

# LA GESTIÓN DE PROYECTOS: APLICACIÓN EN EL ÁMBITO DE LA CONSTRUCCIÓN

González Urrego, Hernán Antonio<sup>1</sup>; Rueda Varón, Milton Januario<sup>2</sup>  
.....

## 1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se identifican los procesos de la gestión de proyectos con aplicación en el sector de la construcción, la relación que existe entre indicadores de desarrollo sostenible o *SDIs – Sustainable Development Indicators* con el concepto de calidad.

La definición del alcance en un proyecto tiene el propósito de determinar la información que se necesita para ejecutar el trabajo. Esto le permite al equipo del proyecto acordar los instrumentos de medición y control durante la planificación con el fin de proveer seguimiento a la consecución de los objetivos durante la ejecución. Por lo anterior, si el logro de metas vinculadas a la sostenibilidad se establece en la definición del alcance, es posible medir su realización mediante las herramientas de monitoreo y control incorporadas en la gestión de la calidad del proyecto.

Integrar indicadores de desarrollo sostenible en los procesos de la gestión de proyectos asegura que, tanto los procesos definidos en los planes subsidiarios como el producto del proyecto, estén basados en una visión holística de la sostenibilidad. Incluye evaluar el impacto del proyecto en colaboración con los *stakeholders* sobre las dimensiones social, económica y ambiental del desarrollo sostenible. Este propósito inicia con el establecimiento de la calidad requerida, mediante la inclusión de las especificaciones y los requisitos de sostenibilidad con respecto al producto del proyecto y los procesos a ejecutar. Por lo tanto, esto involucra procedimientos que hacen parte de la definición del alcance.

1 Facultad de Ingeniería, Universidad EAN. hgonzale3342@universidadean.edu.co

2 Facultad de Ingeniería, Universidad EAN. mramon.d@universidadean.edu.co

Las métricas de calidad son los instrumentos a través de los cuales se miden tanto los datos de desempeño como los entregables del proyecto, para determinar las desviaciones en cuanto a los procesos y el desarrollo del producto. En razón de esto, si en el alcance del proyecto se integran indicadores de sostenibilidad, su desempeño se puede medir mediante los procesos de la gestión de calidad. Es así como este capítulo se enfoca en determinar las relaciones que existen entre indicadores de desarrollo sostenible (variables de la categoría 1 de estudio) con indicadores clave de rendimiento o *KPIs - Key Performance Indicators* de calidad (variables de la categoría 2).

El establecimiento de las relaciones entre las variables de estudio se realizó con base en una consulta de expertos mediante un cuestionario de investigación constituido por preguntas cerradas. El análisis de la información se realizó a través de estadística descriptiva y el método de análisis factorial exploratorio.

## **2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1 Revisión de la literatura**

#### **2.1.1 Definición de la calidad en el sector de la construcción**

Según Arditi & Gunaydin (1997), la calidad puede ser definida como el cumplimiento de los requisitos legales, estéticos y funcionales de un proyecto. Asimismo, los requisitos pueden ser establecidos con respecto al producto final o también referirse a la descripción detallada del trabajo a realizar. Desde esta perspectiva la calidad se alcanza, si los requisitos establecidos son adecuados y si el proyecto completado los cumple.

Por otra parte, se puede diferenciar entre la calidad del producto relacionada a sus características físicas y la calidad de los procesos vinculada a las actividades que lo generan, sobre las que también se basa la aceptación o no de los entregables, resultado del proyecto (Nagasaki & Oda, 1965). Arditi & Gunaydin (1997) determinan que la calidad del producto en el ámbito de la construcción puede referirse a la calidad de los materiales, los equipos y la tecnología que se deben incorporar en la edificación. Además, la calidad de los procesos alude a alcanzar la calidad en el modo en el que se organizan y se gestionan las actividades del proyecto en tres fases: planificación, ejecución y cierre.

En el texto *Quality in the constructed project* (Ferguson & Clayton, 2020), se definen los conceptos de *Quality Assurance* (QA) y *Quality Control* (QC). El QA es la programación de actividades con la calidad requerida para realizar el trabajo al cumplir con los requisitos del proyecto. Implica el establecimiento de parámetros, relacionados con las políticas, los procesos, los estándares, la formación del equipo y el establecimiento de directrices, de manera sistemática para alcanzar la calidad requerida. En este caso, tanto el diseñador como el constructor del proyecto son responsables de establecer la programación de actividades para cada uno, de manera específica. Por otro lado, el QC es la implementación de la QA, mediante sus actividades de seguimiento y control. Para Juran (2020), un QC efectivo reduce la posibilidad de cambios, errores y omisiones, que a su vez resultan en menos conflictos y disputas legales.

El *Total Quality Management* (TQM) corresponde a los esfuerzos que emprenden las organizaciones para mejorar el rendimiento de sus acciones, con el propósito de alcanzar la calidad requerida. La TQM se enfoca en el mejoramiento de los procesos; el fortalecimiento de la atención a los requisitos relacionados con las expectativas de los *stakeholders*; el entrenamiento y educación del equipo de proyecto para mejorar la ejecución de actividades; y la generación del producto, libre de defectos (Arditi & Gunaydin, 1997). Hoyle (2020) determina que los estándares ISO (*International Organization for Standardization*) son el punto de partida ideal para definir la TQM en las organizaciones y que, dentro de las ISO, las series ISO 9000, son las que están fuertemente vinculadas al producto del proyecto, con respecto a su diseño, elaboración, prueba y entrega.

Las ISO 9000 se dividen en dos tipos de estándares: los dirigidos al aseguramiento de la calidad (QA) y los que están dirigidos a la gestión de la calidad. Los estándares de aseguramiento de la calidad son diseñados para propósitos contractuales y de evaluación de proyectos. Entre ellos se encuentran las ISO 9001, 9002 y 9003. Además, los estándares de gestión de la calidad están diseñados para guiar el desarrollo e implementación de sistemas de calidad en las organizaciones, entre los que está la ISO 9004 y para el caso específico de la gestión de proyectos, la ISO 21500.

Tanto para Crosby como para Juran, el costo de la calidad es la herramienta que fundamenta las mediciones de calidad. Asimismo, es usada para: rastrear los procesos de la TQM; seleccionar los puntos de mejora en la calidad en los proyectos; y proveer justificaciones a

los *stakeholders* acerca de las mejoras requeridas. A su vez, el costo de calidad está conformado por los costos de prevención, evaluación y desviación. El de prevención está conformado por las actividades implementadas para evitar desviaciones y errores. El de evaluación es en el que se incurre con la ejecución de actividades para determinar si el producto o los procesos del proyecto están conforme a los requisitos establecidos (Arditi & Gunaydin, 1997).

En el ámbito de la construcción, los costos de revisar y auditar los diseños, modificar los procedimientos de trabajo y vincular al proyecto estándares de calidad, pueden ser considerados como costos de prevención. Mientras que las inspecciones y las actividades de seguimiento y control son un ejemplo de costos de evaluación. Por el contrario, los costos de desviación son el resultado de no cumplir con los requerimientos. Algunos ejemplos son las demoliciones o deconstrucción de parte del avance de la obra, repetición del trabajo realizado, fallas en el cumplimiento de las especificaciones, errores en las adquisiciones y los suministros y reducción de beneficios financieros por las no conformidades (Burati, Farrington, & Ledbetter, 1992).

Con relación a lo anterior, Silvius (2015) explica la consideración de la calidad como área de conocimiento desde tres estándares de gestión de proyectos. En el PMBOK®, los requisitos, tanto del producto como de sus entregables parciales y los procesos del proyecto, son formulados por solicitud de las organizaciones clientes y promotoras. Por lo que la calidad tiene un papel fundamental en la medición del logro de los objetivos del proyecto, tanto en el producto final como en los procesos. En PRINCE2® se definen las especificaciones, los requisitos, el alcance y la calidad con relación al producto del proyecto y sus entregables parciales. Finalmente, la ISO 21500 vincula todos los componentes anteriores con los objetivos estratégicos de las organizaciones.

### **2.1.2 Desarrollo sostenible en la gestión de proyectos**

Para Silvius & Schipper (2014), la definición que más se cita acerca del significado de desarrollo sostenible es la creada por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo, así: “Es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Brundtland, 1987, p. 15). Además, Kivila, Martinsuo, & Vuorinen (2017) establecen

que hay un consenso en el que los aspectos de la sostenibilidad se pueden clasificar en: económicos, sociales y ambientales.

Por otra parte, Marcelino-Sadaba, González-Jaen, & Pérez-Ezcurdia (2015) identifican 4 categorías relacionadas con el desarrollo sostenible en los proyectos: la sostenibilidad del producto, la sostenibilidad de los procesos, la sostenibilidad de la organización y la sostenibilidad de los individuos. En otro enfoque, Gareis et al. (2013) definen dos ámbitos de la sostenibilidad en los proyectos: la vinculada a los procesos o de la ejecución y la vinculada al producto, es decir, de los entregables del proyecto. Igualmente, Kivila, et al. (2017) infieren que al considerar que los procesos de desarrollo del producto del proyecto se planifican como parte de las actividades de ejecución, si los aspectos de la sostenibilidad del proyecto son incorporados en la planificación de las actividades, el producto del proyecto se impacta por la gestión de proyectos sostenible.

Acorde con lo anterior, Silvius & Schipper (2014, p. 79) definen la gestión de proyectos sostenibles en términos de las prácticas como: “Asegurar la rentabilidad, de modo justo, claro, seguro, ético y amigable con el medio ambiente durante la ejecución del proyecto, con el propósito de lograr un producto del proyecto, social y ambientalmente admisible durante todo su ciclo de vida”. A este respecto, es fundamental tener en cuenta la conclusión que desarrollan Simionescu & Silvius (2016, p. 458), en cuanto a la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos al determinar que: “Los parámetros de la sostenibilidad del proyecto están más frecuentemente vinculados al producto y menos a los procesos”.

## **2.2 Aproximación teórica**

### **2.2.1 Medición de indicadores de desarrollo sostenible por medio de métricas de calidad**

Para Fageha & Aibinu (2014), el propósito de la definición del alcance en un proyecto es proveer la información que se necesita para realizar el trabajo. Así, el éxito durante la fase de ejecución del proyecto depende del nivel de esfuerzo que se realice durante la definición del alcance. Asimismo, le permite al equipo de proyecto determinar los instrumentos de medición y control en la planificación, para aplicarlos en la fase de ejecución del proyecto, con el propósito de dar seguimiento al logro

de los objetivos. Por lo tanto, si la consecución de metas relacionadas al desarrollo sostenible es incorporada en la definición del alcance, su cumplimiento se puede medir mediante las herramientas establecidas en la planificación y que hacen parte de la gestión de la calidad del proyecto (Arditi & Gunaydin, 1997).

La acción de integrar los principios de la sostenibilidad en la gestión de proyectos inicia con el establecimiento de la calidad requerida, mediante la definición de las especificaciones y los requisitos, con respecto al producto del proyecto, sus entregables parciales y los procesos a ejecutar (Silvius, 2015). Integración que también hace parte de la definición del alcance. Gareis et al. (2013) determinan que integrar la sostenibilidad en los procesos de la gestión de proyectos implica que la definición de los planes subsidiarios y el producto del proyecto estén basados en una visión holística de la sostenibilidad. Esto incluye la evaluación del impacto del proyecto en colaboración con los *stakeholders* sobre las dimensiones social, económica y ambiental del desarrollo sostenible (Brundtland, 1987), tanto a corto como a largo plazo.

Por otro lado, Silvius, Kampinga, Paniagua, & Mooi (2017) determinan que las decisiones tomadas en la gestión de proyectos están lideradas por los aspectos de la triple restricción: tiempo, costo y calidad. De igual modo, las métricas de calidad son las herramientas específicas mediante las que se miden tanto los datos de desempeño como los entregables del proyecto, en relación con los requisitos definidos al inicio y la planificación, con el propósito de identificar las desviaciones en cuanto a los procesos y a la generación del producto del proyecto. González & Rueda (2020) establecen que, si en el alcance del proyecto se integran indicadores de desarrollo sostenible, su cumplimiento se puede medir mediante los procesos de la gestión de calidad, lo que implica a su vez el cumplimiento de la triple restricción y su correspondencia del trabajo y los entregables (Eid, 2013).

### **2.2.2 Variables para identificar la relación entre calidad con indicadores de desarrollo sostenible**

Al tener en cuenta que la definición del alcance corresponde a la imagen holística del proyecto, su influencia en los demás componentes

de la gestión comienza con la determinación de las expectativas de los *stakeholders* (Fageha & Aibinu, 2014). Cuando un proyecto se ejecuta sin la debida evaluación de las expectativas de los *stakeholders*, pueden presentarse errores, trabajo no previsto y solicitudes de cambio, que se convierten en la fuente de sobrecostos y retrasos de cronograma (Silvius et al., 2017). Por esta razón, los componentes proceden de la definición del alcance como programación de actividades, recursos, comunicaciones y adquisiciones (Silvius, 2015). Si se determinó en el alcance la integración de los aspectos de la sostenibilidad, con respecto a la naturaleza del proyecto (Martens & Carvalho, 2017), estos componentes deben incorporar indicadores de desarrollo sostenible (González & Rueda, 2020).

