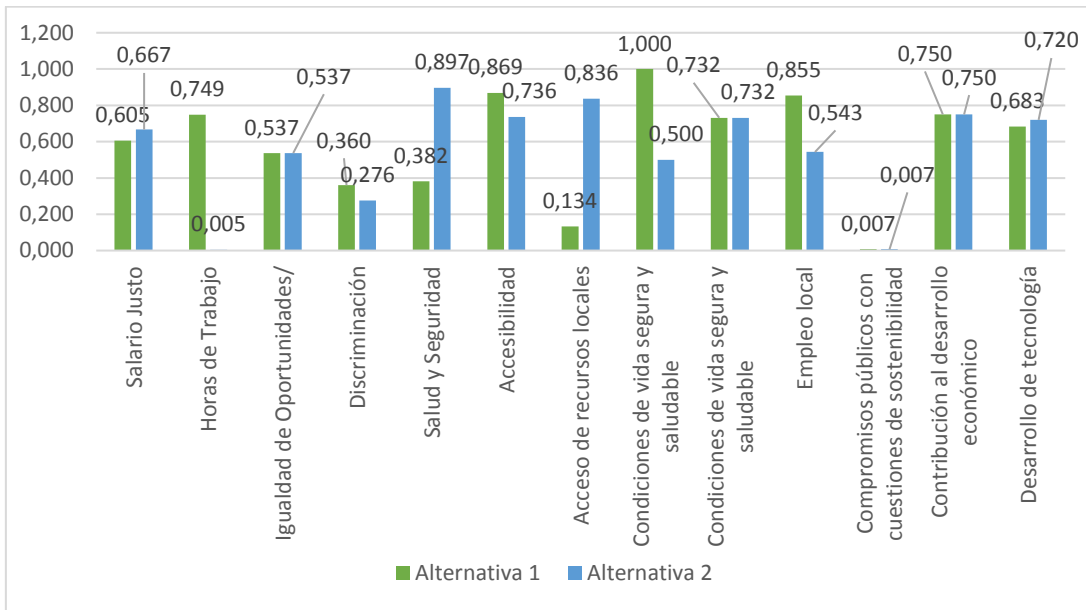


Fig. 19 Puntuación integrada de impacto social en Diseño Alternativa 1 vs Alternativa 2 en E4 y E5

En el caso del puntaje medio por categorías según la parte interesada, observada en detalle en la figura 20, permite destacar donde se encuentran las principales diferencias entre las alternativas propuestas, siendo las categorías de trabajadores y consumidores en donde encontramos una mayor diferencia, en comparación con la categoría de sociedad y comunidad local. Por otro lado, un puntaje alto se traduce en un desempeño social positivo, es decir que la alternativa 1 al tener mayor puntaje en las diferentes categorías, genera un mejor impacto social en comparación con la alternativa 2, a excepción de la categoría de la sociedad en donde la diferencia favorece a la alternativa 2, este se debe a que dentro de esta categoría existe subcategorías que favorece la fabricación in situ sobre el uso de elementos prefabricados, más específicamente el desarrollo de tecnologías, la cual se vincula a innovación del sector, afectando la puntuación general de la categoría.

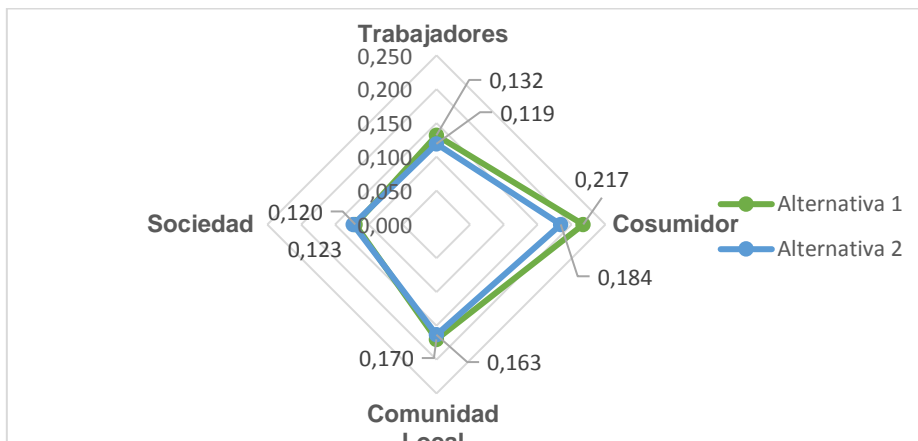


Fig. 20 Impacto en Parte Interesada Alternativa 1 vs Alternativa 2 en E4 y E5.

Sin embargo, en la figura 21, en donde se ven el puntaje final de las diferentes alternativas; este obtenido a partir de la suma de los puntajes de las diferentes categorías; se aprecia que, la alternativa 1 tiene mejor desempeño social con respecto a la alternativa 2 en el sitio de la obra en este caso la comunidad autónoma de Aragón, esto motivado a que el puntaje global obtenido por la alternativa 1 es de 0,639 y de la alternativa 2 es de 0,589.

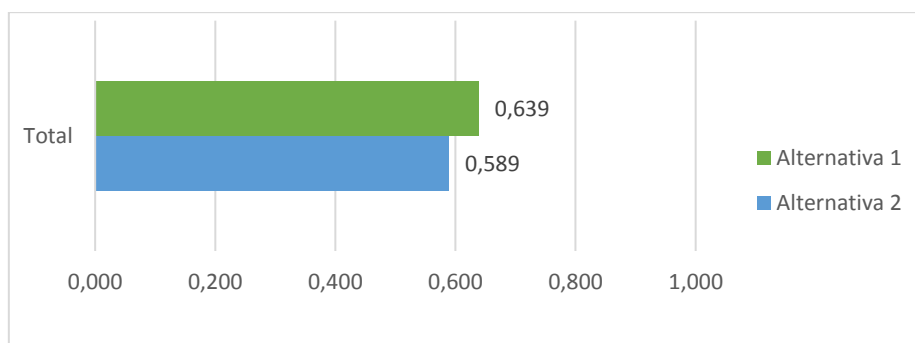


Fig. 21 Puntuación final Alternativa 1 vs Alternativa 2 en E4 y E5.

#### 4.4.3 Estructura 6 y 8.

Los puntajes medios por cada subcategoría y cada categoría además de los puntales finales correspondiente a las diferentes alternativas de diseño para la estructura 6 y 8, se pueden ver en la tabla 16 presentada a continuación, además, se presentan las figuras 22,23 y 24 en donde se aprecian a detalle las principales diferencias y similitudes entre ambas alternativas.

En la tabla 16, se puede ver que la alternativa 1 relacionada con elementos prefabricados, cuenta con un mejor desempeño social en comparación con la alternativa 2, que se relaciona con elementos fabricados in situ. Esto se determina a partir del puntaje final obtenido en ambas alternativas, por un lado, la alternativa 1 obtuvo un puntaje final de 0,652 mientras que la alternativa 2 obtuvo 0,590, además de los puntajes medios obtenidos en las diferentes subcategorías y categorías, justo como se ve a continuación:

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,605	0,135	0,667	0,119
	Horas de Trabajo		0,816		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,537		0,537	
	Salud y Seguridad		0,360		0,276	
	<b>Sub total</b>		<b>0,540</b>		<b>0,476</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,895	0,224	0,737	0,184
	<b>Sub total</b>		<b>0,895</b>		<b>0,737</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,192	0,174	0,851	0,164
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2		
Sociedad	Condiciones de vida segura y saludable	25%	0,732	0,732		
	Empleo local		0,855	0,543		
	<b>Sub total</b>		<b>0,695</b>	<b>0,656</b>		
	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad		0,007	0,120	0,007	0,123
	Contribución al desarrollo económico		0,750	0,750		
	Desarrollo de tecnología		0,683	0,720		
	<b>Sub total</b>		<b>0,480</b>	<b>0,492</b>		
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,652</b>	<b>0,590</b>		

Tabla 16. Puntuación Media y Final para Estructura 6 y 8 Pasos Superiores.

Para ver más de cerca la comparación la puntuación media de cada subcategoría se presenta la figura 22, en este, se aprecian las principales diferencias entre las alternativas propuestas. Encontramos que la diferencia más significativa están en la subcategoría de horas de trabajo en donde la alternativa 1 tiene un puntaje mayor, este resultado se debe al uso de productos prefabricados propuesto, lo que permite mejorar sustancialmente el tiempo de ejecución del proyecto, por un lado acortando los plazos de entrega en la fase de construcción y por otro lado en la fase de producción, ya que, al ser un producto estandarizado y ejecutados en serie permite reducción de tiempos de fabricación.

Otras diferencias significativas las vemos en las subcategorías de accesibilidad y condiciones de vida segura y saludable, en donde el sistema constructivo prefabricado empleado en la alternativa 1 presenta un puntaje mayor, esto debido a que tiene menos restricciones de movilidad de tráfico y disminuye los problemas de movilidad durante la fase de construcción, en comparación con la alternativa 2. Esto también se aprecia en la subcategoría de empleo local y discriminación, en donde la alternativa 1 al tener más relación con el sector industrial cuenta un porcentaje de mayor empleabilidad y menor diferencia salarial en relación a hombres versus mujeres, con respecto a la alternativa 2 que está relacionada con el sector constructivo.

Por su parte la alternativa 2, tiene un mayor puntaje en las sub categoría de salud y seguridad de los trabajadores, esto se debe a que la tasa de accidentes laborales relacionados al sector constructivo son inferiores al sector industrial, esto también sucede en el caso de desarrollo de tecnología, en donde el porcentaje de uso de nuevas tecnologías asociado a la innovación dentro del sector constructivo es mayor que en el sector industrial.

En el caso de la subcategoría de acceso a recursos locales, la alternativa 2 tiene una puntuación mayor debido a que el gasto potencial que podría generar esta alternativa es mayor que el generado por la alternativa 1, esto motivado a que la fabricación in situ se abastece y obtiene materias primas con proveedores de la zona permitiendo aprovechar los recursos locales y contribuyendo al desarrollo económico en el sitio de la obra.

Por último, vemos que las subcategorías de igualdad de oportunidades que se relaciona con el empleo de personas discapacitadas en el sitio de la obra, condiciones de vida segura y saludable que se relaciona con la tasa de desarrollo sostenible de la zona, compromiso público en sostenibilidad que se basa en el porcentaje de emisión de CO2 y contribución al desarrollo económico que se relaciona al PIB; cuentan con una puntuación similar entre ambas alternativas, esto se debe a que el impacto generado por estas subcategorías está relacionado con el sitio de construcción del proyecto y no por el sistema constructivo empleado o los materiales que usa, es decir el tipo de vinculación con la obra la hace de forma indirecta, si bien no genera una diferencia entre alternativas, nos permite tener un acercamiento más acertado de cómo afecta el proyecto al lugar en donde se ejecuta el mismo.

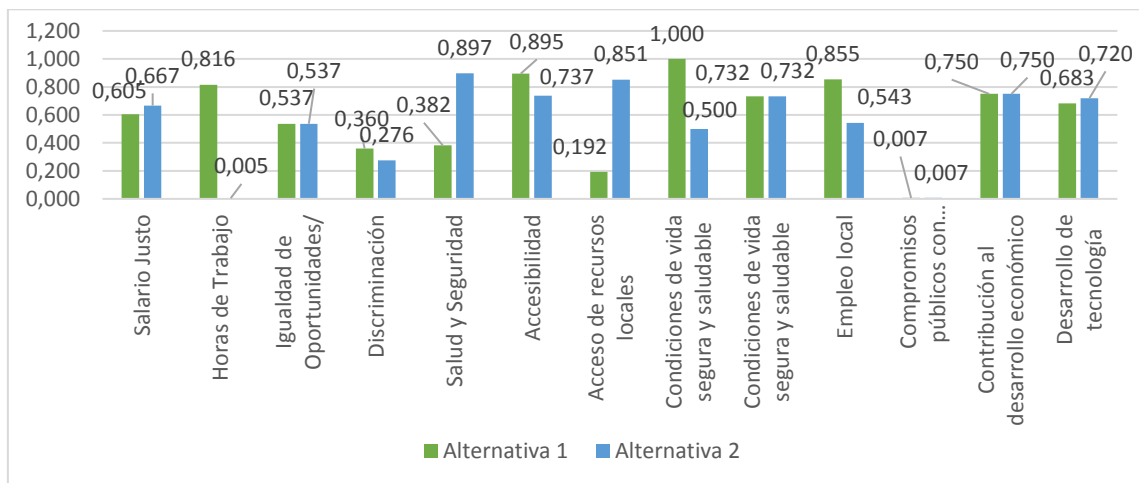


Fig. 22 Impacto en Parte Interesada Alternativa 1 vs Alternativa 2 en Estructura 6 y 8.

Esto también se ve reflejado en la figura 23, en donde se realiza una comparación entre las diferentes categorías según la parte interesada. Las diferencias entre estas puntuaciones nos indica cuales son los interesados más afectados por el proyecto, en este sentido, vemos que la alternativa 1, tiene un mejor desempeño en lo referido a la categoría de trabajadores y consumidores, en menor medida a la categoría de comunidad local, por su parte la alternativa 2 se desenvuelve mejor en lo que se refiere a la categoría de sociedad, sin embargo, la diferencia es mínima en comparación a las demás categorías.

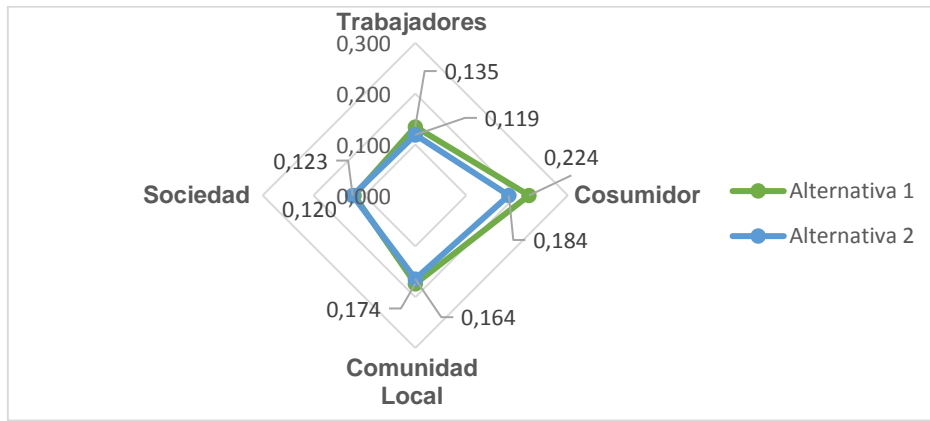


Fig. 23 Impacto en Parte Interesada Alternativa 1 vs Alternativa 2 en Estructura 6 y 8.

En la figura 24, se hace una comparación de los puntajes finales de cada alternativa, se aprecia que la alternativa 1 cuenta con un puntaje global de 0,652, con respecto a la alternativa 2 que tiene 0,590 lo que nos indica que la alternativa 1 tiene mejor desempeño social con respecto a la alternativa 2. Cabe destacar que ambas alternativas poseen puntajes finales más altos que el valor de la media normalizada, tomando en cuenta que 0 es el desempeño menos sostenible y 1 un desempeño más óptimo, es decir que el proyecto de construcción tiene un desempeño positivo en general en el sitio de la obra.

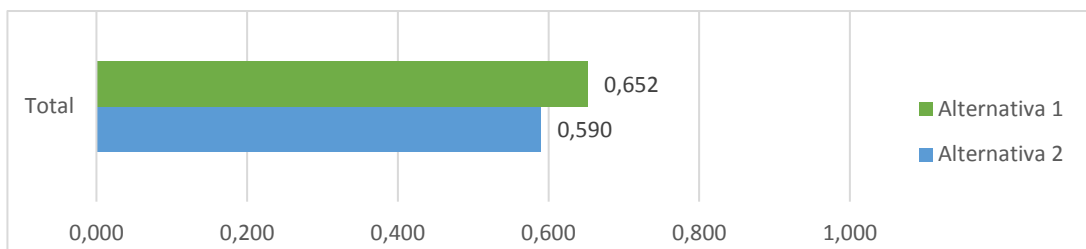


Fig. 24 Puntuación final Alternativa 1 vs Alternativa 2 en Estructura 6 y 8.

#### 4.5 Resultado Conjunto Pasos Superiores.

Una vez obtenido los puntajes medios y finales de cada una de las estructuras de pasos superiores, se procedió a comparar los resultados, esto con el fin de poder determinar las principales diferencias y similitudes entre estas.

A continuación, se muestra la figura 25, en donde se compila los resultados de las diferentes estructuras usando la alternativa 1 como método constructivo, en esta compilación se puede observar que las puntuaciones medias por categoría y puntuación final tienen poca variación, esta se produce debido a la diferencia de tamaño que tienen las estructuras, en donde la cantidad de material empleado y el costo para la construcción difieren entre sí.

La categoría en la cual la alternativa 1 presenta el más alto desempeño social es la categoría de consumidor. Este puntaje permite ver más de cerca como el tamaño y material que presenta las diferentes estructuras afecta el puntaje de una categoría en específico y a su vez el puntaje global. En el caso de esta subcategoría que se relaciona con la accesibilidad, vemos que si bien la estructura 4 y 5 es menor en tamaño y en costes asociados que la estructura 6 y 8, la puntuación refleja un mejor desempeño social en la estructura 6 y 8; esto se debe a una optimización en tiempos de producción en donde si bien es más grande de tamaño la estructura 6 y 8 la longitud en que se desarrolla es inferior, lo que se traduce en menos tiempo de construcción, beneficiando la accesibilidad en el sitio de la obra y por tanto el puntaje en esta categoría, si bien esta diferencia es pequeña afecta a la puntuación de esta categoría.

La variación de longitud, también se refleja en la puntuación obtenida en la categoría de Comunidad local, en donde la Estructura 6 y 8, cuenta con un desempeño ligeramente mayor a las demás estructuras, en donde la estructura 2 tiene 0,680 puntos, mientras que la estructura 4 y 5 obtuvo 0,680 y la estructura 6 y 8 obtuvo 0,695. Cabe destacar que, si bien existe una diferencia en cuanto al tamaño, costes y cantidad de materiales en la estructura, esta solo genera una variación pequeña al puntaje general por categorías, puesto que este se conforma de subcategorías que se relacionan de forma indirecta con el proyecto.

En cuanto a la categoría de trabajadores, se puede apreciar como el tamaño de las estructuras afecta el puntaje obtenido, es por ello que la estructura 2 obtuvo 0,542, la estructura 4 y 5 obtuvo 0,527 y la estructura 6 y 8 obtuvo 0,540; esto nos permite inferir que entre más grande sea el proyecto es más beneficioso para esta categoría en particular, puesto que implica una mayor cantidad de horas de trabajo y por ende una mayor cantidad de trabajadores.

Para la categoría de sociedad, la puntuación obtenida en las 3 estructuras analizadas es similar, puesto que se toma en cuenta el impacto producido de manera indirecta, es decir, el puntaje viene dado por el comportamiento del proyecto dentro del sitio de la obra, y no por los materiales o costes que lo conforman; si bien no existe una variación al mirar el puntaje entre las diferentes estructuras, al compararse con otra alternativa que cuenta con un sistema constructivo diferente, si presenta modificación.

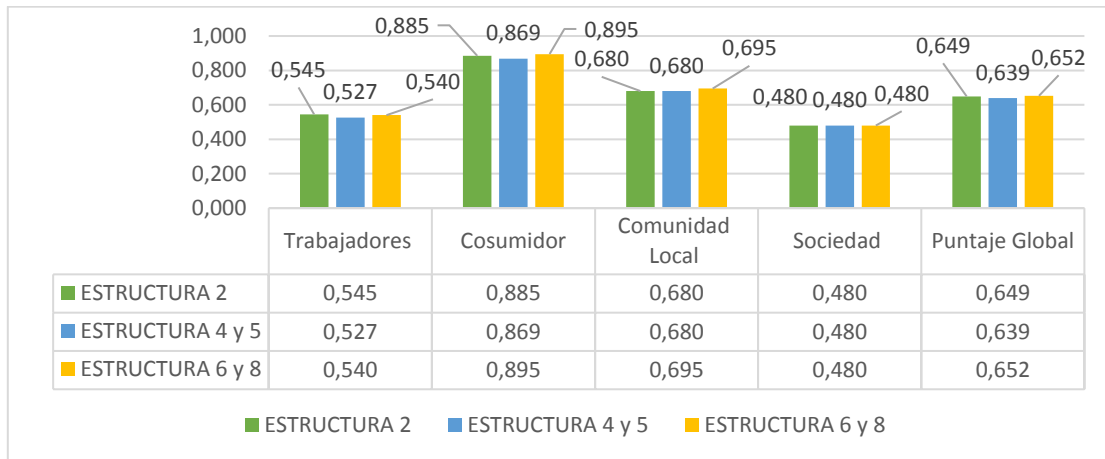


Fig. 25 Puntuación de diferentes estructuras en relación a Alternativa 1 para Pasos Superiores.

La compilación de los resultados de las diferentes estructuras en referencia a la alternativa 2, se aprecia en la figura 26, allí vemos la puntuación obtenida por las diferentes categorías de parte interesada y el puntaje final de cada estructura. En la Categoría de trabajadores podemos ver que la puntuación obtenida es similar en todas las estructuras, motivado a que la duración total de la obra es mayor en comparación con la alternativa 1, dando como resultado un mayor impacto y por ende una puntuación baja al momento de comparar ambas alternativas; cabe destacar que el puntaje se calcula en base a la comparación de desempeño con respecto a la alternativa 1, y no, sobre la relación causa efecto que genera el proyecto.

Esto también sucede en la categoría de consumidores, la cual se relaciona con la accesibilidad del proyecto en el sitio de construcción, la estructura 2 tiene una puntuación menor puesto que la duración de construcción es mayor, mientras que las estructuras 4,5 y 6,8, son de menor tamaño, por ende, un mejor puntaje. En cuanto a la categoría de Comunidad local, se puede apreciar como el tamaño de la estructura afecta el puntaje de esta categoría, la estructura 2 y la estructura 6 y 8 tienen un mayor tamaño y por ende un puntaje alto, en comparación con la estructura 4 y 5 que es de menor tamaño, esto hace inferir que entre más grande sea el proyecto mayor será el beneficio que genere dentro la comunidad, ya que esta categoría se relaciona con el gasto que tiene el proyecto en el sitio de la construcción.

En cuanto a la categoría de sociedad podemos ver que el puntaje es similar debido a que el puntaje obtenido está vinculado al proyecto de forma indirecta, es decir, el puntaje viene dado por el comportamiento del proyecto dentro del sitio de la obra, y no por los materiales o costes que lo conforman; si bien no existe una variación al mirar



el puntaje entre las diferentes estructuras, al compararse con otra alternativa si existe una variación.

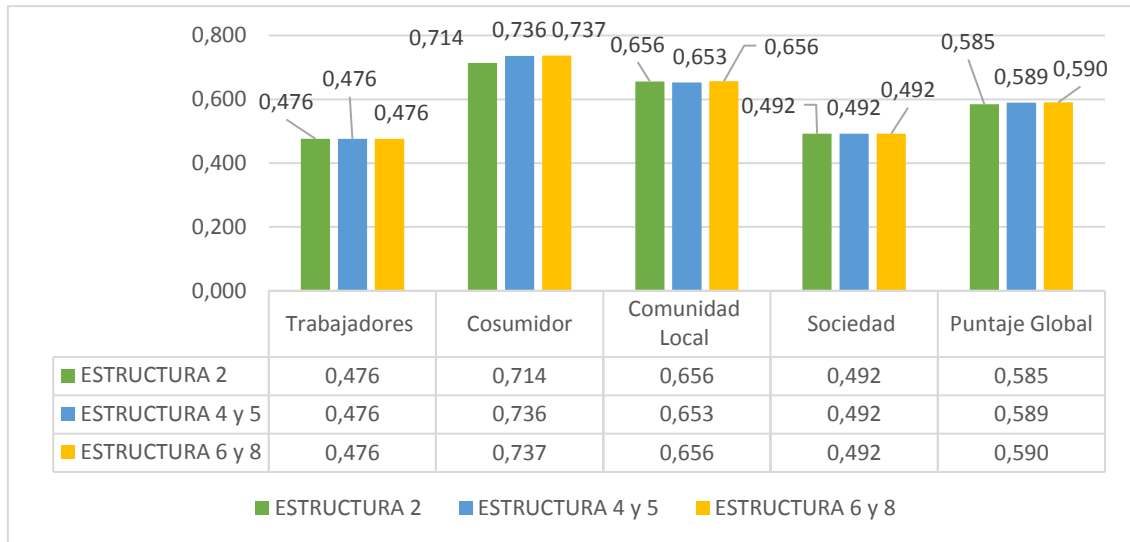


Fig. 26 Puntuación de diferentes estructuras en relación a Alternativa 1 para Pasos Superiores

Una vez que ya vemos la puntuación de cada estructura de pasos superiores entre las diferentes alternativas propuestas, se realizó una compilación en la que se muestra los resultados de cada categoría de impacto, y la puntuación final de ambas alternativas por cada una de las estructuras de paso superiores del proyecto, esto se ve en la figura 27 presentado a continuación.

La característica que diferencia una alternativa de otra, se encuentra principalmente en el tipo de sistema constructivo que se emplea, por un lado, la alternativa 1 se encuentra construido con un sistema constructivo prefabricado mientras que la alternativa 2, está construido con un sistema de construcción totalmente in situ. Estas diferencias marcan la pauta al momento de estimar el desempeño social respecto a cada categoría de parte interesada y a su vez en el puntaje final, es por ello que vemos una variación de puntaje dentro una misma alternativa.

Las diferencias más relevantes entre estas se dan en las categorías de trabajadores y consumidores, en donde se aprecia una diferencia de mayor puntaje entre ambas alternativas. Esto permite inferir que el tiempo de construcción según el sistema constructivo empleado afecta considerablemente el resultado del impacto social que genera cada alternativa; este resultado es motivado al de uso productos prefabricados propuesto por la alternativa 1, lo que permite mejorar sustancialmente el tiempo de ejecución del proyecto, por un lado acortando los plazos de entrega en la fase de construcción y por otro lado en la fase de producción, ya que, al ser un producto estandarizado y ejecutados en serie permite reducción de tiempos de fabricación. Esto

también se evidencia en los resultados de subcategoría de accesibilidad y la restricción del tráfico durante la obra, donde la alternativa 1, al contar con más productos prefabricados reduce los tiempos de ejecución del proyecto con respecto a la alternativa 2.

Se debe tener en cuenta que, aunque la alternativa 1 cuente con mejor desempeño social en general, la alternativa 2 tiene un mejor impacto social en la categoría de comunidad local, la cual está directamente relacionada en el uso de recursos locales, esto motivado a que el uso de elementos fabricados in situ permite generar gasto directo en el sitio donde se desarrolla el proyecto.

Por otra parte, la categoría de sociedad se relaciona con la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, esto motivado a que el sector de la construcción tiene menos huella de carbono, con respecto al sector de industria, la cual fabrica los elementos prefabricados empleados en la Alternativa 1. Sin embargo, en este punto se debe ser cauteloso, puesto que se necesita un análisis más profundo de los impactos ambientales potenciales de ambas alternativas, para poder ser más asertivos con los resultados relacionados a esta subcategoría.

Otra diferencia se aprecia con respecto a los accidentes laborales relacionados al sector, la alternativa 2 al ser más relacionada al sector de la construcción tiene mejor desempeño que la alternativa 1 que se relaciona en el que predomina el sector industrial, esta subcategoría se relaciona con el contexto en donde se ejecuta la obra, lo que debe ser un punto a tener en cuenta al momento de hacer una elección definitiva, puesto que se tendría que tomar medidas en pro de mejorar la salud y seguridad de los trabajadores, en el caso de la alternativa 2, o tener mecanismos que permitan seleccionar proveedores que cumplan con condiciones óptimas con respecto al trabajador, en el caso de la alternativa 1.

Al momento de elegir una alternativa se debe tomar en cuenta las diferencias sociales entre ambas alternativas; por un lado, el uso de la alternativa 1, beneficiaría a conseguir mejores tiempos de ejecución, menor costo del proyecto y mejores condiciones laborales mientras que la alternativa 2, permite contribuir a la economía local y tener menos huella ambiental al momento de ejecutar el proyecto. Cabe destacar que estos resultados están directamente relacionados con el contexto inmediato, más específicamente la Comunidad Autónoma de Aragón, en donde los datos y valores están relacionados directamente con esta comunidad.

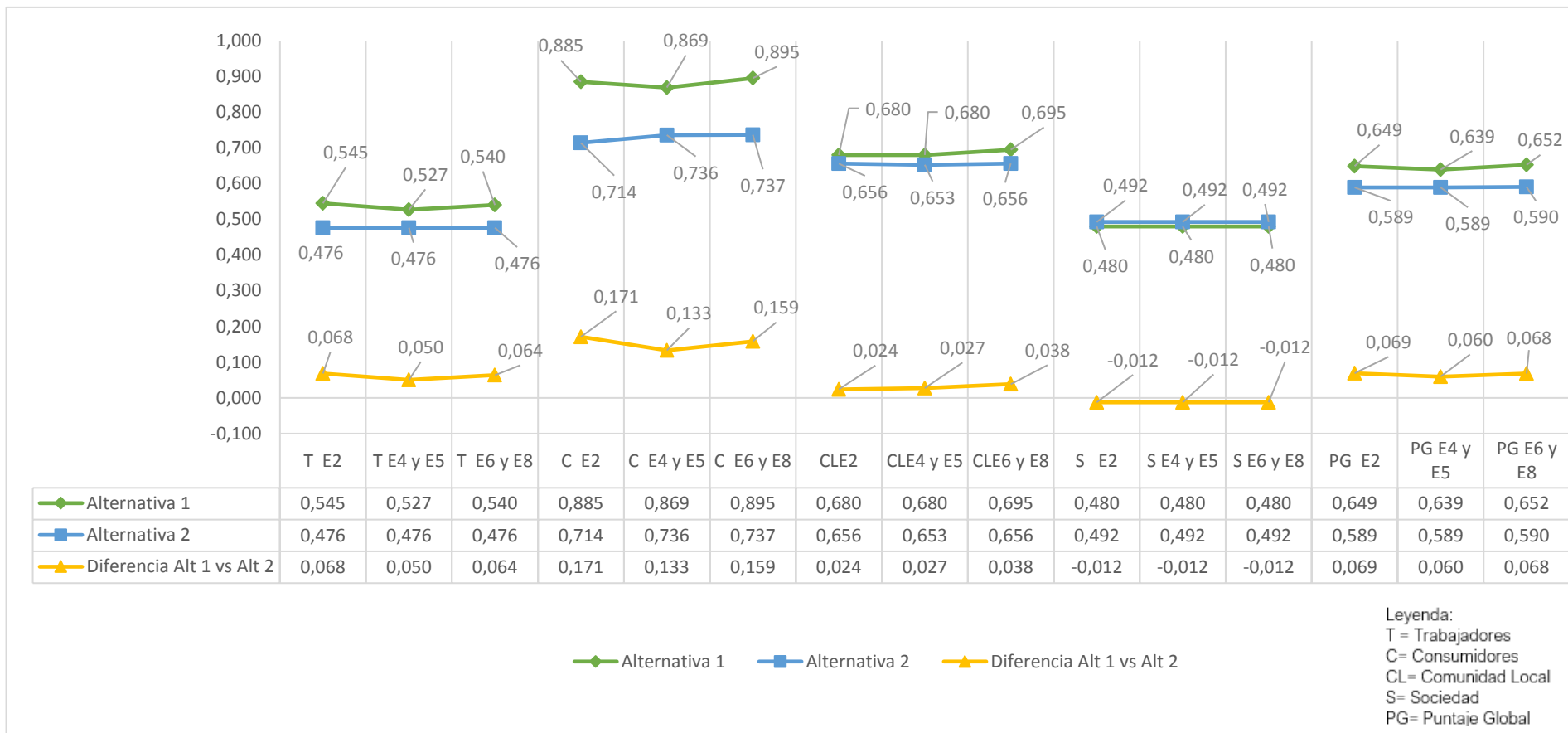


Fig. 27 Puntuación de diferentes Estructuras en relación a Alternativa 1 y 2 para Pasos Superiores

#### **4.6. Resultados Individual por Estructura de Viaductos.**

A continuación, se detallan los resultados por tipología estructural, se presentan los resultados de las 2 estructuras de Viaductos (Estructura 3, Estructura 7), además de los resultados en conjunto, para poder definir las principales similitudes y diferencias. Estos resultados se encuentran caracterizados y normalizados en base a la información del punto 4.2.5.

Los resultados obtenidos que se muestra a continuación están compuestos por 3 puntajes: el puntaje medio de subcategorías que resulta de la normalización de indicadores, el puntaje medio de cada categoría que resulta de la sumatoria de las subcategorías y el puntaje final que es el resultado de la suma de la puntuación media de cada categoría. Adicionalmente, para poder visualizar de forma detallada los puntajes obtenidos en cada tipología estructural, se incluye figuras con las puntuaciones medias de cada subcategoría, la puntuación final por categoría de parte interesada y la puntuación final de cada alternativa de diseño propuesta, permitiendo apreciar las diferencias más significativas en cada una de estas.

Cabe destacar que ambas alternativas cuentan con un sistema constructivo similar, en este caso prefabricado, por lo tanto, al momento de realizar una comparación entre ambas alternativas, se debe tomar en cuenta que la principal deferencia está dada por la cantidad de material a emplear durante la construcción de los elementos estructurales, y el costo monetario asociado a cada estructura en cada alternativa propuesta, y en menor medida el tiempo empleado para su ejecución.

##### **4.6.1 Estructura 3**

A continuación, se presenta la tabla 17, en ella se puede apreciar que el puntaje medio y final obtenido para la estructura 3. Se presenta adicionalmente la figura 28, 29 y 30 en donde se visualiza de forma más detallada los puntajes obtenidos, a fin de describir las principales diferencias y similitudes entre ambas alternativas

En términos generales podemos se puede apreciar que la alternativa 2, presenta un mejor desempeño social frente a la alternativa 1, sin embargo, la diferencia entre ambas alternativas es mínima, puesto que la alternativa 1 obtuvo 0,607 mientras que la alternativa 2 obtuvo 0,635; esto también se ve reflejado en la puntuación media por categoría según la parte interesada, en donde la alternativa 2 obtuvo un puntaje ligeramente mayor con respecto a la alternativa 1, tal como se aprecia en la tabla siguiente:

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,605	0,094	0,605	0,116
	Horas de Trabajo		0,005		0,442	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,537		0,537	
	Salud y Seguridad		0,360		0,360	
	<b>Sub total</b>		<b>0,378</b>		<b>0,465</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,857	0,214	0,905	0,226
	<b>Sub total</b>		<b>0,857</b>		<b>0,905</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,270	0,179	0,181	0,173
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		1,000	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,732		0,732	
	Empleo local		0,855		0,855	
	<b>Sub total</b>		<b>0,714</b>		<b>0,692</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	0,007	0,120	0,007	0,120
	Contribución al desarrollo económico		0,750		0,750	
	Desarrollo de tecnología		0,683		0,683	
	<b>Sub total</b>		<b>0,480</b>		<b>0,480</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,607</b>		<b>0,635</b>	

Tabla 17. Puntuación Media y Final para Estructura 3 Viaductos.

La figura 28 presentado a continuación, se ve detalladamente la puntuación media de cada sub categoría; en este, se puede apreciar que solo 3 subcategorías tienen variación al momento de compararlas, esto se debe a que, en estas, su puntaje se calcula en base a su relación directa con el proyecto, por ende, cada variación que tenga el proyecto afectara el puntaje de esta subcategoría.

En esta estructura, la alternativa 2 tiene un mejor desempeño social en las subcategorías de horas de trabajo, accesibilidad, esto se debe a que esta alternativa está compuesta por elementos estructurales más pequeños, lo que permite optimizar en tiempo de construcción, mejorando accesibilidad en el sitio de la obra; mientras que la alternativa 1, solo tiene un mejor desempeño en la subcategoría de uso de recursos locales, puesto que los costes asociados a esta alternativa son mayores en relación a la alternativa 2.

En las demás subcategorías ambas alternativas tuvieron desempeños similares, puesto que se relacionan de forma indirecta al proyecto, es decir, su vinculación está dada por su relación que tiene este con el sitio de la obra, y no por la diferencia en cuanto materiales o costes, es por ello que en ambas alternativas se da este resultado. Cabe destacar que, aunque no se vinculen de forma directa nos da un acercamiento más acertado de cómo impacta el proyecto en la región en donde se construye.

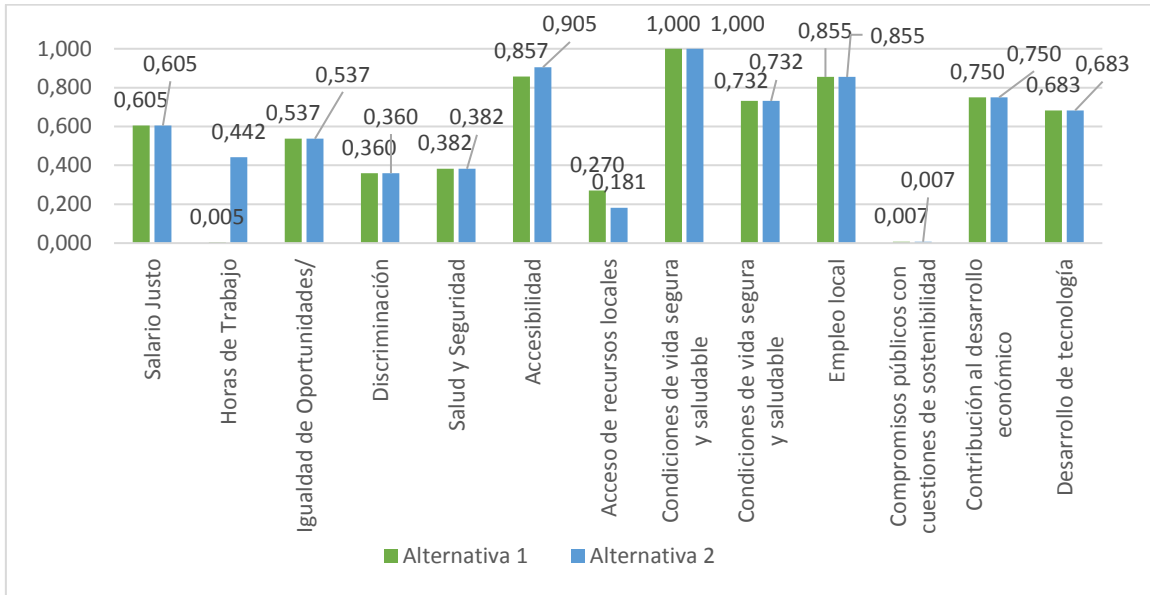


Fig. 28 Puntuaciones integradas de impacto social de Estructura 3 en Alternativa 1 vs Alternativa 2

Esto también se ve reflejado en la figura 29, en donde se realiza una comparación entre las diferentes categorías según la parte interesada. En esta figura se puede ver que las categorías con mayor diferencia son las de trabajadores y consumidor, es decir, en donde los elementos que conforman las diferentes alternativas repercuten más.

Por otro lado, muestra que alternativa 1 se desenvuelve mejor en lo que se refiere a la categoría de comunidad local, sin embargo, la diferencia es mínima en comparación a las demás categorías; mientras que en la categoría de sociedad el puntaje obtenido de es similar entre ambas alternativas, puesto que se conforma por subcategorías que se vinculan de forma indirecta con el proyecto.

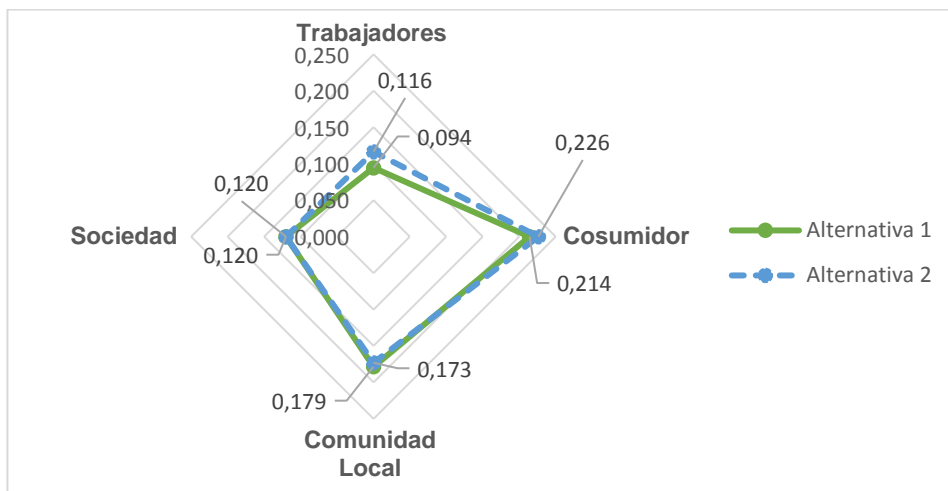


Fig. 29 Impacto en Parte Interesada Alternativa 1 vs Alternativa 2 en Estructura 3

Como podemos observar en la figura 30, la alternativa 1 tiene un puntaje de 0,607 y la alternativa 2 que tiene 0,636 mostrando así que la alternativa 2 tiene mejor desempeño social que la alternativa 1. Este resultado nos permite inferir que, si bien existe diferencia entre materiales empleados y costos económicos asociados al proyecto, estos no representan un impacto significativo al momento de determinar el desempeño social de las alternativas del proyecto, puesto que se desarrollan bajo un mismo sistema constructivo.

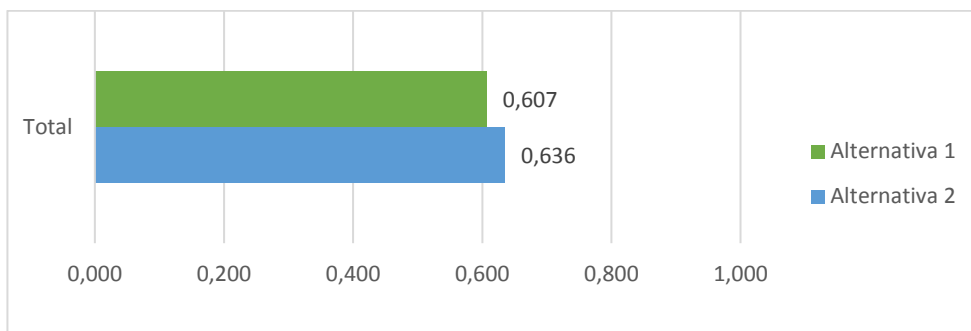


Fig. 30 Puntuación final Alternativa 1 vs Alternativa 2 para Estructura 3.

#### 4.6.2 Estructura 7

Los puntajes medios por cada subcategoría y cada categoría además de los puntales finales correspondiente a las diferentes alternativas de diseño para la estructura 7, se pueden ver en la tabla 18 presentada a continuación, además, se presentan las figuras 31,32 y 33 en donde se aprecian a detalle las principales diferencias y similitudes entre ambas alternativas.

Tomando en cuenta los puntajes de desempeño y los conjuntos de ponderaciones que se proporcionan en la tabla 18, se puede indicar que la alternativa 2 tiene mejor desempeño social con respecto a la alternativa 1, debido a que su puntaje final fue de 0,613 para la alternativa 1 y 0,636 para la alternativa 2 respectivamente. Cabe destacar que ambas estructuras cuentan con un sistema de construcción mayormente prefabricados, por lo que la diferencias entre alternativas viene dada por los elementos que integra cada propuesta y por el costo asociado a ello. Esto se ve de forma más detalladamente en la tabla y Fig. s presentados a continuación:

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,605	0,094	0,605	0,114
	Horas de Trabajo		0,005		0,389	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,537		0,537	
	Salud y Seguridad		0,360		0,360	
			0,382		0,382	
	<b>Sub total</b>			<b>0,378</b>		<b>0,455</b>
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,882	0,221	0,919	0,230
	<b>Sub total</b>		<b>0,882</b>		<b>0,919</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,267	0,178	0,178	0,173
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		1,000	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,732		0,732	
	Empleo local		0,855		0,855	
	<b>Sub total</b>		<b>0,713</b>		<b>0,691</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	0,007	0,120	0,007	0,120
	Contribución al desarrollo económico		0,750		0,750	
	Desarrollo de tecnología		0,683		0,683	
	<b>Sub total</b>		<b>0,480</b>		<b>0,480</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,613</b>		<b>0,636</b>	

Tabla 18. Puntuación Media y Final para Estructura 7 Viaductos.

La figura 31, nos muestra la puntuación media de cada subcategoría, se puede apreciar que la alternativa 2 tiene una mayor puntuación en las que se relaciona con horas de trabajo, y accesibilidad, esto se debe a que esta alternativa al estar compuestas con elementos constructivos de menor volumen en comparación con la alternativa 1, contribuye a optimizar tiempos de construcción y mejorando la accesibilidad en el sitio de construcción del proyecto.

Por otra parte, la alternativa 1 tiene un desempeño superior en las sub categorías de acceso a recursos locales, esto se debe a que esta alternativa tiene costes mayores, lo que implica, que el gasto que se pudiese generar en el sitio de ejecución del proyecto es mayor. En el resto de subcategorías, el desempeño social es similar puesto que ambas propuestas se desarrollan en el mismo lugar y con el mismo sistema constructivo, además de estar vinculadas con el proyecto de forma indirecta.



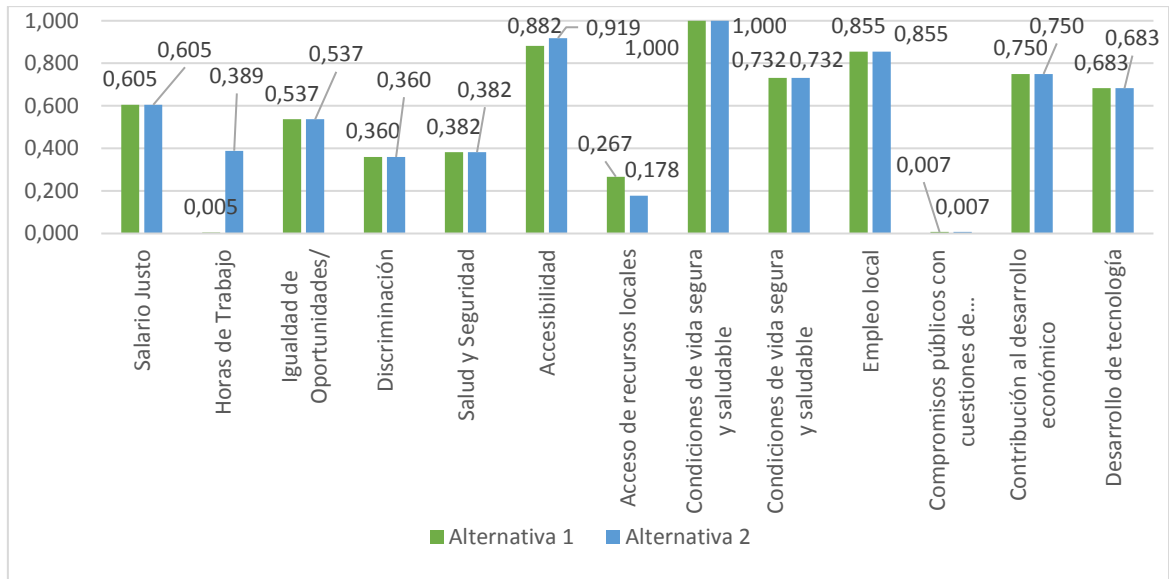


Fig. 31 Impacto en Parte Interesada Alternativa 1 vs Alternativa 2 en Estructura 7.

A continuación, se presenta la figura 32, en este se ve la comparación del puntaje obtenido entre las diferentes categorías según la parte interesada para esta estructura, vemos que la alternativa 2, tiene un mejor desempeño en lo referido a la categoría de trabajadores y consumidores, puesto que son en estas categorías en donde las diferencias con respecto a los elementos constructivos y tiempos de ejecución repercuten más.

Por su parte la alternativa 1 se desenvuelve mejor en la categoría de comunidad local, puesto que el coste asociado a esta alternativa es mayor, lo que implica un mayor gasto en el lugar de construcción del proyecto. Mientras que en la categoría de sociedad el puntaje de es similar, puesto que esta categoría está compuesta con subcategorías que se vinculan de forma indirecta al proyecto, por lo tanto, independiente de cual alternativa se elija, el impacto producido en el lugar de construcción será similar.

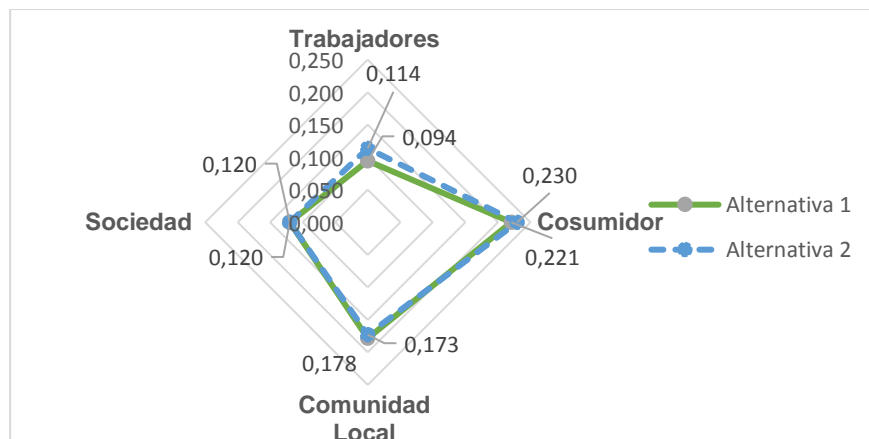


Fig. 32 Impacto en Parte Interesada Alternativa 1 vs Alternativa 2 en Estructura 7.

Cabe destacar que la diferencia entre ambas alternativas es mínima, lo que indica que, si bien hay variación entre los elementos constructivos y costes asociados, al momento de calcular el desempeño social general la diferencia no es significativa. Esto se puede ver detalladamente en la figura 33, la cual muestra que alternativa 2 tiene un puntaje global de 0,636, con respecto a la alternativa 1 que tiene 0,613, permitiendo establecer la alternativa 2, como la alternativa con mejor desempeño social desde el punto de vista de toma de decisiones.

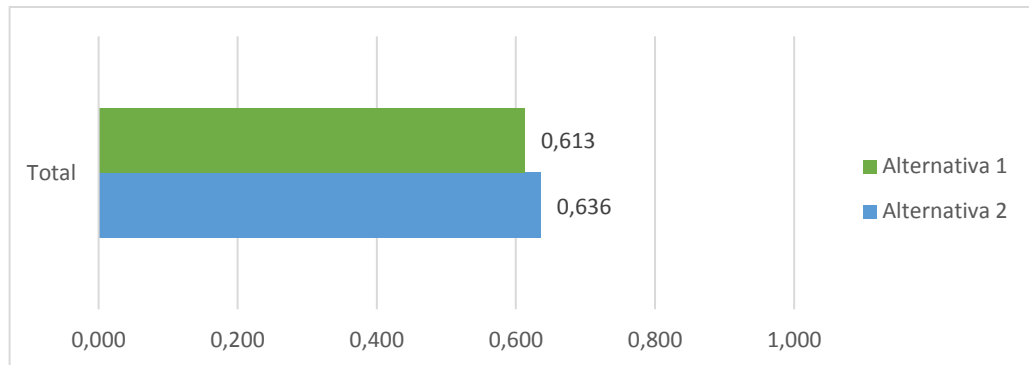


Fig. 33 Puntuación final Alternativa 1 vs Alternativa 2 en Estructura 7.

#### 4.7. Resultados Conjunto por Estructura de Viaductos.

Una vez obtenido los resultados individuales para cada una de las estructuras de viaductos. Se procedió a compilar los resultados, esto con el fin de poder determinar las principales diferencias y similitudes entre las diferentes alternativas. A continuación, se muestra la figura 34, en donde se compila los resultados de las estructuras 3 y 7 correspondiente a los viaductos, en referencia a la alternativa 1.

En ella se puede observar que existe muy poca diferencia en las puntuaciones tanto media como final por categorías, tomando en cuenta que, la diferencias entre estas estructuras viene dada el material empleado para su construcción y el costo asociado a este, permite confirmar que estas diferencias repercuten poco al realizar el cálculo del impacto. Esto se ve reflejado en el puntaje final, si bien la estructura 7 es más grande, la puntuación obtenida con respecto a la estructura 3 es mínima, esto se debe a que ambas alternativas se conforman del mismo sistema constructivo, en este caso prefabricado, por ende, la puntuación obtenida en ambas alternativas está relacionadas con el sector industrial, ya sea que se relacione con el proyecto de forma directa o indirecta.

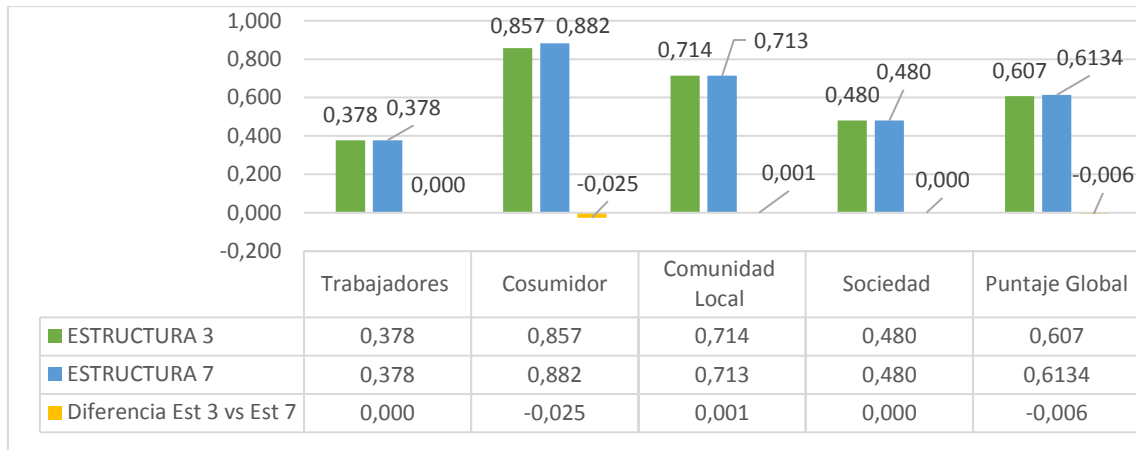


Fig. 34 Puntuación de diferentes estructuras en relación a Alternativa 1 para Viaductos.

Esto también se refleja en la figura 35, en el cual se muestra la compilación de los resultados de las diferentes estructuras de viaductos en referencia a la alternativa 2, se observa que en las puntuaciones tanto media como final por categorías existen poca diferencia entre las estructuras. Las variaciones obtenidas entre la puntuación final de las diferentes estructuras, vienen dada por el tamaño de las estructuras.

Dentro la categoría de consumidores podemos ver que, si bien la estructura 7 es más grande que la estructura 3, por ende, tendría en teoría más el tiempo de obra, esto no sucede, puesto que la estructura 7 tiene menos en elementos constructivos, mejorando los tiempos en obra y por ende beneficiando a la accesibilidad de los usuarios en el sitio de construcción, estas diferencias son mínimas, pero igual perceptibles. Esto también sucede en la categoría de trabajadores en donde la estructura 3, la cual es más pequeña, tiene un puntaje mayor que la estructura 7, que es más grande.

En cuanto a las categorías de Sociedad, obtuvo tiene puntuación similar en ambas estructuras, a que las subcategorías que lo conforman están relacionadas con el sitio de construcción del proyecto y no por el sistema constructivo empleado o los materiales que usa, es decir el tipo de vinculación con la obra la hace de forma indirecta, si bien no genera una diferencia entre alternativas, nos permite tener un acercamiento más acertado de cómo afecta el proyecto al lugar en donde se ejecuta el mismo.

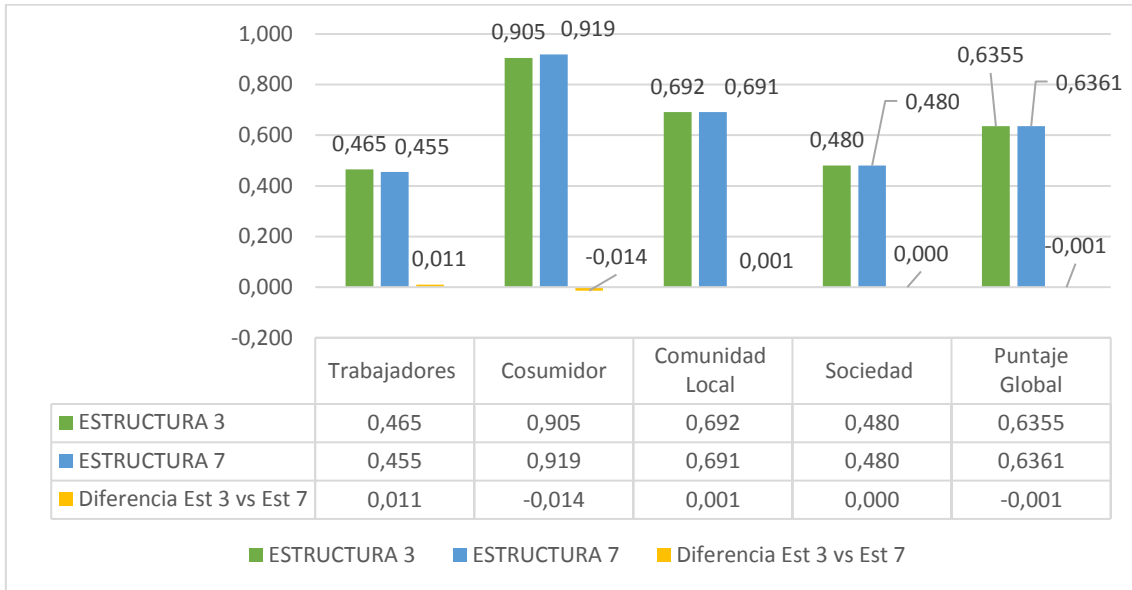


Fig. 35 Puntuación de diferentes estructuras en relación a Alternativa 2 para Viaductos.

El efecto de esta variación la podemos ver más de cerca en la figura 36, en donde se muestra la puntuación de las diferentes estructuras en relación a Alternativa 1 y 2 para viaductos de forma compilada. Cabe destacar que ambas alternativas se encuentran elaboradas con el mismo sistema constructivo, sin embargo, los elementos constructivos, el tiempo en ejecutar el proyecto y los costos derivado varían, por lo que se convierten en un factor determinante al momento de estimar el desempeño de alternativas.

Las categorías en que más repercuten el proyecto fueron en las categorías de Trabajadores y consumidores. Por un lado, la categoría de trabajadores beneficia a la alternativa 2, puesto que se conforma por elementos estructurales más pequeños, que se hacen fáciles de manejar en comparación con la alternativa 1, permitiendo finalizar la obra en un plazo inferior de tiempo. Esto también puede apreciar en la categoría de consumidores, en donde la alternativa 2 tiene mejor desempeño social debido a que al tener tiempo de construcción menores, permite tener mejor accesibilidad en el sitio del proyecto.

Como se ve en el Fig. 21, en ambas estructuras la alternativa 2 cuenta con mejor desempeño social en el lugar de construcción, más específicamente la comunidad autónoma de Aragón, este resultado no cambia independientemente de la diferencia de tamaño que tenga ambas estructuras, pero si sufre variación al momento de comparar los elementos que conforman la estructura, los costes asociados del proyecto, independientemente si esta variación es mínima.

Se debe tener en cuenta que, aunque la alternativa 2 cuente con mejor desempeño social en general, la alternativa 1 tiene una mejor puntuación en la categoría de comunidad local, la cual está directamente relacionada en al uso de recursos locales, esto motivado a que esta alternativa tiene costes asociados mayores, por ende, permitirá tener un gasto mayor en el sitio de la obra, beneficiando a la economía local.

En cuanto a la categoría de sociedad, la puntuación obtenida en las diferentes alternativas y estructuras es similar, esto nos muestra la repercusión de los indicadores que se relacionan con la obra de forma indirecta, en este caso, es similar puesto que ambas alternativas cuentan un sistema prefabricado de construcción, lo que hace que no varíen el sector en que se desarrollan, sin embargo, si la obra tuviese otro lugar de construcción, esta puntuación se vería modificada. El uso de este tipo de indicadores, si bien no es sensible a la variación en cuanto a la estructura, permite mostrar cómo afecta el proyecto en su totalidad en el sitio de construcción.



Fig. 36 Puntuación de diferentes Estructuras en relación a Alternativa 1 y 2 para Viaductos.

#### 4.8. Análisis de Sensibilidad: Variación de ponderación de categoría de parte interesada

El análisis de sensibilidad puede ayudar con la interpretación de los resultados (Liu & Qian 2019). Una de las principales fuentes de incertidumbre en este estudio son los conjuntos de ponderaciones, especialmente las ponderaciones entre las diferentes partes interesadas. Esto se debe a que en el presente estudio se asigna el mismo peso a todos los grupos de interés. Con el fin de comprender la influencia de los diferentes grupos, se hará un análisis de sensibilidad en donde se probarán diferentes factores de ponderación alternativos para evaluar la sensibilidad de los resultados.

Para ello, se tomará el resultado de la puntuación final obtenida en la Estructura 2 de pasos superiores (ver punto 4.4.1) y se aplicará una variación de ponderación, en donde se alternará el nivel de influencia que tiene la parte interesada de cada categoría, esta variación va desde un moderado cambio hasta un cambio significativo, a continuación, en la tabla 19, se muestra las diferentes variaciones tomadas en cuenta para este análisis.

Variación	Trabajadores	Consumidor	Comunidad Local	Sociedad
Alta Influencia	100T-0C-0CL-0S	0T-100C-0CL-0S	0T-0C-100CL-0S	T-0C-0CL-100S
Media Influencia	70T-10C-10CL-10 S	10T-70C-10CL-10 S	10T-10C-70CL-10 S	10T-10C-10CL-70 S
Moderada Influencia	40T-20C-20CL-20 S	20T-40C-20CL-20 S	20T-20C-40CL-20 S	20T-20C-20CL-40 S

Tabla 19. Variación de Ponderación análisis de sensibilidad.

En la Tabla 20 y la figura 37, se pueden apreciar la puntuación final en cada una de las variaciones tomadas en consideración para este estudio, por otra parte, se presenta el desglose de cada una de las puntuaciones obtenidas en la sección de anejos 2 de este documento. Como resultado general se puede indicar que la alternativa 1, se desempeña de manera más óptima desde el punto de vista social, independientemente de la variación de la parte interesada.

Este resultado aplica para todas las variaciones a excepción de la variación con alta influencia de la categoría de sociedad, en donde la alternativa 2 cambia a ser la opción más deseable, esto se debe a la relación que tiene esta categoría con la contribución al desarrollo económico y tecnológico del proyecto en el sitio de ejecución del mismo, en donde la alternativa 2, relacionada el sector constructivo in situ tiene un aporte de contribución mayor que la alternativa 1, que se encuentra más relacionada con el sector industrializado, cabe destacar que estos valores se relacionan directamente con el sector de construcción del proyecto, en este caso la comunidad autónoma de Aragón.

En el caso de las categorías de Trabajadores, se puede ver que a medida que se amplía el grado de influencia disminuye el puntaje final, sin embargo, la alternativa 1 siempre tendrá mejor desempeño sobre la alternativa 2, esto sucede debido a que el puntaje de esta categoría que está compuesto por diferentes puntuaciones de cada sub categorías, la alternativa 2 cuenta con un mejor desempeño en algunas de estas, específicamente en salud y seguridad de los trabajadores y salario justo, sin embargo, si bien en estas subcategorías la alternativa 2 tienen mejor desempeño, el resultado de la subcategoría de horas de trabajo define el resultado final de esta categoría, en donde la alternativa 1 se desempeña mejor puesto que las horas que se emplean para desarrollar esta alternativa son menores a las empleadas en la alternativa 2.

Una variación contraria se puede percibir en la categoría de Consumidores, en donde a medida que aumenta el porcentaje de influencia aumenta la puntuación final, esto nos indica que esta categoría la alternativa 1 tiene mayor impacto social, tomando en cuenta que la categoría de consumidores se relaciona con la accesibilidad al sitio en donde se ejecuta la obra y que la alternativa 1 se ejecuta en menor tiempo que la alternativa 2, a medida que se dé más prioridad esta categoría esta aumentara de puntaje.

En cuanto a la categoría de Comunidad Local, se puede observar que cuanto más aumente el grado de influencia de esta categoría, mayor será el puntaje final, similar a la categoría de Consumidores, sin embargo, en menor proporción; esto se debe a que dentro esta categoría algunas subcategorías benefician el uso la alternativa 2, específicamente el uso de recursos locales, que tiene relación al porcentaje de gasto que se genera dentro el sitio de ejecución del proyecto, donde al tener relación con la construcción elaborada in situ, beneficia al gasto local. Sin embargo, la alternativa 1 se desempeña de manera más eficiente en el resto de subcategoría lo que permite tener una puntuación final mayor.

Variación	Alternativa 1	Alternativa 2	Diferencia Alt 1 vs 2
25T-25C-25CL-25 S	0,649	0,589	0,060
40T-20C-20CL-20 S	0,628	0,563	0,065
70T-10C-10CL-10 S	0,586	0,520	0,067
100T-0C-0CL-0S	0,545	0,476	0,068
20T-40C-20CL-20 S	0,696	0,610	0,086
10T-70C-10CL-10 S	0,791	0,662	0,128
0T-100C-0CL-0S	0,885	0,714	0,171
20T-20C-40CL-20 S	0,657	0,599	0,058
10T-10C-70CL-10 S	0,672	0,627	0,044
0T-0C-100CL-0S	0,687	0,656	0,031
40T-20C-20CL-20 S	0,615	0,566	0,049
10T-10C-10CL-70 S	0,548	0,529	0,018
T-0C-0CL-100S	0,480	0,492	-0,012

Tabla 20. Resultado Puntuación Final Análisis de Sensibilidad Estructura 2.



| CAPITULO 4: CASO DE ESTUDIO



Fig. 37 Puntuación Final Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

El caso de estudio realizado muestra la aplicación del marco propuesto bajo la metodología de un ACV-S comparativo, permitiendo establecer alternativas de diseño que sean socialmente sostenible y facilitar la toma de decisiones de forma genérica, integral, fácil de entender. Permite identificar y estimar las repercusiones de forma directa, en base a la diferencia de tamaño y sistema constructivo que presentan las alternativas propuestas, o, de forma indirecta, en base al impacto que genera el proyecto en el sitio de la obra.

El análisis de este proyecto permitió a su vez establecer las principales diferencias sociales entre ambas alternativas; en este caso de estudio, el uso la alternativa 1, beneficiaría a conseguir mejores tiempos de ejecución, menor costo del proyecto y mejores condiciones laborales mientras que la alternativa 2, permite contribuir a la economía local y tener menos huella ambiental al momento de ejecutar el proyecto. Cabe destacar que estos resultados están directamente relacionados con el contexto inmediato, más específicamente la Comunidad Autónoma de Aragón, en donde los datos y valores están relacionados directamente con esta comunidad.

#### **4.9. Análisis de Sensibilidad: Variación de Lugar de ejecución de proyecto (Variación de comunidad autónoma).**

Tomando en cuenta los resultados del primer análisis de sensibilidad, se realiza un segundo análisis, en este caso se modifica el contexto en donde se desarrolla la actividad, modificando los puntajes de las sub categorías e indicadores en base al resultado de las diferentes Comunidades Autónomas Españolas. En este análisis, se busca evaluar la variación de las alternativas a través de diferentes contextos, y su alteración con respecto al puntaje final.

Para la realizar este segundo análisis, se toma como base el resultado de la Estructura 2 (ver punto 4.4.1), correspondiente a los pasos superiores. Cabe destacar que solo se modificó indicadores que se relaciona con valores nacionales y regionales establecidos en la tabla 10 y tabla 13, cambiando los valores usados inicialmente por los correspondiente a cada Comunidad Autónoma de España. Los indicadores que usan datos del proyecto de forma directa no se alteran entre los diferentes análisis, esto con el fin de simplificar el cálculo y poder establecer un punto de comparación igualitario.

En ese sentido vemos que la puntuación media de la categoría de consumidores es la misma en todos los análisis, puesto que la puntuación de esta categoría está relacionada directamente con el proyecto, y que este no se altera al cambiar el sitio de construcción del proyecto; en este sentido la puntuación de esta categoría es de 0,885 en la alternativa 1 y para la alternativa 2 es de 0,714. A continuación, se presenta la

compilación de resultados por cada categoría de impacto en cada una de las comunidades autónomas, los análisis desglosados se encuentran en el anejo 3 de este documento.

En la tabla 21 y la figura 38, encontramos la compilación correspondiente a la categoría de trabajadores, en esta podemos observar que la alternativa 1 tuvo mejor puntaje en la Comunidad de Madrid (0,938), Cantabria (0,704) y Cataluña (0,640), mientras que la alternativa 2, tuvo puntaje alto en las comunidades de Madrid (0,665), Navarra (0,552) y País Vasco (0,625). Por otra parte, las comunidades autónomas de Andalucía y Canarias obtuvieron los puntajes más bajos en ambas alternativas, esto indica que el desempeño social relacionada con los trabajadores son es bajo.

Los puntajes altos en esta categoría, indica que en estas comunidades autónomas los salarios son altos; la comunidad autónoma de Madrid cuenta con los salarios más altos de todo el País, es por eso que su desempeño bueno en ambas alternativas, seguido de Cantabria y las comunidades autónomas ubicadas al norte de España; por otro lado, un puntaje alto en esta categoría indica una mayor empleabilidad a personas con discapacidad, menor brecha salarial entre hombres y mujeres y baja tasa de accidentes laborales, en este sentido, el sector relacionado con la construcción tiene un mejor desempeño social en las comunidades de Navarra y País Vasco.