De acuerdo a la gestión de riesgo, Silvius et al. (2017, p. 1139) afirman que “El factor riesgo es una de las variables de control en la gestión de proyectos”. Por consiguiente, Silvius et al. (2017) enfatizan que identificar los riesgos conlleva a valorar los riesgos relacionados con los aspectos sociales, económicos y ambientales de la sostenibilidad. Al mismo tiempo, estos riesgos se deben analizar desde los recursos, las actividades y el impacto sobre el proyecto. Es así como la reducción de riesgos se convierte en una de las razones para incorporar la sostenibilidad en la gestión de proyectos (Silvius, 2018). Esto se consolida a través del encauzamiento que se realiza en lo inherente a la gestión de riesgos como área de conocimiento en los estándares PMBOK®, PRINCE2® e ISO 21500:2012 (Silvius, 2018).

González & Rueda (2020), con el propósito de establecer, a modo de variables de estudio, indicadores de desarrollo sostenible y métricas de calidad (ambas categorías vinculadas tanto al enunciado del alcance del proyecto como a la valoración de riesgos) construyeron la matriz para la identificación de dichas variables en artículos científicos, que se expone a continuación en las Tablas 1 a 6.

**Tabla 1.** Matriz de identificación de variables en artículos científicos. Parte 1 de 6.

| Nombre del Artículo   | Nombre del Modelo   | Variables definidas con respecto al enunciado del alcance del proyecto |          |   |          |                                      |          |               |          |                |          | Variables relacionadas a la identificación de los riesgos del proyecto |  |  |
|---|---|--|----------|---|----------|--------------------------------------|----------|---------------|----------|----------------|----------|--|--|--|
|   |   | Expectativas de los Stakeholders                                       |          | Definición, secuenciación y programación de actividades |          | Recursos                             |          | Adquisiciones |          | Comunicaciones |          | Cód.   | Variable   |  |
|   |   | Cód.   | Variable | Cód.  | Variable | Cód.                                 | Variable | Cód.          | Variable | Cód.           | Variable |  |  |  |
| 1. <i>A methodology to identify sustainability indicators in construction project management — Application to infrastructure projects in Spain</i> (Fernández-Sánchez & Rodríguez-López, 2010). Número de citas: 145. | Triple Línea Base / Indicadores de Desarrollo Sostenible (Proyectos de Infraestructura) | Sociales   | SST01    | Financiación de proyectos sociales.                     |          |                                      |          |               |          |                |          |  |  |  |
|   |   | Ambientales  |          |   | AR01     | Reducción de producción de desechos. |          |               |          |                |          |  |  |  |
|   |   |  |          |   | AR02     | Reducción del consumo de agua.       |          |               |          |                |          |  |  |  |
| 2. <i>A prototype system dynamic model for assessing the sustainability of construction projects</i> (Zhang, Wu, Shen, & Skimore, 2014). Número de citas: 71.   | Triple Línea Base / Indicadores de Desarrollo Sostenible (Proyectos de Infraestructura) | Calidad / métricas   | QST01    | Cumplimiento de los requisitos legales.                 |          |                                      |          |               |          |                |          |  |  |  |
|   |   | Ambientales  |          |   |          |                                      |          |               |          |                |          | AR101  | Acciones técnicas con impacto ambiental.                           |  |
|   |   |  |          |   |          |                                      |          |               |          |                |          | AR102  | Riesgo por percepción de las personas con respecto a lo ambiental. |  |



| Nombre del Artículo  | Nombre del Modelo   | Variables definidas con respecto al enunciado del alcance del proyecto |   |   |          |          |  |               |          |                |          | Variables relacionadas a la identificación de los riesgos del proyecto |          |  |  |  |  |  |
|--|---|--|---|---|----------|----------|--|---------------|----------|----------------|----------|--|----------|--|--|--|--|--|
|  |   | Expectativas de los Stakeholders                                       |   | Definición, secuenciación y programación de actividades |          | Recursos |  | Adquisiciones |          | Comunicaciones |          | Cód.   | Variable |  |  |  |  |  |
|  |   | Cód.   | Variable  | Cód.  | Variable | Cód.     | Variable                                   | Cód.          | Variable | Cód.           | Variable | Cód.   | Variable |  |  |  |  |  |
| 3. <i>Key factors of sustainability in project management context: A survey exploring the project managers' perspective</i> (Martens & Carvalho, 2017). Número de citas: 49. | Triple Línea Base / Indicadores de Desarrollo Sostenible (Proyectos de Infraestructura) | Est01  | Comportamiento ético en los negocios.                 |   |          |          |  |               |          |                |          |  |          |  |  |  |  |  |
|  |   | EST02  | Comportamiento ético en los negocios.                 |   |          |          |  |               |          |                |          |  |          |  |  |  |  |  |
|  |   | EST03  | Gestión de la innovación.                             |   |          |          |  |               |          |                |          |  |          |  |  |  |  |  |
|  |   | SST02  | Establecimiento de relaciones con la comunidad local. |   |          | SR01     | Generación de prácticas laborales seguras. |               |          |                |          |  |          |  |  |  |  |  |
|  |   | SST03  | Cumplimiento de los compromisos con los stakeholders. |   |          |          |  |               |          |                |          |  |          |  |  |  |  |  |
|  | Ambientales   |  |   |   |          | AR04     | Gestión del consumo energético.            |               |          |                |          |  |          |  |  |  |  |  |

Fuente: elaboración propia a partir de González & Rueda (2020, p. 15).

**Tabla 2.** Matriz de identificación de variables en artículos científicos. Parte 2 de 6.

| Nombre del Artículo  | Nombre del Modelo   | Variables definidas con respecto al enunciado del alcance del proyecto |  |   |          |          |  |               |          |                |          | Variables relacionadas a la identificación de los riesgos del proyecto |          |   |
|--|---|--|--|---|----------|----------|--|---------------|----------|----------------|----------|--|----------|---|
|  |   | Expectativas de los Stakeholders                                       |  | Definición, secuenciación y programación de actividades |          | Recursos |  | Adquisiciones |          | Comunicaciones |          | Cód.   |          |   |
|  |   | Cód.   | Variable   | Cód.  | Variable | Cód.     | Variable   | Cód.          | Variable | Cód.           | Variable | Cód.   | Variable |   |
| 4. <i>Critical success factors (CSFs) for integration into construction project management practices in developing countries</i> (Banihashemi, Hosseini, Gollzadeh, & Sankaran, 2017).<br>Número de citas: 48. | Triple Línea Base / Indicadores de Desarrollo Sostenible (Proyectos de Infraestructura) | Sociales   |  |   |          |          |  |               |          |                |          |  |          |   |
|  |   | SST04  | Compromiso del cliente con las necesidades de otros stakeholders.                |   |          | SR02     | Conocimiento y experiencia por parte del equipo, acerca de la entrega sostenible del proyecto. |               |          |                |          |  |          |   |
|  |   | Ambientales  |  |   |          |          |  |               |          |                |          |  |          |   |
|  |   | SST05  | Compromiso con la entrega sostenible del proyecto por parte de los stakeholders. |   |          | SR03     | Creación de roles y responsabilidades en la organización con respecto al proyecto.             |               |          |                |          |  | AR03     | Reducción del riesgo de contaminación del agua y el aire. |

| Nombre del Artículo | Nombre del Modelo | Variables definidas con respecto al enunciado del alcance del proyecto |       |   |  |          |  |               |          |                |   |      |          | Variables relacionadas a la identificación de los riesgos del proyecto |          |
|---------------------|-------------------|--|-------|---|--|----------|--|---------------|----------|----------------|---|------|----------|--|----------|
|                     |                   | Expectativas de los Stakeholders                                       |       | Definición, secuenciación y programación de actividades                         |  | Recursos |  | Adquisiciones |          | Comunicaciones |   | Cód. | Variable | Cód.   | Variable |
|                     |                   | Calidad / métricas   | QST02 | Definición de objetivos, al cumplir las expectativas de todos los stakeholders. |  | QR01     | Gerente de proyecto con las competencias y experiencia requeridas por el proyecto. | QR01          | Variable | QAD01          | Investigación del portafolio de proveedores, respecto a su record en la implementación de requisitos de sostenibilidad. |      | Variable |  | Variable |
|                     |                   |  | QST03 | Promoción del establecimiento de requisitos de sostenibilidad en el proyecto.   |  | QR02     | Énfasis en mano de obra altamente calificada.                                      | QR02          | Variable |                |   |      | Variable |  | Variable |
|                     |                   |  |       |   |  | QR03     | Implementación de un método para monitorear la sostenibilidad en el proyecto.      | QR03          | Variable |                |   |      | Variable |  | Variable |
|                     |                   |  |       |   |  | QR04     | Implementación de protocolos de seguridad y salud.                                 | QR04          | Variable |                |   |      | Variable |  | Variable |

Fuente: elaboración propia a partir de González & Rueda (2020, p. 16).

**Tabla 3.** Matriz de identificación de variables en artículos científicos. Parte 3 de 6.

| Nombre del Artículo   | Nombre del Modelo   | Variables definidas con respecto al enunciado del alcance del proyecto |          |   |  |   |          |               |          |   |          | Variables relacionadas a la identificación de los riesgos del proyecto   |          |
|---|---|--|----------|---|--|---|----------|---------------|----------|---|----------|--|----------|
|   |   | Expectativas de los Stakeholders                                       |          | Definición, secuenciación y programación de actividades   |  | Recursos  |          | Adquisiciones |          | Comunicaciones  |          | Cód.   | Variable |
|   |   | Cód.   | Variable | Cód.  | Variable   | Cód.  | Variable | Cód.          | Variable | Cód.  | Variable | Cód.   | Variable |
| 5. <i>Can project sustainability management impact project success? An empirical study applying a contingent approach</i> (Carvalho & Rabehini, 2017). Número de citas: 33. | Triple Línea Base / Indicadores de Desarrollo Sostenible (Proyectos de Infraestructura) | Sociales   | SST06    | Compromiso del patrocinador con la sostenibilidad.  |  |   |          |               |          |   |          |  |          |
|   |   |  | SST07    | Los stakeholders están comprometidos con la responsabilidad social en el contexto del proyecto. |  |   |          |               |          |   |          |  |          |
|   |   | Calidad / métricas   | QST04    | La definición del alcance considera directrices corporativas respecto a la sostenibilidad.      | QAC01  | La revisión y aceptación de procesos y entregables implica el logro de objetivos de sostenibilidad. |          |               | QAD02    | El suministro de material está alineado con las estrategias de sostenibilidad del proyecto. | QC01     | Los reportes presentan explícitamente rendimientos del proyecto comparado con los objetivos de sostenibilidad definidos. |          |
|   |   |  |          | QAC02   | Los procesos de entrega del proyecto deben cumplir con requisitos de sostenibilidad. |   |          |               |          |   |          |  |          |

| Nombre del Artículo  | Nombre del Modelo   | Variables definidas con respecto al enunciado del alcance del proyecto                  |             |   |          |          |          |               |          |                |          | Variables relacionadas a la identificación de los riesgos del proyecto |  |
|--|---|---|-------------|---|----------|----------|----------|---------------|----------|----------------|----------|--|--|
|  |   | Expectativas de los Stakeholders  |             | Definición, secuenciación y programación de actividades |          | Recursos |          | Adquisiciones |          | Comunicaciones |          | Cód.   | Variable   |
| 6. Continuous value enhancement process (Pulaski & Horman, 2005). Número de citas: 26. | Continuous value enhancement process (Pulaski & Horman, 2005). Número de citas: 26. | Triple Línea Base / Indicadores de Desarrollo Sostenible (Proyectos de Infraestructura) | Sociales    | Cód.  | Variable | Cód.     | Variable | Cód.          | Variable | Cód.           | Variable | Cód.   | Variable   |
|  |   |   |             |   |          |          |          |               |          |                |          |  |  |
|  |   |   | Ambientales |   |          |          |          |               |          |                |          | AR/04  | Reducción del riesgo de contaminación del suelo. |

Fuente: elaboración propia a partir de González & Rueda (2020, p. 17).