	Comunidad Autónoma	Alternativa 1	Alternativa 2	Diferencia Alt 1 Vs Al 2
1	Andalucía	0,495	0,255	0,24
2	Aragón	0,545	0,476	0,07
3	Asturias	0,492	0,342	0,15
4	Islas Baleares	0,610	0,412	0,20
5	Canarias	0,493	0,363	0,13
6	Cantabria	0,704	0,508	0,20
7	Castilla La Mancha	0,566	0,543	0,02
8	Castilla y León	0,548	0,494	0,05
9	Cataluña	0,640	0,455	0,18
10	Comunidad Valenciana	0,527	0,310	0,22
11	Extremadura	0,480	0,434	0,05
12	Galicia	0,460	0,331	0,13
13	Comunidad de Madrid	0,938	0,665	0,27
14	Murcia	0,523	0,481	0,04
15	Navarra	0,530	0,552	-0,02
16	País Vasco	0,612	0,625	-0,01
17	Rioja	0,595	0,452	0,14

Tabla 21. Resultado Puntuación Categoría Comunidad Local Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas.

En el caso de la categoría de comunidad local, la compilación de puntuación la podemos encontrar en la tabla 22 y la figura 39, en esta podemos observar que en la Alternativa 1, las comunidades con mejor puntuación fueron Extremadura (0,754), Rioja (0,745), Navarra (0,728) y País Vasco (0,693); por su parte, con respecto a la alternativa 2 las comunidades con la puntuación más alta fueron Canarias (0,782), Isla Baleares (0,778), Cantabria (0,748) y Murcia (0,740). Un puntaje alto en esta categoría se relaciona con una mejor tasa de empleabilidad y niveles bajos de contaminación en el sitio del proyecto, en relación al sector en que se desarrolla la alternativa.

En esta categoría podemos ver que las diferencias entre alternativas más relevantes la encontramos en la Comunidad de Navarra, en donde la alternativa 1 se diferencia 0,16 puntos de la alternativa 2, es decir en esta región la construcción prefabricada es más beneficiosa que la construcción in situ; caso contrario a lo que sucede en la Isla de Baleares, en donde la alternativa 2 tiene una puntuación mayor que la alternativa 1 con una diferencia de 0,27 puntos, en este caso es la mayor diferencia encontrada en esta categoría. Otro punto a destacar es el puntaje obtenido en la Comunidad de Andalucía, este fue el más bajo en ambas alternativas, lo que nos muestra que en esta comunidad el desempeño social en general con respecto a la categoría de comunidad local es inferior al resto de las comunidades autónomas, independientemente de que alternativa se escoja.

	Comunidad Autónoma	Alternativa 1	Alternativa 2	Diferencia Alt 1 Vs Al 2
1	Andalucía	0,461	0,556	-0,10
2	Aragón	0,687	0,656	0,03
3	Asturias	0,578	0,692	-0,11
4	Islas Baleares	0,504	0,778	-0,27
5	Canarias	0,692	0,782	-0,09
6	Cantabria	0,649	0,748	-0,10
7	Castilla La Mancha	0,655	0,702	-0,05
8	Castilla y León	0,609	0,650	-0,04
9	Cataluña	0,486	0,561	-0,08
10	Comunidad Valenciana	0,581	0,626	-0,04
11	Extremadura	0,754	0,741	0,01
12	Galicia	0,602	0,620	-0,02
13	Comunidad de Madrid	0,587	0,702	-0,11
14	Murcia	0,629	0,740	-0,11
15	Navarra	0,728	0,568	0,16
16	País Vasco	0,693	0,664	0,03
17	Rioja	0,745	0,662	0,08

Tabla 22. Resultado Puntuación Categoría Comunidad Local Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas.

En cuanto a la categoría de Sociedad, encontramos la compilación de resultados en la tabla 23 y la figura 40, allí podemos ver que el puntaje más alto en ambas alternativas lo obtuvieron las comunidades de Navarra (Alt 1 0,843 y Alt 2 0,629), País Vasco (Alt 1 0,951 y Alt 2 0,847) y Rioja (Alt 1 0,778 y Alt 2 0,713), mientras que el puntaje más bajo en ambas categorías se obtuvo en las comunidades de Canarias (Alt 1 0,010 y Alt 2 0,133), Andalucía (Alt 1 0,16 y Alt 2 0,340). Las diferencias más significativas las encontramos en las comunidades de Isla Baleares y Extremadura, ambas con 0,23, en ambas Comunidades la alternativa que mejor se desempeña socialmente es la Alternativa 2.

Esta categoría se relaciona con el desarrollo económico, avance en desarrollo sostenible y el desarrollo tecnológico vinculado a la innovación. Un puntaje alto significa un desempeño óptimo en estas subcategorías, en este sentido se puede decir que la construcción del proyecto tiene un mejor desempeño social en las comunidades autónomas ubicadas al norte de España como Navarra, País Vasco y La Rioja, al contrario, a lo que sucede en las regiones del sur o Insular como Andalucía o Isla Baleares.

	Comunidad Autónoma	Alternativa 1	Alternativa 2	Diferencia Alt 1 Vs AI 2
1	Andalucía	0,164	0,340	-0,18
2	Aragón	0,480	0,492	-0,01
3	Asturias	0,493	0,563	-0,07
4	Islas Baleares	0,216	0,443	-0,23
5	Canarias	0,010	0,133	-0,12
6	Cantabria	0,425	0,533	-0,11
7	Castilla La Mancha	0,435	0,573	-0,14
8	Castilla y León	0,631	0,678	-0,05
9	Cataluña	0,630	0,500	0,13
10	Comunidad Valenciana	0,324	0,480	-0,16
11	Extremadura	0,195	0,428	-0,23
12	Galicia	0,331	0,458	-0,13
13	Comunidad de Madrid	0,432	0,387	0,04
14	Murcia	0,357	0,382	-0,03
15	Navarra	0,843	0,629	0,21
16	País Vasco	0,951	0,847	0,10
17	Rioja	0,778	0,713	0,06

Tabla 23. Resultado Puntuación Categoría Sociedad Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas.

Para finalizar, la tabla 24 y la figura 41, presenta el puntaje final de ambas alternativas por las diferentes comunidades autónomas de España, allí podemos ver que el puntaje más alto en ambas alternativas lo obtuvieron las comunidades de Navarra (Alt 1 0,753 y Alt 2 0,618), País Vasco (Alt 1 0,792 y Alt 2 0,715) y Rioja (Alt 1 0,758 y Alt 2 0,638), mientras que el puntaje más bajo en ambas categorías se obtuvo en las comunidades de Canarias (Alt 1 0,527 y Alt 2 0,500), Andalucía (Alt 1 0,508 y Alt 2 0,469). El puntaje obtenido se puede ver un panorama general del desempeño social que tiene el proyecto dentro de las diferentes regiones, un puntaje alto representa un alto desempeño social, en este caso, el comportamiento social en las regiones del norte de España es mejor que el comportamiento que las regiones del sur.

Un aspecto a destacar es en la región de Islas Baleares, el puntaje indica que en este caso la Alternativa 2 con 0,589, tendría mejor desempeño sobre la Alternativa 1 con 0,561; esta diferencia de 0.028 puntos, indica que un proyecto que se construye con componentes de hormigonado in situ, genera mejores beneficios sociales, que un proyecto con elementos pre fabricados. Este resultado se debe en gran parte al flujo económico que puede generar el desarrollar un proyecto de esa envergadura en esta región.

	Comunidad Autónoma	Alternativa 1	Alternativa 2	Diferencia Alt 1 Vs Al 2
1	Andalucía	0,508	0,469	0,040
2	Aragón	0,658	0,591	0,067
3	Asturias	0,619	0,580	0,039
4	Islas Baleares	0,561	0,589	-0,028
5	Canarias	0,527	0,500	0,027
6	Cantabria	0,673	0,628	0,045
7	Castilla La Mancha	0,642	0,635	0,007
8	Castilla y León	0,676	0,636	0,039
9	Cataluña	0,667	0,560	0,107
10	Comunidad Valenciana	0,587	0,535	0,052
11	Extremadura	0,585	0,582	0,004
12	Galicia	0,577	0,533	0,043
13	Comunidad de Madrid	0,718	0,619	0,098
14	Murcia	0,606	0,582	0,024
15	Navarra	0,753	0,618	0,135
16	País Vasco	0,792	0,715	0,077
17	Rioja	0,758	0,638	0,120

Tabla 24. Resultado Puntuación Final de Alternativas. Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas.

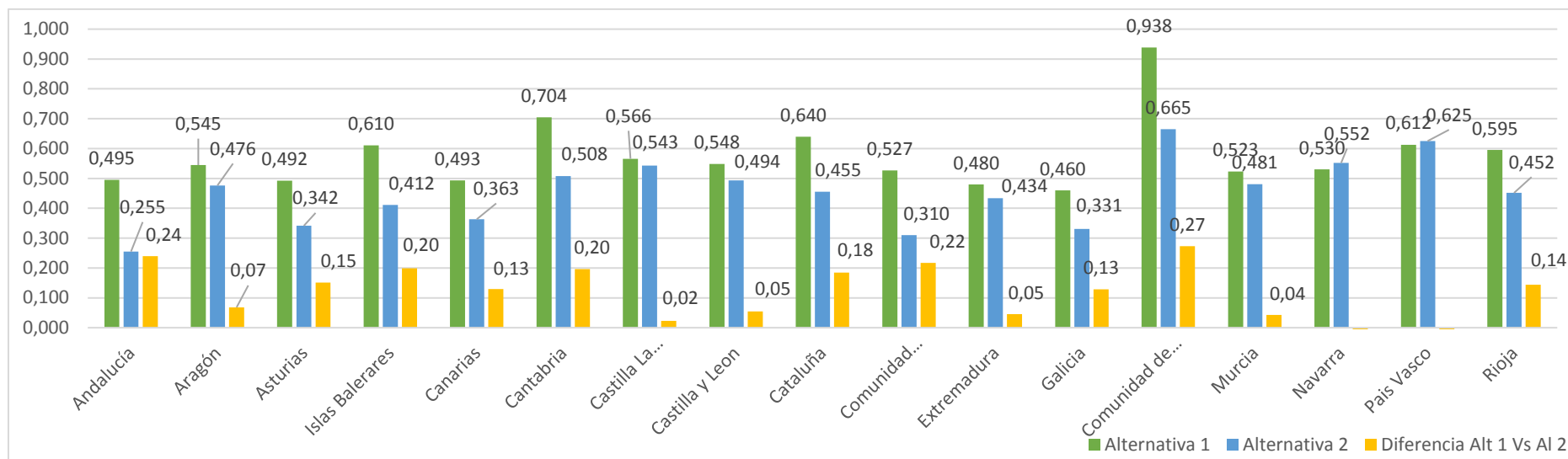


Fig. 38 Puntuación Categoría Trabajadores Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas.

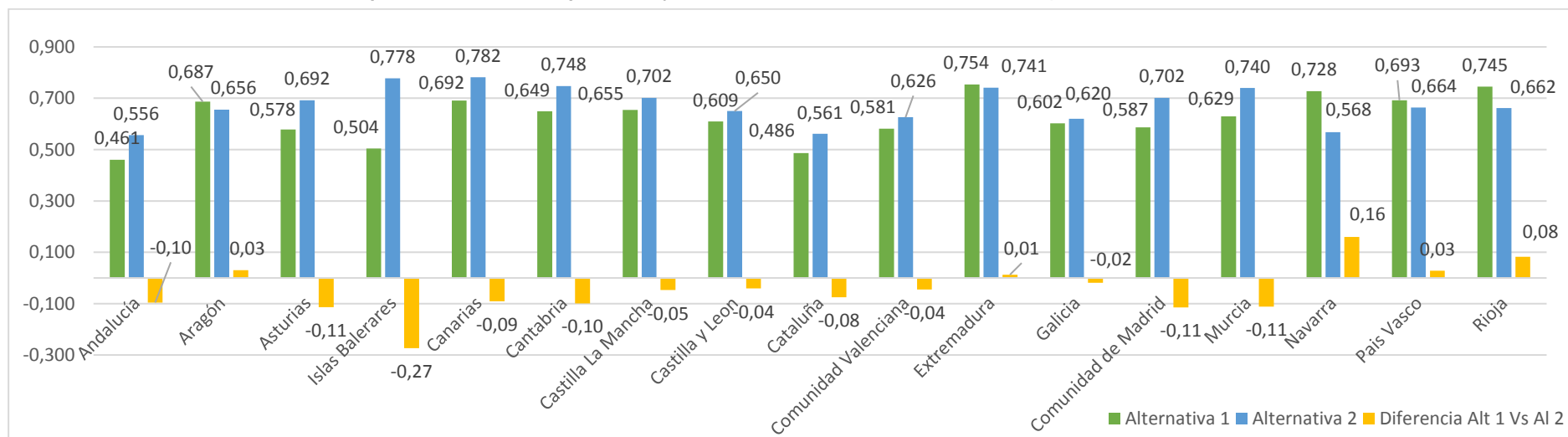


Fig. 39 Puntuación Categoría Comunidad Local Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas.

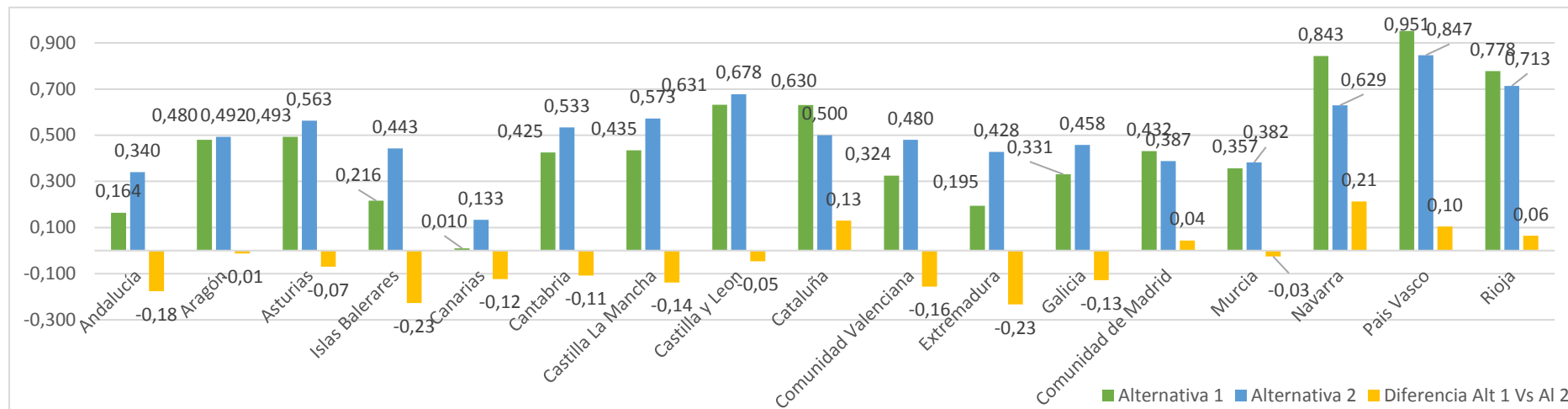


Fig. 40 Puntuación Categoría Sociedad Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas

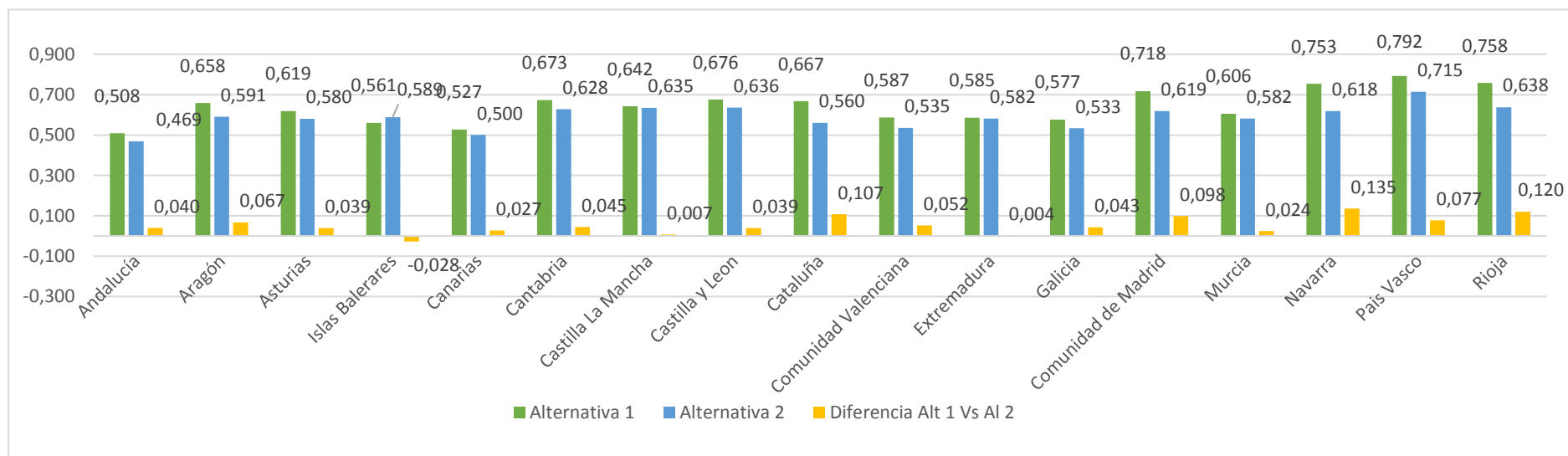


Fig. 41 Puntuación Final de Alternativas. Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas.



Teniendo en cuenta los resultados anteriores, se procedió a realizar un Análisis clúster sobre la puntuación de cada una de las subcategorías, en las diferentes Comunidades Autónoma para cada una de las alternativas de diseño, esto para agrupar a comunidades que cuenten con características sociales similares y establecer cuales comunidades tienen comportamientos sociales similares, a fin de establecer un mapa que permita visualizar el desempeño social por alternativa en toda España.

El Análisis Clúster, conocido como Análisis de Conglomerados, es una técnica estadística multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre los grupos (De la Fuente 2011). En otra palabra se refiere a una técnica multivariante cuyo principal propósito es agrupar objetos formando conglomerados (clúster) de objetos común alto grado de homogeneidad interna y heterogeneidad externa (Anderson, Tatham, & Hair Jr 1999).

Para aplicar esta técnica se requiere en primer lugar que cada grupo sea homogéneo respecto a las variables utilizadas para su formación, en este caso las variables serán cada una de las subcategorías de impacto en cada alternativa (ver tabla 25 y 26); en segundo lugar que los grupos sean lo más distintos posible unos de otros respecto a las variables consideradas, en este caso se refiere a las puntuaciones obtenidas para cada Comunidad Autónoma de España, y por último que la composición de los grupos es desconocida a priori (en el análisis discriminante o en la regresión logística se conocen los grupos). Los pasos que se realizaran para aplicar esta técnica son:

1. En base a los puntajes obtenidos en el análisis de cada alternativa, se establece un número de casos (Comunidades autónomas de España) y unas variables (Subcategorías).
2. A esta información se establece un indicador que nos diga en qué medida cada par de observaciones se parece entre sí (distancia o similaridad).
3. Se crean los grupos de acuerdo a la medida de similaridad o distancia anterior, en este caso, el tipo de grupo que se forma es jerárquico de distancia euclídea y se aplica 3 métodos de estimación: método de Warn, método de vinculación completa y método de vinculación media
4. Se describen los grupos obtenidos y se comparan unos con otros para realizar la validación del análisis. Esto se realiza con un análisis no jerárquico el cual maximiza la homogeneidad dentro de grupos y la heterogeneidad entre grupos,

esto se hace estableciendo previamente los clústeres específicos en base a los resultados del método jerárquico.

A continuación, vemos la tabla 25 y 26, en donde se encuentra la puntuación obtenida en los análisis individuales de cada Comunidad Autónoma para cada una de las alternativas propuestas para la estructura 2 correspondiente a los Pasos Superiores del proyecto, el conglomerado completo se puede ver en los anejos 3 de este documento; esta puntuación será usada como información inicial para aplicar el análisis clúster. Cabe destacar que el programa para realizar el análisis es el SPSS en su versión 22.

	Salario Justo	Horas de Trabajo	Igualdad de Oportunidades/	Discriminación	Salud y Seguridad	Accesibilidad	Acceso de recursos locales	Condiciones de vida segura y saludable	Condiciones de vida segura y saludable	Empleo local	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	Contribución al desarrollo económico	Desarrollo de tecnología
Andalucía	0,484	0,839	0,154	0,185	0,813	0,885	0,160	1,000	0,000	0,682	0,000	0,233	0,259
Aragón	0,605	0,839	0,537	0,360	0,382	0,885	0,160	1,000	0,732	0,855	0,007	0,750	0,683
Asturias	0,782	0,839	0,114	0,235	0,492	0,885	0,160	1,000	0,560	0,593	0,500	0,670	0,309
Islas Baleares	0,381	0,839	0,617	0,242	0,972	0,885	0,160	1,000	0,857	0,000	0,250	0,000	0,398
Canarias	0,310	0,839	0,000	0,316	1,000	0,885	0,160	1,000	0,779	0,827	0,000	0,031	0,000
Cantabria	0,677	0,839	0,872	0,578	0,555	0,885	0,160	1,000	0,925	0,511	0,250	0,674	0,350
Castilla La Mancha	0,422	0,839	0,872	0,148	0,547	0,885	0,160	1,000	0,670	0,787	0,250	0,586	0,468
Castilla y León	0,570	0,839	0,644	0,266	0,420	0,885	0,160	1,000	0,490	0,787	0,500	0,581	0,813
Cataluña	0,799	0,839	0,510	0,513	0,537	0,885	0,160	1,000	0,164	0,621	0,500	0,590	0,800
Comunidad Valenciana	0,403	0,839	0,436	0,328	0,629	0,885	0,160	1,000	0,535	0,629	0,250	0,493	0,230
Extremadura	0,194	0,839	0,463	0,125	0,776	0,885	0,160	1,000	0,855	1,000	0,250	0,300	0,034
Galicia	0,564	0,839	0,168	0,340	0,389	0,885	0,160	1,000	0,448	0,800	0,250	0,537	0,205
Comunidad de Madrid	0,967	0,839	1,000	1,000	0,884	0,885	0,160	1,000	0,607	0,581	0,500	0,132	0,662
Murcia	0,447	0,839	0,732	0,000	0,599	0,885	0,160	1,000	0,852	0,505	0,000	0,524	0,546
Navarra	0,843	0,839	0,537	0,431	0,000	0,885	0,160	1,000	0,922	0,829	1,000	1,000	0,528
País Vasco	1,000	0,839	0,503	0,579	0,141	0,885	0,160	1,000	0,696	0,914	1,000	0,872	0,981
Rioja	0,628	0,839	0,698	0,592	0,218	0,885	0,160	1,000	1,000	0,820	0,500	0,833	1,000

Tabla 25. Puntuación de subcategoría de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas.

	Salario Justo	Horas de Trabajo	Igualdad de Oportunidades/	Discriminación	Salud y Seguridad	Accesibilidad	Acceso de recursos locales	Condiciones de vida segura y saludable	Condiciones de vida segura y saludable	Empleo local	Compromisos públicos con cuestiones de	Contribución al desarrollo económico	Desarrollo de tecnología
Andalucía	0,526	0,005	0,154	0,105	0,486	0,714	0,850	0,500	0,000	0,875	0,000	0,760	0,259
Aragón	0,667	0,005	0,537	0,276	0,897	0,714	0,850	0,500	0,732	0,543	0,007	0,750	0,720
Asturias	0,780	0,005	0,114	0,106	0,702	0,714	0,850	0,500	0,560	0,860	0,500	0,880	0,309
Islas Baleares	0,436	0,005	0,617	1,000	0,000	0,714	0,850	0,500	0,857	0,905	0,250	0,680	0,398
Canarias	0,341	0,005	0,000	0,957	0,513	0,714	0,850	0,500	0,779	1,000	0,000	0,400	0,000
Cantabria	0,511	0,005	0,872	0,468	0,685	0,714	0,850	0,500	0,925	0,717	0,250	1,000	0,350
Castilla La Mancha	0,347	0,005	0,872	1,000	0,491	0,714	0,850	0,500	0,670	0,787	0,250	1,000	0,468
Castilla y León	0,554	0,005	0,644	0,535	0,729	0,714	0,850	0,500	0,490	0,761	0,500	0,720	0,813
Cataluña	0,797	0,005	0,510	0,128	0,838	0,714	0,850	0,500	0,164	0,732	0,500	0,200	0,800
Comunidad Valenciana	0,456	0,005	0,436	0,000	0,654	0,714	0,850	0,500	0,535	0,619	0,250	0,960	0,230
Extremadura	0,251	0,005	0,463	0,790	0,662	0,714	0,850	0,500	0,855	0,760	0,250	1,000	0,034
Galicia	0,479	0,005	0,168	0,370	0,634	0,714	0,850	0,500	0,448	0,684	0,250	0,920	0,205
Comunidad de Madrid	0,841	0,005	1,000	0,922	0,557	0,714	0,850	0,500	0,607	0,851	0,500	0,000	0,662
Murcia	0,409	0,005	0,732	0,359	0,899	0,714	0,850	0,500	0,852	0,760	0,000	0,600	0,546
Navarra	0,845	0,005	0,537	0,391	0,982	0,714	0,850	0,500	0,922	0,000	1,000	0,360	0,528
País Vasco	1,000	0,005	0,503	0,617	1,000	0,714	0,850	0,500	0,696	0,611	1,000	0,560	0,981
Rioja	0,473	0,005	0,698	0,290	0,791	0,714	0,850	0,500	1,000	0,299	0,500	0,640	1,000

Tabla 26. Puntuación de subcategoría de Alternativa 2 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2 por comunidades autónomas.

En las tablas 27 y 28 siguiente se muestran los coeficientes elaborados utilizando la distancia euclídea al cuadrado (suma de las diferencias al cuadrado entre dos elementos de una variable) a través del método de vinculación completa. Esto se realizó usando las puntuaciones obtenidas en las diferentes subcategorías correspondiente a la estructura 2, tanto para a la alternativa 1 como la alternativa 2 (ver tablas 25 y 26).

Los coeficientes de la matriz de distancias indican la distancia entre las Comunidades Autónomas considerando las variables del análisis, de modo que cuanto mayor sea el coeficiente entre dos Comunidades existirá mayor distancia entre ellas, y en consecuencia serán más diferentes. Esto permite establecer grupos de comunidades autónomas en donde el puntaje de desempeño social sea similar y compararlos entre las alternativas, a fin de determinar si existen variaciones o si, por el contrario, ambas alternativas tienen el mismo desempeño en general.

**Matriz de proximidades**

Caso	Absoluta Distancia euclídea al cuadrado																
	1: Andalucía	2: Aragón	3: Asturias	4: Islas Baleares	5: Canarias	6: Cantabria	7: Castilla La Mancha	8: Castilla y León	9: Cataluña	10: Comunidad Valenciana	11: Extremadura	12: Galicia	13: Comunidad de Madrid	14: Murcia	15: Navarra	16: País Vasco	17: Rioja
1: Andalucía	,000	17,972	12,428	23,741	11,515	26,045	16,357	16,078	14,124	7,343	16,067	7,608	35,151	17,781	44,059	43,791	38,355
2: Aragón	17,972	,000	9,157	28,073	21,252	7,406	4,774	4,339	9,946	6,822	14,401	6,523	24,463	7,233	15,004	16,301	6,397
3: Asturias	12,428	9,157	,000	23,128	17,984	12,170	11,717	8,063	8,207	5,559	16,814	3,261	27,690	12,870	13,353	16,715	17,034
4: Islas Baleares	23,741	28,073	23,128	,000	20,575	17,167	19,765	24,783	27,663	14,226	23,421	25,988	27,791	12,095	47,895	53,229	36,556
5: Canarias	11,515	21,252	17,984	20,575	,000	24,841	19,650	25,249	30,419	9,584	6,401	11,924	38,363	18,998	46,805	52,342	38,740
6: Cantabria	26,045	7,406	12,170	17,167	24,841	,000	7,165	9,975	13,069	7,881	18,236	12,947	13,028	8,711	15,708	20,422	9,283
7: Castilla La Mancha	16,357	4,774	11,717	19,765	19,650	7,165	,000	3,910	12,624	4,485	8,079	8,988	24,738	3,443	18,926	23,593	12,038
8: Castilla y León	16,078	4,339	8,063	24,783	25,249	9,975	3,910	,000	4,478	6,617	15,883	7,635	20,614	8,849	12,458	11,370	7,224
9: Cataluña	14,124	9,946	8,207	27,663	30,419	13,069	12,624	4,478	,000	9,941	27,702	9,557	14,701	17,895	17,904	12,286	13,819
10: Comunidad Valenciana	7,343	6,822	5,559	14,226	9,584	7,881	4,485	6,617	9,941	,000	6,755	2,810	23,308	6,498	21,768	26,657	17,269
11: Extremadura	16,067	14,401	16,814	23,421	6,401	18,236	8,079	15,883	27,702	6,755	,000	10,416	38,390	11,595	32,367	41,186	27,100
12: Galicia	7,608	6,523	3,261	25,988	11,924	12,947	8,988	7,635	9,557	2,810	10,416	,000	28,760	12,683	17,956	21,720	17,769
13: Comunidad de Madrid	35,151	24,463	27,690	27,791	38,363	13,028	24,738	20,614	14,701	23,308	38,390	28,760	,000	30,627	32,878	25,676	22,126
14: Murcia	17,781	7,233	12,870	12,095	18,998	8,711	3,443	8,849	17,895	6,498	11,595	12,683	30,627	,000	26,723	32,822	16,989
15: Navarra	44,059	15,004	13,353	47,895	46,805	15,708	18,926	12,458	17,904	21,768	32,367	17,956	32,878	26,723	,000	4,370	7,745
16: País vasco	43,791	16,301	16,715	53,229	52,342	20,422	23,593	11,370	12,286	26,657	41,186	21,720	25,676	32,822	4,370	,000	7,307
17: Rioja	38,355	6,397	17,034	36,556	38,740	9,283	12,038	7,224	13,819	17,269	27,100	17,769	22,126	16,989	7,745	7,307	,000

Tabla 27. Matriz de Proximidades método vinculación completa de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

Matriz de proximidades

Caso	Absoluta Distancia euclídea al cuadrado																
	1: Andalucía	2: Aragón	3: Asturias	4: Islas Baleares	5: Canarias	6: Cantabria	7: Castilla La Mancha	8: Castilla y León	9: Cataluña	10: Comunidad Valenciana	11: Extremadura	12: Galicia	13: Comunidad de Madrid	14: Murcia	15: Navarra	16: País Vasco	17: Rioja
1: Andalucía	,000	,097	,088	,099	,107	,163	,186	,208	,074	,032	,087	,028	,214	,099	,194	,466	,218
2: Aragón	,097	,000	,024	,021	,166	,013	,015	,037	,010	,032	,013	,027	,050	,019	,033	,164	,052
3: Asturias	,088	,024	,000	,027	,200	,034	,044	,041	,034	,014	,029	,019	,137	,054	,065	,180	,039
4: Islas Baleares	,099	,021	,027	,000	,106	,020	,042	,081	,053	,038	,002	,035	,074	,010	,099	,237	,090
5: Canarias	,107	,166	,200	,106	,000	,199	,251	,350	,196	,149	,100	,134	,176	,084	,341	,639	,378
6: Cantabria	,163	,013	,034	,020	,199	,000	,005	,031	,043	,066	,019	,062	,048	,026	,044	,127	,043
7: Castilla La Mancha	,186	,015	,044	,042	,251	,005	,000	,016	,039	,079	,037	,075	,050	,045	,021	,090	,029
8: Castilla y León	,208	,037	,041	,081	,350	,031	,016	,000	,047	,084	,077	,086	,117	,099	,013	,052	,003
9: Cataluña	,074	,010	,034	,053	,196	,043	,039	,047	,000	,026	,039	,021	,080	,047	,029	,184	,062
10: Comunidad Valenciana	,032	,032	,014	,038	,149	,066	,079	,084	,026	,000	,034	,001	,148	,054	,091	,268	,086
11: Extremadura	,087	,013	,029	,002	,100	,019	,037	,077	,039	,034	,000	,029	,058	,004	,086	,236	,091
12: Galicia	,028	,027	,019	,035	,134	,062	,075	,086	,021	,001	,029	,000	,131	,045	,088	,273	,092
13: Comunidad de Madrid	,214	,050	,137	,074	,176	,048	,050	,117	,080	,148	,058	,131	,000	,037	,089	,224	,154
14: Murcia	,099	,019	,054	,010	,084	,026	,045	,099	,047	,054	,004	,045	,037	,000	,097	,260	,120
15: Navarra	,194	,033	,065	,099	,341	,044	,021	,013	,029	,091	,086	,088	,089	,097	,000	,071	,026
16: País Vasco	,466	,164	,180	,237	,639	,127	,090	,052	,184	,268	,236	,273	,224	,260	,071	,000	,054
17: Rioja	,218	,052	,039	,090	,378	,043	,029	,003	,062	,086	,091	,092	,154	,120	,026	,054	,000

Tabla 28. Matriz de Proximidades método vinculación completa de Alternativa 2 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

Un análisis detallado de los coeficientes de la tabla 27 correspondiente a la alternativa 1, revela una gran similitud en las subcategorías de impacto Castilla de la Mancha y Murcia (con una distancia de 3,433) y Galicia con Asturias (con una distancia de 3,261). Las Comunidades más dispares en cuanto a las subcategorías de impacto social son País Vasco e Isla Baleares (con una distancia de 53,229). Por su parte los coeficientes de la tabla 28 correspondiente a la alternativa 2, revela una gran similitud en las subcategorías de impacto Galicia y Comunidad Valenciana (con una distancia de 0,001) y Extremadura e Isla Baleares (con una distancia de 0,002). Las Comunidades más diferentes en cuanto a las subcategorías de impacto social son Navarra y Canarias (con una distancia de ,341).

A continuación, se presenta el Historial de Aglomeración (tabla 29 y 30), así como su representación gráfica (figura 43 y 44) (Dendograma), esto nos permitirá realizar un seguimiento del proceso de formación de los agrupamientos. En el caso del Dendograma la lectura se realiza de izquierda a derecha, y en su interior aparecen líneas horizontales y verticales, utilizando estas últimas para indicar el punto de unión entre dos Comunidades. Así la posición de la línea vertical respecto a la regla situada en la parte superior indica la distancia donde se han realizado la unión de dos grupos, de modo que cuanto más a la derecha se produzca una agrupación existirá más diferencia entre los casos (De la Fuente, 2011).

En la tabla 29 y 30, se puede observar el resultado del histograma de conglomeración, en esta, se puede ver los coeficientes o niveles de fusión al que se van uniendo los individuos en los conglomerados en este caso, cada comunidad autónoma. Se puede observar cómo va aumentando la variabilidad dentro de los conglomerados conforme se van agrandando. Cabe destacar que cada número en la sección de etapa representa a cada comunidad autónoma; Clúster 1 y Clúster 2, se refiere a la primera similitud detectada; coeficiente se refiere a la distancia entre las comunidad y Etapa siguiente se refiere a la relación de la unión o clúster generado con respeto a otro.

En los dendogramas expuestos en las figuras 43 y 44, se aprecia cómo se van formando la clasificación jerárquica de los individuos, se establece una línea de corte tomando en cuenta que distancias pequeñas indican conglomerados homogéneos y que grandes distancias definen conglomerados heterogéneos, se convino detener el proceso de unión cuando las líneas horizontales fueron muy largas. Para facilitar la apreciación de los grupos generados se dibujó cuadro de colores, en este caso se identificaron 5 clúster o agrupaciones tanto en la alternativa 1 como en la alternativa 2.

Etapa	Clúster combinado		Coeficientes	Primera aparición del clúster de etapa		Etapa siguiente
	Clúster 1	Clúster 2		Clúster 1	Clúster 2	
1	10	12	2,810	0	0	5
2	7	14	3,443	0	0	8
3	2	8	4,339	0	0	7
4	15	16	4,370	0	0	11
5	3	10	5,559	0	1	9
6	5	11	6,401	0	0	13
7	2	17	7,224	3	0	11
8	6	7	8,711	0	2	12
9	3	9	9,941	5	0	10
10	1	3	14,124	0	9	14
11	2	15	16,301	7	4	15
12	4	6	19,765	0	8	13
13	4	5	24,841	12	6	14
14	1	4	30,419	10	13	16
15	2	13	32,878	11	0	16
16	1	2	53,229	14	15	0

Tabla 29. Historial de Aglomeración método vinculación completa de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

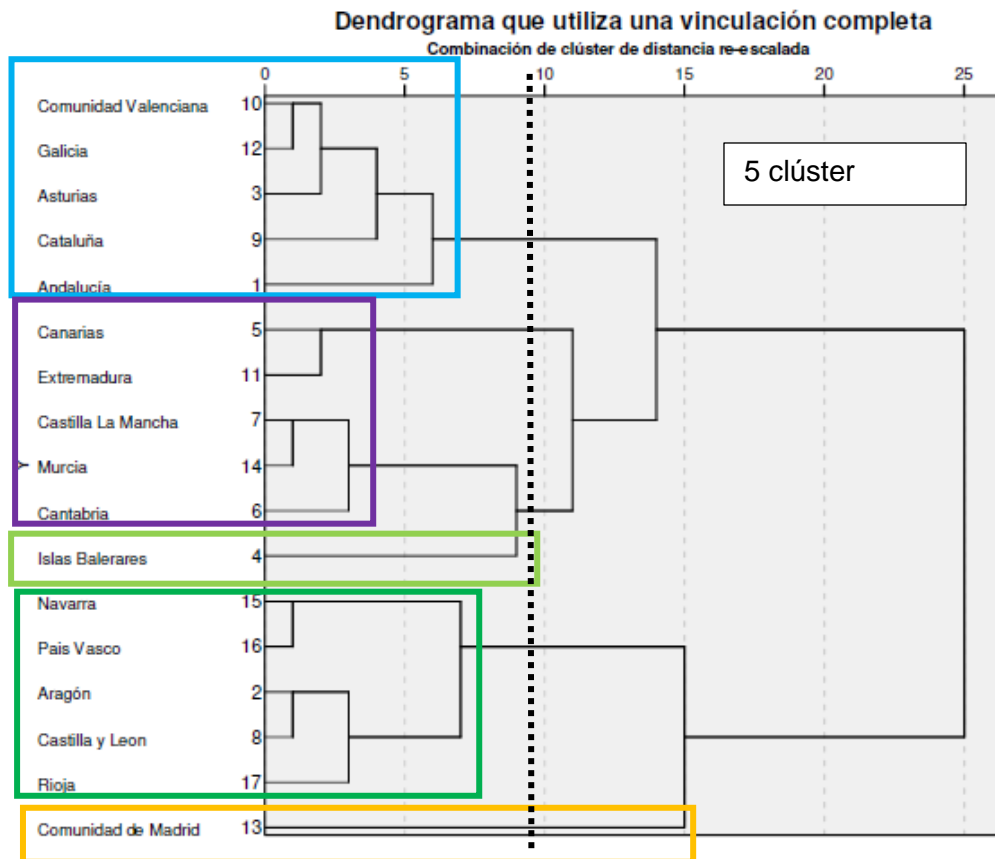


Fig. 43. Dendrograma método vinculación completa de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

**Historial de conglomeración**

Etapa	Clúster combinado		Coeficientes	Primera aparición del clúster de etapa		Etapa siguiente
	Clúster 1	Clúster 2		Clúster 1	Clúster 2	
1	10	12	,001	0	0	7
2	4	11	,002	0	0	5
3	8	17	,003	0	0	8
4	6	7	,005	0	0	10
5	4	14	,010	2	0	11
6	2	9	,010	0	0	9
7	3	10	,019	0	1	9
8	8	15	,026	3	0	10
9	2	3	,034	6	7	11
10	6	8	,044	4	8	13
11	2	4	,054	9	5	12
12	1	2	,099	0	11	15
13	6	16	,127	10	0	16
14	5	13	,176	0	0	15
15	1	5	,214	12	14	16
16	1	6	,639	15	13	0

Tabla 30. Historial de Aglomeración método vinculación completa de Alternativa 2 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

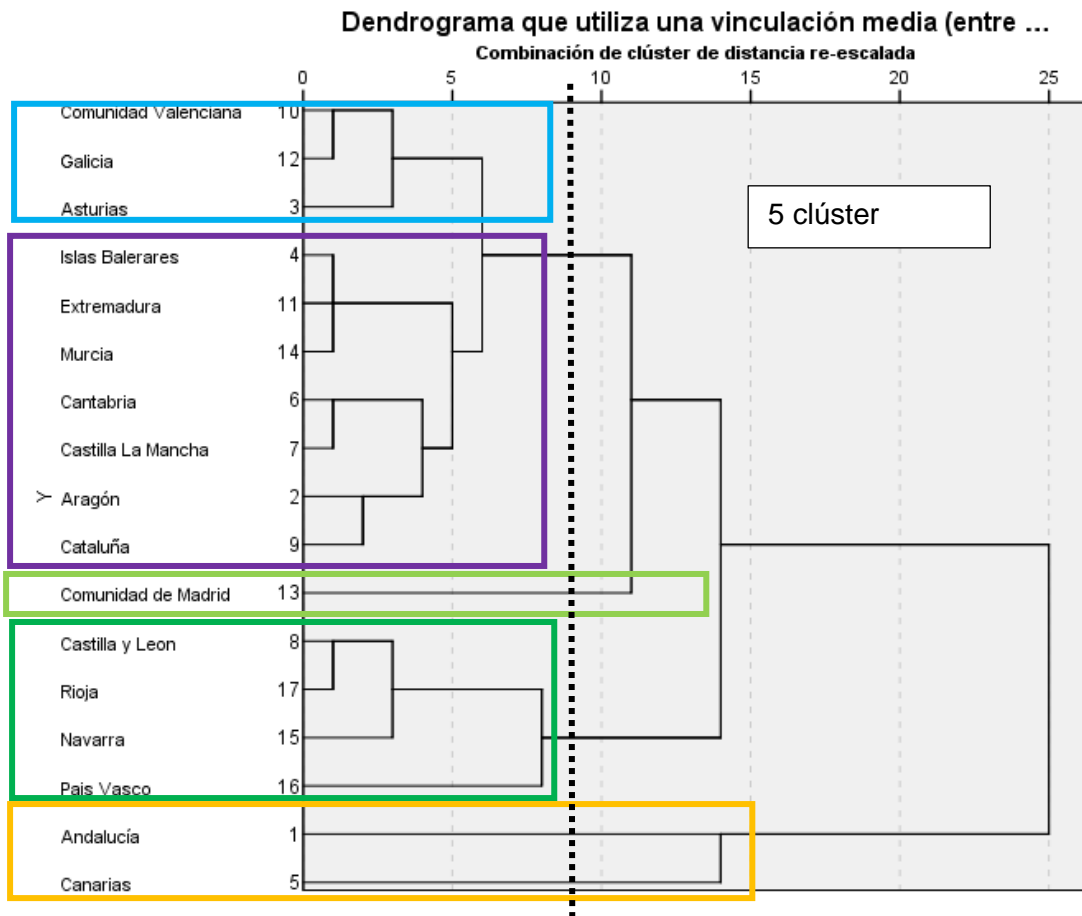


Fig. 44. Dendrograma método vinculación completa de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.



| CAPITULO 4: CASO DE ESTUDIO

A fin de comparar resultados y tener una mayor certeza en la agrupación de clúster final, se realizó el mismo análisis en cada alternativa bajo diferentes métodos, estos fueron: método de Ward, y método de vecino más lejano. El resultado cada uno de estos análisis se puede encontrar en los anejos 4 de este documento, a continuación, en la tabla 31, se muestra los clústeres obtenidos bajo los diferentes métodos indicados, además de puede ver el número de clúster sugeridos y las comunidades autónomas que agrupa.

Alternativas	Numero	Método Vínculo entre Grupos	Total Clúster	Método del vecino más lejano	Total, Clúster	Método de Wam	Total, Clúster
Alternativa 1	Clúster 1	Comunidad Valenciana, Galicia, Asturias, Andalucía y Cataluña.	5	Comunidad Valenciana, Galicia, Asturias	3	Comunidad Valenciana, Galicia, Asturias, Canarias, Extremadura y Andalucía	6
	Clúster 2	Canarias, Extremadura, Castilla La Mancha, Murcia, Cantabria.	5	Castilla La Mancha, Murcia, Aragón, Castilla y León, Cantabria y Cataluña	6	Castilla La Mancha, Murcia, Aragón, Castilla y León, Rioja, Cantabria y Cataluña	2
	Clúster 3	Navarra, País Vasco, Rioja, Aragón, Castilla y León.	1	Canarias, Extremadura y Andalucía	3	Navarra, País Vasco	2
	Clúster 4	Isla Baleares	5	Isla Baleares	1	Isla Baleares	1
	Clúster 5	Comunidad de Madrid	1	Comunidad de Madrid	1	Comunidad de Madrid	1
	Clúster 6			Navarra, País Vasco, Rioja	3		
Alternativa 2	Clúster 1	Comunidad Valenciana, Galicia, Asturias	3	Comunidad Valenciana, Galicia, Asturias	3	Comunidad Valenciana, Galicia, Asturias, Andalucía.	4
	Clúster 2	Isla Baleares, Extremadura, Castilla La Mancha, Murcia, Aragón, Cantabria y Cataluña	7	Isla Baleares, Extremadura, Castilla La Mancha, Murcia, Aragón, Cantabria y Cataluña	7	Castilla La Mancha, Aragón, Cantabria y Cataluña	4
	Clúster 3	Comunidad de Madrid	1	Canarias y Andalucía	2	Isla Baleares, Extremadura y Murcia	3
	Clúster 4	Castilla y León, Navarra, País Vasco, Rioja	4	Castilla y León, Navarra, País Vasco, Rioja	4	Castilla y León, Navarra, País Vasco, Rioja	4
	Clúster 5	Canarias y Andalucía	2	Comunidad de Madrid	1	Comunidad de Madrid	1
	Clúster 6					Canarias	1

Tabla 31. Historial de Aglomeración método vinculación completa de Alternativa 2 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

En la tabla anterior, podemos ver que en ambas alternativas coincide tanto en la cantidad de clúster obtenidos como en la agrupación de comunidades autónomas. El caso más particular en ambas alternativas es la Comunidad de Madrid, la cual tiene la distancia euclídea más lejana con respecto a las demás comunidades, lo que nos permite deducir que el desempeño social en esta comunidad es particular en relación al resto de España.

Esto también sucede en la Alternativa 1, con las Islas Baleares, en donde el puntaje obtenido en las subcategorías, generaron una distancia euclídea atípica con respecto a las demás comunidades autónomas; en cuanto a la Alternativa 2 esto sucede en la Comunidad de Canarias y Andalucía. En el resto de clúster, los resultados son más homogéneos, si bien tienen variación entre métodos, en términos generales permite tener una consistencia en los resultados.

Tomando en cuenta los clústeres generados a través de los diferentes métodos, nos quedamos con la solución de 5 clúster, con este resultado se procedió a realizar un análisis no jerárquico, a fin de definir una agrupación final maximizando la homogeneidad dentro de grupos y la heterogeneidad entre grupos. Para ellos realizaremos un nuevo análisis, pero esta se indicó los clústeres requeridos, una vez obtenido los resultados procedió a comparar las medias en cada uno de los conglomerados obtenidos, a fin de establecer la puntuación promedio de cada una de las subcategorías por cada grupo, y en ese sentido verificar el comportamiento de las diferentes alternativas si se modifica el contexto, y determinar a su vez en cual comunidad de desempeña mejor socialmente.

A continuación, se presenta la tabla 32 y 33, las cuales muestran las matrices de proximidad obtenida entre las diferentes comunidades autónomas para cada alternativa. En la tabla 34 y 35 encontramos el historial de conglomeraron en el que muestra los coeficientes finales o distancia euclídea entre cada etapa; por ultimo las tabla 36 y 37, que muestra la agrupación que determina en base a la distancia obtenida, esta le da una puntuación del 1 al 5 clasificando cada comunidad en alguno de estos grupos.

**Matriz de proximidades**

Caso	Absoluta Distancia euclídea al cuadrado																
	1: Andalucía	2: Aragón	3: Asturias	4: Islas Baleares	5: Canarias	6: Cantabria	7: Castilla La Mancha	8: Castilla y León	9: Cataluña	10: Comunidad Valenciana	11: Extremadura	12: Galicia	13: Comunidad de Madrid	14: Murcia	15: Navarra	16: País Vasco	17: Rioja
1: Andalucía	,000	17,972	12,428	23,741	11,515	26,045	16,357	16,078	14,124	7,343	16,067	7,608	35,151	17,781	44,059	43,791	38,355
2: Aragón	17,972	,000	9,157	28,073	21,252	7,406	4,774	4,339	9,946	6,822	14,401	6,523	24,463	7,233	15,004	16,301	6,397
3: Asturias	12,428	9,157	,000	23,128	17,984	12,170	11,717	8,063	8,207	5,559	16,814	3,261	27,690	12,870	13,353	16,715	17,034
4: Islas Baleares	23,741	28,073	23,128	,000	20,575	17,167	19,765	24,783	27,663	14,226	23,421	25,988	27,791	12,095	47,895	53,229	36,556
5: Canarias	11,515	21,252	17,984	20,575	,000	24,841	19,650	25,249	30,419	9,584	6,401	11,924	38,363	18,998	46,805	52,342	38,740
6: Cantabria	26,045	7,406	12,170	17,167	24,841	,000	7,165	9,975	13,069	7,881	18,236	12,947	13,028	8,711	15,708	20,422	9,283
7: Castilla La Mancha	16,357	4,774	11,717	19,765	19,650	7,165	,000	3,910	12,624	4,485	8,079	8,988	24,738	3,443	18,926	23,593	12,038
8: Castilla y León	16,078	4,339	8,063	24,783	25,249	9,975	3,910	,000	4,478	6,617	15,883	7,635	20,614	8,849	12,458	11,370	7,224
9: Cataluña	14,124	9,946	8,207	27,663	30,419	13,069	12,624	4,478	,000	9,941	27,702	9,557	14,701	17,895	17,904	12,286	13,819
10: Comunidad Valenciana	7,343	6,822	5,559	14,226	9,584	7,881	4,485	6,617	9,941	,000	6,755	2,810	23,308	6,498	21,768	26,657	17,269
11: Extremadura	16,067	14,401	16,814	23,421	6,401	18,236	8,079	15,883	27,702	6,755	,000	10,416	38,390	11,595	32,367	41,186	27,100
12: Galicia	7,608	6,523	3,261	25,988	11,924	12,947	8,988	7,635	9,557	2,810	10,416	,000	28,760	12,683	17,956	21,720	17,769
13: Comunidad de Madrid	35,151	24,463	27,690	27,791	38,363	13,028	24,738	20,614	14,701	23,308	38,390	28,760	,000	30,627	32,878	25,676	22,126
14: Murcia	17,781	7,233	12,870	12,095	18,998	8,711	3,443	8,849	17,895	6,498	11,595	12,683	30,627	,000	26,723	32,822	16,989
15: Navarra	44,059	15,004	13,353	47,895	46,805	15,708	18,926	12,458	17,904	21,768	32,367	17,956	32,878	26,723	,000	4,370	7,745
16: País Vasco	43,791	16,301	16,715	53,229	52,342	20,422	23,593	11,370	12,286	26,657	41,186	21,720	25,676	32,822	4,370	,000	7,307
17: Rioja	38,355	6,397	17,034	36,556	38,740	9,283	12,038	7,224	13,819	17,269	27,100	17,769	22,126	16,989	7,745	7,307	,000

Tabla 32. Matriz de Proximidades Análisis No Jerárquico de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

**Matriz de proximidades**

Caso	Absoluta Distancia euclídea al cuadrado																
	1: Andalucía	2: Aragón	3: Asturias	4: Islas Baleares	5: Canarias	6: Cantabria	7: Castilla La Mancha	8: Castilla y León	9: Cataluña	10: Comunidad Valenciana	11: Extremadura	12: Galicia	13: Comunidad de Madrid	14: Murcia	15: Navarra	16: País Vasco	17: Rioja
1: Andalucía	,000	16,993	9,407	25,002	18,184	21,812	22,204	15,124	15,500	7,874	19,595	5,417	33,125	19,342	47,302	37,921	33,792
2: Aragón	16,993	,000	10,169	24,270	23,197	6,892	14,262	5,825	11,798	7,144	14,573	9,008	19,983	3,605	19,208	15,413	6,935
3: Asturias	9,407	10,169	,000	23,877	18,720	12,937	20,446	9,496	12,605	5,578	14,834	4,242	26,331	14,548	25,348	16,790	20,643
4: Islas Baleares	25,002	24,270	23,877	,000	13,080	13,537	7,171	16,268	34,139	20,728	12,095	17,284	18,593	19,317	45,622	37,692	26,734
5: Canarias	18,184	23,197	18,720	13,080	,000	20,525	17,594	21,574	32,076	19,203	9,384	11,503	28,004	17,242	47,196	41,874	34,913
6: Cantabria	21,812	6,892	12,937	13,537	20,525	,000	4,856	7,233	22,964	6,786	5,661	9,752	19,605	4,404	25,449	22,300	10,662
7: Castilla La Mancha	22,204	14,262	20,446	7,171	17,594	4,856	,000	7,775	27,637	13,216	5,677	12,064	18,427	9,887	36,747	28,539	17,527
8: Castilla y León	15,124	5,825	9,496	16,268	21,574	7,233	7,775	,000	7,767	8,688	12,946	8,540	11,766	6,718	20,962	10,227	8,485
9: Cataluña	15,500	11,798	12,605	34,139	32,076	22,964	27,637	7,767	,000	16,255	31,822	16,484	13,531	16,145	21,940	12,088	18,488
10: Comunidad Valenciana	7,874	7,144	5,578	20,728	19,203	6,786	13,216	8,688	16,255	,000	8,576	2,314	29,114	8,263	26,491	26,241	14,828
11: Extremadura	19,595	14,573	14,834	12,095	9,384	5,661	5,677	12,946	31,822	8,576	,000	6,540	28,999	9,369	34,479	33,215	20,352
12: Galicia	5,417	9,008	4,242	17,284	11,503	9,752	12,064	8,540	16,484	2,314	6,540	,000	27,756	10,720	28,707	25,128	19,037
13: Comunidad de Madrid	33,125	19,983	26,331	18,593	28,004	19,605	18,427	11,766	13,531	29,114	28,999	27,756	,000	17,764	26,608	16,364	21,930
14: Murcia	19,342	3,605	14,548	19,317	17,242	4,404	9,887	6,718	16,145	8,263	9,369	10,720	17,764	,000	26,238	22,548	9,226
15: Navarra	47,302	19,208	25,348	45,622	47,196	25,449	36,747	20,962	21,940	26,491	34,479	28,707	26,608	26,238	,000	10,838	11,693
16: País Vasco	37,921	15,413	16,790	37,692	41,874	22,300	28,539	10,227	12,088	26,241	33,215	25,128	16,364	22,548	10,838	,000	14,017
17: Rioja	33,792	6,935	20,643	26,734	34,913	10,662	17,527	8,485	18,488	14,828	20,352	19,037	21,930	9,226	11,693	14,017	,000

Tabla 33 Matriz de Proximidades Análisis No Jerárquico de Alternativa 2 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

### Historial de conglomeración

Etapa	Clúster combinado		Coeficientes	Primera aparición del clúster de etapa		Etapa siguiente
	Clúster 1	Clúster 2		Clúster 1	Clúster 2	
1	10	12	2,810	0	0	5
2	7	14	3,443	0	0	6
3	2	8	4,339	0	0	6
4	15	16	4,370	0	0	8
5	3	10	4,410	0	1	10
6	2	7	6,191	3	2	9
7	5	11	6,401	0	0	12
8	15	17	7,526	4	0	15
9	2	6	8,314	6	0	10
10	2	3	9,004	9	5	11
11	2	9	10,715	10	0	13
12	1	5	13,791	0	7	13
13	1	2	16,501	12	11	14
14	1	4	21,719	13	0	15
15	1	15	24,665	14	8	16
16	1	13	26,769	15	0	0

Tabla 34 Historial de Conglomerados Análisis No Jerárquico de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

### Historial de conglomeración

Etapa	Clúster combinado		Coeficientes	Primera aparición del clúster de etapa		Etapa siguiente
	Clúster 1	Clúster 2		Clúster 1	Clúster 2	
1	10	12	1,157	0	0	4
2	2	14	2,960	0	0	6
3	6	7	5,387	0	0	5
4	3	10	8,275	0	1	7
5	6	11	11,245	3	0	12
6	2	8	14,826	2	0	8
7	1	3	19,489	0	4	15
8	2	17	24,305	6	0	13
9	15	16	29,724	0	0	14
10	4	5	36,264	0	0	12
11	9	13	43,029	0	0	13
12	4	6	53,007	10	5	15
13	2	9	66,038	8	11	14
14	2	15	81,638	13	9	16
15	1	4	102,978	7	12	16
16	1	2	144,000	15	14	0

Tabla 35 Historial de Conglomerados Análisis No Jerárquico de Alternativa 2 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

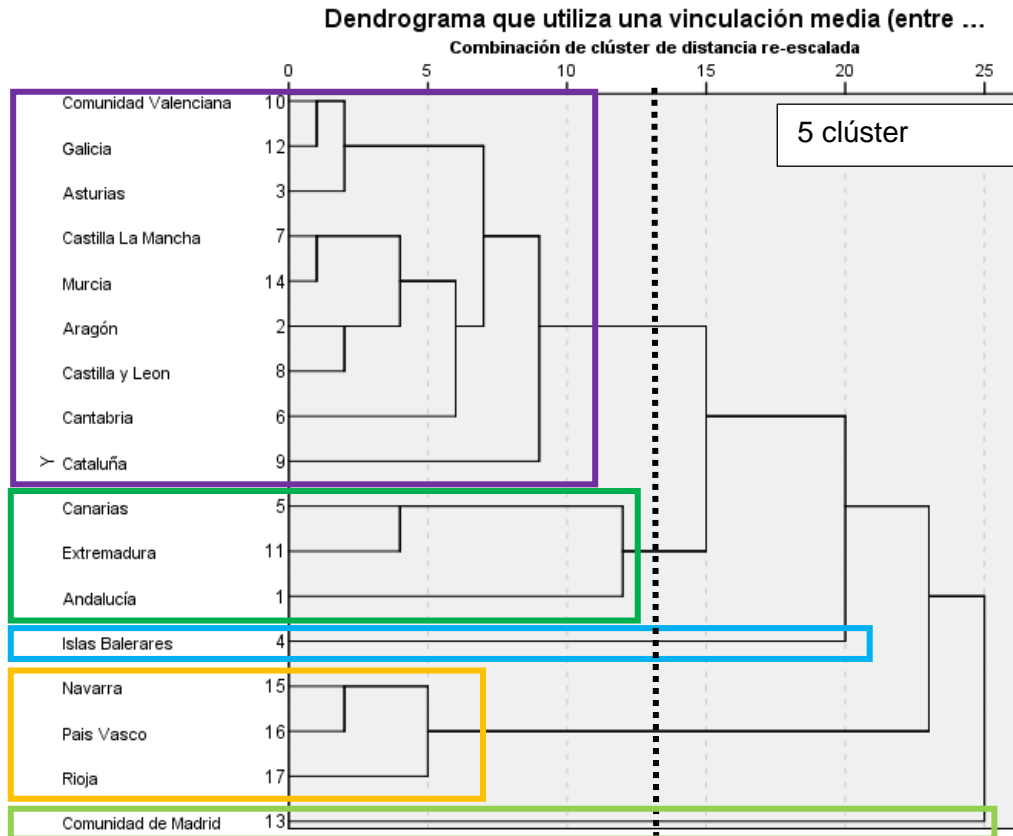


Tabla 36 Clúster de Pertenencia Análisis No Jerárquico de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

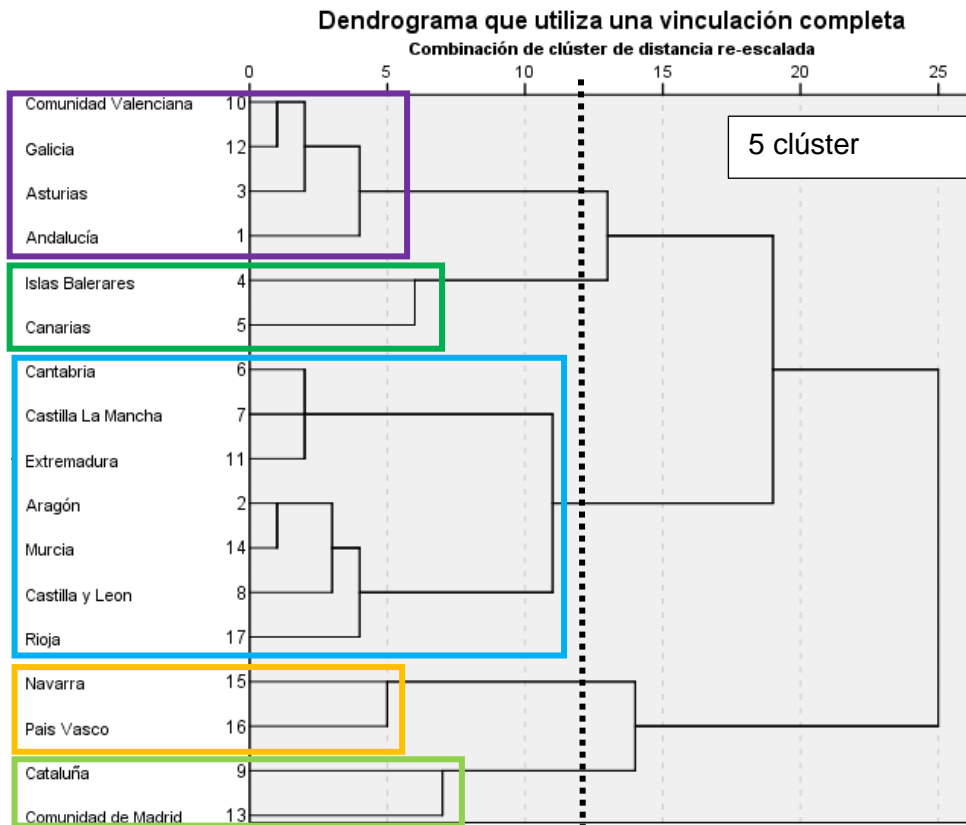


Tabla 37 Clúster de Pertenencia Análisis No Jerárquico de Alternativa 2 por Comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2

Una vez obtenido los clústeres de pertenencia finales para cada alternativa, se procedió a realizar un análisis de Medias a cada grupo creado con el fin de determinar los valores medio de cada una de las subcategorías en cada grupo de clúster creado (ver tabla 38 y 39), esto, a su vez nos permitirá realizar un análisis de Anova (ver tabla 40 y 41), en él, se puede determinar las diferencias significativas en cada subcategoría con respecto a las medias, indicándonos cuál de estas tienen mayor impacto en el puntaje obtenido, y así poder establecer cuáles son las subcategorías que más repercute en cada alternativa, esto nos ayuda a identificar las principales diferencias entre clúster.

#### Informe

Media

Average Linkage (Between Groups)	Salario Justo	Horas de Trabajo	Igualdad de Oportunidades/	Discriminación	Salud y Seguridad	Accesibilidad	Acceso de recursos locales	Condiciones de vida segura y saludable	Condiciones de vida segura y saludable	Empleo local	Compromisos públicos con cuestiones de	Contribución al desarrollo económico	Desarrollo de tecnología
1	,32933	,83900	,20567	,20867	,86300	,88500	,16000	1,00000	,54467	,83633	,08333	,18800	,09767
2	,58544	,83900	,54278	,30756	,50556	,88500	,16000	1,00000	,59733	,67644	,27856	,60056	,48933
3	,38100	,83900	,61700	,24200	,97200	,88500	,16000	1,00000	,85700	,00000	,25000	,00000	,39800
4	,96700	,83900	1,00000	1,00000	,88400	,88500	,16000	1,00000	,60700	,58100	,50000	,13200	,66200
5	,82367	,83900	,57933	,53400	,11967	,88500	,16000	1,00000	,87267	,85433	,83333	,90167	,83633
Total	,59271	,83900	,52100	,36694	,55024	,88500	,16000	1,00000	,65247	,69065	,35335	,51800	,48624

Tabla 38 Informe de puntuación Medias de subcategorías por cada Clúster de Alternativa 1 por Comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

#### Informe

Media

Average Linkage (Between Groups)	Salario Justo	Horas de Trabajo	Igualdad de Oportunidades/	Discriminación	Salud y Seguridad	Accesibilidad	Acceso de recursos locales	Condiciones de vida segura y saludable	Condiciones de vida segura y saludable	Empleo local	Compromisos públicos con cuestiones de	Contribución al desarrollo económico	Desarrollo de tecnología
1	,56025	,00500	,21800	,14525	,61900	,71400	,85000	,50000	,38575	,75950	,25000	,88000	,25075
2	,45600	,00500	,67938	,58975	,64425	,71400	,85000	,50000	,79763	,69150	,25088	,79875	,54113
3	,34100	,00500	,00000	,95700	,51300	,71400	,85000	,50000	,77900	1,00000	,00000	,40000	,00000
4	,81900	,00500	,75500	,52500	,69750	,71400	,85000	,50000	,38550	,79150	,50000	,10000	,73100
5	,92250	,00500	,52000	,50400	,99100	,71400	,85000	,50000	,80900	,30550	1,00000	,46000	,75450
Total	,57135	,00500	,52100	,48906	,67765	,71400	,85000	,50000	,65247	,69200	,35335	,67235	,48841

Tabla 39 Informe de puntuación Medias de subcategorías por cada Clúster de Alternativa 2 por Comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

Tabla de ANOVA<sup>a,b,c,d</sup>

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
VAR00002 * Average Linkage (Between Groups) Salario Justo	Entre grupos (Combinado)	,554	4	,138	5,822	,008
	Dentro de grupos	,285	12	,024		
	Total	,839	16			
VAR00004 * Average Linkage (Between Groups) Igualdad de Oportunidades/	Entre grupos (Combinado)	,551	4	,138	2,258	,123
	Dentro de grupos	,733	12	,061		
	Total	1,284	16			
VAR00005 * Average Linkage (Between Groups) Discriminación	Entre grupos (Combinado)	,607	4	,152	6,465	,005
	Dentro de grupos	,282	12	,023		
	Total	,889	16			
VAR00006 * Average Linkage (Between Groups) Salud y Seguridad	Entre grupos (Combinado)	1,157	4	,289	29,224	,000
	Dentro de grupos	,119	12	,010		
	Total	1,276	16			
VAR00010 * Average Linkage (Between Groups) Condiciones de vida segura y saludable	Entre grupos (Combinado)	,252	4	,063	,820	,537
	Dentro de grupos	,920	12	,077		
	Total	1,172	16			
VAR00011 * Average Linkage (Between Groups) Empleo local	Entre grupos (Combinado)	,635	4	,159	9,682	,001
	Dentro de grupos	,197	12	,016		
	Total	,832	16			
VAR00012 * Average Linkage (Between Groups) Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	Entre grupos (Combinado)	,992	4	,248	5,837	,008
	Dentro de grupos	,510	12	,043		
	Total	1,502	16			
VAR00013 * Average Linkage (Between Groups) Contribución al desarrollo económico	Entre grupos (Combinado)	1,247	4	,312	34,255	,000
	Dentro de grupos	,109	12	,009		
	Total	1,356	16			
VAR00014 * Average Linkage (Between Groups) Desarrollo de tecnología	Entre grupos (Combinado)	,859	4	,215	4,126	,025
	Dentro de grupos	,625	12	,052		
	Total	1,484	16			

a. No hay varianza dentro de los grupos - no se pueden calcular las estadísticas para VAR00003 \* Average Linkage (Between Groups) Horas de Trabajo.

b. No hay varianza dentro de los grupos - no se pueden calcular las estadísticas para VAR00007 \* Average Linkage (Between Groups) Accesibilidad.

c. No hay varianza dentro de los grupos - no se pueden calcular las estadísticas para VAR00008 \* Average Linkage (Between Groups) Acceso de recursos locales.

d. No hay varianza dentro de los grupos - no se pueden calcular las estadísticas para VAR00009 \* Average Linkage (Between Groups) Condiciones de vida segura y saludable.

Tabla 40 Informe de Anova de subcategorías por cada Clúster de Alternativa 1 por Comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

Tabla de ANOVA<sup>a,b,c,d</sup>



| CAPITULO 4: CASO DE ESTUDIO

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
VAR00002 * Average Linkage (Between Groups) Salario Justo	Entre (Combinado) grupos	,529	4	,132	8,190	,002
	Dentro de grupos	,194	12	,016		
	Total	,723	16			
VAR00004 * Average Linkage (Between Groups) Igualdad de Oportunidades/	Entre (Combinado) grupos	,949	4	,237	8,494	,002
	Dentro de grupos	,335	12	,028		
	Total	1,284	16			
VAR00005 * Average Linkage (Between Groups) Discriminación	Entre (Combinado) grupos	,776	4	,194	2,214	,129
	Dentro de grupos	1,052	12	,088		
	Total	1,828	16			
VAR00006 * Average Linkage (Between Groups) Salud y Seguridad	Entre (Combinado) grupos	,247	4	,062	1,116	,394
	Dentro de grupos	,664	12	,055		
	Total	,911	16			
VAR00010 * Average Linkage (Between Groups) Condiciones de vida segura y saludable	Entre (Combinado) grupos	,661	4	,165	3,878	,030
	Dentro de grupos	,511	12	,043		
	Total	1,172	16			
VAR00011 * Average Linkage (Between Groups) Empleo local	Entre (Combinado) grupos	,432	4	,108	2,652	,085
	Dentro de grupos	,488	12	,041		
	Total	,920	16			
VAR00012 * Average Linkage (Between Groups) Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	Entre (Combinado) grupos	1,131	4	,283	9,132	,001
	Dentro de grupos	,372	12	,031		
	Total	1,502	16			
VAR00013 * Average Linkage (Between Groups) Contribución al desarrollo económico	Entre (Combinado) grupos	1,120	4	,280	12,383	,000
	Dentro de grupos	,271	12	,023		
	Total	1,391	16			
VAR00014 * Average Linkage (Between Groups) Desarrollo de tecnología	Entre (Combinado) grupos	,746	4	,187	2,968	,064
	Dentro de grupos	,754	12	,063		
	Total	1,500	16			

a. No hay varianza dentro de los grupos - no se pueden calcular las estadísticas para VAR00003 \* Average Linkage (Between Groups) Horas de Trabajo.

b. No hay varianza dentro de los grupos - no se pueden calcular las estadísticas para VAR00007 \* Average Linkage (Between Groups) Accesibilidad.

c. No hay varianza dentro de los grupos - no se pueden calcular las estadísticas para VAR00008 \* Average Linkage (Between Groups) Acceso de recursos locales.

d. No hay varianza dentro de los grupos - no se pueden calcular las estadísticas para VAR00009 \* Average Linkage (Between Groups) Condiciones de vida segura y saludable.