**Tabla 4.** Matriz de identificación de variables en artículos científicos. Parte 4 de 6.

| Nombre del Artículo  | Nombre del Modelo  | Variables definidas con respecto al enunciado del alcance del proyecto |          |   |          |          |          |  |          |   |          |  |          |  |
|--|--|--|----------|---|----------|----------|----------|--|----------|---|----------|--|----------|--|
|  |  | Expectativas de los Stakeholders                                       |          | Definición, secuenciación y programación de actividades |          | Recursos |          | Adquisiciones  |          | Comunicaciones  |          | Variables relacionadas a la identificación de los riesgos del proyecto |          |  |
|  |  | Cód.   | Variable | Cód.  | Variable | Cód.     | Variable | Cód.   | Variable | Cód.  | Variable | Cód.   | Variable |  |
| 7. <i>Developing a maturity model for assessing sustainable project management</i> (Silvius & Schipper, 2015).<br>Número de citas: 14. | Sustainable Project Management Maturity Model - SPM3.<br><br>Triple Línea Base / Indicadores de Desarrollo Sostenible (Proyectos de Infraestructura) | Económicos   | EST04    | Generación de empleo en el contexto local.              |          |          | ER01     | Liderazgo basado en la sostenibilidad al tomar en cuenta la escasez de recursos. |          |   |          |  | ER01     | Aseguramiento de continuidad de funciones críticas a pesar de incidentes graves en la ejecución. |
|  |  |  |          |   |          |          |          |  |          |   |          |  | ER02     | Adaptabilidad de la organización a condiciones cambiantes.                                       |
|  |  |  |          |   |          |          |          |  |          |   |          |  | ER03     | Evaluación del impacto en la economía regional.  |
|  |  | Sociales   |          |   |          |          | SR06     | Desarrollo de actividades de formación y acceso a educación.                     | SAD01    | Desarrollo de adquisiciones con prácticas anti-soborno y anti-corrupción. |          |  |          |  |
|  |  |  |          |   |          |          | SR07     | Reclutamiento basado en la no discriminación por edad, género u origen étnico.   |          |   |          |  |          |  |

| Nombre del Artículo | Nombre del Modelo | Variables definidas con respecto al enunciado del alcance del proyecto |   |   |          |          |  |               |          |                |          |      |   | Variables relacionadas a la identificación de los riesgos del proyecto |          |
|---------------------|-------------------|--|---|---|----------|----------|--|---------------|----------|----------------|----------|------|---|--|----------|
|                     |                   | Expectativas de los Stakeholders                                       |   | Definición, secuenciación y programación de actividades |          | Recursos |  | Adquisiciones |          | Comunicaciones |          | Cód. |   | Variable   |          |
|                     |                   | Cód.   | Variable  | Cód.  | Variable | Cód.     | Variable   | Cód.          | Variable | Cód.           | Variable | Cód. | Variable  | Cód.   | Variable |
|                     |                   | AST01  | Protección de la biodiversidad, la fauna, la flora y el respeto por áreas protegidas. |   |          | AR05     | Evaluación del abastecimiento de energía de fuente fósil versus renovable. |               |          |                |          | AR05 | Evaluación del impacto por transporte de materiales y mano de obra. |  |          |
|                     | Ambientales       |  |   |   |          | AR06     | Abastecimiento de agua lluvia versus potable.                              |               |          |                |          | AR06 | Evaluación del impacto sobre las cuencas hidrologicas.              |  |          |
|                     |                   |  |   |   |          | AR07     | Reducción de emisiones de gases y partículas.                              |               |          |                |          |      |   |  |          |
|                     |                   |  |   |   |          | AR08     | Reducción de niveles de ruido y vibraciones.                               |               |          |                |          |      |   |  |          |

Fuente: elaboración propia a partir de González & Rueda (2020, p. 18).

**Tabla 5.** Matriz de identificación de variables en artículos científicos. Parte 5 de 6.

| Nombre del Artículo  | Nombre del Modelo   | Variables definidas con respecto al enunciado del alcance del proyecto |          |   |          |          |          |               |          |                |          | Variables relacionadas a la identificación de los riesgos del proyecto |   |       |
|--|---|--|----------|---|----------|----------|----------|---------------|----------|----------------|----------|--|---|-------|
|  |   | Expectativas de los Stakeholders                                       |          | Definición, secuenciación y programación de actividades |          | Recursos |          | Adquisiciones |          | Comunicaciones |          | Cód.   | Variable  |       |
|  |   | Cód.   | Variable | Cód.  | Variable | Cód.     | Variable | Cód.          | Variable | Cód.           | Variable |  |   |       |
| 8. An indicator system for evaluating mega-project social responsibility a holistic indicator system. (Lin, Zeng, Ma, Zeng, & Tam, 2017). Número de citas: 12. | Triple Línea Base / Indicadores de Desarrollo Sostenible (Proyectos de Infraestructura) | Económicos   |          |   |          |          |          |               |          |                |          | ERI04  | Atención del impacto económico de los stakeholders. |       |
|  |   | Sociales   |          |   |          |          |          |               |          |                |          |  |   |       |
|  |   | Ambientales  |          |   |          |          |          |               |          |                |          | AR09   | Uso eficiente de los recursos.                      | ARI07 |



| Nombre del Artículo | Nombre del Modelo | Variables definidas con respecto al enunciado del alcance del proyecto |  |   |   |          |  |               |          |                |   | Variables relacionadas a la identificación de los riesgos del proyecto |   |
|---------------------|-------------------|--|--|---|---|----------|--|---------------|----------|----------------|---|--|---|
|                     |                   | Expectativas de los Stakeholders                                       |  | Definición, secuenciación y programación de actividades |   | Recursos |  | Adquisiciones |          | Comunicaciones |   | Cód.   | Variable                                |
|                     |                   | Cód.   | Variable   | Cód.  | Variable  | Cód.     | Variable                                       | Cód.          | Variable | Cód.           | Variable  | Cód.   | Variable                                |
|                     |                   | QST05  | Mecanismos de dirección basados en las normas.     | QAC03   | Aseguramiento de la calidad de la construcción.                     | QR05     | Aseguramiento de la calidad de los materiales. |               |          | QC02           | Desarrollo de comunicaciones de manera imparcial e independiente. | QR101  | Supervisión de la protección ambiental. |
|                     |                   | QST06  | Obedecimiento de códigos y normas de construcción. | QAC04   | Construcción de acuerdo con los estándares de calidad y las normas. |          |  |               |          |                |   |  |   |
|                     |                   |  |  | QAC05   | Atención por la calidad de los procesos.                            |          |  |               |          |                |   |  |   |
|                     |                   |  |  | QAC06   | Toma de decisiones basadas en factibilidad técnica del proyecto.    |          |  |               |          |                |   |  |   |

Fuente: elaboración propia a partir de González & Rueda (2020, p. 19).

**Tabla 6.** Matriz de identificación de variables en artículos científicos. Parte 6 de 6.

| Nombre del Artículo  | Nombre del Modelo   | Variables definidas con respecto al enunciado del alcance del proyecto |  |   |  |          |  |               |          |                |          | Variables relacionadas a la identificación de los riesgos del proyecto |          |          |          |  |  |
|--|---|--|--|---|--|----------|--|---------------|----------|----------------|----------|--|----------|----------|----------|--|--|
|  |   | Expectativas de los Stakeholders                                       |  | Definición, secuenciación y programación de actividades |  | Recursos |  | Adquisiciones |          | Comunicaciones |          | Cód.   | Variable |          |          |  |  |
|  |   | Cód.   | Variable   | Cód.  | Variable   | Cód.     | Variable                                     | Cód.          | Variable | Cód.           | Variable |  |          |          |          |  |  |
| 9. Sustainable Delivery of Megaprojects in Iran: Integrated Model of Contextual Factors that affect sustainable delivery of megaprojects. Factor (Hosseini, Banhashemi, Martek, Golizadeh, & Ghodousi, 2018). Número de citas: 11. | Triple Línea Base / Indicadores de Desarrollo Sostenible (Proyectos de Infraestructura) | SST09  | Apoyo de cultura organizacional a gestión de proyectos sostenible. |   |  |          |  |               |          |                | SC02     | Variable   | SC02     | Variable |          |  |  |
|  |   |  |  |   |  |          |  |               |          |                |          | SC03   | Variable | SC03     | Variable |  |  |
|  | Calidad / métricas  |  |  | QAC07   | Definición completa de alcance y restricciones del proyecto. | QR06     | Formación del equipo basada en competencias. |               |          |                |          |  |          |          |          |  |  |
|  |   |  |  | QAC08   | Implementación de un régimen de planeación estratégica.      |          |  |               |          |                |          |  |          |          |          |  |  |

| Nombre del Artículo  | Nombre del Modelo   | Variables definidas con respecto al enunciado del alcance del proyecto |  |   |          |          |          |               |          |                |          |      |          | Variables relacionadas a la identificación de los riesgos del proyecto |          |       |   |
|--|---|--|--|---|----------|----------|----------|---------------|----------|----------------|----------|------|----------|--|----------|-------|---|
|  |   | Expectativas de los Stakeholders                                       |  | Definición, secuenciación y programación de actividades |          | Recursos |          | Adquisiciones |          | Comunicaciones |          | Cód. | Variable | Cód.   | Variable |       |   |
| 10. Exploring the relationship between sustainability and project success - conceptual model and expected relationships (Silvius & Schipper, 2016).<br>Número de citas: 8. | Triple Línea Base / Indicadores de Desarrollo Sostenible (Proyectos de Infraestructura) | Sociales   |  | Cód.  | Variable | Cód.     | Variable | Cód.          | Variable | Cód.           | Variable | Cód. | Variable | Cód.   | Variable |       |   |
|  |   | SST10  | Consideración de los intereses sociales y ambientales de stakeholders. |   |          |          |          |               |          |                |          |      | SC04     | Suministro de información clara, a tiempo y relevante a stakeholders.  |          |       |   |
|  |   | Ambientales  |  | Cód.  | Variable | Cód.     | Variable | Cód.          | Variable | Cód.           | Variable | Cód. | Variable | Cód.   | Variable |       |   |
|  |   | SST11  | Consideración de los aspectos locales y globales del Proyecto.         |   |          |          |          |               |          |                |          |      |          |  |          |       |   |
|  |   | Ambientales  |  |   |          |          |          |               |          |                |          |      |          |  |          | AR108 | Prevención de generación y reducción de residuos.             |
|  |   | Calidad / métricas   |  |   |          |          |          |               |          |                |          |      |          |  |          |       |   |
|  |   |  |  |   |          |          |          |               |          |                |          |      |          |  |          | QR102 | Consideración de impactos a corto y largo plazo del proyecto. |
|  |   |  |  |   |          |          |          |               |          |                |          |      |          |  |          | QR103 | Reducción de riesgos de calidad.                              |

Fuente: elaboración propia a partir de González & Rueda (2020, p. 20).

En las anteriores tablas, González & Rueda (2020) recopilan las variables definidas en artículos científicos que tienen como propósito desarrollar modelos para integrar en los procesos de la gestión de proyectos, indicadores de desarrollo sostenible vinculados a métricas de calidad. Los artículos seleccionados tenían que cumplir los siguientes requisitos: documentos revisados por pares; incorporar las tres dimensiones de la sostenibilidad (económica, social y ambiental); estudiar el concepto de desarrollo sostenible en el ámbito de la gestión de proyectos; e incluir resultados fruto de una investigación empírica, por métodos cualitativos (ej. entrevistas) o cuantitativos (ej. cuestionarios). Asimismo, González & Rueda (2020) tomaron en cuenta únicamente los artículos elaborados en los últimos 15 años, al argumentar la reciente creación de los indicadores de desarrollo sostenible (IISD, 2005). Además, se aproximan a la afirmación que realizan Silvius & Schipper (2014), quienes confirman que la atención sobre la sostenibilidad en los procesos de la gestión de proyectos es aún un campo de investigación naciente. Por último, se organizaron los artículos en orden descendente con respecto al número de citas que se encontraron en las bases de datos de Scopus y Web of Science (González & Rueda, 2020).

Las variables determinadas en las Tablas 1 a 6 serán estudiadas en este capítulo mediante análisis factorial, para establecer la relación que existe entre indicadores de desarrollo sostenible y calidad en proyectos del sector de la construcción, para cada una de las siguientes categorías: expectativas de los *stakeholders*, definición, secuenciación y programación de actividades, recursos, adquisiciones, comunicaciones e identificación de los riesgos del proyecto (González & Rueda, 2020).

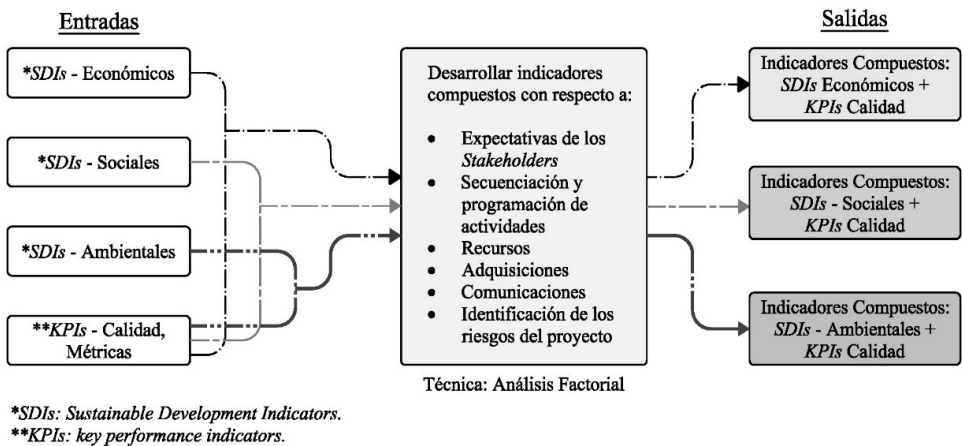
### **3. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Definición de modelo conceptual**

Con base en las Tablas 1 a 6, en las que González & Rueda (2020) determinan a modo de variables de estudio indicadores de desarrollo sostenible y métricas de calidad (categorías vinculadas tanto al enunciado del alcance del proyecto como a la valoración de riesgos), se realiza

el diseño de un cuestionario con el propósito de identificar, mediante consulta a la comunidad experta, cómo se vinculan estas variables.

Por otra parte, las relaciones entre las variables se establecen mediante análisis factorial al seguir la estructura de entradas y salidas del diagrama de flujo expuesto en la Figura 1: modelo conceptual para la identificación de la relación entre las variables de estudio.



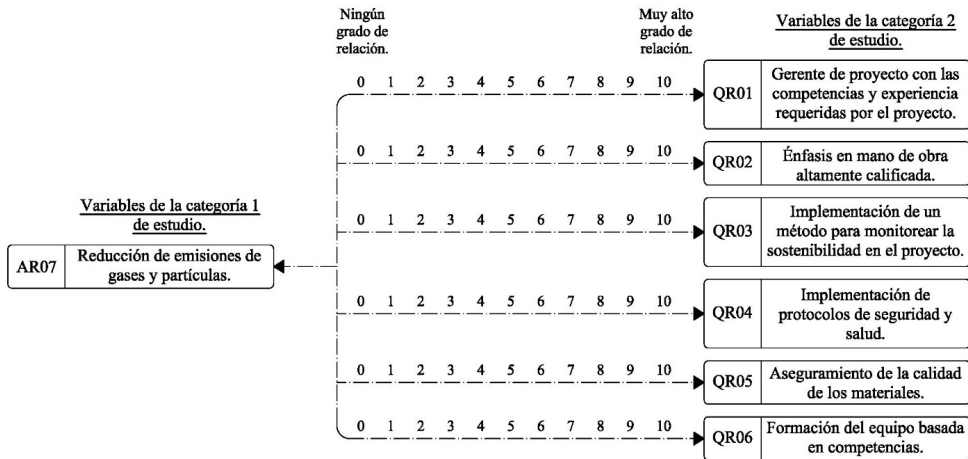
**Fig. 1:** Modelo conceptual para la identificación de la relación entre las variables de estudio.

Fuente: elaboración propia.

### 3.2 Diseño de instrumento para consulta de expertos

El cuestionario de investigación está constituido por preguntas cerradas. Al comienzo de cada sección se encuentran enunciados que corresponden a Indicadores de Desarrollo Sostenible o SDIs – *Sustainable Development Indicators* (variables de la categoría 1 de estudio), con los que el experto podía establecer su grado de relación con ciertos Indicadores Clave de Rendimiento o KPIs - Key Performance Indicators de calidad (variables de la categoría 2) ubicados a continuación. El objetivo de cada sección era responder la siguiente pregunta: ¿Cuál es el grado de relación de cada enunciado con las variables que conforman las opciones de respuesta? La calificación se realizó mediante una escala de 0 a 10. Entonces 0 es igual a ningún grado de relación y 10 muy alto grado de relación. La validación del instrumento de investigación se realizó

con la participación de 10 gerentes de proyectos con una experiencia promedio de diez años, que además finalizaron un curso en gestión de proyectos con enfoque sostenible. De esta manera, para cada variable de las consignadas en las Tablas 1 a 6, los encuestados podían evaluar su grado de relación con otras variables, en una escala de percepción de 0 a 10, que a modo de ejemplo se expone a continuación en la Figura 2.



**Fig. 2:** Evaluación del grado de relación entre variables de estudio.

Fuente: elaboración propia.

Después de realizar la validación del contenido del cuestionario, se realizaron ajustes según lo recomendado por Netemeyer, Bearden & Sharma (2003). A su vez, la consulta de expertos fue realizada online mediante la aplicación de encuestas por la herramienta Google Forms.

### 3.3 Expertos consultados

Con el propósito de establecer la relación entre las variables estudiadas (indicadores de desarrollo sostenible e indicadores clave de rendimiento de calidad), de manera que aborde una percepción holística acerca de la gestión de proyectos sostenible en el ámbito de la construcción (Silvius & Schipper, 2014), se realizó la consulta de expertos a investigadores científicos y profesionales, vinculados a los campos de conocimiento de la gestión de proyectos y a la sostenibilidad (de manera conjunta), en tres continentes diferentes. A continuación, se hace referencia a los expertos consultados y su situación geográfica en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Descripción de perfiles de expertos consultados.

| <b>Perfil de experto</b>   | <b>País de residencia</b> |
|--|---------------------------|
| Ph. D. en Gestión de Proyectos, Magíster en Estudios Sociales, Ingeniería informática, certificada en OPM3® y PMP® del PMI®. Profesora Investigadora.  | Australia                 |
| Ph. D. en Administración, Magíster en Gestión de Proyectos, Ingeniera industrial. Profesora Investigadora.   | Canadá                    |
| Ph. D. y Magíster en Ingeniería Ambiental, Ingeniero civil. Profesor Investigador.   | Colombia                  |
| Ph. D. en Administración y Gestión de Empresas, MBA, Magíster en Ingeniería Mecánica, Ingeniero mecánico. Director departamento de proyectos.  | Colombia                  |
| Ph. D. en Dirección de Proyectos, MBA, Ingeniero de diseño. Vicerrector Académico.   | Colombia                  |
| Ph. D. (c) en Gerencia de Proyectos, MBA, Magíster en Gerencia Integral de Proyectos, Ingeniero civil, PMP® del PMI®. Director de planeación de entidad pública.   | Colombia                  |
| Postdoctorado en Geografía, Ph. D. en Instituciones, Políticas y Administraciones Regionales, Magíster en Gobernanza y Políticas de Desarrollo, Magíster en Geografía de Países Emergentes y en Desarrollo, Economista. Profesor Investigador. | Colombia                  |
| Ph. D. en Investigación Ambiental, Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ingeniera agrónoma. Profesora Investigadora.  | Colombia                  |
| Ph. D. y Magíster en Dirección de Organizaciones. Ingeniero de Sistemas. Profesor Investigador.  | Colombia                  |
| Ph. D. en Automática, Robótica e Informática Industrial, Magíster en Automática e Informática Industrial, Magíster en Tecnología Energética para el Desarrollo Sostenible, Ingeniero mecatrónico. Profesor Investigador.                       | Colombia                  |
| Ph. D. (c) en Ingeniería Informática, Magíster en Gestión de Proyectos, Ingeniero informático. Ganador del premio a prácticas sostenibles del Green Project Management. Gerente de programa de transición y sostenibilidad energética.         | Holanda                   |
| Ph. D. en Ciencias de la Tecnología, Magíster e Ingeniera ambiental. Directora de instituto de investigación en ingeniería ambiental.  | Lituania                  |

Fuente: elaboración propia.

### 3.4 Análisis de los datos

La información recolectada en las encuestas fue analizada mediante estadística descriptiva y análisis factorial exploratorio. Según Hair, Black, Babin, & Anderson (2006), el análisis factorial es un método estadístico de tipo multivariado, que tiene el propósito de determinar estructuras latentes a partir de una matriz de datos. Esto permite analizar la estructura

de las posibles relaciones entre variables y, a su vez, definir el conjunto de dimensiones subyacentes a la que se le denomina factores.

Por lo anterior, la herramienta estadística multivariada que permitió estudiar la relación que existe entre variables latentes y observadas es la modelación de ecuaciones estructurales o *structural equation modeling* – *SEM* (Hair et al, 2006). Asimismo, en este documento se utilizó la fundamentación teórica de los modelos referenciados, con el propósito de cimentar la posible integración de indicadores.

Es posible definir dos tipos de modelos sobre las ecuaciones estructurales (Finger & Dixon, 1989); los que involucran únicamente variables observadas o *path analysis* y aquellos que combinan variables observadas y latentes: análisis factorial confirmatorio y modelo estructural. Su diferencia radica en que, en el primer caso, se estima la correlación entre las variables latentes, mientras que, en el segundo, se procura estimar, además, su asociación, relaciones entre ellas y la conformación de nuevos factores que permiten interpretar el comportamiento conjunto. Como se observará a lo largo del texto, este análisis se encuentra basado en el segundo tipo de modelo. De esta forma, se utilizan análisis de componentes principales multietápicas, con el objetivo de obtener resultados en las diferentes etapas del proceso, para aprovechar la riqueza de sus relaciones. El análisis fue realizado con los programas SPSS y R.

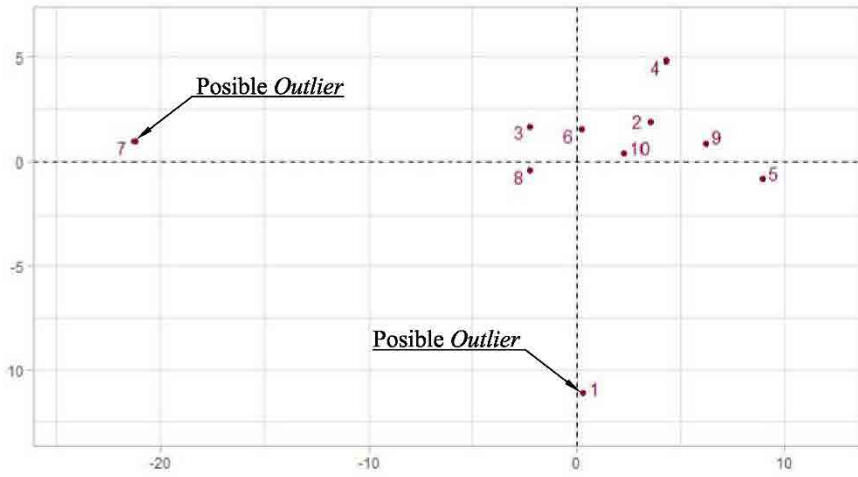
## 4. RESULTADOS

### 4.1 Validación del instrumento

#### 4.1.1 Determinación de posibles outliers

Al seguir las recomendaciones de Norman (2010), con el propósito de identificar inconsistencias acerca de las preguntas del cuestionario, se procedió a identificar *outliers* mediante el análisis de las respuestas dadas por los individuos. Como se observa en la Figura 3, entre los 10 gerentes de proyectos encuestados para la validación del instrumento se detectaron 2 posibles *outliers*, los individuos 1 y 7.

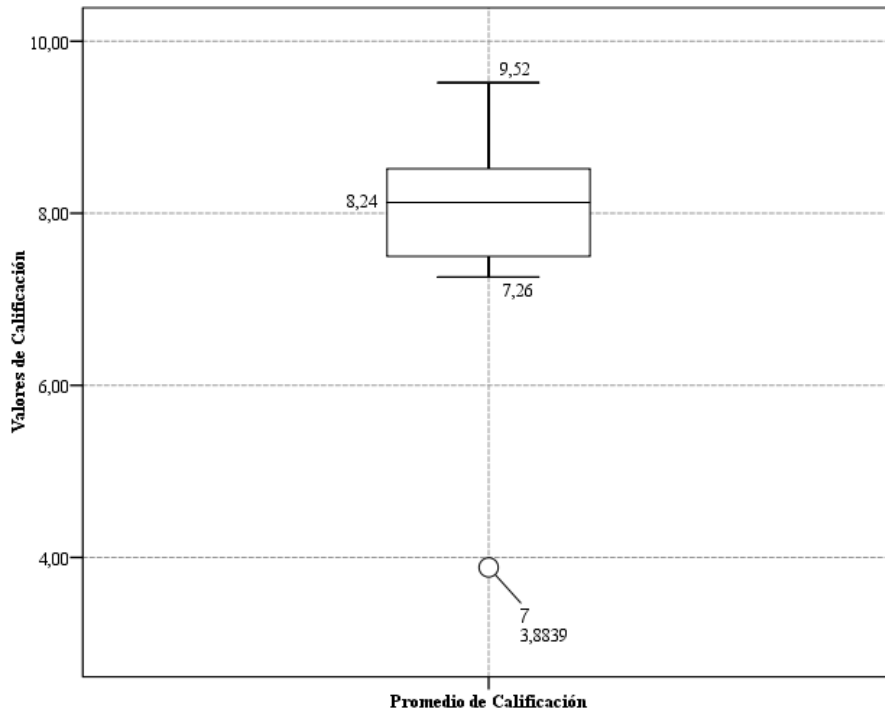




**Fig. 3:** Identificación de posibles outliers.

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, al desarrollar el diagrama de cajas de la Figura 4 con base en los promedios de las calificaciones dadas por los gerentes de proyectos, se pudo confirmar que el individuo 7 es un *outlier*. Mientras que el promedio de calificaciones de 9 individuos está entre 7,26 y 9,52, la calificación promedio del individuo 7 es de 3,88.