Tabla 41 Informe de Anova de subcategorías por cada Clúster de Alternativa 2 por Comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

De los informes obtenidos en las tablas anteriores se puede destacar, en primer lugar, que la variación de puntuación media entre la alternativa 1 y 2, no es significativa, esto nos muestra que, si bien existen algunas alteraciones, los puntajes medios y finales del desempeño social están definidos por las condiciones particulares de cada comunidad, es decir, el contexto en donde se desarrolla cada alternativa si afecta el puntaje del desempeño social general. También nos permite analizar las subcategorías tienen mayor afectación al puntaje final, y poder elegir alternativas que tengan menos impacto, o en su defecto, proponer políticas públicas y privadas que permita mejorar la sostenibilidad en el sitio de ejecución del proyecto. En este sentido se observa que las subcategorías que más afectan en cada alternativa varían entre sí.

En la alternativa 1, encontramos que las subcategorías de Condiciones de vida segura relacionada con los niveles de contaminación, igualdad de oportunidades relacionada con la empleabilidad de personas con discapacidad y desarrollo de tecnología relacionada con las prácticas de innovación, son las que más afectan el puntaje final.

En cuanto a la alternativa 2, vemos que las subcategorías de discriminación relacionada a la diferencia salarial entre hombres y mujeres, la subcategoría de salud y seguridad en el trabajo, empleo local y en menor medida desarrollo de tecnología relacionada con las prácticas de innovación, son las subcategorías que más afectan el desempeño social en el sitio de construcción.

Este análisis permitió establecer una agrupación de comunidades autónomas que se desempeña socialmente de forma similar, a continuación, vemos la figuras 47 y 48, en donde se puede visualizar un mapa de España con la distribución de los clústeres creados en las tablas 36 y 37 para ambas alternativas, se realizó una clasificación de clúster según su desempeño de acuerdo a la puntuación media obtenida en la tabla 38 y 39, estos van desde el más bajo hasta el más alto al desempeño social para cada alternativa.

De estos mapas se puede deducir que las ciudades que se encuentran al Norte de España son las que cuentan con el desempeño social más alto de todo el país, seguido por las comunidades con mayor población, en este caso la Comunidad de Madrid y Cataluña, esto sucede en ambas alternativas propuestas.

Por otra parte, se puede apreciar el comportamiento general a través del esquema de color y los clústeres establecidos, podemos inferir que el comportamiento de la alternativa 1, relacionado con la construcción con elementos prefabricados, tiene un mejor desempeño social, que el que tiene la alternativa 2, que se encuentra

relacionado con la construcción in situ, sin embargo, la variación que tienen entre ambas no es significativa, los clúster creados se reparten en su mayoría entre los puntajes medios y medio bajos. Sin embargo, se puede ver una clara diferenciación entre regiones, en donde regiones al norte de España se desempeñan socialmente mejor que las regiones ubicadas al Sur o que se encuentran fuera de la Península Ibérica. Sin embargo, para profundizar entre las causas de bases y como disminuir esa brecha diferencial se requiere realizar una mayor investigación y un estudio exhaustivo a fin de ser asertivos.

A continuación, se presenta las figuras 47 y 48, en ella podemos ver un mapa de España en donde se identifica por medio de colores las diferentes agrupaciones o clúster generados a partir del análisis previo. En ella se puede apreciar 5 escalas de colores que identifica el nivel de desempeño de cada comunidad, un bajo desempeño social identifica a comunidades más vulnerables o con problemáticas sociales marcadas, mientras que una puntuación alta es todo lo contrario, son comunidades en donde existen poca desigualdad social y cuenta con buenas condiciones sociales.

Se puede apreciar que en el desempeño social predominante es medio en ambas alternativas, es decir, los aspectos sociales dentro de estas comunidades están dentro los parámetros normales, si bien, son equitativo estos pueden mejorar. Sin embargo, la alternativa 1 agrupa a 9 comunidades autónomas mientras que la alternativa 2 agrupa a 7, esto nos permite inferir, que la construcción con elementos prefabricados permite fomentar un mejor comportamiento social que la construcción con elementos in situ, motivado a que su producción es continua, permite establecer fuerza de trabajo especializada, optimizar tiempos de construcción de proyectos, minimizar el riesgo de accidentes y fomentar la mejora continua, en comparación con la construcción in situ, que se va adaptando a cada proyecto, su nivel tecnológico es bajo, puesto que su fuerza de trabajo es variable, y no tiene una locación fija que permita fomentar una condiciones estables en términos sociales.

En cuanto a las comunidades con el desempeño social más bajo, se identifican a la comunidad de Canarias e Islas Baleares, ambas son de características insular, lo que permite establecer la condición geográfica como un factor que genera una alta repercusión al momento de estimar el desempeño social. Cabe destacar que el desempeño social se estimó en base al sector constructivo e industrial, y no en base a sus condiciones particulares de forma global, en ese sentido cuando se habla de un bajo desempeño social se refiere a estos sectores en específicos.

Otra característica que se puede observar, se relaciona con las comunidades autónomas que tienen mayor población como Cataluña y la comunidad de Madrid; en estas, se estima un desempeño social medio alto, en donde las condiciones sociales son óptimas, pero no son las mejores en comparación con las obtenidas en el País Vasco o Navarra, regiones ubicadas al norte de España; esto se debe a que si bien en las comunidades más grandes se obtienen los mejores salarios y condiciones laborales; el costo de vida, las condiciones relacionadas con empleabilidad, menor tasa contaminación ambiental permiten establecer en las regiones del norte con un mejor desempeño.

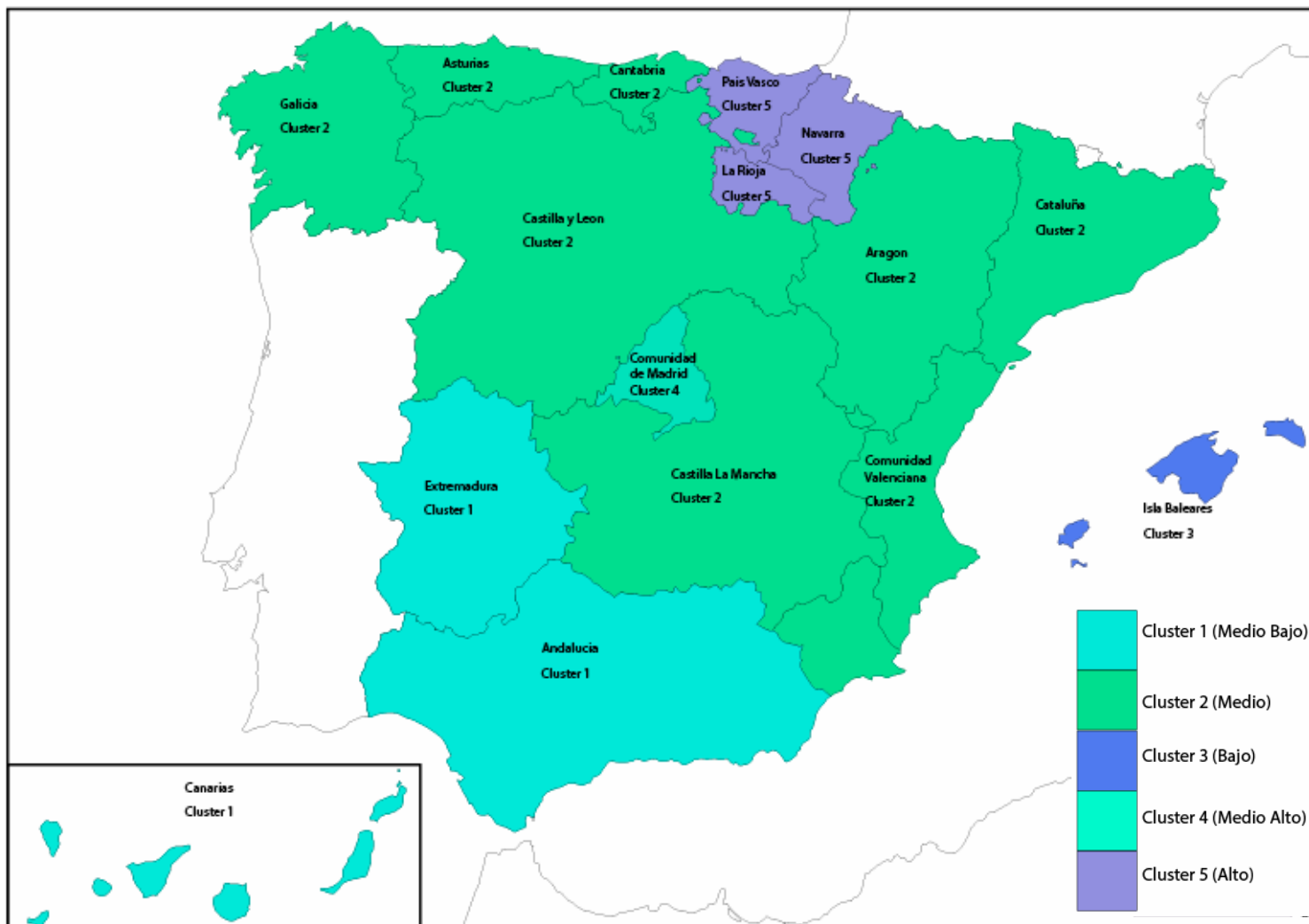


Fig. 47 Mapa con clasificación de Clúster de Alternativa 1 por Comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

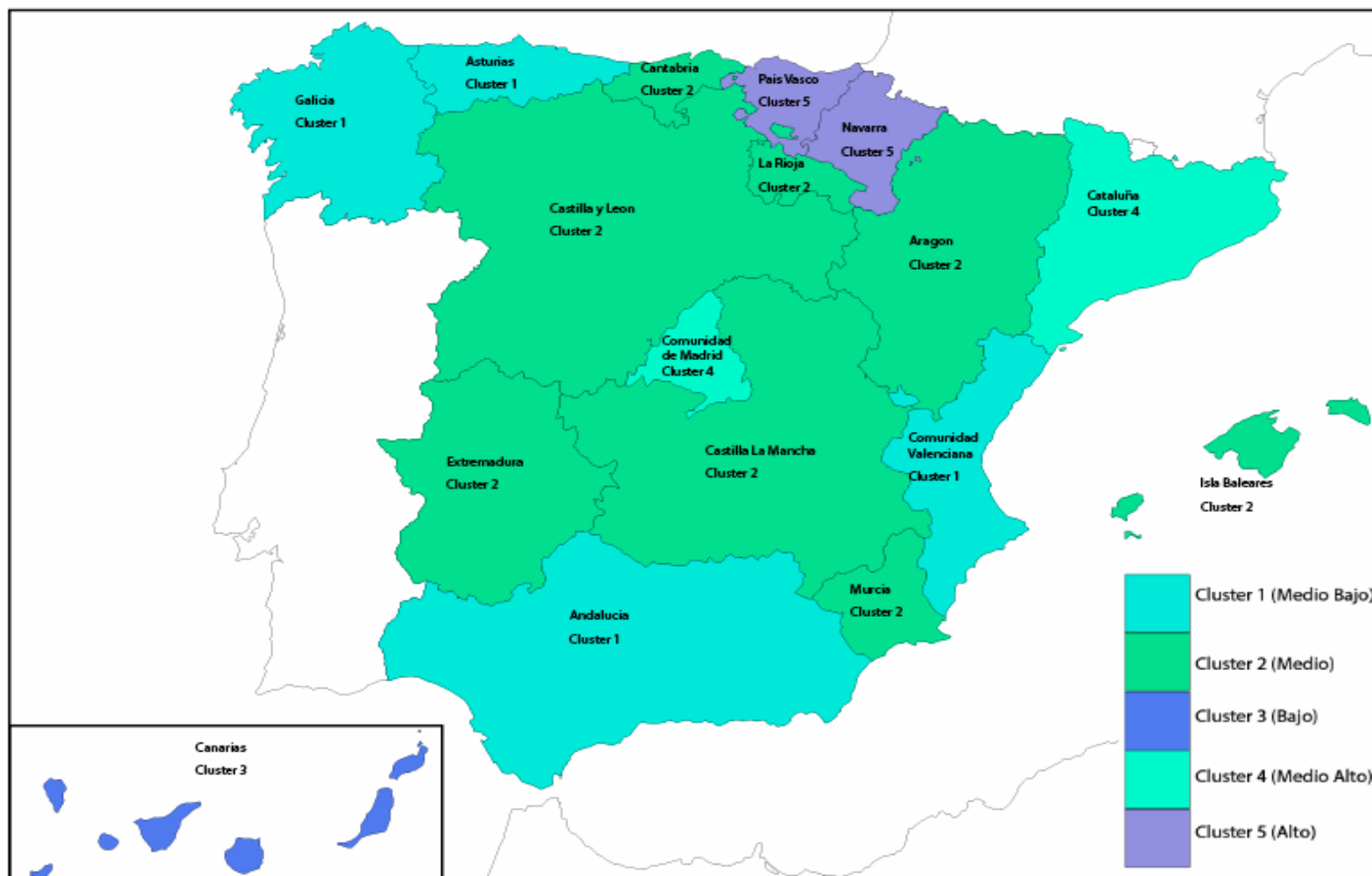


Fig. 48 Mapa con clasificación de Clúster de Alternativa 2 por Comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

## 5. Conclusiones

El objetivo de este estudio se centró en realizar una evaluación del impacto social en el diseño de las diferentes tipologías estructurales contempladas para los tableros del proyecto de construcción Autovía Lleida-Huesca (A-22). Tramo Siétamo-Huesca. Para ello se realizó una comparación de las alternativas de tablero y pilas de puentes contenidas en este proyecto, mediante la técnica de Evaluación del ciclo de vida social (ACV-S), aplicada a las diferentes alternativas de diseño, si bien esta técnica aún se encuentra en desarrollo sirve para la evaluación de la sostenibilidad.

Para llevar a cabo la ACV-S, se aplicó la metodología propuesta por Directrices para la Evaluación del Ciclo de Vida Social de los Productos propuesta por UNEP-SETAC (2009), y la metodología estandarizada ISO 14040 (2006) e ISO 14044 (2006); ambos marcos metodológicos se adaptaron a las particularidades del enfoque de evaluación del impacto social en obras civiles y las características específicas de este estudio.

La adaptación metodológica contemplo la definición de indicadores de sostenibilidad social enfocados al sector de la construcción, esto se realiza mediante una búsqueda en la literatura acerca de los indicadores, las categorías, subcategorías y medición de indicadores más frecuentes usados en estudios pasados relacionados con el sector constructivo. El resultado de esta búsqueda permitió por un lado la identificación de actores relevantes (en este estudio, trabajador, consumidor o usuario, comunidad local y sociedad) y las subcategorías de impacto asociadas a cada categoría de actores. Por otro lado, establecer la selección de indicadores para cada subcategoría de impacto en función del objetivo de la evaluación y la disponibilidad de datos.

Una vez obtenidos los indicadores se procedió a establecer un método de normalización y caracterización basado en puntos de referencia de desempeño (PRP), relacionado el resultado obtenidos en los indicadores con el contexto en donde se desarrolla la actividad. En este estudio se asume que todos los procesos en el ciclo de vida de las opciones de diseño analizadas ocurren en dentro de la Comunidad Autónoma de Aragón, España. Por lo tanto, se usan valores medios, mínimos y máximos registrados en las diferentes en base de datos estadísticas nacionales de España además de los datos contenidos en la memoria y anejos del proyecto de estudio.

Una vez establecida la base metodológica, se aplicó un caso de estudio en donde se realiza una evaluación del impacto social en diseño de tableros de hormigón del proyecto de construcción Autovía A-22. Lleida-Huesca. Tramo: Siétamo-Huesca,

más específicamente a con los pasos superiores y estructuras del tronco que forman parte del proyecto. Esta evaluación se desarrolla en cuatro fases principales: definición de objetivos y alcance, análisis del inventario del ciclo de vida, evaluación del impacto del ciclo de vida e interpretación del ciclo de vida.

Se analizaron dos alternativas de diseño para las 3 estructuras de pasos superiores y 2 estructuras de viaductos. La alternativa 1 se compone de elementos de tableros de Vigas Prefabricadas Pretensadas, losa auto portante y pilas prefabricadas; mientras que la alternativa 2 está compuesta de elementos fabricados totalmente in situ, en el caso de los pasos superiores y de elementos prefabricados en el caso de los viaductos. Cabe destacar que los valores obtenidos en los indicadores de este, se normalizaron y caracterizaron integrando la contribución de la actividad y las puntuaciones de desempeño, usando un sistema de ponderación igualitario.

Los resultados obtenidos en los pasos superiores muestran que la Alternativa 1 (relacionada con elementos prefabricados), tiene mejor desempeño social en el contexto en donde se desarrolla la actividad, en comparación con la alternativa 2, (relacionada con elementos elaborados In Situ). Esto permite inferir que el tiempo de construcción según el sistema constructivo empleado afecta considerablemente el resultado del impacto social que genera cada alternativa. Sin embargo, la alternativa 2 tiene un mejor impacto social en la categoría de sociedad, la cual está directamente relacionada en al uso de recursos locales, esto motivado a que el uso de elementos fabricado in situ permite generar gasto directo en el sitio donde se desarrolla el proyecto.

En cuanto de los resultados correspondiente a la estructura de viaductos se puede apreciar que, si bien ambas alternativas se encuentran elaboradas con elementos prefabricados, los materiales empleados para construcción, el tiempo en ejecutar el proyecto y los costos derivado del empleo de estas, se convierten en un factor determinante al momento de elegir entre alguna de estas alternativas.

Se realizó un análisis de sensibilidad en donde se varía el sistema de ponderación, asignando diferentes pesos a las partes interesadas. Esto permitió confirmar que la alternativa 1, se desempeña de manera más óptima desde el punto de vista social, independientemente de la variación de la parte interesada. Este resultado aplica para todas las variaciones a excepción de la variación con alta influencia de la categoría de sociedad, en donde la alternativa 2 cambia a ser la opción más deseable, esto se debe a la relación que tiene esta categoría con la contribución al desarrollo económico y tecnológico del proyecto en el sitio de ejecución del mismo.



Para finalizar el estudio de caso, se realizó un segundo análisis de sensibilidad, en este caso se modifica el contexto en donde se desarrolla la actividad; buscando evaluar la variación de las alternativas a través de diferentes contextos, y su alteración con respecto al puntaje final. Esto se realizó modificando los indicadores que se relaciona con valores nacionales y regionales, reemplazando estos por los de cada Comunidad Autónoma de España. Luego se aplica un Análisis Clúster, conocido como Análisis de Conglomerados, sobre la puntuación de cada una de las subcategorías, en las diferentes Comunidades Autónoma para cada una de las alternativas de diseño, esto para agrupar a comunidades que cuenten con características sociales similares y establecer cual se desempeña mejor socialmente y cual tiene un desempeño mejorable.

En este caso se puede apreciar una variación de puntaje medianamente significativa, en donde los puntajes más altos se obtuvieron en las comunidades autónomas ubicadas al Norte de España, es decir, que estas tienen mejor desempeño social en comparación a las comunidades autónomas ubicadas al Sur o que están fuera de la Península. Incluso en algunos casos, el puntaje muestra que la Alternativa 2, se desempeñaba de manera más óptima que la alternativa 1, mostrando así la relevancia del contexto al momento de realizar ACV-S enfocados a proyectos de construcción.

Cabe destacar que al momento de elegir entre una alternativa se debe tomar en cuenta las diferencias sociales que implica el uso de la misma; por un lado, el uso la alternativa 1 relacionado con la construcción con elementos prefabricados, beneficiaría a conseguir mejores tiempos de ejecución, menor costo del proyecto y mejores condiciones laborales; mientras que la alternativa 2 que se encuentra relacionada con la construcción in situ, permite contribuir a la economía local y tener menos huella ambiental al momento de ejecutar el proyecto. Cabe destacar que estos resultados están directamente relacionados con el contexto inmediato en donde se ejecute el proyecto.

Este estudio muestra que la técnica de Evaluación del ciclo de vida social, enfocado al sector constructivo, puede usarse de manera integral al momento de planificar y diseñar un proyecto de construcción, por un lado, permitiendo escoger alternativas que cuenten un desempeño social más favorable al contexto en que se ejecuta la obra, por otro, permitiendo fomentar y desarrollar posibles mejoras sociales, atendiendo a las condiciones que afectan a todos sujetos de interés a lo largo del ciclo de vida del proyecto. El empleo de un ACV-S, permite determinar las etapas, en las que pueden darse situaciones que supongan un riesgo, o, por el contrario, una oportunidad de desarrollo social.

Cabe destacar que si bien el empleo del ACV-S puede ser útil en el sector de la construcción, aun es una técnica que se encuentra en etapas iniciales de su desarrollo, por lo que existen vacíos que dificultaron el estudio, entre los que se pueden mencionar: la dificultad de recopilación de datos puesto que la información del contexto específico no está disponible de forma directa y clara, además que no se dispone de suficiente base de datos actualizadas y accesibles, lo que restringe la selección de indicadores y el alcance del estudio.

Otro aspecto a mencionar es la determinación de factores de caracterización y ponderación de indicadores, puesto que hasta el momento no se ha establecido un proceso de selección quedando a juicio del desarrollador del análisis, la selección y ejecución de los mismos, dando paso a variaciones entre los diferentes estudios publicados.

En cuanto a las líneas de investigación futuras, se propone integrar la metodología de evaluación social presentada en este estudio a una la evaluación del ciclo de vida ambiental y económico, con el fin de producir un análisis integral de sostenibilidad y ver de qué forma se desenvuelve las diferentes propuestas. Por otro lado, establecer una base de datos sociales específica al sector constructivo dentro cada comunidad autónoma, en la cual se recopile información relevante y actualizada vinculada a los a los procesos unitarios principales relacionados con los diferentes actores dentro del ciclo de vida de los proyectos. Otro aspecto a tomar en cuenta podría ser el usar o emplear herramientas informáticas que se vinculen al entorno BIM, que permitan apoyar y facilitar la utilización de técnicas de ACV-S dentro los proyectos definiendo los impactos sociales en cada caso y la emisión de los informes correspondientes.

## |Bibliografía

- Almahmoud, E., & Doloj, H. (2018). Assessment of Social Sustainability in Construction Projects Using Social Network Analysis. *Journal of International Business Research and Marketing*, 3(6), 35–46. <https://doi.org/10.18775/jibrm.1849-8558.2015.36.3003>
- Alonso, S. (2017). *Análisis de Ciclo de Vida Social, Propuesta Metodológica para su aplicación en edificios*. Universidad de Sevilla. Universidad de Sevilla. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/11441/67202>
- Anderson, R., Tatham, R. L., & Hair Jr, J. F. (1999). *Análisis Multivariante*. (Pearson Prentice Hall, Ed.) (5th ed.).
- Andrews, E., Lesage, P., Benoît, C., Parent, J., Norris, G., & Revéret, J.-P. (2009). Life Cycle Attribute Assessment. *Journal of Industrial Ecology*, 13(4), 565–578. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2009.00142.x>
- Antequera, J. (2012). *Propuesta metodológica para el análisis de la sostenibilidad regional*. Universitat Politècnica de Catalunya Institut.
- Assefa, G., & Frostell, B. (2007). Social sustainability and social acceptance in technology assessment: A case study of energy technologies. *Technology in Society*, 29(1), 63–78. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2006.10.007>
- Balasbaneh, A. T., Marsono, A. K. Bin, & Khaleghi, S. J. (2018). Sustainability choice of different hybrid timber structure for low medium cost single-story residential building: Environmental, economic and social assessment. *Journal of Building Engineering*, 20, 235–247. <https://doi.org/10.1016/j.job.2018.07.006>
- Benoît, C., Norris, G. A., Valdivia, S., Ciroth, A., Moberg, A., Bos, U., ... Beck, T. (2010, February). The guidelines for social life cycle assessment of products: Just in time! *International Journal of Life Cycle Assessment*. <https://doi.org/10.1007/s11367-009-0147-8>
- Brundtland, G.H. (1987). *Our common future*. Oxford University Press, CMMAD. U.K.
- Bui, N. T., Kawamura, A., Amaguchi, H., Bui, D. Du, Truong, N. T., & Nakagawa, K. (2018). Social sustainability assessment of groundwater resources: A case study of Hanoi, Vietnam. *Ecological Indicators*, 93, 1034–1042. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.06.005>
- Cadena, E., Rocca, F., Gutierrez, J., & Carvalho, A. (2019). Social life cycle assessment methodology for evaluating production process design: Biorefinery case study. *Journal of Cleaner Production*, 238, 117718.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117718>

- Corona, B. (2016). Análisis de sostenibilidad del ciclo de vida de una configuración innovadora de tecnología termo solar, 427. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=114579>
- Corona, B., & San Miguel, G. (2019). Social Performance of Electricity Generation in a Solar Power Plant in Spain—A Life Cycle Perspective. In *Environmental Footprints and Eco-Design of Products and Processes* (pp. 1–57). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-3233-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-13-3233-3_1)
- Dong, Y. H., & Ng, S. T. (2015). A life cycle assessment model for evaluating the environmental impacts of building construction in Hong Kong. *Building and Environment*, 89, 183–191. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.02.020>
- Dreyer, L. C., Hauschild, M. Z., & Schierbeck, J. (2006). A framework for social life cycle impact assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 11(2), 88–97. <https://doi.org/10.1065/lca2005.08.223>
- Ekener, E., & Finnveden, G. (2013). Potential hotspots identified by social LCA - Part 1: A case study of a laptop computer. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(1), 127–143. <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0442-7>
- Fernández, G., & Rodríguez, F. (2011). Propuesta para la integración de criterios sostenibles en los proyectos de ingeniería civil: Un caso práctico. *Informes de La Construcción*, 63(524), 65–74. <https://doi.org/10.3989/ic.10.043>
- Fernández, G. (2010). *Propuesta de modelo para la evaluación de la sostenibilidad en la dirección integrada de proyectos de ingeniería civil*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Franchi, I. (2017). *Evaluación de la sostenibilidad en el sistema de planificación del desarrollo regional en Chile*. Universidad de Barcelona. Universidad de Barcelona. Retrieved from <http://www.tesisenred.net/handle/10803/462192>
- Franze, J., & Ciroth, A. (2011). A comparison of cut roses from Ecuador and the Netherlands. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 16(4), 366–379. <https://doi.org/10.1007/s11367-011-0266-x>
- Garrido, S., Parent, J., Beaulieu, L., & Revéret, J. P. (2018). A literature review of type I SLCA—making the logic underlying methodological choices explicit. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 23(3), 432–444. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1067-z>
- Gaviria, P. A. (2013). *Diseño de un sistema de indicadores de sostenibilidad como herramienta en la toma de decisiones para la gestión de proyectos de infraestructura en Colombia*. Trabajo final de Master. Universidad EAFIT. Universidad EAFIT. Retrieved from

- [http://repository.eafit.edu.co/handle/10784/1250%5Cnhttp://repository.eafit.edu.co/bitstream/10784/1250/1/PaulaAndrea\\_GaviriaGaviria\\_2013.pdf%5Cnhttps://repository.eafit.edu.co/handle/10784/1250#.VOS6cy5akdU](http://repository.eafit.edu.co/handle/10784/1250%5Cnhttp://repository.eafit.edu.co/bitstream/10784/1250/1/PaulaAndrea_GaviriaGaviria_2013.pdf%5Cnhttps://repository.eafit.edu.co/handle/10784/1250#.VOS6cy5akdU)
- Hossain, M. U., Poon, C. S., Dong, Y. H., Lo, I. M. C., & Cheng, J. C. P. (2018). Development of social sustainability assessment method and a comparative case study on assessing recycled construction materials. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 23(8), 1654–1674. <https://doi.org/10.1007/s11367-017-1373-0>
- Hosseini, A., & Anvaryr, A. (2015). Designing a general set of sustainability indicators at the corporate level. *Journal of Cleaner Production*, 108, 757–771. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.108>
- Hosseinijou, S. A., Mansour, S., & Shirazi, M. A. (2014). Social life cycle assessment for material selection: A case study of building materials. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 19(3), 620–645. <https://doi.org/10.1007/s11367-013-0658-1>
- ISO 14040. UNE-EN ISO 14040:2006 Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia. (ISO 14040:2006) (52).
- ISO 14044. (2006). UNE-EN ISO 14044:2006 Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices. (ISO 14044:2006), 56.
- Jørgensen, A. (2013). Social LCA - A way ahead? *International Journal of Life Cycle Assessment*. Springer. <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0517-5>
- Jørgensen, A., Dreyer, L. C., & Wangel, A. (2012). Addressing the effect of social life cycle assessments. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 17(6), 828–839. <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0408-9>
- Jørgensen, A., Le Bocq, A., Nazarkina, L., & Hauschild, M. (2008). Methodologies for Social LCA Societal LCA 96 Methodologies for Social Life Cycle Assessment. *Int J LCA*, 13(2), 96–103. <https://doi.org/10.1065/lca2007.11.367>
- Kono, J., Ostermeyer, Y., & Wallbaum, H. (2018). Trade-Off between the Social and Environmental Performance of Green Concrete: The Case of 6 Countries. *Sustainability*, 10(7), 2309. <https://doi.org/10.3390/su10072309>
- Liu, S., & Qian, S. (2019). Evaluation of social life-cycle performance of buildings: Theoretical framework and impact assessment approach. *Journal of Cleaner Production*, 213, 792–807. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.200>
- Macombe, C., Loeillet, D., & Gillet, C. (2018). Extended community of peers and robustness of social LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 23(3), 492–506. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1226-2>

- Manik, Y., Leahy, J., & Halog, A. (2013). Social life cycle assessment of palm oil biodiesel: A case study in Jambi Province of Indonesia. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(7), 1386–1392. <https://doi.org/10.1007/s11367-013-0581-5>
- Martínez-Blanco, J., Lehmann, A., Muñoz, P., Antón, A., Traverso, M., Rieradevall, J., & Finkbeiner, M. (2014). Application challenges for the social Life Cycle Assessment of fertilizers within life cycle sustainability assessment. *Journal of Cleaner Production*, 69, 34–48. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.044>
- Ministerio de Fomento, D. G. de C. IAP-11 *Instrucciones sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera*, Pub. L. No. IAP-11, Orden FOM/2842/2011/ Instrucciones sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes (2011).
- Montalbán-Domingo, L. M. (2019). *Social sustainability in public-works procurement*. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de València, Valencia. Disponible: <https://riunet.upv.es/handle/10251/131204>
- Navarro, I., Yepes, V., & Martí, J. V. (2018). Social life cycle assessment of concrete bridge decks exposed to aggressive environments. *Environmental Impact Assessment Review*, 72, 50–63. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.05.003>
- Navarro, I., Yepes, V., Martí, J. V., & González, F. (2018). Life cycle impact assessment of corrosion preventive designs applied to prestressed concrete bridge decks. *Journal of Cleaner Production*, 196, 698–713. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.110>
- ONU. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible 2/40*. Nueva York. Estados Unidos (2015).
- Parent, J., Cucuzzella, C., & Revéret, J. P. (2010). Impact assessment in SLCA: Sorting the sLCIA methods according to their outcomes. *International Journal of Life Cycle Assessment*. <https://doi.org/10.1007/s11367-009-0146-9>
- Popovic, T., Barbosa, A., Kraslawski, A., & Carvalho, A. (2018). Quantitative indicators for social sustainability assessment of supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 180, 748–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.142>
- Riestra, L. (2018). *Las Dimensiones del Desarrollo Sostenible como Paradigma para la Construcción de las Políticas Públicas en Venezuela*. *Rev. Tekhné*, 21(1), 24–33. Retrieved from <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:49wSIKKMrvMJ:r>

evistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/temas/index.php/tekhne/article/download/3543/3041+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec

- Rivera, J., Blanco, N., Alcántara, G., Houbron, E., & Pérez, J. (2017). ¿Desarrollo sostenible o sustentable? La controversia de un concepto. *Posgrado y Sociedad. Revista Electrónica Del Sistema de Estudios de Posgrado*, 15(1), 57–67. <https://doi.org/10.22458/rpys.v15i1.1825>
- Rocuts, A., Jiménez, L., & Navarrete, M. (2009). Interpretaciones visuales de la sostenibilidad: Enfoques comparados y presentación de un Modelo Integral para la toma de decisiones. *Revista Internacional Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo. Número 4*. Retrieved from <http://www.sostenibilidad-es.org>
- Rodríguez, L. C., & Ríos, L. A. (2015). Evaluación de sostenibilidad con metodología GRI. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18, 207–219. <https://doi.org/10.15665/rde.v14i2.659>
- Russo, S., Parent, J., Beaulieu, L., & Revéret, J. P. (2018). A literature review of type I SLCA—making the logic underlying methodological choices explicit. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 23(3), 432–444. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1067-z>
- Sánchez, J. (2015). *Análisis de Ciclo de Vida (ACV) Social Del Proyecto Reagritech (Regeneración y reúso del agua de escorrentía en parcelas agrarias mediante sistemas naturales de tratamiento)*. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica De Catalunya, Barcelona.
- Siebert, A., Bezama, A., O’Keeffe, S., & Thrän, D. (2018). Social life cycle assessment: in pursuit of a framework for assessing wood-based products from bioeconomy regions in Germany. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 23(3), 651–662. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1066-0>
- Sierra, L., Yepes, V., & Pellicer, E. (2018). A review of multi-criteria assessment of the social sustainability of infrastructures. *Journal of Cleaner Production*, 187, 496–513. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.022>
- Sutherland, J., Richter, J., Hutchins, M., Dornfeld, D., Dzombak, R., Mangold, J., Friemann, F. (2016). The role of manufacturing in affecting the social dimension of sustainability. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 65(2), 689–712. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2016.05.003>
- UNEP-SETAC. (2009). *Guidelines for social life cycle assessment of products*.
- UNEP-SETAC. (2013). The Methodological Sheets for Subcategories in Social Life Cycle Assessment (S-LCA). *Pre-Publication- Version. The Methodological Sheets for Subcategories in Social Life Cycle Assessment (S-LCA)*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8825-6>

- Valdes-Vasquez, R., & Klotz, L. (2013). Social Sustainability Considerations during Planning and Design: Framework of Processes for Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(1), 80–89. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000566](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000566)
- Vallance, S., Perkins, H., & Dixon, J. (2011). What is social sustainability? A clarification of concepts. *Geoforum*, 42(3), 342–348. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2011.01.002>
- Vega, G. (2019). *Propuesta de un Sistema de Indicadores para la Evaluación de la Sostenibilidad en la ciudad De Neuquén*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Comahue.
- Vílchez, E. J. G. (2010). *Desarrollo del Modelo de Sostenibilidad Integrado (M.S.I) para la medida de la gestión sostenible de una industria de procesos: Aplicación al sector de fabricación de neumáticos*. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid.
- Yu, T., Shen, G. Q., Shi, Q., Zheng, H. W., Wang, G., & Xu, K. (2017). Evaluating social sustainability of urban housing demolition in Shanghai, China. *Journal of Cleaner Production*, 153, 26–40. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.005>
- Zarta, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: Un concepto poderoso para La humanidad Sustainability: a strong concept for humanity. *Tabula Rasa*, (28), 409–423. <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>
- Zheng, X., Easa, S. M., Yang, Z., Ji, T., & Jiang, Z. (2019). Life-cycle sustainability assessment of pavement maintenance alternatives: Methodology and case study. *Journal of Cleaner Production*, 213, 659–672. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.227>



## Anejo 1: Datos de Inventario

### 1.1 Salario Justo-Ganancia media anual por trabajador

Comunidad Autónoma	Construcción 2017	Industrial 2017
	Valor	Valor
Andalucía	21.512,39 €	25.092,94 €
Aragón	23.015,81 €	27.002,84 €
Asturias	24.219,42 €	29.792,89 €
Islas Baleares	20.555,24 €	23.479,03 €
Canarias	19.542,67 €	22.359,52 €
Cantabria	21.352,43 €	28.138,36 €
Castilla y León	21.815,47 €	26.456,71 €
Castilla - La Mancha	19.608,09 €	24.119,09 €
Cataluña	24.396,71 €	30.063,37 €
Comunidad Valenciana	20.770,36 €	23.822,98 €
Extremadura	18.588,18 €	20.542,67 €
Galicia	21.915,64 €	25.014,55 €
Comunidad de Madrid	24.873,72 €	32.707,42 €
Murcia	20.679,03 €	23.925,69 €
Navarra	24.895,76 €	30.783,23 €
País Vasco	26.562,74 €	33.221,57 €
Rioja	22.606,77 €	24.930,45 €

Tabla 42 Salario Justo-Ganancia media anual por trabajador  
Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

### 1.2 Tasa de empleo promedio de personas con discapacidad de la actividad en el lugar

Distribución según características de la ocupación. Año 2018  
Unidades: porcentaje

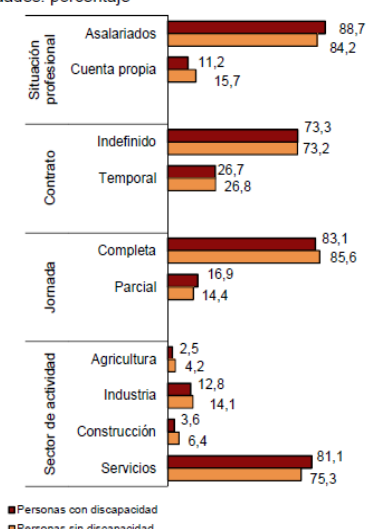
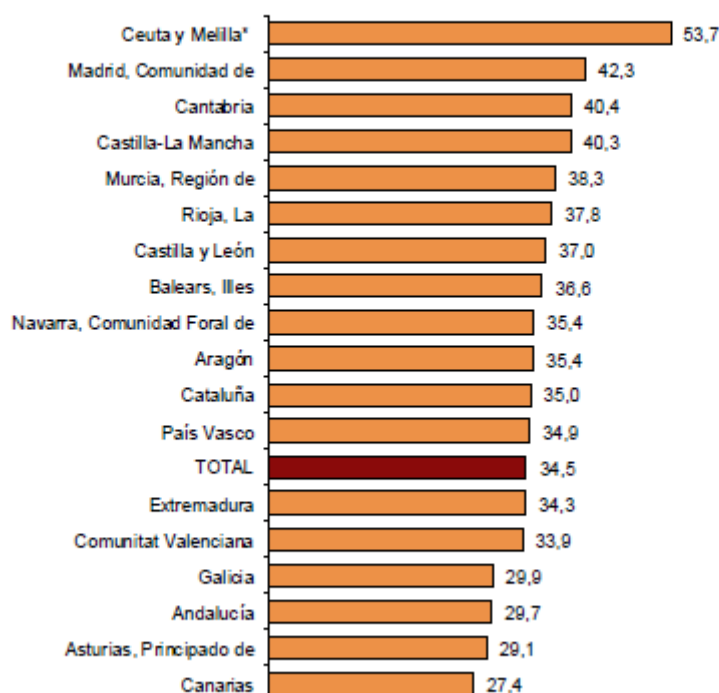


Tabla 43 Tasa de empleo promedio de personas con discapacidad de la actividad en el lugar en 2018

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

Tasa de actividad de las personas con discapacidad por comunidades autónomas.  
Año 2018  
Unidades: porcentaje



(\*) El número de observaciones muestrales es reducido, por lo que hay que interpretar con cautela la cifra.