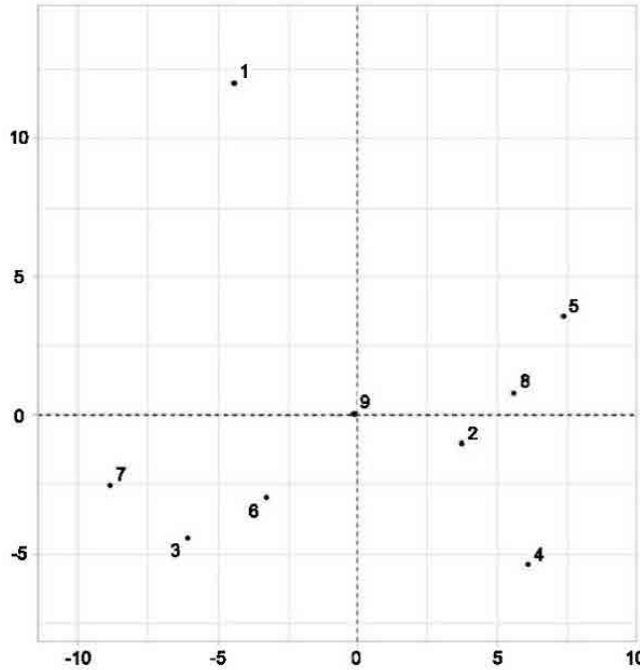


**Fig. 4:** Diagrama de cajas, confirmación de outlier.

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2 Test de fiabilidad mediante Alpha de Cronbach

Una vez descartadas las respuestas del individuo corroborado *outlier*, se realizó el análisis de fiabilidad con el *Alpha* de *Cronbach*, que dio como resultado una confianza del cuestionario de investigación de 0,96. Asimismo, como se expone en la Figura 5, se puede evidenciar la diferencia en la tendencia de las opiniones con respecto a las respuestas dadas por 9 gerentes de proyectos, sobre las que se aplicó la prueba de fiabilidad. Esto corrobora que las preguntas no están condicionadas y permiten captar la particularidad de los puntos de vista de los encuestados (Tavakol & Dennick, 2011).



**Fig. 5:** Proyección de individuos.  
Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.3 Análisis del coeficiente de variación de las preguntas

Al seguir las recomendaciones de Tavakol & Dennick (2011), se asumió media unidad por encima del promedio de calificación más bajo de 6,8. Así, se tomó en cuenta como calificación mínima de referencia 7,3 y un coeficiente de variación mayor al 40%, con el propósito de identificar aquellas preguntas que requerían una revisión de sus enunciados, en razón a que el promedio de su calificación era menor a 7,3 y su coeficiente de variación mayor al 40%. Como se observa en la Figura 6, la pregunta identificada tiene una calificación de 7,1 y un coeficiente de variación del 45%. Esta pregunta fue ajustada con el apoyo de los gerentes de proyectos consultados que le otorgaron la calificación más baja.

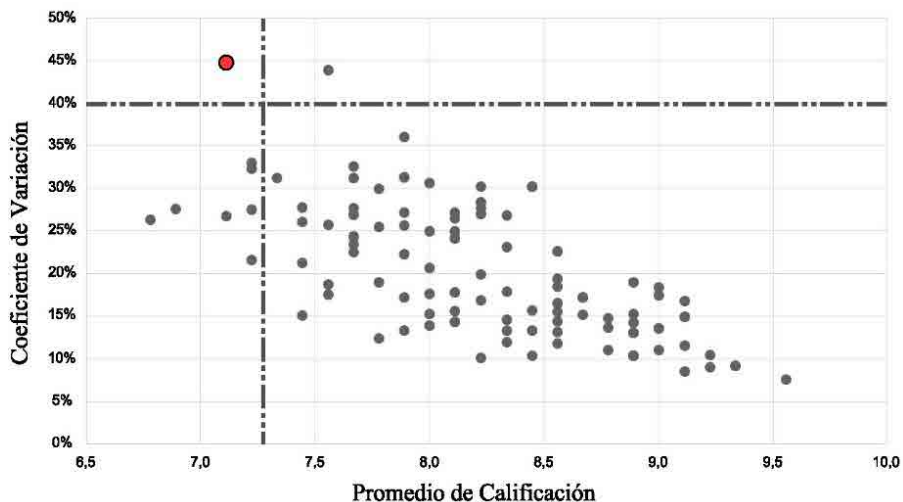
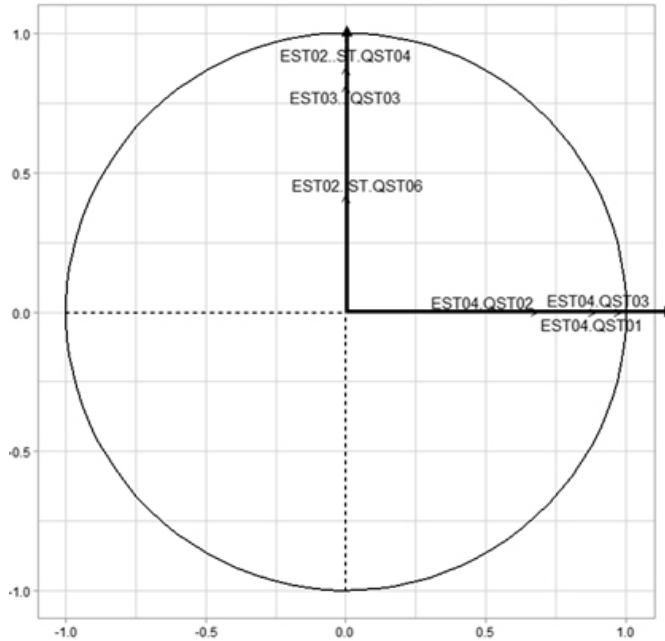


Fig. 6: Análisis del coeficiente de variación.

Fuente: elaboración propia.

## 4.2 Identificación de factores

Al realizar el análisis de componentes principales se obtuvieron dos productos iniciales sobre los cuales se determinó la relación entre las variables de la categoría 1 de estudio (Indicadores de Desarrollo Sostenible o *SDIs – Sustainable Development Indicators*) con las variables de la categoría 2 (Indicadores Clave de Rendimiento o *KPIs - Key Performance Indicators de calidad*). El primer producto corresponde al plano de correlaciones múltiples, que permite identificar los grupos de factores. El segundo producto corresponde a las fórmulas que expresan la relación entre variables (de esta manera se conforman indicadores compuestos) y sus pesos ponderados dentro de cada factor inicialmente identificado. A modo de ejemplo, a continuación, en la Figura 7 se expone el plano de correlaciones múltiples con los factores resultantes (evidentes en los ejes X y Y) del componente económico, para la categoría expectativas de los *stakeholders*. De esta misma manera, se identificaron los factores vinculados a cada categoría.



**Fig. 7:** Plano de correlaciones múltiples.

Fuente: elaboración propia.

## 4.2.1 Factores de las expectativas de los stakeholders

### 4.2.1.1 Factores económicos de las expectativas de los stakeholders

$$\text{Factor } 1_{EST} = \text{EST04.QST01} * 35.6 + \text{EST04.QST02} * 21.1 + \text{EST04.QST03} * 43.3 \quad (1)$$

$$\text{Factor } 2_{EST} = \text{EST02.QST04} * 47.9 + \text{EST02.QST06} * 10.8 + \text{EST03.QST03} * 41.2 \quad (2)$$

El Factor 1 está conformado por el *SDI* generación de empleo en el contexto local (EST04) vinculado a los *KPIs* de calidad: cumplimiento de los requisitos legales (QST01), definición de objetivos al cumplir las expectativas de los stakeholders (QST02) y promoción de requisitos de sostenibilidad (QST03), en los que predomina la relación fundada en la generación de empleo con requisitos de sostenibilidad promovidos por la organización responsable del proyecto. Por otro lado, en el Factor 2 se presentó un peso ponderado similar en las relaciones: comportamiento

ético en los negocios (EST02) con definición del alcance que considera directrices corporativas de sostenibilidad (QST04) y gestión de la innovación (EST03) con promoción de requisitos de sostenibilidad (QST03). Este último *KPI* es común para ambos factores. Indica que la gestión de la sostenibilidad económica de los *stakeholders* demanda establecer requisitos de sostenibilidad en el proyecto.

#### 4.2.1.2 Factores sociales de las expectativas de los stakeholders

$$\text{Factor } 3_{SST} = \text{SST02.QST03} \cdot \mathbf{20} + \text{SST05.QST01} \cdot \mathbf{20} + \text{SST05.QST04} \cdot \mathbf{20} + \text{SST05.QST05} \cdot \mathbf{20} + \text{SST11.QST05} \cdot \mathbf{20} \quad (3)$$

$$\text{Factor } 4_{SST} = \text{SST01.QST04} \cdot \mathbf{11} + \text{SST04.QST02} \cdot \mathbf{21} + \text{SST06.QST02} \cdot \mathbf{14} + \text{SST09.QST02} \cdot \mathbf{16} + \text{SST09.QST03} \cdot \mathbf{13} + \text{SST09.QST04} \cdot \mathbf{24} \quad (4)$$

El SDI compromiso con la entrega sostenible del proyecto (SST05) presenta mayor presencia en el Factor 3 y está igualmente vinculado con los KPIs: cumplimiento de los requisitos legales (QST01), definición del alcance al considerar directrices corporativas de sostenibilidad (QST04) y mecanismos de dirección basados en las normas (QST05). En el Factor 4, los *SDIs* con mayor ponderación son: compromiso del cliente con las necesidades de otros stakeholders (SST04), vinculado a definición de objetivos para cumplir las expectativas de los stakeholders (QST02) y apoyo de cultura organizacional a gestión de proyectos sostenible (SST09), con definición del alcance al considerar directrices corporativas de sostenibilidad. En el Factor 3 se insiste en la gestión de *stakeholders* guiada por el seguimiento de normas y leyes. En el Factor 4 se confirma la relación que existe entre el compromiso del cliente y patrocinador con la definición de los objetivos y el alcance del proyecto conforme a directrices corporativas basadas en la sostenibilidad.

#### 4.2.1.3 Factores ambientales de las expectativas de los stakeholders

$$\text{Factor } 5_{AST} = \text{AST02.QST01} \cdot \mathbf{33.3} + \text{AST02.QST03} \cdot \mathbf{33.3} + \text{AST02.QST06} \cdot \mathbf{33.3} \quad (5)$$

$$\text{Factor } 6_{AST} = \text{AST01.QST01} \cdot \mathbf{39.7} + \text{AST01.QST02} \cdot \mathbf{28.9} + \text{AST01.QST03} \cdot \mathbf{31.2} \quad (6)$$

El Factor 5 está dominado por el *SDI* protección de los espacios de las comunidades locales (AST02), relacionado de igual manera a los *KPIs*: cumplimiento de los requisitos legales (QST01), promoción de requisitos de sostenibilidad (QST03) y obediencia de los códigos y las normas de construcción (QST06). Por otro lado, el *SDI* Protección de la biodiversidad, la fauna, la flora y el respeto por áreas protegidas (AST01) está mayormente vinculado al *KPI* cumplimiento de los requisitos legales. Por lo anterior, se puede deducir que la relación entre el proyecto con los territorios, respecto a las comunidades locales y los ecosistemas, debe responder a los requisitos establecidos en marcos legales y normativos respecto a los procesos de construcción.

#### 4.2.1.4 Factores totales vinculados a las expectativas de los stakeholders

$$\text{Factor Total } 1_{\text{Stakeholders}} = \text{Factor } 2_{\text{EST}} * 2.22 + \text{Factor } 3_{\text{SST}} * 48.8 + \text{Factor } 5_{\text{AST}} * 48.8 \quad (7)$$

$$\text{Factor Total } 2_{\text{Stakeholders}} = \text{Factor } 1_{\text{EST}} * 36.6 + \text{Factor } 4_{\text{SST}} * 13.1 + \text{Factor } 6_{\text{AST}} * 50.1 \quad (8)$$

Los factores 3 del componente social y 5 del ambiental representan un 97.6% de la ponderación del Factor Total 1. Por otra parte, el Factor 6, que también pertenece al componente ambiental, corresponde al mayor peso del Factor Total 2. Se puede inferir que los componentes sociales y ambientales dominan la orientación de la sostenibilidad con respecto al cumplimiento de las expectativas de los *stakeholders* más que el componente económico en su visión conjunta.

### 4.2.2 Factores de la definición, secuenciación y programación de actividades

#### 4.2.2.1 Factores económicos de la definición, secuenciación y programación de actividades

$$\text{Factor } 7_{\text{EAC}} = \text{EST01.QAC01} * 30.2 + \text{EST01.QAC02} * 33.7 + \text{EST01.QAC03} * 7.5 + \text{EST01.QAC05} * 28.5 \quad (7)$$

$$\text{Factor } 8_{EAC} = \text{EST02.QAC01} * \mathbf{38.1} + \text{EST02.QAC06} * \mathbf{11.9} + \text{EST02.QAC08} * \mathbf{50} \quad (8)$$

El *SDI* beneficios financieros por buenas prácticas sociales y ambientales (EST01) domina el Factor 7, vinculado de manera similar a los *KPIs*: la revisión y aceptación de procesos y entregables implica el logro de objetivos de sostenibilidad (QAC01), los procesos de entrega del proyecto deben cumplir con requisitos de sostenibilidad (QAC02) y atención por la calidad de los procesos (QAC05). Se puede deducir que los beneficios financieros del proyecto están condicionados a que las actividades del proyecto cumplan requisitos de sostenibilidad. Además, el Factor 8 está liderado por el *SDI* comportamiento ético en los negocios (EST02), vinculado más estrechamente al *KPI* implementación de un régimen de planeación estratégica (QAC08). Por este motivo, el comportamiento ético está asociado a que los planes de gestión de proyectos de construcción incluyan requisitos de sostenibilidad y se evidencie que se cumplen.

#### 4.2.2.2 Factores sociales de la definición, secuenciación y programación de actividades

$$\text{Factor } 9_{SAC} = \text{SST03.QAC04} * \mathbf{12.2} + \text{SST03.QAC05} * \mathbf{11.9} + \text{SST03.QAC06} * \mathbf{12.8} + \text{SST03.QAC07} * \mathbf{13.6} + \text{SST03.QAC08} * \mathbf{8.8} + \text{SST06.QAC06} * \mathbf{14.2} + \text{SST06.QAC08} * \mathbf{14.2} + \text{SST08.QAC04} * \mathbf{12} \quad (9)$$

$$\text{Factor } 10_{SAC} = \text{SST09.QAC01} * \mathbf{25} + \text{SST09.QAC02} * \mathbf{25} + \text{SST09.QAC03} * \mathbf{25} + \text{SST09.QAC06} * \mathbf{25} \quad (10)$$

En el Factor 9, el cumplimiento de los compromisos con los stakeholders (SST03) es el *SDI* con mayor presencia, vinculado con una mayor ponderación al *KPI* definición completa de alcance y restricciones del proyecto (QAC07). Seguido por el *SDI* compromiso del patrocinador con la sostenibilidad (SST06), relacionado en iguales proporciones a los *KPIs*: toma de decisiones basadas en factibilidad técnica del proyecto (QAC06) e implementación de un régimen de planeación estratégica (QAC08). Se puede deducir que para cumplir con los compromisos con los stakeholders acerca de la sostenibilidad del proyecto, es necesario



que las decisiones del proyecto se tomen conforme al plan de gestión y a valoraciones técnicas.

Por otro lado, el Factor 10 está direccionado por el *SDI* apoyo de cultura organizacional a gestión de proyectos sostenible (SST09), relacionado en igual proporción a los *KPIs*: la revisión y aceptación de procesos y entregables implica el logro de objetivos de sostenibilidad (QAC01), los procesos de entrega del proyecto deben cumplir con requisitos de sostenibilidad (QAC02), aseguramiento de la calidad de la construcción (QAC03) y toma de decisiones basadas en la factibilidad técnica del proyecto. En este último factor se reconoce el aseguramiento de la calidad como herramienta para guiar el desarrollo e implementación de sistemas de calidad, respecto a cumplir requisitos de sostenibilidad conforme a los compromisos adquiridos por la organización constructora.

#### 4.2.2.3 Factores ambientales de la definición, secuenciación y programación de actividades

$$Factor11_{AAC} = AST02.QAC01*33.7 + AST02.QAC02*38.6 + AST02.QAC04*27.6 \quad (11)$$

$$Factor12_{AAC} = AST01.QAC01*33.8 + AST01.QAC02*36.1 + AST01.QAC05*30 \quad (12)$$

La protección de los espacios de las comunidades locales (AST02) es el *SDI* presente en el Factor 11, relacionado a los *KPIs*: la revisión y aceptación de procesos y entregables implica el logro de objetivos de sostenibilidad (QAC01) y los procesos de entrega del proyecto deben cumplir con requisitos de sostenibilidad (QAC02) en proporciones similares. Asimismo, sucede con estos dos *KPIs* en el Factor 12: protección de la biodiversidad, la fauna, la flora y el respeto por áreas protegidas (AST01), que también está vinculado con un peso ponderado similar al *KPI* atención por la calidad de los procesos (QAC05). De modo que la conservación de los territorios, en sus dimensiones poblacional y ecosistémica, está basada en que los procesos de entrega del proyecto cumplan con objetivos y requisitos de sostenibilidad, al garantizar su seguimiento mediante actividades de monitoreo y control con herramientas de calidad como las métricas.

#### 4.2.2.4 Factores totales de la definición, secuenciación y programación de actividades

$$\text{Factor Total } 3_{\text{Actividades}} = \text{Factor } 7_{\text{EAC}} * 35.7 + \text{Factor } 9_{\text{SAC}} * 17.2 + \text{Factor } 12_{\text{AAC}} * 47 \quad (13)$$

$$\text{Factor Total } 4_{\text{Actividades}} = \text{Factor } 8_{\text{EAC}} * 50 + \text{Factor } 11_{\text{AAC}} * 50 \quad (14)$$

Los factores 7 del componente económico y 12 del componente ambiental representan el 82.7% de la ponderación del Factor Total 3. De manera similar, aunque más contundente se da la ponderación de la misma categoría de los dos anteriores componentes en el Factor Total 4, que corresponden al 100% de este factor. Se puede argumentar que los beneficios financieros obtenidos en el proyecto dependen en gran medida de que las actividades del proyecto cumplan requisitos de sostenibilidad, mediante la protección de los territorios con base en el cumplimiento de los compromisos adquiridos con las comunidades locales y la conservación de la integridad de los ecosistemas. Todo lo anterior está basado en que las actividades del proyecto cumplan con objetivos y requisitos de sostenibilidad, garantizados por procesos de seguimiento y control mediante herramientas de calidad.

### 4.2.3 Factores de los recursos

#### 4.2.3.1 Factores económicos de los recursos

$$\text{Factor } 13_{\text{ER}} = \text{ER01.QR01} * 50 + \text{ER01.QR03} * 50 \quad (15)$$

El SDI liderazgo basado en la sostenibilidad al tomar en cuenta escasez de recursos (ER01) conforma el Factor 13 relacionado con los KPIs: gerente de proyecto con las competencias y experiencia requeridas por el proyecto (QR01) e implementación de un método para monitorear la sostenibilidad en el proyecto (QR03). Se deduce que liderar la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción implica un gerente con conocimientos sobre los principios de desarrollo sostenible, para que a su vez pueda interpretar los resultados de las actividades en las que se procura evitar la producción de desperdicios durante su realización<sup>3</sup>.

3 RAE define desperdicio como: “Residuo de lo que no se puede o no es fácil aprovechar o se deja de utilizar por descuido” (RAE, 2020).

#### 4.2.3.2 Factores sociales de los recursos

$$\text{Factor}14_{SR} = \text{SR03.QR01} * \mathbf{14,3} + \text{SR03.QR02} * \mathbf{14,3} + \text{SR03.QR03} * \mathbf{14,3} + \text{SR03.QR06} * \mathbf{14,3} + \text{SR05.QR02} * \mathbf{14,2} + \text{SR05.QR06} * \mathbf{14,2} + \text{SR06.QR02} * \mathbf{14,2} \quad (14)$$

$$\text{Factor}15_{SR} = \text{SR02.QR03} * \mathbf{14,8} + \text{SR02.QR06} * \mathbf{24,3} + \text{SR07.QR02} * \mathbf{33,9} + \text{SR07.QR06} * \mathbf{26,9} \quad (15)$$

El *SDI* creación de roles y responsabilidades en la organización con respecto al proyecto (SR03) tiene la mayor presencia en el Factor 14 y está vinculado en una misma proporción a los *KPIs*: gerente de proyecto con las competencias y experiencia requeridas por el proyecto (QR01), énfasis en mano de obra altamente calificada (QR02), implementación de un método para monitorear la sostenibilidad en el proyecto (QR03) y formación del equipo basada en competencias (QR06). En el Factor 15 el *SDI* reclutamiento basado en la no discriminación por edad, género u origen étnico (SR07) vinculado al *KPI* Implementación de un método para monitorear la sostenibilidad en el proyecto (QR03) presentan la mayor ponderación. Se infiere que la asignación de responsabilidades en el proyecto por parte de la organización debe estar basado en la no discriminación y sí en las competencias. A su vez, estas asignaciones deben ser monitoreadas como parte de las herramientas de seguimiento a la gestión sostenible del proyecto.

#### 4.2.3.3 Factores ambientales de los recursos

$$\text{Factor}16_{AR} = \text{AR02.QR01} * \mathbf{10} + \text{AR02.QR02} * \mathbf{10} + \text{AR02.QR03} * \mathbf{10} + \text{AR02.QR05} * \mathbf{10} + \text{AR02.QR06} * \mathbf{10} + \text{AR09.QR01} * \mathbf{10} + \text{AR09.QR02} * \mathbf{10} + \text{AR09.QR03} * \mathbf{10} + \text{AR09.QR05} * \mathbf{10} + \text{AR09.QR06} * \mathbf{10} \quad (16)$$

$$\text{Factor}17_{AR} = \text{AR01.QR03} * \mathbf{9,1} + \text{AR01.QR06} * \mathbf{9,6} + \text{AR01.QR05} * \mathbf{4,9} + \text{AR06.QR03} * \mathbf{11,7} + \text{AR08.QR02} * \mathbf{11,6} + \text{AR08.QR03} * \mathbf{13,2} + \text{AR08.QR04} * \mathbf{14,9} + \text{AR08.QR05} * \mathbf{11,6} + \text{AR08.QR06} * \mathbf{13,1} \quad (17)$$

En el Factor 16 los *SDIs* reducción del consumo de agua (AR02) y uso eficiente de los recursos (AR09) están vinculados con una misma ponderación a los *KPIs*: gerente de proyecto con las competencias y

experiencia requeridas por el proyecto (QR01), énfasis en mano de obra altamente calificada (QR02), implementación de un método para monitorear la sostenibilidad en el proyecto (QR03), aseguramiento de la calidad de los materiales (QR05) y formación del equipo basada en competencias (QR06). En el Factor 17, la relación entre el *SDI* reducción de niveles de ruido y vibraciones (AR08) con el *KPI* implementación de protocolos de seguridad y salud (QR04) presenta el mayor peso. Se puede deducir que la gestión sostenible de los recursos en los proyectos de construcción, con respecto al uso eficiente los mismos y la reducción de las molestias en los contextos de trabajo, se relaciona con proveer a un equipo de proyecto las competencias y herramientas para el aseguramiento de la calidad de las actividades de obra.

#### 4.2.3.4 Factores totales de los recursos

$$\text{Factor Total } 5_{\text{Recursos}} = \text{Factor } 13_{\text{ER}} * 33.3 + \text{Factor } 14_{\text{SR}} * 33.3 + \text{Factor } 16_{\text{AR}} * 33.3 \quad (18)$$

$$\text{Factor Total } 6_{\text{Recursos}} = \text{Factor } 17_{\text{AR}} \quad (19)$$

Los factores económicos, sociales y ambientales de la sostenibilidad en el Factor Total 5 tienen un mismo peso. Por otra parte, el Factor Total 6 está conformado solo por un factor de carácter ambiental. Se puede afirmar que la gestión sostenible de recursos en proyectos de construcción está mayormente enlazada con asignar responsabilidades a un gerente con conocimientos sobre sostenibilidad y un equipo de proyecto seleccionado, de acuerdo al cumplimiento de las competencias requeridas sin discriminación. Esto se consolida mediante la dotación al equipo con herramientas para el aseguramiento de la calidad de las actividades, con el fin de lograr el uso eficiente de los recursos, la disminución de desperdicios y la reducción de las molestias en los ámbitos territoriales en los que se llevan a cabo las actividades.

### 4.2.4 Factores de las adquisiciones

#### 4.2.4.1 Factores económicos de las adquisiciones

$$\text{Factor } 18_{\text{EAD}} = \text{EAD01.QST02} * 33.7 + \text{EAD01.QAD01} * 32.2 + \text{EAD01.QAD02} * 33.9 \quad (20)$$

El Factor 18 está conformado por el *SDI* gestión de las relaciones con proveedores y contratistas (EAD01), relacionado de manera muy similar con los *KPIs*: definición de objetivos, al cumplir con las expectativas de todos los stakeholders (QST02), investigación del portafolio de proveedores, respecto a su récord en la implementación de requisitos de sostenibilidad (QAD01) y el suministro de material, alineado con las estrategias de sostenibilidad del proyecto (QAD02). Se deduce que es necesario involucrar las expectativas de los proveedores en la gestión de los *stakeholders* del proyecto. A su vez, la elección de proveedores, como ocurre con la asignación de responsabilidades al equipo de proyecto, debe estar basada en su capacidad de proveer servicios y materiales al trabajo bajo los parámetros de sostenibilidad establecidos en la definición del alcance del proyecto.