Tabla 44 Tasa de empleo promedio de personas con discapacidad por comunidad autónoma en 2018-

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

### 1.3 Diferencia Salarial- Ganancia media anual por trabajador

Comunidad Autónoma	Construcción 2017			Industrial 2017		
	Valor Medio	Salario Mujeres	Salario Hombres	Valor Medio	Salario Mujeres	Salario Hombres
Nacional*	22.607,96 €	20.588,67 €	22.927,30 €	27.708,41 €	3.356,56 €	29.180,31 €
Andalucía*	21.512,39 €	17.780,09 €	22.019,39 €	25.092,94 €	19.235,95 €	26.637,56 €
Aragón	<b>23.015,81 €</b>	<b>19.677,22 €</b>	<b>23.420,78 €</b>	<b>27.002,84 €</b>	<b>21.777,11 €</b>	<b>28.402,64 €</b>
Asturias	24.219,42 €	19.426,48 €	24.189,87 €	29.792,89 €	23.004,09 €	31.373,75 €
Islas Baleares	20.555,24 €	20.465,58 €	20.818,31 €	23.479,03 €	18.639,88 €	25.184,07 €
Canarias	19.542,67 €	18.917,73 €	19.420,22 €	22.359,52 €	17.899,82 €	23.666,81 €
Cantabria	21.352,43 €	19.012,20 €	21.661,24 €	28.138,36 €	23.918,47 €	29.077,64 €
Castilla y León	21.815,47 €	18.796,93 €	22.387,86 €	26.456,71 €	22.358,11 €	27.531,55 €
Castilla - La Mancha	19.608,09 €	19.608,09 €	19.941,64 €	24.119,09 €	18.604,55 €	25.970,73 €
Cataluña*	24.396,71 €	20.467,31 €	25.161,75 €	30.063,37 €	25.808,22 €	31.879,08 €
Comunidad Valenciana*	20.770,36 €	16.915,64 €	21.444,83 €	23.822,98 €	19.332,14 €	25.394,87 €
Extremadura	18.588,18 €	17.722,29 €	18.825,78 €	20.542,67 €	15.258,19 €	21.669,57 €
Galicia	21.915,64 €	18.833,53 €	21.982,35 €	25.014,55 €	20.667,96 €	26.947,94 €
Comunidad de Madrid	24.873,72 €	24.029,31 €	24.846,28 €	32.707,42 €	31.208,37 €	33.285,91 €
Murcia	20.679,03 €	18.048,37 €	21.065,56 €	23.925,69 €	17.991,74 €	26.307,60 €
Navarra	24.895,76 €	21.898,57 €	25.370,22 €	30.783,23 €	25.479,78 €	32.413,96 €
País vasco*	26.562,74 €	24.468,68 €	26.967,39 €	33.221,57 €	28.331,67 €	34.415,76 €
Rioja	22.606,77 €	19.353,55 €	22.964,77 €	24.930,45 €	21.701,95 €	26.174,99 €

. Tabla 45 Diferencia Salarial- Ganancia media anual por trabajador

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

#### 1.4 Tasa de accidentes para la actividad específica en la ubicación de la actividad

Comunidad Autónoma	Construcción 2019		Industrial 2019	
	Valor Total	Valor Sector	Valor Total	Valor Sector
Andalucía	96.234	15.731	96234	14.229
Aragón	<b>16.585</b>	<b>2.007</b>	<b>16585</b>	<b>5.067</b>
Asturias	10.895	1.538	10895	2.892
Islas Baleares	21.889	4.676	21889	1.963
Canarias	23.045	3.702	23045	1.828
Cantabria	6.010	859	6010	1.457
Castilla - La Mancha	25.241	4.112	25.241	6.195
Castilla y León	26.687	3.693	26687	7.784
Cataluña	98.820	12.567	98820	24.616
Comunidad Valenciana	52.954	7.740	52954	11.391
Extremadura	11.228	1.632	11228	1.811
Galicia	31.613	4.686	31613	9.583
Comunidad de Madrid	76.858	12.002	76858	9.358
Murcia	17.554	2.121	17554	3.970
Navarra	10.628	1.193	10628	4.736
País Vasco	31.059	3.430	31059	12.241
Rioja	4.296	567	4296	1.571

Tabla 46 Tasa de accidentes para la actividad específica en la ubicación de la actividad

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

#### 1.5 Total de Gases de Efecto Invernadero (miles de toneladas de CO2 equivalente)

Comunidades Autónomas	Total, Gases de Efecto Invernadero (Miles De Toneladas De Co2 Equivalente) 2018		
	Valor Total	Valor Sector Construcción	Valor Sector Industrial
Nacional	340719,7	633	81.333
Andalucía	52.113	97	12440
Aragón	15.680	29	3743
Asturias	24.061	45	5744
Islas Baleares	9.435	18	2252
Canarias	13.341	25	3185
Cantabria	6.058	11	1446
Castilla y León	27.719	52	6617
Castilla - La Mancha	18.733	35	4472
Cataluña	43.956	82	10493
Comunidad Valenciana	25.464	47	6079
Extremadura	9.515	18	2271
Galicia	29.810	55	7116
Comunidad de Madrid	21.861	41	5218
Murcia	9.683	18	2311
Navarra	6.204	12	1481
País vasco	17.437	32	4162
Rioja	2.311	4	552

. Tabla 47 Tasa de accidentes para la actividad específica en la ubicación de la actividad

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

## 1.6 Tasa de desempleo en la ubicación de la actividad

Comunidad Autónoma	Nacional	Construcción 2017	Industrial 2017
	Valor Total	Valor Sector	Valor Total
<b>Nacional</b>	3191,9	161,4	145,5
<b>Andalucía</b>	823,9	25,1	37,5
<b>Aragón</b>	65,2	6,7	1,9
<b>Asturias</b>	59,3	2	3,2
<b>Islas Baleares</b>	62,7	1,5	6,9
<b>Canarias</b>	217,4	0,7	6,9
<b>Cantabria</b>	30,8	2	1,9
<b>Castilla y León</b>	126,6	7	4,5
<b>Castilla La Mancha</b>	163,6	8,1	6,8
<b>Cataluña</b>	405,8	25	20,8
<b>Comunidad Valenciana</b>	346,7	29,9	17,5
<b>Extremadura</b>	116,9	6,5	1,8
<b>Galicia</b>	145,8	10,5	5
<b>Comunidad de Madrid</b>	352,3	12,6	19,4
<b>Murcia</b>	117,2	6,5	7,3
<b>Navarra</b>	28,5	6,3	0,9
<b>País Vasco</b>	93,3	8,2	2,2
<b>Rioja</b>	15,4	2,4	0,5

Tabla 48 Tasa de desempleo en la ubicación de la actividad

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

## 1.7 Tasa de Desempeño en Desarrollo Sostenible

	%	%	%	%	%
<b>Andalucía</b>	47,06	29,41	11,76	5,88	5,88
<b>Aragón</b>	6,25	18,75	31,25	25,00	18,75
<b>Asturias</b>	17,65	11,76	41,18	11,76	17,65
<b>Baleares</b>	41,18	5,88	29,41	17,65	5,88
<b>Canarias</b>	58,82	11,76	11,76	0,00	17,65
<b>Cantabria</b>	35,29	11,76	11,76	23,53	17,65
<b>Castilla y León</b>	12,50	12,50	43,75	12,50	18,75
<b>Castilla-la Mancha</b>	31,25	18,75	18,75	18,75	12,50
<b>Cataluña</b>	23,53	23,53	23,53	17,65	11,76
<b>Comunidad Valenciana</b>	17,65	41,18	35,29	5,88	0,00
<b>Extremadura</b>	25,00	25,00	18,75	25,00	6,25
<b>Galicia</b>	29,41	17,65	23,53	11,76	17,65
<b>La Rioja</b>	6,25	25,00	25,00	31,25	12,50
<b>Madrid</b>	18,75	18,75	31,25	25,00	6,25
<b>Murcia</b>	41,18	23,53	23,53	5,88	5,88
<b>Navarra</b>	6,25	12,50	12,50	31,25	37,50
<b>País Vasco</b>	5,88	5,88	0,00	41,18	47,06

Mejor
Aceptable
Neutral
Mejorable
Muy mejorable

Tabla 49 Tasa de Desempeño en Desarrollo Sostenible

Fuente: Informe 17X17 Análisis sobre la sostenibilidad en España 2019 en las 17 CC. AA

Comunidad Autónoma	Nacional 2017
	Valor Total
Andalucía	0
Aragón	0,75
Asturias	0,5
Islas Baleares	0,25
Canarias	0
Cantabria	0,25
Castilla La Mancha	0,5
Castilla y León	0,25
Cataluña	0,5
Comunidad Valenciana	0,25
Extremadura	0,25
Galicia	0,25
Comunidad de Madrid	0,5
Murcia	0,5
Navarra	0
País Vasco	1
Rioja	1

Tabla 50 Transformación de indicadores de Desempeño de Desarrollo Sostenible  
Fuente: Elaboración propia.

### 1.8 Producto interno bruto en la ubicación de la actividad

Comunidad Autónoma	Construcción 2018	Industrial 2018
Valor Total	% del Sector	% del Sector
Nacional	5,9	16
Andalucía	6,5	11,6
Aragón	6,4	21,8
Asturias	6,8	21,5
Islas Baleares	6,3	6,3
Canarias	5,6	7
Cantabria	7,1	21,6
Castilla y León	6,4	19,5
Castilla La Mancha	7,1	19,6
Cataluña	5,1	19,7
Comunidad Valenciana	7	17,5
Extremadura	7,1	13,1
Galicia	6,9	18,5
Comunidad de Madrid	4,6	9,3
Murcia	6,1	18,2
Navarra	5,5	29
País Vasco	6	26,1
Rioja	6,2	25,2

Tabla 51 Producto interno bruto en la ubicación de la actividad  
Fuente: Instituto Nacional de Estadística

## 1.9 Tasa de uso de Nueva Tecnología

Comunidad Autónoma	Nacional 2017
Valor Total	% del Sector
Nacional	15,09
Andalucía	8,44
Aragón	15,89
Asturias	9,42
Islas Baleares	11,19
Canarias	3,3
Cantabria	10,24
Castilla La Mancha	12,58
Castilla y León	19,41
Cataluña	19,16
Comunidad Valenciana	7,86
Extremadura	3,98
Galicia	7,37
Comunidad de Madrid	16,43
Murcia	14,12
Navarra	13,77
País vasco	22,74
Rioja	23,12

Tabla 52 Tasa de uso de Nueva Tecnología

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

**Anejo 2: Análisis de Sensibilidad de Estructura 2 por Variación de Ponderación de la categoría de parte interesada.**

**Anejo 2.1 Variación 1, 40% Trabajadores, 20% Consumidores, 20% Comunidad Local y 20% Sociedad.**

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	40%	0,605	0,218	0,667	0,191
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,537		0,537	
	Salud y Seguridad		0,360		0,276	
			0,382		0,897	
	<b>Sub total</b>		<b>0,545</b>		<b>0,476</b>	
Consumidor	Accesibilidad	20%	0,885	0,177	0,714	0,143
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	20%	0,160	0,137	0,850	0,131
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,732		0,732	
	Empleo local		0,855		0,543	
	<b>Sub total</b>		<b>0,687</b>		<b>0,656</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	20%	0,007	0,096	0,007	0,098
	Contribución al desarrollo económico		0,750		0,750	
	Desarrollo de tecnología		0,683		0,720	
	<b>Sub total</b>		<b>0,480</b>		<b>0,492</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,628</b>		<b>0,563</b>	

Tabla 53 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 1 Variación 1, 40% Trabajadores, 20% Consumidores, 20% Comunidad Local y 20% Sociedad.

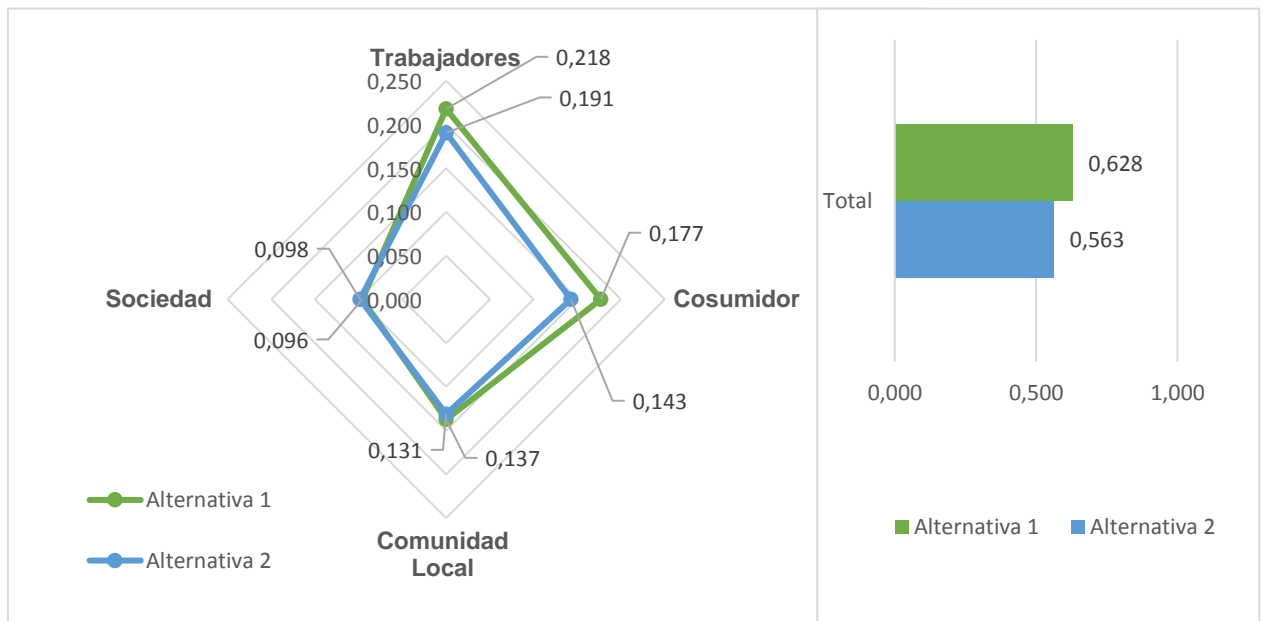


Fig. 49 y 50 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño Variación 1, 40% Trabajadores, 20% Consumidores, 20% Comunidad Local y 20% Sociedad.

**Anejo 2.2 Variación 2, 20% Trabajadores, 40% Consumidores, 20% Comunidad Local y 20% Sociedad.**

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	20%	0,605	0,109	0,667	0,095
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,537		0,537	
			0,360		0,276	
	Salud y Seguridad		0,382		0,897	
	<b>Sub total</b>		<b>0,545</b>		<b>0,476</b>	
Consumidor	Accesibilidad	40%	0,885	0,354	0,714	0,285
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	20%	0,160	0,137	0,850	0,131
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,732		0,732	
	Empleo local		0,855		0,543	
	<b>Sub total</b>		<b>0,687</b>		<b>0,656</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	20%	0,007	0,096	0,007	0,098
	Contribución al desarrollo económico		0,750		0,750	
	Desarrollo de tecnología		0,683		0,720	
	<b>Sub total</b>		<b>0,480</b>		<b>0,492</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,696</b>		<b>0,610</b>	

Tabla 54 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 2, 20% Trabajadores, 40% Consumidores, 20% Comunidad Local y 20% Sociedad.

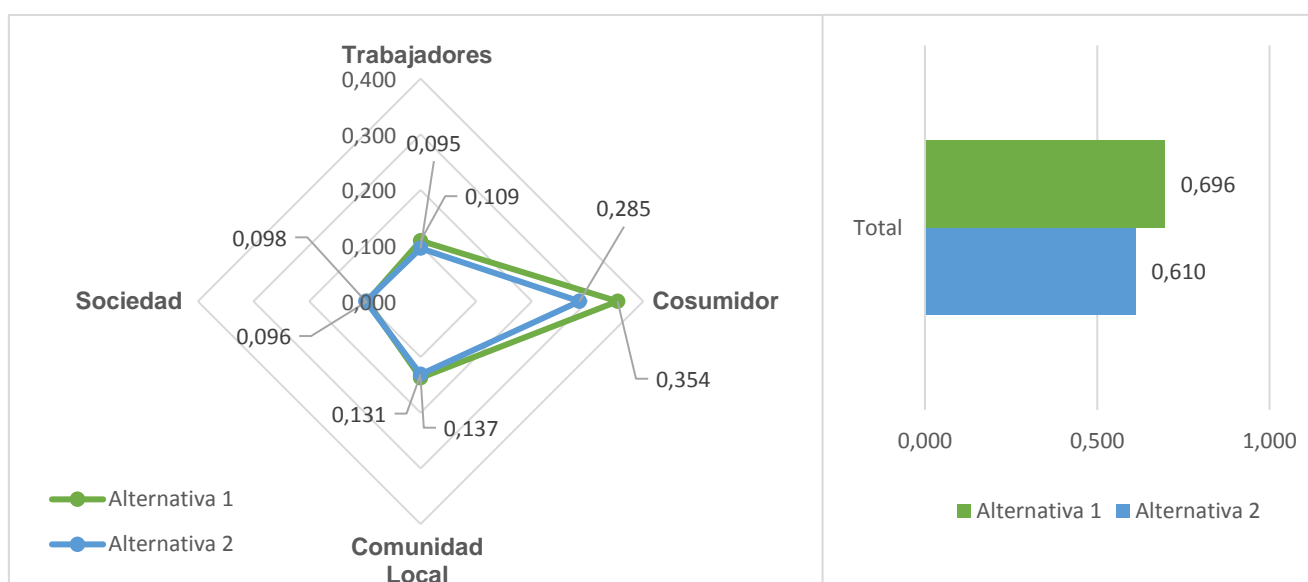


Fig. 51 y 52 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño Variación 2, 20% Trabajadores, 40% Consumidores, 20% Comunidad Local y 20% Sociedad.



**Anejo 2.3 Variación 3, 20% Trabajadores, 20% Consumidores, 40% Comunidad Local y 20% Sociedad.**

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	20%	0,605	0,109	0,667	0,095
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,537		0,537	
			0,360		0,276	
	Salud y Seguridad		0,382		0,897	
	<b>Sub total</b>		<b>0,545</b>		<b>0,476</b>	
Consumidor	Accesibilidad	40%	0,885	0,177	0,714	0,143
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	20%	0,160	0,275	0,850	0,262
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,732		0,732	
	Empleo local		0,855		0,543	
	<b>Sub total</b>		<b>0,687</b>		<b>0,656</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	20%	0,007	0,096	0,007	0,098
	Contribución al desarrollo económico		0,750		0,750	
	Desarrollo de tecnología		0,683		0,720	
	<b>Sub total</b>		<b>0,480</b>		<b>0,492</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,657</b>		<b>0,599</b>	

Tabla 55 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 3, 20% Trabajadores, 20% Consumidores, 40% Comunidad Local y 20% Sociedad.

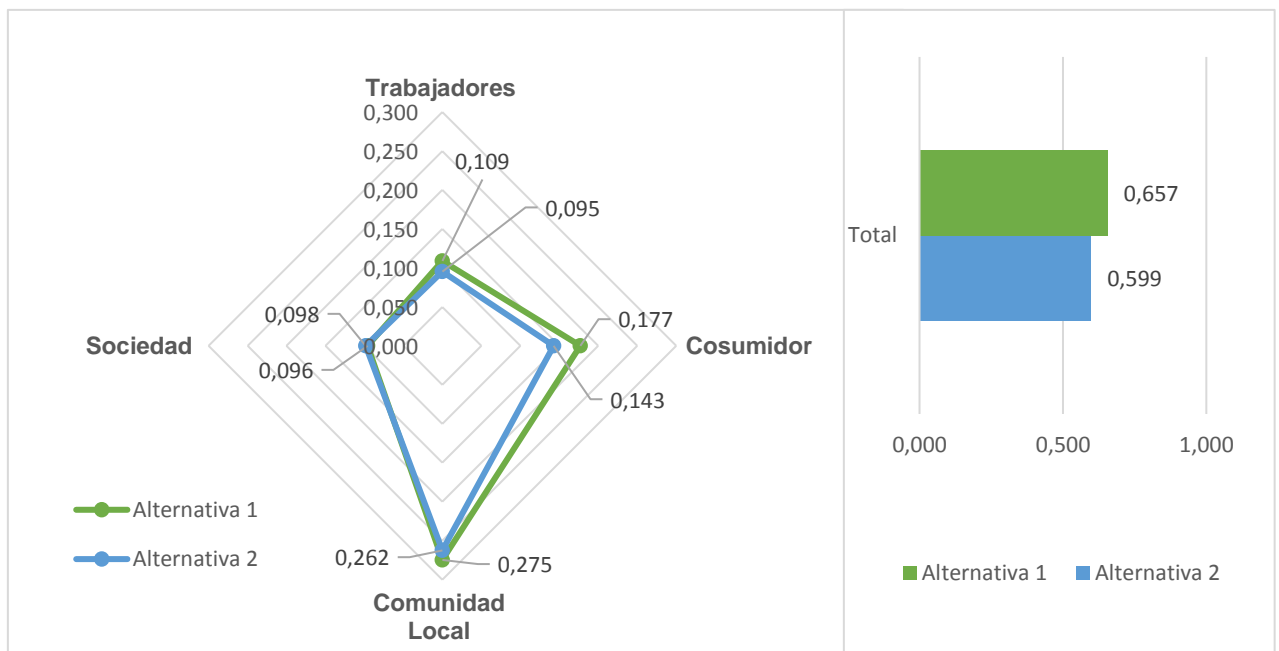


Fig. 53 y 54 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 3, 20% Trabajadores, 20% Consumidores, 40% Comunidad Local y 20% Sociedad.

**Anejo 2.4 Variación 4, 20% Trabajadores, 20% Consumidores, 20% Comunidad Local y 40% Sociedad.**

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	20%	0,605	0,109	0,667	0,095
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,537		0,537	
			0,360		0,276	
	Salud y Seguridad		0,382		0,897	
	<b>Sub total</b>		<b>0,545</b>		<b>0,476</b>	
Consumidor	Accesibilidad	20%	0,885	0,177	0,714	0,143
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	20%	0,160	0,137	0,850	0,131
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,732		0,732	
	Empleo local		0,855		0,543	
	<b>Sub total</b>		<b>0,687</b>		<b>0,656</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	40%	0,007	0,192	0,007	0,197
	Contribución al desarrollo económico		0,750		0,750	
	Desarrollo de tecnología		0,683		0,720	
	<b>Sub total</b>		<b>0,480</b>		<b>0,492</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,615</b>		<b>0,566</b>	

Tabla 56 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 3, 20% Trabajadores, 20% Consumidores, 20% Comunidad Local y 40% Sociedad.

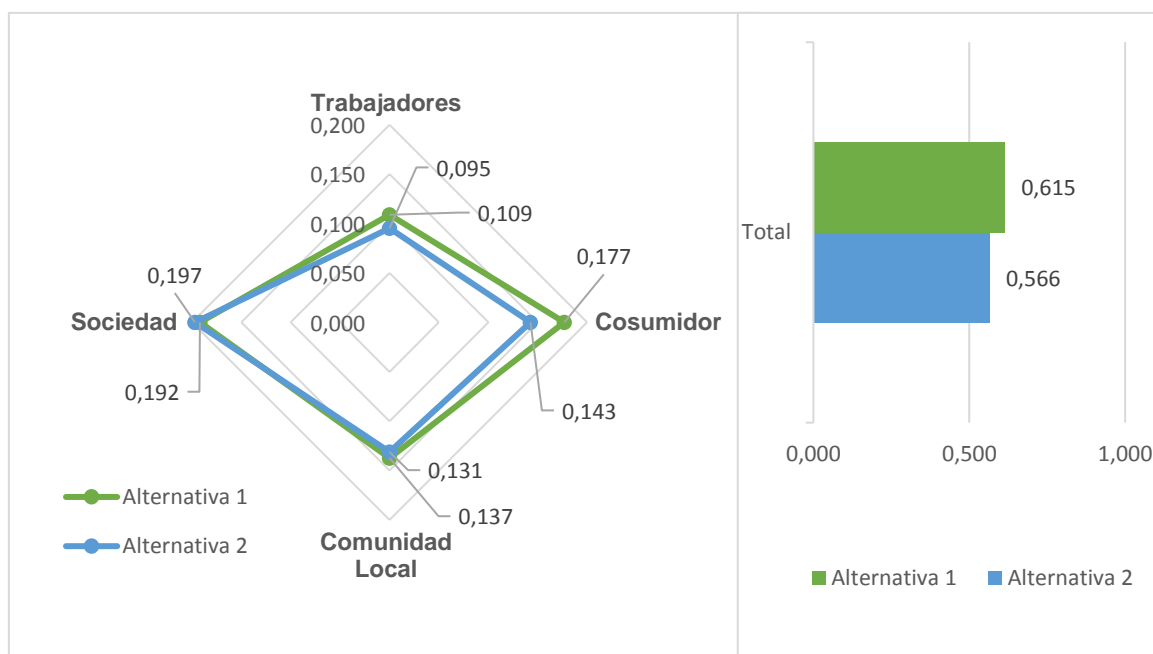


Fig. 55 y 56 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 3, 20% Trabajadores, 20% Consumidores, 20% Comunidad Local y 40% Sociedad.

**Anejo 2.5 Variación 5, 70% Trabajadores, 10% Consumidores, 10% Comunidad Local y 10% Sociedad.**

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	70%	0,605	0,381	0,667	0,333
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,537		0,537	
			0,360		0,276	
	Salud y Seguridad		0,382		0,897	
	<b>Sub total</b>		<b>0,545</b>		<b>0,476</b>	
Consumidor	Accesibilidad	10%	0,885	0,088	0,714	0,071
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	10%	0,160	0,069	0,850	0,066
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,732		0,732	
	Empleo local		0,855		0,543	
	<b>Sub total</b>		<b>0,687</b>		<b>0,656</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	10%	0,007	0,048	0,007	0,049
	Contribución al desarrollo económico		0,750		0,750	
	Desarrollo de tecnología		0,683		0,720	
	<b>Sub total</b>		<b>0,480</b>		<b>0,492</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,586</b>		<b>0,520</b>	

Tabla 57 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 5, 70% Trabajadores, 10% Consumidores, 10% Comunidad Local y 10% Sociedad.

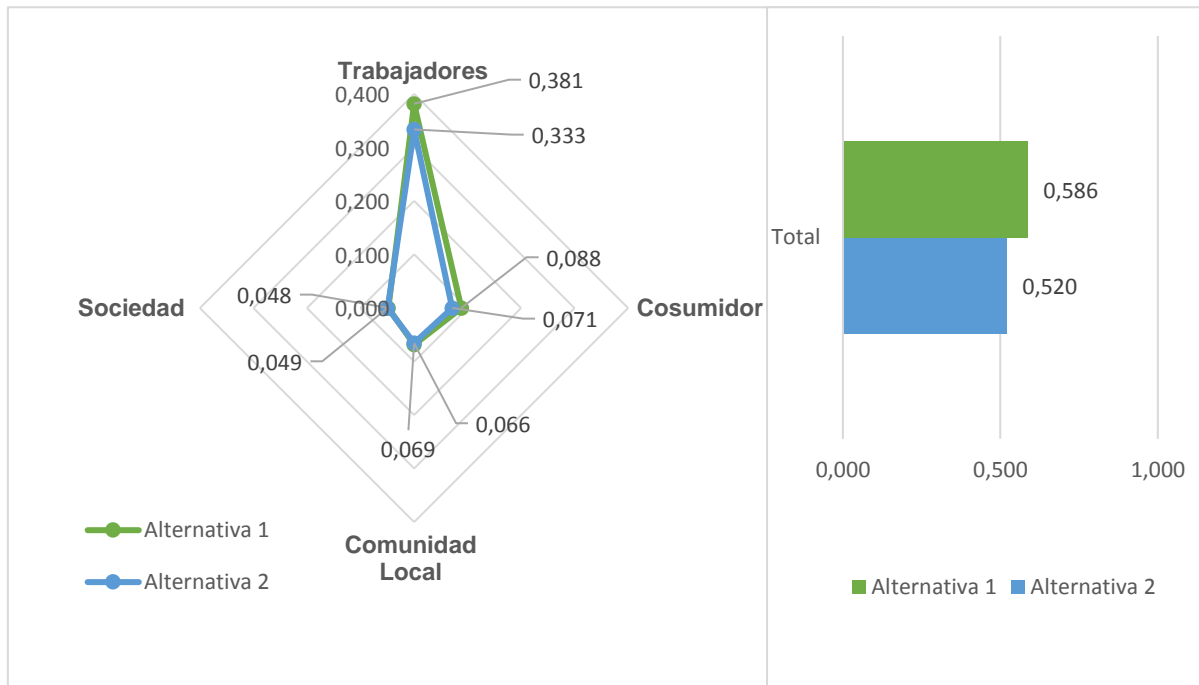


Fig. 57 y 58. Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 5, 70% Trabajadores, 10% Consumidores, 10% Comunidad Local y 10% Sociedad.

**Anejo 2.6 Variación 6, 10% Trabajadores, 70% Consumidores, 10% Comunidad Local y 10% Sociedad.**

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	10%	0,605	0,054	0,667	0,048
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,537		0,537	
	Salud y Seguridad		0,360		0,276	
			0,382		0,897	
	<b>Sub total</b>		<b>0,545</b>		<b>0,476</b>	
Consumidor	Accesibilidad	70%	0,885	0,619	0,714	0,500
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	10%	0,160	0,069	0,850	0,066
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,732		0,732	
	Empleo local		0,855		0,543	
	<b>Sub total</b>		<b>0,687</b>		<b>0,656</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	10%	0,007	0,048	0,007	0,049
	Contribución al desarrollo económico		0,750		0,750	
	Desarrollo de tecnología		0,683		0,720	
	<b>Sub total</b>		<b>0,480</b>		<b>0,492</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,791</b>		<b>0,662</b>	

Tabla 58 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 6, 10% Trabajadores, 70% Consumidores, 10% Comunidad Local y 10% Sociedad.