#### 4.2.4.2 Factores sociales de las adquisiciones

$$\text{Factor } 19_{SAD} = \text{SAD01.QAD01} * 50 + \text{SAD01.QAD02} * 50 \quad (21)$$

El *SDI* desarrollo de adquisiciones con prácticas antisoborno y anticorrupción (SAD01) conforma el Factor 19 vinculado a los *KPIs*: investigación del portafolio de proveedores, respecto a su récord en la implementación de requisitos de sostenibilidad (QAD01) y el suministro de material, alineado con las estrategias de sostenibilidad del proyecto (QAD02). De modo que para alcanzar la sostenibilidad en los proyectos de construcción, la elección de proveedores solo puede estar basada en su experiencia y su capacidad para suministrar servicios y materiales de manera sostenible.

#### 4.2.4.3 Factores totales de las adquisiciones

$$\text{Factor Total } 7_{Adquisiciones} = \text{Factor } 18_{EAD} * 50 + \text{Factor } 19_{SAD} * 50 \quad (22)$$

Las adquisiciones presentan factores de carácter económico y social. Ambos reiteran la necesidad de elegir proveedores, basados en su capacidad de proveer servicios y materiales bajo los parámetros de sostenibilidad. Asimismo, este aspecto evita prácticas antisoborno y anticorrupción, ya que la adquisición de suministros debe estar soportada por el récord documentado en su portafolio.

## 4.2.5 Factores de las comunicaciones

### 4.2.5.1 Factores económicos de las comunicaciones

$$\text{Factor } 19_{EC} = EC01.QC01*50 + EC01.QC02*50 \quad (23)$$

El *SDI* gestión de las relaciones con clientes (EC01) está relacionado con los *KPIs*: los reportes presentan explícitamente rendimientos del proyecto comparado con los objetivos de sostenibilidad definidos (QC01) y desarrollo de comunicaciones de manera imparcial e independiente (QC02). Esto implica que las comunicaciones con los clientes deben darse de manera clara y sin manipular los datos del desempeño acerca del trabajo del proyecto con respecto a los temas de la sostenibilidad. Así como también debe existir una actitud ecuaníme frente a los reportes sin intentar ocultar resultados que puedan no ser favorables.

### 4.2.5.2 Factores sociales de las comunicaciones

$$\text{Factor } 20_{SC} = SC02.QST02*12.8 + SC02.QR01*10.4 + SC02.QC02*14.2 + SC04.QAC05*16.4 + SC04.QC01*19.2 + SC04.QC02*24.9 \quad (24)$$

$$\text{Factor } 21_{SC} = SC03.QST02*50 + SC03.QC02*50 \quad (25)$$

En el Factor 20, el *SDI* suministro de información clara, a tiempo y relevante a *stakeholders* (SC04) vinculado a los *KPIs*: los reportes presentan explícitamente rendimientos del proyecto comparado con los objetivos de sostenibilidad definidos (QC01) y desarrollo de comunicaciones de manera imparcial e independiente (QC02) presenta la mayor ponderación. En el Factor 21, el *SDI* esfuerzo por la aceptación pública del proyecto (SC03) está relacionado con los *KPIs*: definición de objetivos al cumplir las expectativas de los *stakeholders* (QST02) y desarrollo de comunicaciones de manera imparcial e independiente. Las comunicaciones con los *stakeholders* deben tener en cuenta sus expectativas respecto al proyecto y no deben ser de manera genérica. Asimismo, implican presentar de manera explícita el grado de cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad acordados para el proyecto.

#### 4.2.5.3 Factores totales de las comunicaciones

$$\text{Factor Total } 8_{\text{Comunicaciones}} = \text{Factor } 19_{\text{EC}} * 46.7 + \text{Factor } 20_{\text{SC}} * 44.5 + \text{Factor } 21_{\text{SC}} * 8.7 \quad (26)$$

En el Factor Total 8 hay más presencia del carácter social que el económico. En todos los casos indica que las comunicaciones se deben realizar basadas en principios de imparcialidad y claridad, al evitar la manipulación de resultados con respecto al grado de consecución de objetivos de sostenibilidad, concertados para el proyecto.

#### 4.2.6 Factores de la identificación de riesgos del proyecto

##### 4.2.6.1 Factores económicos de la identificación de riesgos del proyecto

$$\text{Factor } 22_{\text{ERI}} = \text{ERI02.QAC06} * 20.9 + \text{ERI02.QAC08} * 21.4 + \text{ERI03.QST02} * 7.2 + \text{ERI04.QST02} * 24.1 + \text{ERI04.QRI02} * 24 \quad (27)$$

$$\text{Factor } 23_{\text{ERI}} = \text{ERI01.QR06} * 19.4 + \text{ERI01.QRI02} * 34.6 + \text{ERI01.QRI03} * 36.3 + \text{ERI03.QST02} * 5.2 \quad (28)$$

En el Factor 22 el *SDI* atención del impacto económico en los *stakeholders* (ERI04) relacionado con los *KPIs*: definición de objetivos al cumplir las expectativas de los *stakeholders* (QST02) y consideración de impactos a corto y largo plazo del proyecto (QRI02) presentan la mayor ponderación. El *SDI* aseguramiento de continuidad de funciones críticas a pesar de incidentes graves en la ejecución (ERI01) vinculado a los *KPIs*: consideración de impactos a corto y largo plazo del proyecto y reducción de riesgos de calidad (QRI03) exhiben el mayor peso en el Factor 23. Los riesgos de carácter económico comprenden atender las expectativas de los *stakeholders*, con respecto a los impactos económicos en el territorio, resultado de las actividades de construcción. Igualmente, se reconoce como elemento fundamental evaluar durante el ciclo de vida del proyecto el cumplimiento de los requisitos para disminuir estos riesgos.

##### 4.2.6.2 Factores ambientales de la identificación de riesgos del proyecto

$$\text{Factor } 24_{\text{ARI}} = \text{ARI03.QAC04} * 8.1 + \text{ARI03.QAC05} * 7.8 + \text{ARI03.QAD02} * 6.8 + \text{ARI03.QRI01} * 8.5 + \text{ARI03.QRI02} * 8.5 + \text{ARI06.QAC02} * 4.6 + \text{ARI06.QAC04} * 6.8 + \text{ARI06.QAC05} * 6.1 + \text{ARI06.QAD02} * 6.8 + \text{ARI06.QRI01} * 8.5 + \text{ARI06.QRI02} * 8.5 + \text{ARI06.QRI03} * 36.3 + \text{ARI06.QST02} * 5.2 \quad (29)$$

$$\text{QRI01} * 8.5 + \text{ARI06.QRI02} * 8.5 + \text{ARI08.QAC05} * 8.4 + \text{ARI08.QR03} * 7.3 + \text{ARI08.QR05} * 6.3 + \text{ARI08.QRI01} * 3.8 \quad (29)$$

$$\text{Factor}_{25_{\text{ARI}}} = \text{ARI04.QAC02} * 16.6 + \text{ARI04.QAC05} * 16.6 + \text{ARI04.QRI02} * 16.6 + \text{ARI07.QAC02} * 16.6 + \text{ARI07.QAC05} * 16.6 + \text{ARI07.QRI01} * 16.6 \quad (30)$$

En el Factor 24, la reducción del riesgo de contaminación del agua y el aire (ARI03) es el SDI con más presencia. Está vinculado de manera similar con los KPIs: construcción de acuerdo con los estándares de calidad y las normas (QAC04), atención por la calidad de los procesos (QAC05), supervisión de la protección ambiental (QRI01) y consideración de impactos a corto y largo plazo del proyecto (QRI02). Se deduce que la reducción del riesgo por contaminación de cuencas hidrológicas y del aire está ampliamente relacionado con el seguimiento del cumplimiento de las normas de construcción, soportado por herramientas de supervisión de calidad para la no afectación ambiental.

En el Factor 25, los SDIs reducción del riesgo de contaminación del suelo (ARI04) y reducción del impacto a estructuras ecológicas (ARI07) están igualmente presentes, vinculados a los KPIs: los procesos de entrega del proyecto deben cumplir con requisitos de sostenibilidad (QAC02), atención por la calidad de los procesos (QAC05), supervisión de la protección ambiental y consideración de impactos a corto y largo plazo del proyecto, en iguales proporciones. La reducción de riesgos acerca de las estructuras ecológicas y el suelo dependen de que las actividades de construcción respondan a requisitos de sostenibilidad procedentes de objetivos de protección ambiental para los ámbitos específicos de la ejecución de obras.

#### 4.2.6.3 Factores totales de la identificación de riesgos del proyecto

$$\text{Factor Total } 9_{\text{Riesgo}} = \text{Factor } 22_{\text{ERI}} * 49.6 + \text{Factor } 24_{\text{ARI}} * 9.3 + \text{Factor } 25_{\text{ARI}} * 39.8 \quad (31)$$

$$\text{Factor Total } 10_{\text{Riesgo}} = \text{Factor } 23_{\text{ERI}} * 46.8 + \text{Factor } 24_{\text{ARI}} * 39 + \text{Factor } 25_{\text{ARI}} * 13.9 \quad (32)$$

Mientras que en el Factor Total 9 los componentes económico y ambiental de la sostenibilidad presentan una ponderación similar, en el Factor Total 10, hay ligeramente un mayor peso con el 52.9% del componente ambiental. Se puede afirmar que en la evaluación de riesgos



de proyectos de construcción, unida a los principios de la calidad, existe una atención muy similar a los dos componentes. Los riesgos de carácter económico involucran más la atención de las expectativas de los *stakeholders* con los impactos económicos en el territorio, por las actividades de construcción. Además, la reducción del riesgo de contaminación del aire, el suelo y las cuencas hidrológicas está encadenado con monitorear y controlar el cumplimiento de normas de construcción, enfocadas en la protección ambiental, sustentada por las herramientas de supervisión de calidad, con el propósito de reducir la afectación ambiental.

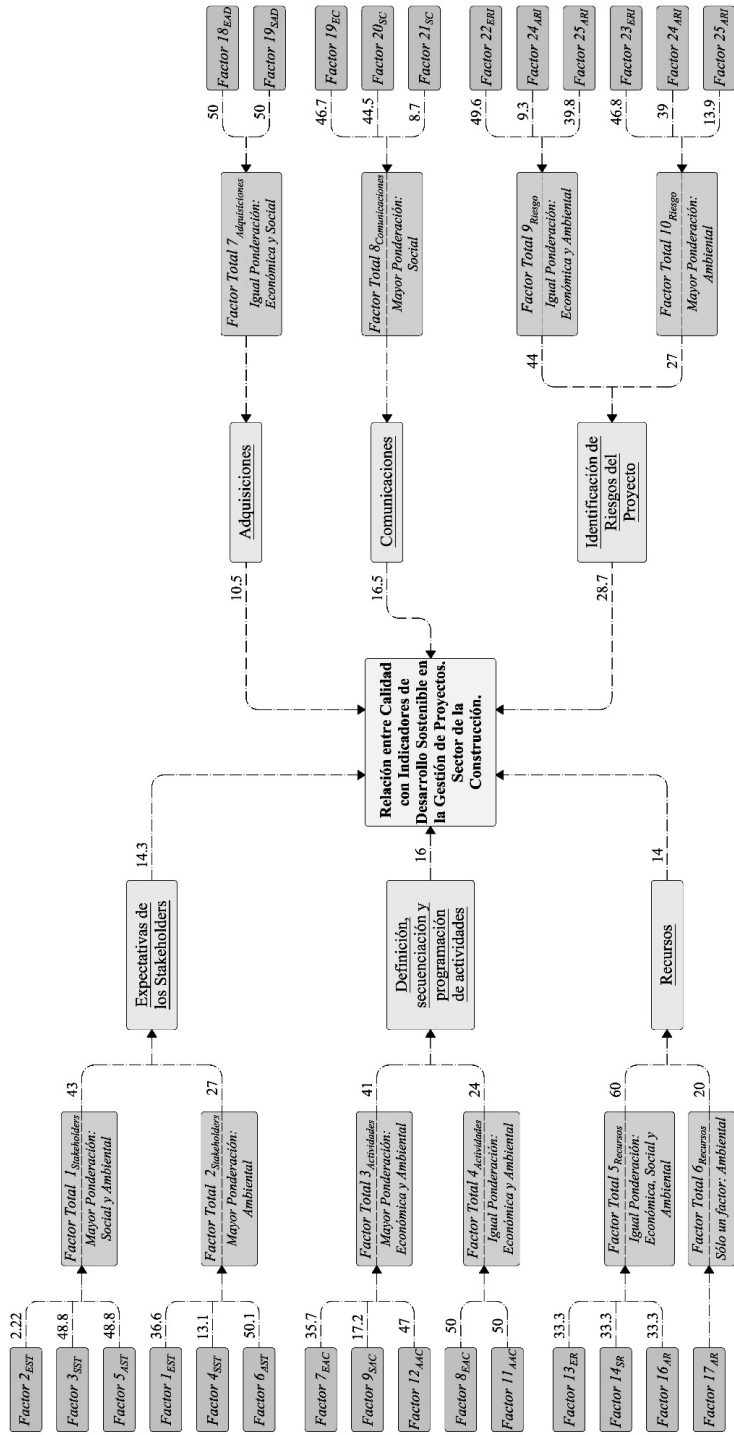
### 4.3 Síntesis de factores

Con base en la Figura 8, que corresponde al modelo de factores, resultado del análisis de componentes principales multietápicas (Finger & Dixon, 1989), se pueden argumentar las siguientes evidencias.