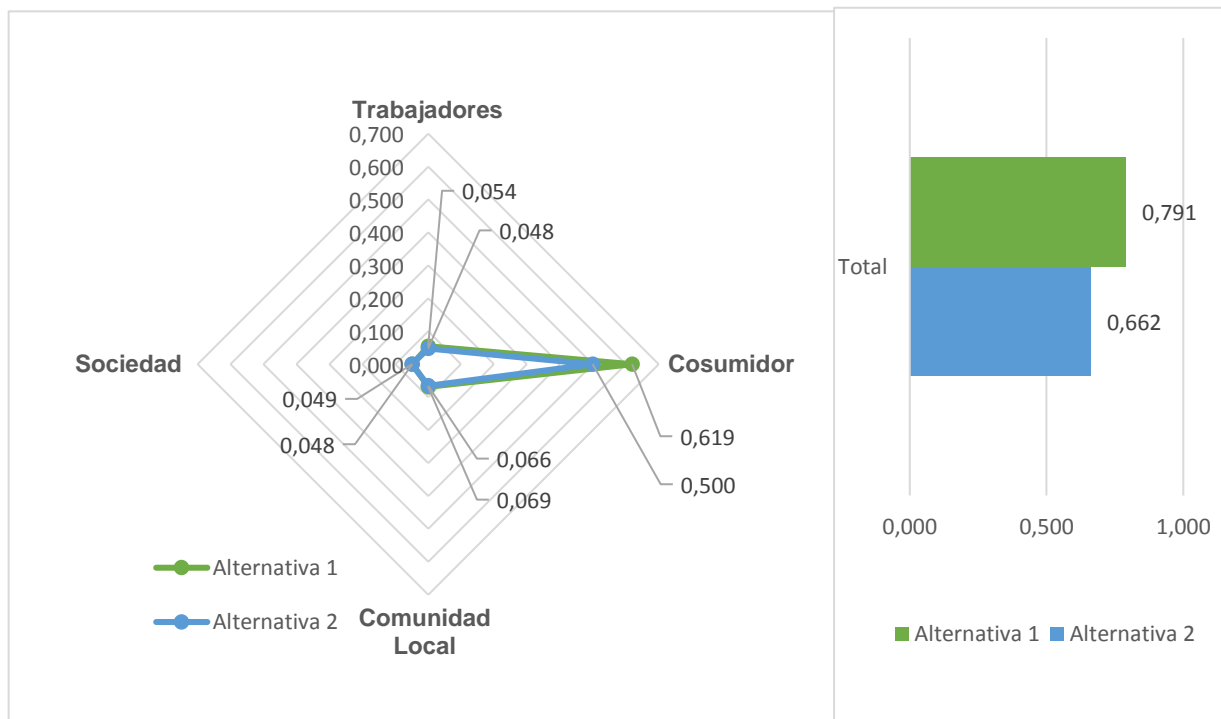


Fig. 59 y 60 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 6, 10% Trabajadores, 70% Consumidores, 10% Comunidad Local y 10% Sociedad.

**Anejo 2.7 Variación 7, 10% Trabajadores, 10% Consumidores, 70% Comunidad Local y 10% Sociedad.**

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	10%	0,605	0,054	0,667	0,048
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,537		0,537	
			0,360		0,276	
	Salud y Seguridad		0,382		0,897	
	<b>Sub total</b>		<b>0,545</b>		<b>0,476</b>	
Consumidor	Accesibilidad	10%	0,885	0,088	0,714	0,071
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	70%	0,160	0,481	0,850	0,459
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,732		0,732	
	Empleo local		0,855		0,543	
	<b>Sub total</b>		<b>0,687</b>		<b>0,656</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	10%	0,007	0,048	0,007	0,049
	Contribución al desarrollo económico		0,750		0,750	
	Desarrollo de tecnología		0,683		0,720	
	<b>Sub total</b>		<b>0,480</b>		<b>0,492</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,672</b>		<b>0,627</b>	

Tabla 59 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 7, 10% Trabajadores, 10% Consumidores, 70% Comunidad Local y 10% Sociedad.

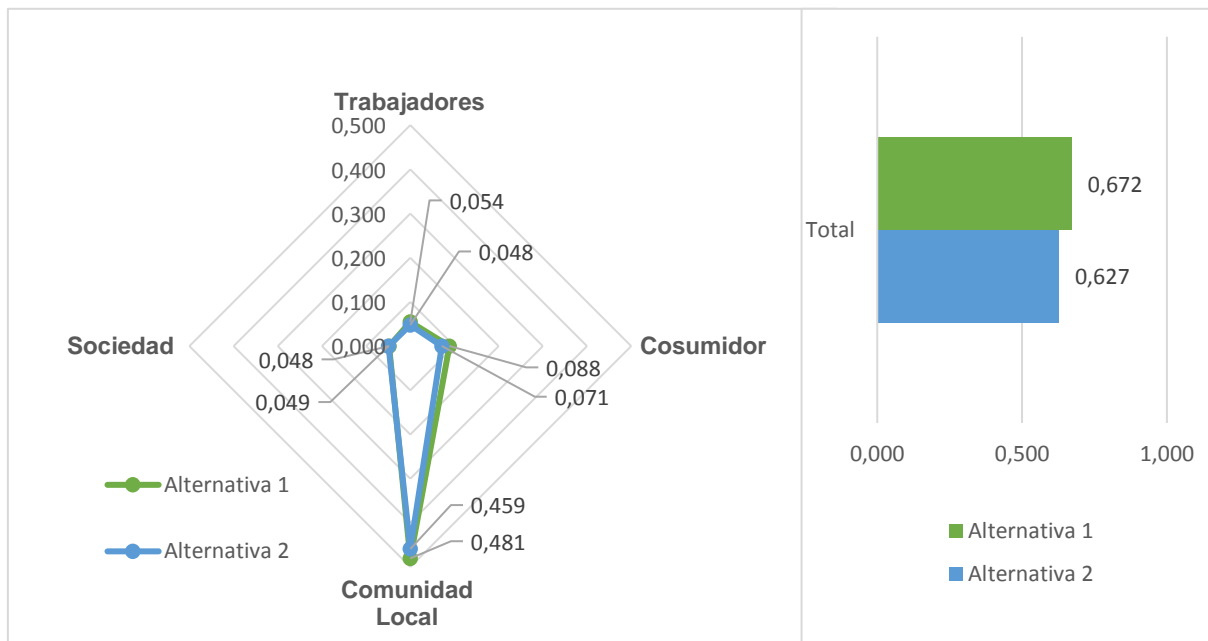


Fig. 61 y 62 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 7, 10% Trabajadores, 10% Consumidores, 70% Comunidad Local y 10% Sociedad.

**Anejo 2.8 Variación 8, 10% Trabajadores, 10% Consumidores, 10% Comunidad Local y 70% Sociedad.**

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	10%	0,605	0,054	0,667	0,048
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,537		0,537	
	Salud y Seguridad		0,360		0,276	
			0,382		0,897	
	<b>Sub total</b>		<b>0,545</b>		<b>0,476</b>	
Consumidor	Accesibilidad	10%	0,885	0,088	0,714	0,071
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	10%	0,160	0,069	0,850	0,066
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,732		0,732	
	Empleo local		0,855		0,543	
	<b>Sub total</b>		<b>0,687</b>		<b>0,656</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	70%	0,007	0,336	0,007	0,345
	Contribución al desarrollo económico		0,750		0,750	
	Desarrollo de tecnología		0,683		0,720	
	<b>Sub total</b>		<b>0,480</b>		<b>0,492</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,548</b>		<b>0,529</b>	

Tabla 60 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 8, 10% Trabajadores, 10% Consumidores, 10% Comunidad Local y 70% Sociedad.

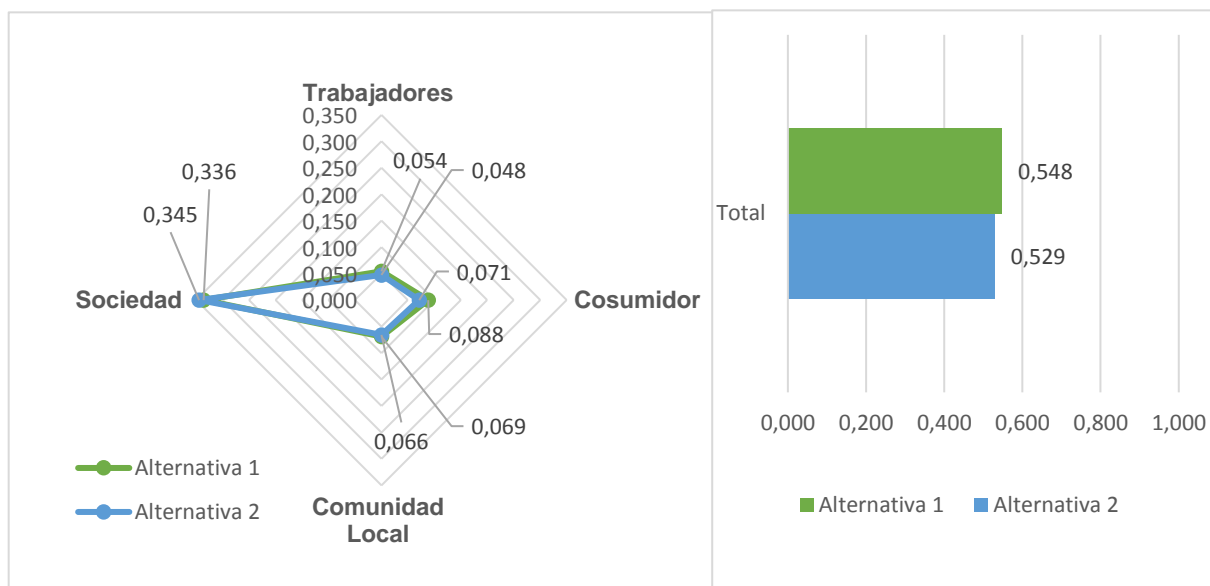


Fig. 63 y 64 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 8, 10% Trabajadores, 10% Consumidores, 10% Comunidad Local y 70% Sociedad.

**Anejo 2.9 Variación 9, 100% Trabajadores, 0% Consumidores, 0% Comunidad Local y 0% Sociedad.**

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	100%	0,605	0,545	0,667	0,476
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,537		0,537	
	Salud y Seguridad		0,360		0,276	
			0,382		0,897	
	<b>Sub total</b>			<b>0,545</b>		<b>0,476</b>
Consumidor	Accesibilidad	0%	0,885	0,000	0,714	0,000
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	0%	0,160	0,000	0,850	0,000
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,732		0,732	
	Empleo local		0,855		0,543	
	<b>Sub total</b>		<b>0,687</b>		<b>0,656</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	0%	0,007	0,000	0,007	0,000
	Contribución al desarrollo económico		0,750		0,750	
	Desarrollo de tecnología		0,683		0,720	
	<b>Sub total</b>		<b>0,480</b>		<b>0,492</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,545</b>		<b>0,476</b>	

Tabla 61 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 8, 100% Trabajadores, 0% Consumidores, 0% Comunidad Local y 0% Sociedad.

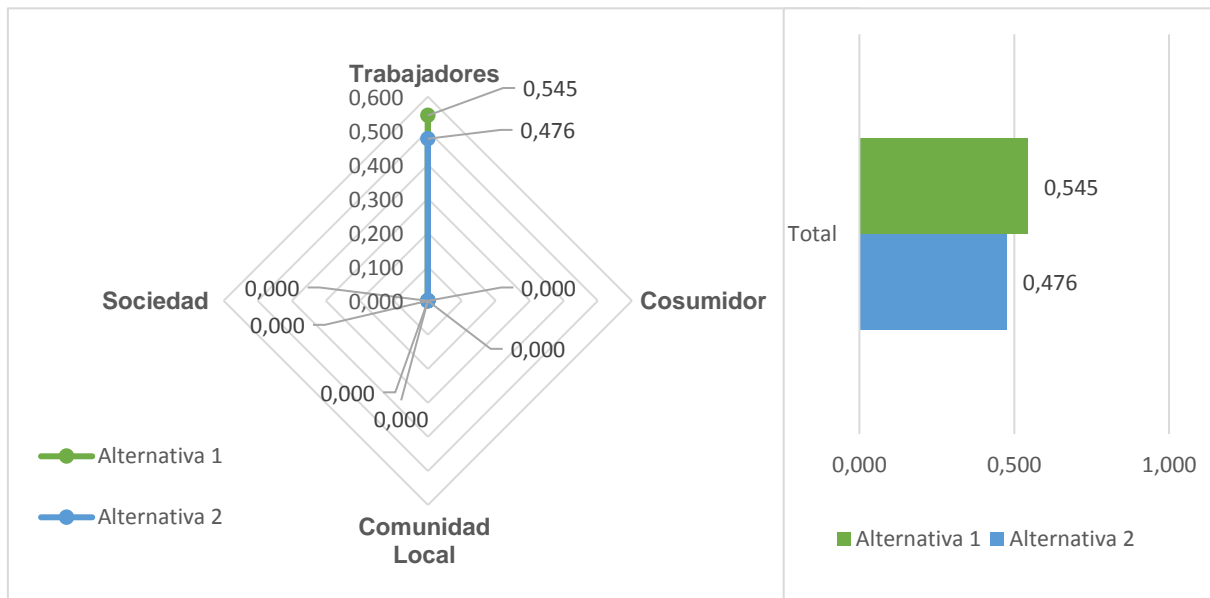


Fig. 65 y 66 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 8, 100% Trabajadores, 0% Consumidores, 0% Comunidad Local y 0% Sociedad.

**Anejo 2.10 Variación 10, 0% Trabajadores, 100% Consumidores, 0% Comunidad Local y 0% Sociedad.**

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	0%	0,605	0,000	0,667	0,000
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,537		0,537	
	Salud y Seguridad		0,360		0,276	
			0,382		0,897	
	<b>Sub total</b>		<b>0,545</b>		<b>0,476</b>	
Consumidor	Accesibilidad	100%	0,885	0,885	0,714	0,714
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	0%	0,160	0,000	0,850	0,000
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,732		0,732	
	Empleo local		0,855		0,543	
	<b>Sub total</b>		<b>0,687</b>		<b>0,656</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	0%	0,007	0,000	0,007	0,000
	Contribución al desarrollo económico		0,750		0,750	
	Desarrollo de tecnología		0,683		0,720	
	<b>Sub total</b>		<b>0,480</b>		<b>0,492</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	

Tabla 62 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 10, 0% Trabajadores, 100% Consumidores, 0% Comunidad Local y 0% Sociedad.

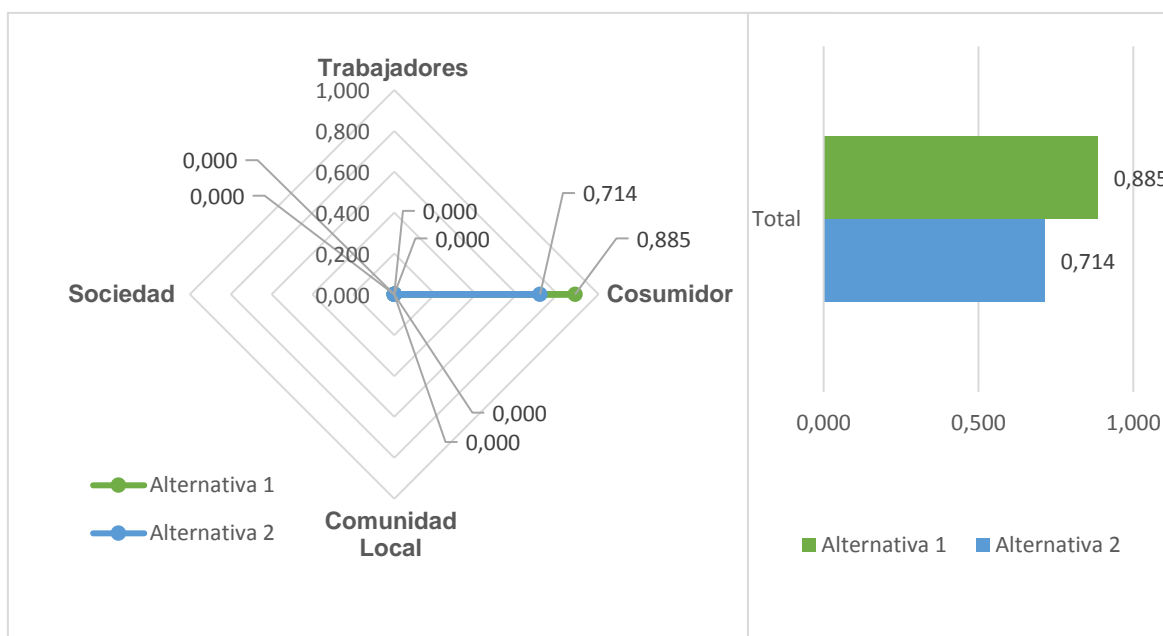


Fig. 67 y 68 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 10, 0% Trabajadores, 100% Consumidores, 0% Comunidad Local y 0% Sociedad.



**Anejo 2.11 Variación 11, 0% Trabajadores, 0% Consumidores, 100% Comunidad Local y 0% Sociedad.**

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	0%	0,605	0,000	0,667	0,000
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,537		0,537	
	Salud y Seguridad		0,360		0,276	
	Salud y Seguridad		0,382		0,897	
	<b>Sub total</b>		<b>0,545</b>		<b>0,476</b>	
Consumidor	Accesibilidad	0%	0,885	0,000	0,714	0,000
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	100%	0,160	0,687	0,850	0,656
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,732		0,732	
	Empleo local		0,855		0,543	
	<b>Sub total</b>		<b>0,687</b>		<b>0,656</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	0%	0,007	0,000	0,007	0,000
	Contribución al desarrollo económico		0,750		0,750	
	Desarrollo de tecnología		0,683		0,720	
	<b>Sub total</b>		<b>0,480</b>		<b>0,492</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,687</b>		<b>0,656</b>	

Tabla 63 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 11, 0% Trabajadores, 0% Consumidores, 100% Comunidad Local y 0% Sociedad.

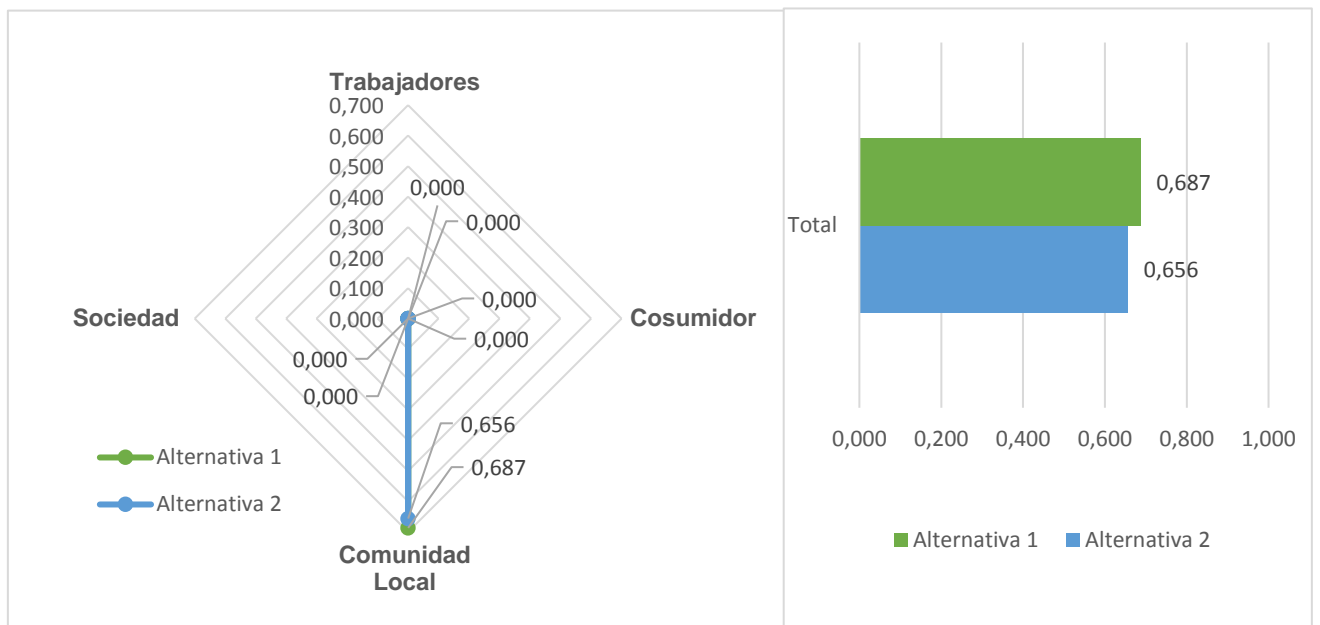


Fig. 69 y 70 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 11, 0% Trabajadores, 0% Consumidores, 100% Comunidad Local y 0% Sociedad.

**Anejo 2.12 Variación 12, 0% Trabajadores, 0% Consumidores, 0% Comunidad Local y 100% Sociedad.**

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	0%	0,605	0,000	0,667	0,000
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,537		0,537	
	Salud y Seguridad		0,360		0,276	
			0,382		0,897	
	<b>Sub total</b>		<b>0,545</b>		<b>0,476</b>	
Consumidor	Accesibilidad	0%	0,885	0,000	0,714	0,000
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	0%	0,160	0,000	0,850	0,000
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,732		0,732	
	Empleo local		0,855		0,543	
	<b>Sub total</b>		<b>0,687</b>		<b>0,656</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	100%	0,007	0,480	0,007	0,492
	Contribución al desarrollo económico		0,750		0,750	
	Desarrollo de tecnología		0,683		0,720	
	<b>Sub total</b>		<b>0,480</b>		<b>0,492</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,480</b>		<b>0,492</b>	

Tabla 64 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 12, 0% Trabajadores, 0% Consumidores, 0% Comunidad Local y 100% Sociedad.

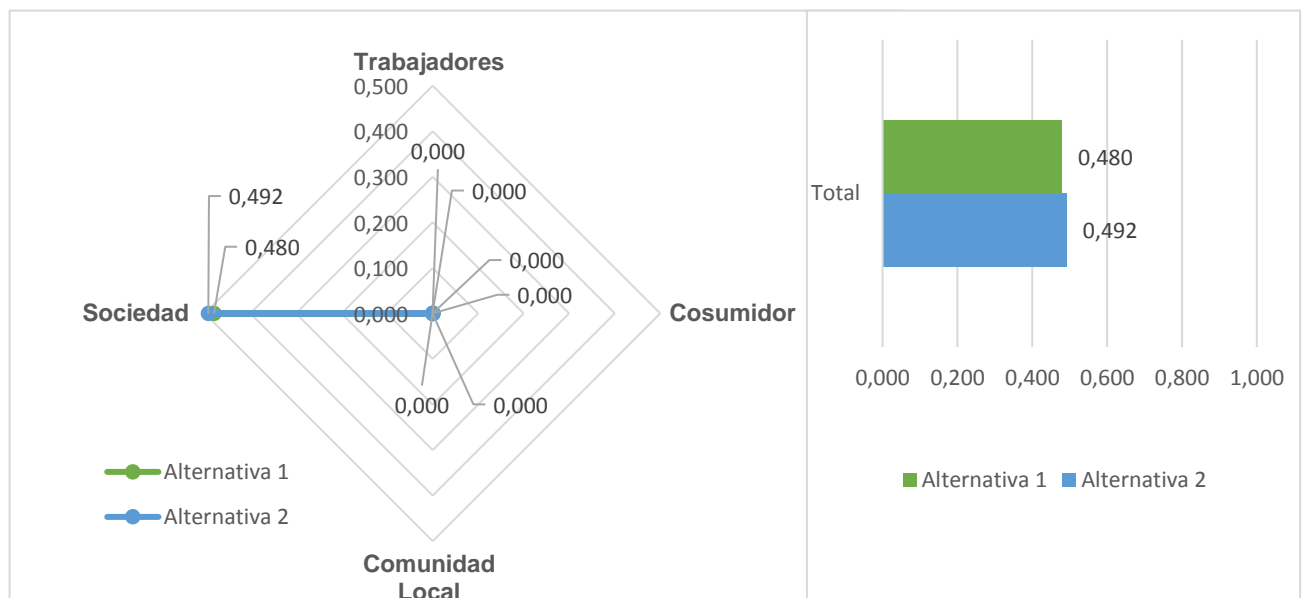


Fig. 71 y 72 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño. Variación 12, 0% Trabajadores, 0% Consumidores, 0% Comunidad Local y 100% Sociedad.

### Anejo 3: Análisis de Sensibilidad de Estructura 2 por Variación de lugar de ejecución de proyecto (Variación de Comunidad Autónoma).

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,484	0,124	0,526	0,064
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,154		0,154	
	Salud y Seguridad		0,185		0,105	
			0,813		0,486	
	<b>Sub total</b>		<b>0,495</b>		<b>0,255</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,885	0,221	0,714	0,179
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,160	0,115	0,850	0,139
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,000		0,000	
	Empleo local		0,682		0,875	
	<b>Sub total</b>		<b>0,461</b>		<b>0,556</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	0,000	0,041	0,000	0,085
	Contribución al desarrollo económico		0,233		0,760	
	Desarrollo de tecnología		0,259		0,259	
	<b>Sub total</b>		<b>0,164</b>		<b>0,340</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,501</b>		<b>0,466</b>	

Tabla 65 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Andalucía.

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,782	0,123	0,780	0,085
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,114		0,114	
	Salud y Seguridad		0,235		0,106	
			0,492		0,702	
	<b>Sub total</b>		<b>0,492</b>		<b>0,342</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,885	0,221	0,714	0,179
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,160	0,145	0,850	0,173
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,560		0,560	
	Empleo local		0,593		0,860	
	<b>Sub total</b>		<b>0,578</b>		<b>0,692</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	0,500	0,123	0,500	0,141
	Contribución al desarrollo económico		0,670		0,880	
	Desarrollo de tecnología		0,309		0,309	
	<b>Sub total</b>		<b>0,493</b>		<b>0,563</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,612</b>		<b>0,578</b>	

Tabla 66 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Asturias.

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,381	0,153	0,436	0,103
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,617		0,617	
			0,242		1,000	
	Salud y Seguridad		0,972		0,000	
	<b>Sub total</b>		<b>0,610</b>		<b>0,412</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,885	0,221	0,714	0,179
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,160	0,126	0,850	0,194
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,857		0,857	
	Empleo local		0,000		0,905	
	<b>Sub total</b>		<b>0,504</b>		<b>0,778</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	0,250	0,054	0,250	0,111
	Contribución al desarrollo económico		0,000		0,680	
	Desarrollo de tecnología		0,398		0,398	
	<b>Sub total</b>		<b>0,216</b>		<b>0,443</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,554</b>		<b>0,587</b>	

Tabla 67 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Isla Baleares.

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,310	0,123	0,341	0,091
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,000		0,000	
			0,316		0,957	
	Salud y Seguridad		1,000		0,513	
	<b>Sub total</b>		<b>0,493</b>		<b>0,363</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,885	0,221	0,714	0,179
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,160	0,173	0,850	0,196
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,779		0,779	
	Empleo local		0,827		1,000	
	<b>Sub total</b>		<b>0,692</b>		<b>0,782</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	0,000	0,003	0,000	0,033
	Contribución al desarrollo económico		0,031		0,400	
	Desarrollo de tecnología		0,000		0,000	
	<b>Sub total</b>		<b>0,010</b>		<b>0,133</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,520</b>		<b>0,498</b>	

Tabla 68 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Canarias.

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,677	0,176	0,511	0,127
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,872		0,872	
			0,578		0,468	
	Salud y Seguridad		0,555		0,685	
	<b>Sub total</b>		<b>0,704</b>		<b>0,508</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,885	0,221	0,714	0,179
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,160	0,162	0,850	0,187
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,925		0,925	
	Empleo local		0,511		0,717	
	<b>Sub total</b>		<b>0,649</b>		<b>0,748</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	0,250	0,106	0,250	0,133
	Contribución al desarrollo económico		0,674		1,000	
	Desarrollo de tecnología		0,350		0,350	
	<b>Sub total</b>		<b>0,425</b>		<b>0,533</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,666</b>		<b>0,626</b>	

Tabla 69 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Cantabria.

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,570	0,137	0,554	0,123
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,644		0,644	
			0,266		0,535	
	Salud y Seguridad		0,420		0,729	
	<b>Sub total</b>		<b>0,548</b>		<b>0,494</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,885	0,221	0,714	0,179
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,160	0,152	0,850	0,163
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,490		0,490	
	Empleo local		0,787		0,761	
	<b>Sub total</b>		<b>0,609</b>		<b>0,650</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	0,500	0,158	0,500	0,169
	Contribución al desarrollo económico		0,581		0,720	
	Desarrollo de tecnología		0,813		0,813	
	<b>Sub total</b>		<b>0,631</b>		<b>0,678</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,668</b>		<b>0,634</b>	

Tabla 70 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Castilla y León.

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,422	0,141	0,347	0,136
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,872		0,872	
			0,148		1,000	
	Salud y Seguridad		0,547		0,491	
	<b>Sub total</b>		<b>0,566</b>		<b>0,543</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,885	0,221	0,714	0,179
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,160	0,164	0,850	0,175
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,670		0,670	
	Empleo local		0,787		0,787	
	<b>Sub total</b>			<b>0,655</b>		<b>0,702</b>
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	0,250	0,109	0,250	0,143
	Contribución al desarrollo económico		0,586		1,000	
	Desarrollo de tecnología		0,468		0,468	
	<b>Sub total</b>			<b>0,435</b>		<b>0,573</b>
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,635</b>		<b>0,633</b>	

Tabla 71 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Castilla La Mancha.

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,799	0,160	0,797	0,114
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,510		0,510	
			0,513		0,128	
	Salud y Seguridad		0,537		0,838	
	<b>Sub total</b>		<b>0,640</b>		<b>0,455</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,885	0,221	0,714	0,179
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,160	0,122	0,850	0,140
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,164		0,164	
	Empleo local		0,621		0,732	
	<b>Sub total</b>			<b>0,486</b>		<b>0,561</b>
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	0,500	0,158	0,500	0,125
	Contribución al desarrollo económico		0,590		0,200	
	Desarrollo de tecnología		0,800		0,800	
	<b>Sub total</b>			<b>0,630</b>		<b>0,500</b>
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,660</b>		<b>0,558</b>	

Tabla 72 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Cataluña.

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,403	0,132	0,456	0,078
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,436		0,436	
	Salud y Seguridad		0,328		0,000	
	0,629			0,654		
	<b>Sub total</b>		<b>0,527</b>		<b>0,310</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,885	0,221	0,714	0,179
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,160	0,145	0,850	0,156
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,535		0,535	
	Empleo local		0,629		0,619	
	<b>Sub total</b>		<b>0,581</b>		<b>0,626</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	0,250	0,081	0,250	0,120
	Contribución al desarrollo económico		0,493		0,960	
	Desarrollo de tecnología		0,230		0,230	
	<b>Sub total</b>		<b>0,324</b>		<b>0,480</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,579</b>		<b>0,533</b>	

Tabla 73 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Comunidad Valenciana.

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,194	0,120	0,251	0,109
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,463		0,463	
	Salud y Seguridad		0,125		0,790	
	0,776			0,662		
	<b>Sub total</b>		<b>0,480</b>		<b>0,434</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,885	0,221	0,714	0,179
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,160	0,188	0,850	0,185
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,855		0,855	
	Empleo local		1,000		0,760	
	<b>Sub total</b>		<b>0,754</b>		<b>0,741</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	0,250	0,049	0,250	0,107
	Contribución al desarrollo económico		0,300		1,000	
	Desarrollo de tecnología		0,034		0,034	
	<b>Sub total</b>		<b>0,195</b>		<b>0,428</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,578</b>		<b>0,579</b>	

Tabla 74 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Extremadura.

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,564	0,115	0,479	0,083
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,168		0,168	
	Salud y Seguridad		0,340		0,370	
			0,389		0,634	
	<b>Sub total</b>		<b>0,460</b>		<b>0,331</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,885	0,221	0,714	0,179
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,160	0,151	0,850	0,155
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,448		0,448	
	Empleo local		0,800		0,684	
	<b>Sub total</b>		<b>0,602</b>		<b>0,620</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	0,250	0,083	0,250	0,115
	Contribución al desarrollo económico		0,537		0,920	
	Desarrollo de tecnología		0,205		0,205	
	<b>Sub total</b>		<b>0,331</b>		<b>0,458</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,569</b>		<b>0,531</b>	

Tabla 75 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Galicia.

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,967	0,235	0,841	0,166
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		1,000		1,000	
	Salud y Seguridad		1,000		0,922	
			0,884		0,557	
	<b>Sub total</b>		<b>0,938</b>		<b>0,665</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,885	0,221	0,714	0,179
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,160	0,147	0,850	0,175
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,607		0,607	
	Empleo local		0,581		0,851	
	<b>Sub total</b>		<b>0,587</b>		<b>0,702</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	0,500	0,108	0,500	0,097
	Contribución al desarrollo económico		0,132		0,000	
	Desarrollo de tecnología		0,662		0,662	
	<b>Sub total</b>		<b>0,432</b>		<b>0,387</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,710</b>		<b>0,617</b>	

Tabla 76 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Comunidad de Madrid.



Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,447	0,131	0,409	0,120
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,732		0,732	
	Salud y Seguridad		0,000		0,359	
	Salud y Seguridad		0,599		0,899	
	<b>Sub total</b>		<b>0,523</b>		<b>0,481</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,885	0,221	0,714	0,179
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,160	0,157	0,850	0,185
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,852		0,852	
	Empleo local		0,505		0,760	
	<b>Sub total</b>		<b>0,629</b>		<b>0,740</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	0,000	0,089	0,000	0,095
	Contribución al desarrollo económico		0,524		0,600	
	Desarrollo de tecnología		0,546		0,546	
	<b>Sub total</b>		<b>0,357</b>		<b>0,382</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,599</b>		<b>0,579</b>	

Tabla 77 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Murcia.

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,843	0,133	0,845	0,138
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,537		0,537	
	Salud y Seguridad		0,431		0,391	
	Salud y Seguridad		0,000		0,982	
	<b>Sub total</b>		<b>0,530</b>		<b>0,552</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,885	0,221	0,714	0,179
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,160	0,182	0,850	0,142
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,922		0,922	
	Empleo local		0,829		0,000	
	<b>Sub total</b>		<b>0,728</b>		<b>0,568</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	1,000	0,211	1,000	0,157
	Contribución al desarrollo económico		1,000		0,360	
	Desarrollo de tecnología		0,528		0,528	
	<b>Sub total</b>		<b>0,843</b>		<b>0,629</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,746</b>		<b>0,616</b>	

Tabla 78 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Navarra.

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	1,000	0,153	1,000	0,156
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,503		0,503	
	Salud y Seguridad		0,579		0,617	
			0,141		1,000	
	<b>Sub total</b>		<b>0,612</b>		<b>0,625</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,885	0,221	0,714	0,179
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,160	0,173	0,850	0,166
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		0,696		0,696	
	Empleo local		0,914		0,611	
	<b>Sub total</b>		<b>0,693</b>		<b>0,664</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	1,000	0,238	1,000	0,212
	Contribución al desarrollo económico		0,872		0,560	
	Desarrollo de tecnología		0,981		0,981	
	<b>Sub total</b>		<b>0,951</b>		<b>0,847</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,785</b>		<b>0,713</b>	

Tabla 79 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma País Vasco.

Categoría	Subcategorías	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
Trabajadores	Salario Justo	25%	0,628	0,149	0,473	0,113
	Horas de Trabajo		0,839		0,005	
	Igualdad de Oportunidades/ Discriminación		0,698		0,698	
	Salud y Seguridad		0,592		0,290	
			0,218		0,791	
	<b>Sub total</b>		<b>0,595</b>		<b>0,452</b>	
Consumidor	Accesibilidad	25%	0,885	0,221	0,714	0,179
	<b>Sub total</b>		<b>0,885</b>		<b>0,714</b>	
Comunidad Local	Acceso de recursos locales	25%	0,160	0,186	0,850	0,166
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		0,500	
	Condiciones de vida segura y saludable		1,000		1,000	
	Empleo local		0,820		0,299	
	<b>Sub total</b>		<b>0,745</b>		<b>0,662</b>	
Sociedad	Compromisos públicos con cuestiones de sostenibilidad	25%	0,500	0,194	0,500	0,178
	Contribución al desarrollo económico		0,833		0,640	
	Desarrollo de tecnología		1,000		1,000	
	<b>Sub total</b>		<b>0,778</b>		<b>0,713</b>	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>0,751</b>		<b>0,635</b>	

Tabla 80 Puntuación Media y Final de alternativas de diseño, por Comunidad Autónoma Rioja.

### Anejo 4: Análisis de Sensibilidad de Estructura 2 por Variación de lugar de ejecución de proyecto (Variación de Comunidad Autónoma).

#### Anejo 4.1 Método del vecino más lejano para Alternativa 1

Historial de conglomeración

Etapa	Clúster combinado		Coeficientes	Primera aparición del clúster de etapa		Etapa siguiente
	Clúster 1	Clúster 2		Clúster 1	Clúster 2	
1	10	12	2,810	0	0	5
2	7	14	3,443	0	0	6
3	2	8	4,339	0	0	6
4	15	16	4,370	0	0	8
5	3	10	4,410	0	1	10
6	2	7	6,191	3	2	9
7	5	11	6,401	0	0	12
8	15	17	7,526	4	0	15
9	2	6	8,314	6	0	10
10	2	3	9,004	9	5	11
11	2	9	10,715	10	0	13
12	1	5	13,791	0	7	13
13	1	2	16,501	12	11	14
14	1	4	21,719	13	0	15
15	1	15	24,665	14	8	16
16	1	13	26,769	15	0	0

Tabla 81 Histograma de conglomeración, método vecino más lejano en alternativa.

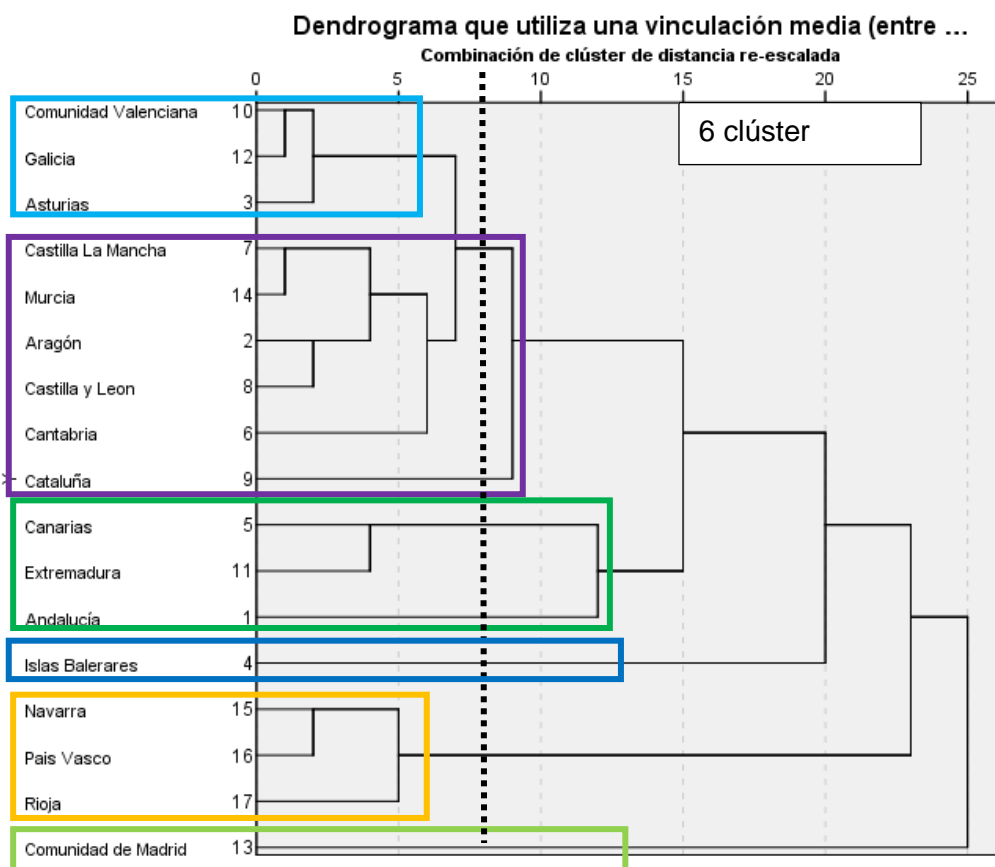


Fig. 73 Dendrograma Método vecino más lejano en Alternativa 1.

**Matriz de proximidades**

Caso	Absoluta Distancia euclídea al cuadrado																
	1: Andalucía	2: Aragón	3: Asturias	4: Islas Baleares	5: Canarias	6: Cantabria	7: Castilla La Mancha	8: Castilla y León	9: Cataluña	10: Comunidad	11: Extremadur	12: Galicia	13: Comunidad	14: Murcia	15: Navarra	16: País Vasco	17: Rioja
1: Andalucía	,000	17,972	12,428	23,741	11,515	26,045	16,357	16,078	14,124	7,343	16,067	7,608	35,151	17,781	44,059	43,791	38,355
2: Aragón	17,972	,000	9,157	28,073	21,252	7,406	4,774	4,339	9,946	6,822	14,401	6,523	24,463	7,233	15,004	16,301	6,397
3: Asturias	12,428	9,157	,000	23,128	17,984	12,170	11,717	8,063	8,207	5,559	16,814	3,261	27,690	12,870	13,353	16,715	17,034
4: Islas Baleares	23,741	28,073	23,128	,000	20,575	17,167	19,765	24,783	27,663	14,226	23,421	25,988	27,791	12,095	47,895	53,229	36,556
5: Canarias	11,515	21,252	17,984	20,575	,000	24,841	19,650	25,249	30,419	9,584	6,401	11,924	38,363	18,998	46,805	52,342	38,740
6: Cantabria	26,045	7,406	12,170	17,167	24,841	,000	7,165	9,975	13,069	7,881	18,236	12,947	13,028	8,711	15,708	20,422	9,283
7: Castilla La Mancha	16,357	4,774	11,717	19,765	19,650	7,165	,000	3,910	12,624	4,485	8,079	8,988	24,738	3,443	18,926	23,593	12,038
8: Castilla y León	16,078	4,339	8,063	24,783	25,249	9,975	3,910	,000	4,478	6,617	15,883	7,635	20,614	8,849	12,458	11,370	7,224
9: Cataluña	14,124	9,946	8,207	27,663	30,419	13,069	12,624	4,478	,000	9,941	27,702	9,557	14,701	17,895	17,904	12,286	13,819
10: Comunidad Valenciana	7,343	6,822	5,559	14,226	9,584	7,881	4,485	6,617	9,941	,000	6,755	2,810	23,308	6,498	21,768	26,657	17,269
11: Extremadura	16,067	14,401	16,814	23,421	6,401	18,236	8,079	15,883	27,702	6,755	,000	10,416	38,390	11,595	32,367	41,186	27,100
12: Galicia	7,608	6,523	3,261	25,988	11,924	12,947	8,988	7,635	9,557	2,810	10,416	,000	28,760	12,683	17,956	21,720	17,769
13: Comunidad de Madrid	35,151	24,463	27,690	27,791	38,363	13,028	24,738	20,614	14,701	23,308	38,390	28,760	,000	30,627	32,878	25,676	22,126
14: Murcia	17,781	7,233	12,870	12,095	18,998	8,711	3,443	8,849	17,895	6,498	11,595	12,683	30,627	,000	26,723	32,822	16,989
15: Navarra	44,059	15,004	13,353	47,895	46,805	15,708	18,926	12,458	17,904	21,768	32,367	17,956	32,878	26,723	,000	4,370	7,745
16: País Vasco	43,791	16,301	16,715	53,229	52,342	20,422	23,593	11,370	12,286	26,657	41,186	21,720	25,676	32,822	4,370	,000	7,307
17: Rioja	38,355	6,397	17,034	36,556	38,740	9,283	12,038	7,224	13,819	17,269	27,100	17,769	22,126	16,989	7,745	7,307	,000

Tabla 82 Matriz de Proximidades método vecino más lejano de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

## Anejo 4.2 Método de Warn para Alternativa 1

### Historial de conglomeración

Etapa	Clúster combinado		Coeficientes	Primera aparición del clúster de etapa		Etapa siguiente
	Clúster 1	Clúster 2		Clúster 1	Clúster 2	
1	10	12	1,405	0	0	5
2	7	14	3,127	0	0	8
3	2	8	5,296	0	0	7
4	15	16	7,481	0	0	15
5	3	10	9,953	0	1	10
6	5	11	13,153	0	0	12
7	2	17	16,970	3	0	9
8	6	7	21,689	0	2	11
9	2	9	27,253	7	0	11
10	1	3	33,128	0	5	12
11	2	6	42,219	9	8	14
12	1	5	53,678	10	6	16
13	4	13	67,573	0	0	14
14	2	4	85,903	11	13	15
15	2	15	109,537	14	4	16
16	1	2	144,000	12	15	0

Tabla 83 Histograma método de Warn para Alternativa 1.

### Dendrograma que utiliza una vinculación de Ward

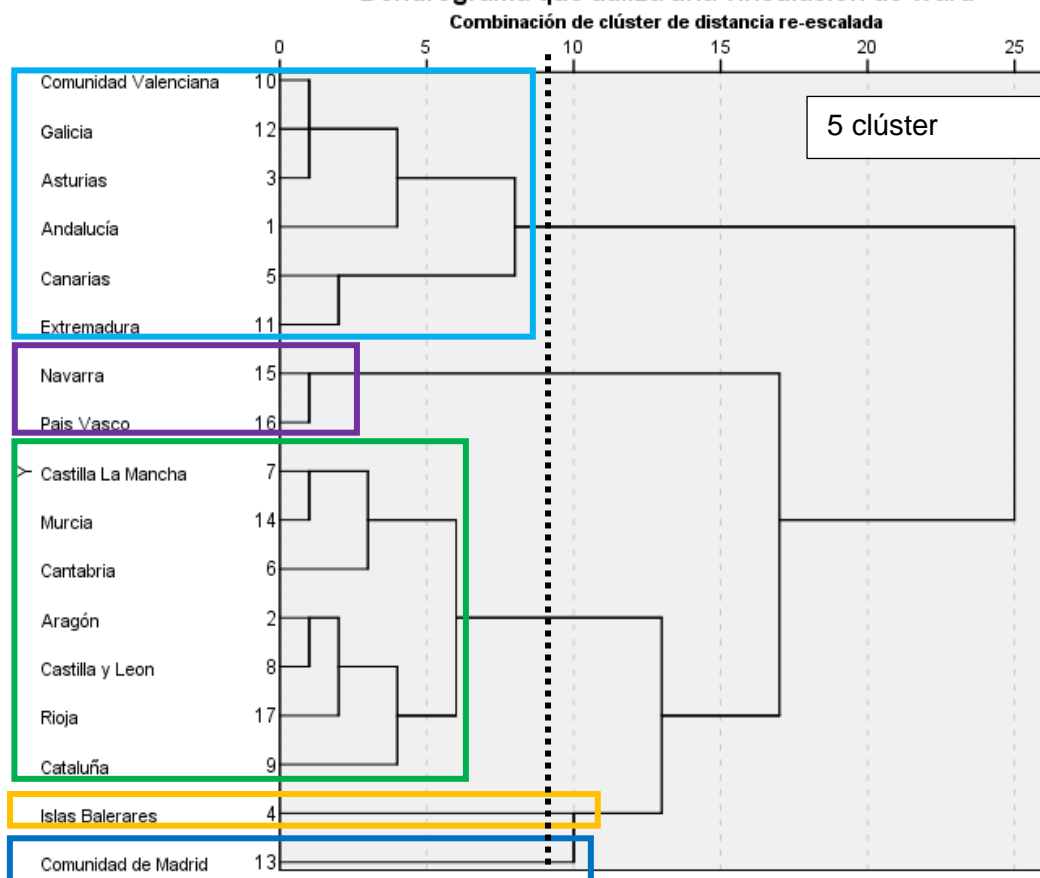


Fig. 74 Dendrograma método de Warn para Alternativa 1.

**Matriz de proximidades**

Caso	Absoluta Distancia euclídea al cuadrado																
	1: Andalucía	2: Aragón	3: Asturias	4: Islas Baleares	5: Canarias	6: Cantabria	7: Castilla La Mancha	8: Castilla y León	9: Cataluña	10: Comunidad	11: Extremadur	12: Galicia	13: Comunidad	14: Murcia	15: Navarra	16: País Vasco	17: Rioja
1: Andalucía	,000	17,972	12,428	23,741	11,515	26,045	16,357	16,078	14,124	7,343	16,067	7,608	35,151	17,781	44,059	43,791	38,355
2: Aragón	17,972	,000	9,157	28,073	21,252	7,406	4,774	4,339	9,946	6,822	14,401	6,523	24,463	7,233	15,004	16,301	6,397
3: Asturias	12,428	9,157	,000	23,128	17,984	12,170	11,717	8,063	8,207	5,559	16,814	3,261	27,690	12,870	13,353	16,715	17,034
4: Islas Baleares	23,741	28,073	23,128	,000	20,575	17,167	19,765	24,783	27,663	14,226	23,421	25,988	27,791	12,095	47,895	53,229	36,556
5: Canarias	11,515	21,252	17,984	20,575	,000	24,841	19,650	25,249	30,419	9,584	6,401	11,924	38,363	18,998	46,805	52,342	38,740
6: Cantabria	26,045	7,406	12,170	17,167	24,841	,000	7,165	9,975	13,069	7,881	18,236	12,947	13,028	8,711	15,708	20,422	9,283
7: Castilla La Mancha	16,357	4,774	11,717	19,765	19,650	7,165	,000	3,910	12,624	4,485	8,079	8,988	24,738	3,443	18,926	23,593	12,038
8: Castilla y León	16,078	4,339	8,063	24,783	25,249	9,975	3,910	,000	4,478	6,617	15,883	7,635	20,614	8,849	12,458	11,370	7,224
9: Cataluña	14,124	9,946	8,207	27,663	30,419	13,069	12,624	4,478	,000	9,941	27,702	9,557	14,701	17,895	17,904	12,286	13,819
10: Comunidad Valenciana	7,343	6,822	5,559	14,226	9,584	7,881	4,485	6,617	9,941	,000	6,755	2,810	23,308	6,498	21,768	26,657	17,269
11: Extremadura	16,067	14,401	16,814	23,421	6,401	18,236	8,079	15,883	27,702	6,755	,000	10,416	38,390	11,595	32,367	41,186	27,100
12: Galicia	7,608	6,523	3,261	25,988	11,924	12,947	8,988	7,635	9,557	2,810	10,416	,000	28,760	12,683	17,956	21,720	17,769
13: Comunidad de Madrid	35,151	24,463	27,690	27,791	38,363	13,028	24,738	20,614	14,701	23,308	38,390	28,760	,000	30,627	32,878	25,676	22,126
14: Murcia	17,781	7,233	12,870	12,095	18,998	8,711	3,443	8,849	17,895	6,498	11,595	12,683	30,627	,000	26,723	32,822	16,989
15: Navarra	44,059	15,004	13,353	47,895	46,805	15,708	18,926	12,458	17,904	21,768	32,367	17,956	32,878	26,723	,000	4,370	7,745
16: País Vasco	43,791	16,301	16,715	53,229	52,342	20,422	23,593	11,370	12,286	26,657	41,186	21,720	25,676	32,822	4,370	,000	7,307
17: Rioja	38,355	6,397	17,034	36,556	38,740	9,283	12,038	7,224	13,819	17,269	27,100	17,769	22,126	16,989	7,745	7,307	,000

Tabla 84 Matriz de Proximidades método de Warn de Alternativa 1 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

## Anejo 4.3 Método del vecino más lejano para Alternativa 2

### Historial de conglomeración

Etapa	Clúster combinado		Coeficientes	Primera aparición del clúster de etapa		Etapa siguiente
	Clúster 1	Clúster 2		Clúster 1	Clúster 2	
1	10	12	,001	0	0	7
2	4	11	,002	0	0	5
3	8	17	,003	0	0	8
4	6	7	,005	0	0	9
5	4	14	,007	2	0	10
6	2	9	,010	0	0	9
7	3	10	,016	0	1	11
8	8	15	,020	3	0	12
9	2	6	,027	6	4	10
10	2	4	,032	9	5	11
11	2	3	,041	10	7	13
12	8	16	,059	8	0	14
13	2	13	,081	11	0	14
14	2	8	,104	13	12	16
15	1	5	,107	0	0	16
16	1	2	,191	15	14	0

Tabla 85 Histograma de conglomeración método más Lejano en Alternativa 2.

### Dendrograma que utiliza una vinculación media (entre ...

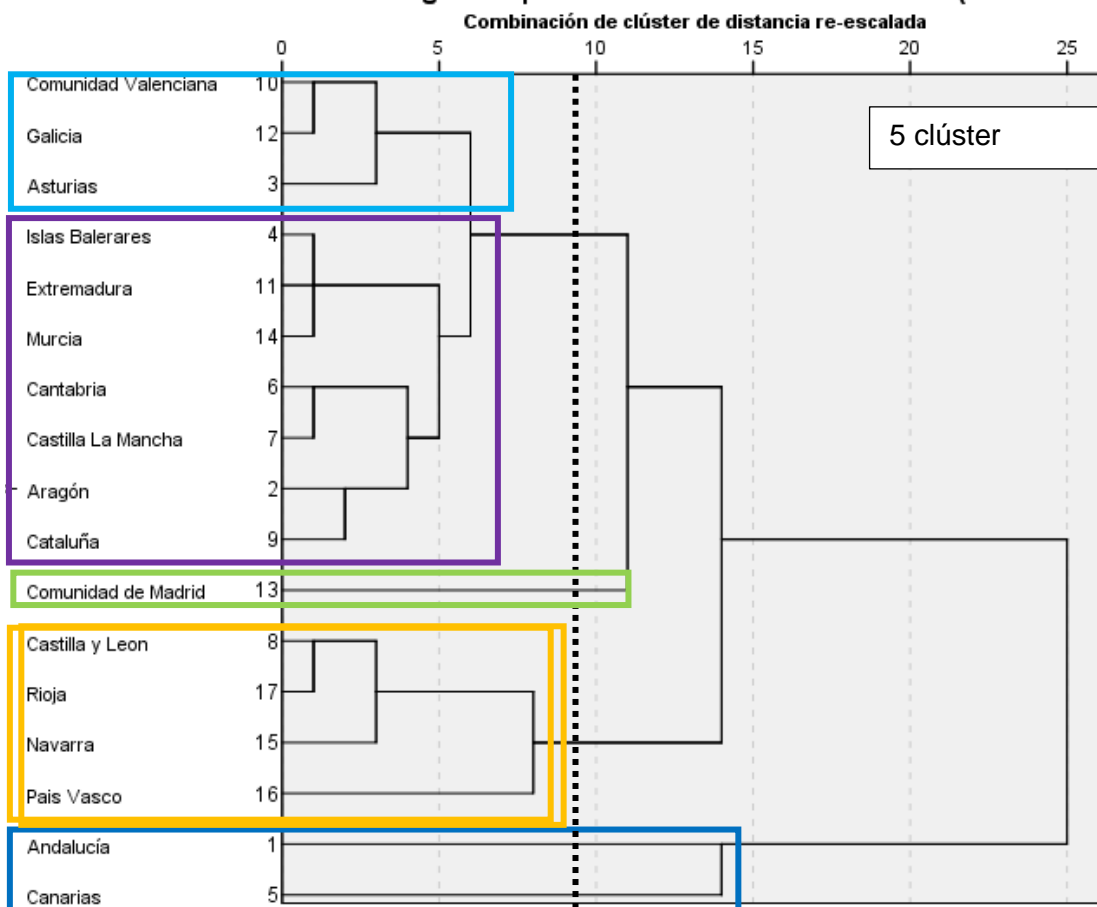


Fig. 75 Dendrograma método vecino más lejano en Alternativa 2.

**Matriz de proximidades**

Caso	Absoluta Distancia euclídea al cuadrado																
	1: Andalucía	2: Aragón	3: Asturias	4: Islas Baleares	5: Canarias	6: Cantabria	7: Castilla La Mancha	8: Castilla y León	9: Cataluña	10: Comunidad	11: Extremadur	12: Galicia	13: Comunidad	14: Murcia	15: Navarra	16: País Vasco	17: Rioja
1: Andalucía	,000	,097	,088	,099	,107	,163	,186	,208	,074	,032	,087	,028	,214	,099	,194	,466	,218
2: Aragón	,097	,000	,024	,021	,166	,013	,015	,037	,010	,032	,013	,027	,050	,019	,033	,164	,052
3: Asturias	,088	,024	,000	,027	,200	,034	,044	,041	,034	,014	,029	,019	,137	,054	,065	,180	,039
4: Islas Baleares	,099	,021	,027	,000	,106	,020	,042	,081	,053	,038	,002	,035	,074	,010	,099	,237	,090
5: Canarias	,107	,166	,200	,106	,000	,199	,251	,350	,196	,149	,100	,134	,176	,084	,341	,639	,378
6: Cantabria	,163	,013	,034	,020	,199	,000	,005	,031	,043	,066	,019	,062	,048	,026	,044	,127	,043
7: Castilla La Mancha	,186	,015	,044	,042	,251	,005	,000	,016	,039	,079	,037	,075	,050	,045	,021	,090	,029
8: Castilla y León	,208	,037	,041	,081	,350	,031	,016	,000	,047	,084	,077	,086	,117	,099	,013	,052	,003
9: Cataluña	,074	,010	,034	,053	,196	,043	,039	,047	,000	,026	,039	,021	,080	,047	,029	,184	,062
10: Comunidad Valenciana	,032	,032	,014	,038	,149	,066	,079	,084	,026	,000	,034	,001	,148	,054	,091	,268	,086
11: Extremadura	,087	,013	,029	,002	,100	,019	,037	,077	,039	,034	,000	,029	,058	,004	,086	,236	,091
12: Galicia	,028	,027	,019	,035	,134	,062	,075	,086	,021	,001	,029	,000	,131	,045	,088	,273	,092
13: Comunidad de Madrid	,214	,050	,137	,074	,176	,048	,050	,117	,080	,148	,058	,131	,000	,037	,089	,224	,154
14: Murcia	,099	,019	,054	,010	,084	,026	,045	,099	,047	,054	,004	,045	,037	,000	,097	,260	,120
15: Navarra	,194	,033	,065	,099	,341	,044	,021	,013	,029	,091	,086	,088	,089	,097	,000	,071	,026
16: País Vasco	,466	,164	,180	,237	,639	,127	,090	,052	,184	,268	,236	,273	,224	,260	,071	,000	,054
17: Rioja	,218	,052	,039	,090	,378	,043	,029	,003	,062	,086	,091	,092	,154	,120	,026	,054	,000

Tabla 86 Matriz de Proximidades método vecino más lejano de Alternativa 2 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.



## Anejo 4.4 Método de Warn más lejano para Alternativa 2

### Historial de conglomeración

Etapa	Clúster combinado		Coeficientes	Primera aparición del clúster de etapa		Etapa siguiente
	Clúster 1	Clúster 2		Clúster 1	Clúster 2	
1	10	12	,000	0	0	7
2	4	11	,002	0	0	5
3	8	17	,003	0	0	8
4	6	7	,006	0	0	9
5	4	14	,010	2	0	11
6	2	9	,015	0	0	9
7	3	10	,026	0	1	10
8	8	15	,039	3	0	13
9	2	6	,062	6	4	11
10	1	3	,096	0	7	14
11	2	4	,134	9	5	12
12	2	13	,174	11	0	15
13	8	16	,215	8	0	16
14	1	5	,324	10	0	15
15	1	2	,460	14	12	16
16	1	8	,755	15	13	0

Tabla 87 Histograma método de Warn para alternativa 2.

### Dendrograma que utiliza una vinculación de Ward

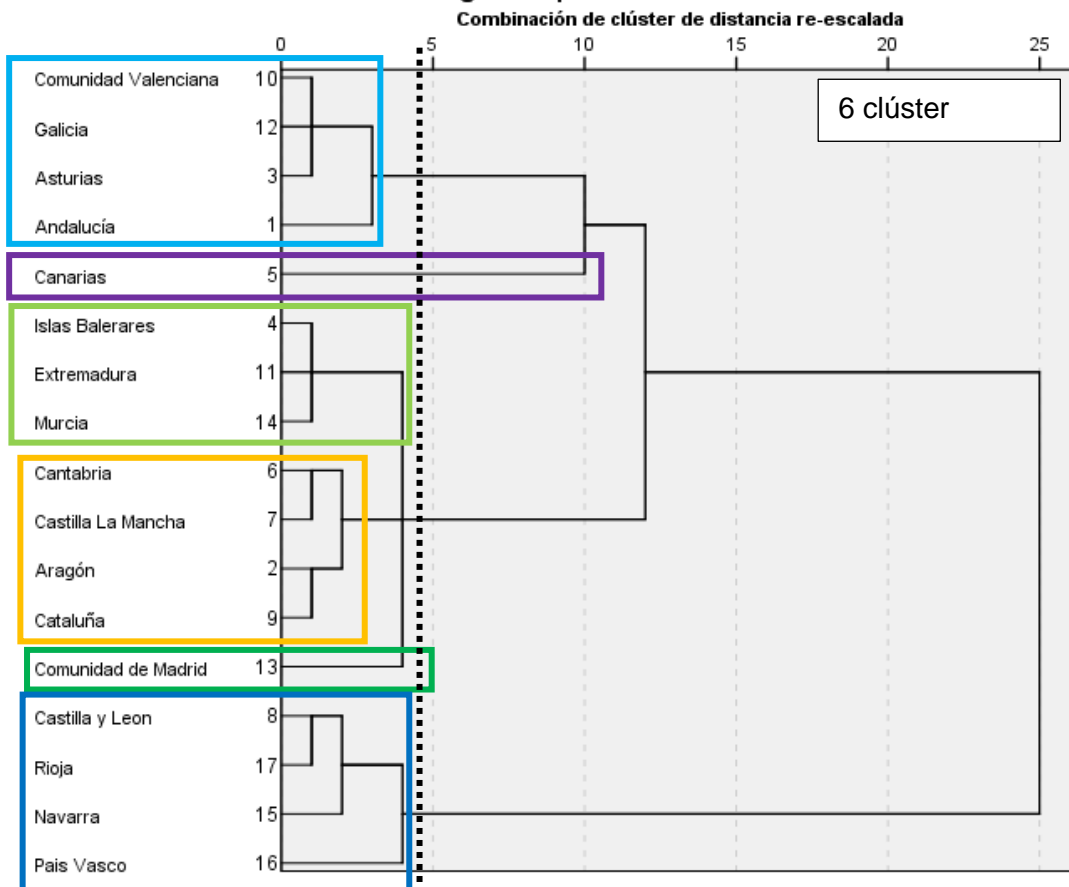


Fig. 76 Dendrograma método de Warn para alternativa 2.

**Matriz de proximidades**

Caso	Absoluta Distancia euclídea al cuadrado																
	1: Andalucía	2: Aragón	3: Asturias	4: Islas Baleares	5: Canarias	6: Cantabria	7: Castilla La Mancha	8: Castilla y León	9: Cataluña	10: Comunidad	11: Extremadur	12: Galicia	13: Comunidad	14: Murcia	15: Navarra	16: País Vasco	17: Rioja
1: Andalucía	,000	,097	,088	,099	,107	,163	,186	,208	,074	,032	,087	,028	,214	,099	,194	,466	,218
2: Aragón	,097	,000	,024	,021	,166	,013	,015	,037	,010	,032	,013	,027	,050	,019	,033	,164	,052
3: Asturias	,088	,024	,000	,027	,200	,034	,044	,041	,034	,014	,029	,019	,137	,054	,065	,180	,039
4: Islas Baleares	,099	,021	,027	,000	,106	,020	,042	,081	,053	,038	,002	,035	,074	,010	,099	,237	,090
5: Canarias	,107	,166	,200	,106	,000	,199	,251	,350	,196	,149	,100	,134	,176	,084	,341	,639	,378
6: Cantabria	,163	,013	,034	,020	,199	,000	,005	,031	,043	,066	,019	,062	,048	,026	,044	,127	,043
7: Castilla La Mancha	,186	,015	,044	,042	,251	,005	,000	,016	,039	,079	,037	,075	,050	,045	,021	,090	,029
8: Castilla y León	,208	,037	,041	,081	,350	,031	,016	,000	,047	,084	,077	,086	,117	,099	,013	,052	,003
9: Cataluña	,074	,010	,034	,053	,196	,043	,039	,047	,000	,026	,039	,021	,080	,047	,029	,184	,062
10: Comunidad Valenciana	,032	,032	,014	,038	,149	,066	,079	,084	,026	,000	,034	,001	,148	,054	,091	,268	,086
11: Extremadura	,087	,013	,029	,002	,100	,019	,037	,077	,039	,034	,000	,029	,058	,004	,086	,236	,091
12: Galicia	,028	,027	,019	,035	,134	,062	,075	,086	,021	,001	,029	,000	,131	,045	,088	,273	,092
13: Comunidad de Madrid	,214	,050	,137	,074	,176	,048	,050	,117	,080	,148	,058	,131	,000	,037	,089	,224	,154
14: Murcia	,099	,019	,054	,010	,084	,026	,045	,099	,047	,054	,004	,045	,037	,000	,097	,260	,120
15: Navarra	,194	,033	,065	,099	,341	,044	,021	,013	,029	,091	,086	,088	,089	,097	,000	,071	,026
16: País Vasco	,466	,164	,180	,237	,639	,127	,090	,052	,184	,268	,236	,273	,224	,260	,071	,000	,054
17: Rioja	,218	,052	,039	,090	,378	,043	,029	,003	,062	,086	,091	,092	,154	,120	,026	,054	,000

Tabla 88 Matriz de Proximidades método de Warn de Alternativa 2 por comunidad Autónoma. Análisis de Sensibilidad Estructura 2.

**Anexo 5: Relación del TFG/TFM “Evaluación del Impacto Social en diseño de tableros de hormigón del proyecto de construcción Autovía A-22. Lleida-Huesca. Tramo: Siétamo-Huesca” con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.**

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

<b>Objetivos de Desarrollo Sostenibles</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>	<b>No Procede</b>
ODS 1. <b>Fin de la pobreza.</b>			X	
ODS 2. <b>Hambre cero.</b>				X
ODS 3. <b>Salud y bienestar.</b>			X	
ODS 4. <b>Educación de calidad.</b>				X
ODS 5. <b>Igualdad de género.</b>			X	
ODS 6. <b>Agua limpia y saneamiento.</b>				X
ODS 7. <b>Energía asequible y no contaminante.</b>				X
ODS 8. <b>Trabajo decente y crecimiento económico.</b>			X	
ODS 9. <b>Industria, innovación e infraestructuras.</b>		X		
ODS 10. <b>Reducción de las desigualdades.</b>			X	
ODS 11. <b>Ciudades y comunidades sostenibles.</b>	X			
ODS 12. <b>Producción y consumo responsables.</b>	X			
ODS 13. <b>Acción por el clima.</b>				X
ODS 14. <b>Vida submarina.</b>				X
ODS 15. <b>Vida de ecosistemas terrestres.</b>				X
ODS 16. <b>Paz, justicia e instituciones sólidas.</b>				X
ODS 17. <b>Alianzas para lograr objetivos.</b>				X

### **Descripción de la alineación del TFG/M con los ODS con un grado de relación más alto.**

La Comisión Europea considera la sostenibilidad como uno de los objetivos prioritarios para los proyectos actuales y las inversiones futuras. Desde las instituciones académicas hasta las diferentes industrias, ha habido un aumento significativo en integrar y adoptar prácticas sostenibles. La creciente conciencia para evaluar la sostenibilidad dado lugar al desarrollo de varias herramientas de evaluación del ciclo de vida ambiental (ELCA) y modelos de costos del ciclo de vida (LCC) que pueden evaluar cuantitativamente los impactos ambientales y económicos de un producto a lo largo ciclo vital. No obstante, la dimensión social del desarrollo sostenible parece se encuentra en una etapa temprana de desarrollo, especialmente cuando faltan métodos para evaluar el desempeño social.

Es por ello que este trabajo pretende evaluar el impacto social en el diseño de las diferentes tipologías estructurales contempladas para los tableros del proyecto de construcción Autovía Lleida-Huesca (A-22). Tramo Siétamo-Huesca. Se realizará una comparación de las alternativas de tablero prefabricado frente a tableros ejecutados in situ. Para ello se aplicó metodología propuesta por Directrices para la Evaluación del Ciclo de Vida Social de los Productos propuesta por UNEP- SETAC (2009), y la metodología estandarizada ISO 14040 (2006) e ISO 14044 (2006).

Este estudio muestra que la técnica de Evaluación del ciclo de vida social, enfocado al sector constructivo, puede usarse de manera integral al momento de planificar y diseñar un proyecto de construcción, por un lado, permitiendo escoger alternativas que cuenten un desempeño social más favorable al contexto en que se ejecuta la obra, por otro, permitiendo fomentar y desarrollar posibles mejoras sociales, atendiendo a las condiciones que afectan a todos sujetos de interés a lo largo del ciclo de vida del proyecto. El empleo de un ACV-S, permite determinar las etapas, en los que pueden darse situaciones que supongan un riesgo, o, por el contrario, una oportunidad de desarrollo social.

Esto lo vincula de forma directa al objetivo 12 “Producción y consumo responsables”, dentro de la agenda 2030 sobre el desarrollo sostenible, el cual indica que se debe garantizar modalidades de consumo y producción

sostenibles. En este caso, la técnica de Evaluación del ciclo de vida social aplicado a este proyecto de construcción, permitió establecer la identificación en la cadena de valor de los “puntos críticos” donde se estableció la alternativa de diseño que tiene mayor potencial para mejorar los efectos sociales, permitiendo escoger alternativas de diseño más sostenible socialmente.

A su vez, al ser una metodología que si bien aún está en una etapa temprana de desarrollo, permite fomentar la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles, y los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural; al considerar el impacto social que genera un proyecto de construcción, permitiendo establecer alternativas que cuenten con un mejor desempeño social; alineándose con el Objetivo 11 de la agenda “Ciudades y comunidades sostenibles”.