Los componentes sociales y ambientales dominan la sostenibilidad en relación con la atención de las expectativas de los *stakeholders*. A su vez, esta categoría tiene una ponderación en el modelo del 14.3%. Está basado en el compromiso del cliente y el patrocinador con la definición de los objetivos y el alcance del proyecto, fundamentados en los principios del desarrollo sostenible.

Las categorías económica y ambiental presentan una mayor ponderación en la sostenibilidad con respecto a la definición, secuenciación y programación de actividades. Esto se debe a que, según los expertos consultados, los beneficios financieros obtenidos en el proyecto obedecen a que las actividades del proyecto satisfagan el cumplimiento de requisitos de sostenibilidad, a través de la protección de los territorios, al honrar los compromisos adquiridos con las comunidades locales y la conservación de las estructuras ecológicas. Esta categoría tiene un peso del 16% en el modelo.

La dimensión ambiental tiene una mayor ponderación en los recursos del proyecto. Está basada en dotar al equipo de proyecto con herramientas para el aseguramiento de la calidad de los procesos para mantener: el uso eficiente de los recursos, disminuir desperdicios y reducir molestias en los territorios donde se realizan las actividades de construcción. El aspecto de los recursos corresponde a un peso del 14% en el modelo.



**Fig. 8:** Modelo de factores resultantes para la identificación de la relación entre calidad con indicadores de desarrollo sostenible en la gestión de proyectos del sector de la construcción.

Fuente: elaboración propia.

En las adquisiciones están igualmente ponderados los aspectos económicos y sociales de la sostenibilidad. Se basa en la elección de proveedores fundamentada en su capacidad de suministrar servicios y materiales con principios de sostenibilidad. Esto previene prácticas antisoborno y anticorrupción, ya que la elección de proveedores debe estar soportada por su récord de abastecer materiales y servicios de manera sostenible, documentado en su portafolio. Esta categoría representa el 10.5% del peso en el modelo.

Las comunicaciones constituyen el 16.5% del peso en el modelo y es la segunda categoría con mayor ponderación total. Según los resultados, las comunicaciones se deben desarrollar con base en principios de imparcialidad y claridad para evitar la manipulación de resultados, con respecto al grado de consecución de objetivos de sostenibilidad. Lo que permitirá implementar acciones correctivas y mejoras en el desempeño del logro de la gestión sostenible del proyecto.

La identificación de riesgos del proyecto es la categoría con mayor peso en el modelo con el 28,7%. Aunque el componente ambiental de la sostenibilidad tiene la mayor ponderación, cabe destacar que los riesgos de carácter económico están unidos a los impactos económicos en el territorio por las actividades de construcción, con relación a las expectativas de los *stakeholders*, que tienen un claro enfoque social. Además, la disminución de riesgos por contaminación del aire, del suelo y de las cuencas hidrológicas están relacionada con el seguimiento del cumplimiento de normas de construcción encaminadas a la protección del ecosistema, soportado por instrumentos para el monitoreo y control de la calidad para reducir la afectación en las comunidades locales y las estructuras ecológicas.


## 5. DISCUSIONES

Si bien Gareis et al. (2013) determinan que la integración de la sostenibilidad en los procesos de la gestión de proyectos se basa en una visión holística de la sostenibilidad, respecto a sus componentes económicos, sociales y ambientales, cuando se estudia la relación entre calidad con indicadores de desarrollo sostenible en el sector de la cons-


trucción; esto no implica que los 3 componentes se consideren con una misma ponderación, cuando se estudian las categorías: expectativas de los *stakeholders*, definición, secuenciación y programación de actividades, recursos, adquisiciones, comunicaciones e identificación de riesgos. Por el contrario, existen diferencias evidentes tanto en estas categorías, como en la visión conjunta de las dimensiones de la sostenibilidad. Con el propósito de ilustrar esto, a continuación, se expone en la Figura 9 la comparación de los pesos ponderados, resultado del análisis de la relación entre calidad con indicadores de desarrollo sostenible en la gestión de proyectos del sector de la construcción.

**Tabla 8.** Comparación de los pesos ponderados, resultado del análisis de la relación entre calidad con indicadores de desarrollo sostenible en la gestión de proyectos del sector de la construcción.


| Categoría   | Peso Ponderado Económico | Peso Ponderado Social | Peso Ponderado Ambiental | Peso Ponderado Total | Convenciones |
|---|--------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|--------------|
| Expectativas de los Stakeholders                        | 0.0%                     | 4.8%                  | 9.6%                     | 14.4%                |              |
| Definición, secuenciación y programación de actividades | 8.0%                     | 0.0%                  | 8.0%                     | 16.0%                |              |
| Recursos  | 3.5%                     | 3.5%                  | 7.0%                     | 14.0%                |              |
| Adquisiciones   | 5.2%                     | 5.2%                  | 0.0%                     | 10.4%                |              |
| Comunicaciones  | 0.0%                     | 16.5%                 | 0.0%                     | 16.5%                |              |
| Identificación de Riesgos del Proyecto                  | 9.6%                     | 0.0%                  | 19.1%                    | 28.7%                |              |
| Suma de Pesos Ponderados                                | 26.3%                    | 30.0%                 | 43.7%                    | 100%                 |              |




Peso Ponderado por Categorías




Peso Ponderado por Dimensiones del Desarrollo Sostenible



Peso Ponderado Económico



Peso Ponderado Social



Peso Ponderado Ambiental

Fuente: elaboración propia.

Se observa una mayor ponderación en la dimensión ambiental (43.7%) de la sostenibilidad que en la social (30%) y la económica (26.3%) en el sector de la construcción. Esto revoca la afirmación de Marcelino-Sadaba, González-Jaén & Pérez-Ezcurdia (2015) cuando manifiestan que la sostenibilidad es opuesta a la gestión tradicional de proyectos, en los que la mayoría de los componentes están direccionados a generar beneficios financieros. Con base en la consulta a expertos, se puede afirmar que los beneficios se obtienen conforme las actividades del proyecto satisfacen el cumplimiento de requisitos de sostenibilidad, mediante la protección de los territorios de las comunidades locales y la conservación de los ecosistemas. Ambos aspectos vinculados a la sostenibilidad ambiental y social. Aún más, cuando se observa la dimensión económica, la identificación de riesgos es la categoría con mayor ponderación y está enfocada en la atención de las expectativas de los *stakeholders* (evidencia de relación latente con la dimensión social),

respecto a los impactos económicos en el territorio por las actividades de construcción y no solo al logro de las utilidades financieras.

Aunque Fageha & Aibinu (2014) establecen que la gestión del proyecto inicia con afrontar los requisitos de las expectativas de los *stakeholders*, ya que cuando se ejecuta con inconsistencias en la definición de los componentes del alcance con las expectativas de los *stakeholders*, resulta en errores, solicitudes de cambio y aumento de trabajo no planeado.

Esta categoría no es la que presenta mayor ponderación en la dimensión social. Por el contrario, las comunicaciones son la categoría con mayor peso ponderado en cuanto a la dimensión social de la sostenibilidad en el sector de la construcción. Esta evidencia ya la confirmaron Silvius et al. (2017) cuando establecieron que las comunicaciones deben ser abiertas y además proactivas en cuanto al trabajo y el producto del proyecto, al resaltar sus impactos en lo social, lo ambiental y lo económico, en el corto y en el largo plazo. Esto, a su vez, establece una relación implícita entre la identificación de riesgos y la dimensión social, aunque el análisis factorial establece que no es explícita.

En la dimensión económica, seguidamente a la identificación de riesgos, está la definición, secuenciación y programación de actividades. No obstante, ya se evidenció que el logro de beneficios financieros no es lo que motiva la sostenibilidad económica del proyecto. Se puede afirmar con base en la consulta de expertos que sí es posible su obtención por medio de buenas prácticas sociales y ambientales si se cumplen las dos condiciones establecidas por Carvalho & Rabechini (2017). La primera que argumenta que la aceptación de procesos y entregables implica el logro de objetivos de sostenibilidad. La segunda, que los procesos de entrega del proyecto se deben cumplir los requisitos de sostenibilidad. Por supuesto, las dos anteriores condiciones se garantizan mediante los procesos de seguimiento y control basados en las herramientas de calidad.

A pesar de que los procesos de la gestión de proyectos inician con abordar las expectativas de los *stakeholders* (Fageha & Aibinu, 2014), esto no equivale a que en el caso del sector de la construcción cuando se estudia la relación entre calidad y sostenibilidad, esta categoría tenga la mayor ponderación. Sin embargo, existe una relación tácita entre las

expectativas de los *stakeholders* con la identificación de los riesgos del proyecto, que corresponde a la categoría con mayor ponderación en el modelo de factores resultantes.

Este vínculo se da de la siguiente manera: por una parte, los riesgos de carácter económico implican la atención a las expectativas de los *stakeholders*, relacionadas con los impactos económicos en el territorio, producto de las actividades de construcción. Por otra parte, está la reducción del riesgo por contaminación de cuencas hidrológicas el aire y el suelo, fuertemente vinculada al seguimiento del cumplimiento de las normas de construcción, emitidas por entes gubernamentales reguladores de las actividades en el territorio (Lin, Zeng, Ma, Zeng, & Tam, 2017). Los anteriores aspectos son soportados por herramientas de supervisión de calidad que además implican la evaluación de los riesgos durante el ciclo de vida del proyecto (Silvius & Schipper, 2016), con el propósito de disminuir los riesgos y sus impactos.

Con respecto a las adquisiciones y los recursos, se confirma lo enunciado por Silvius (2015), que estableció que no solo son importantes los materiales utilizados para desarrollar el trabajo del proyecto, sino que la relación entre estas dos categorías comporta la oportunidad para integrar los principios de la sostenibilidad en la selección de proveedores. Así, inicia con asignar al proyecto un gerente con conocimientos sobre sostenibilidad y, a su vez, un equipo seleccionado con base en el cumplimiento de las competencias requeridas, al evitar la discriminación en todos los casos (Silvius & Schipper, 2015).

Esta actitud debe ser emulada con respecto a la elección de proveedores, que se debe ejecutar con relación a la asignación de responsabilidades al equipo de proyecto. Por esto, la elección de proveedores debe estar soportada en su capacidad para proveer servicios y materiales a las actividades del proyecto bajo los requisitos de sostenibilidad determinados en la definición de su alcance. De este modo se ratifica la explicación de Silvius (2015) que, mediante esta forma de proceder, se evitan prácticas antisoborno y anticorrupción, debido a que la compra de materiales y servicios debe estar soportada por el récord de cumplimiento a requisitos de sostenibilidad, documentado en el portafolio de los proveedores.

Finalmente, con respecto a los recursos, todo lo anterior se consolida mediante la dotación al equipo con herramientas para el aseguramiento de la calidad de las actividades, con el propósito de alcanzar el uso eficiente de los recursos, la disminución de desperdicios y la reducción de las molestias en los ámbitos territoriales donde se llevan a cabo las actividades de construcción (Lin et al, 2017).

## 6. CONCLUSIONES

Con base en la consulta de expertos y el análisis factorial realizados, para identificar la relación entre calidad con indicadores de desarrollo sostenible en la gestión de proyectos del sector de la construcción, existe evidencia para afirmar que la dimensión ambiental de la sostenibilidad tiene una mayor ponderación que la económica y la social. Asimismo, no todas las categorías de la gestión de proyectos implican pesos ponderados en las 3 dimensiones del desarrollo sostenible.

Sin embargo, se evidencian relaciones explícitas y latentes tanto entre las categorías de la gestión de proyectos, como en las dimensiones de la sostenibilidad. Un ejemplo de esto, es que, en la dimensión social, aunque la categoría de identificación de riesgos no presenta una ponderación y una relación de carácter manifiesto, sí existe una relación de orden implícito con motivo de los siguientes aspectos: por una parte, los riesgos de carácter económico incluyen la atención a las expectativas de los *stakeholders* por los impactos económicos en el territorio, producto de las actividades de construcción; por la otra, se encuentra la necesidad de disminuir el riesgo por contaminación de cuencas hidrológicas, el aire y el suelo, estrechamente relacionada al cumplimiento y aplicación de normas y estándares de construcción, emitidos por entes gubernamentales y asociaciones profesionales, ambos reguladores de estas actividades en el territorio y a su vez integrantes de los *stakeholders*.

Esto indica, el enfoque social de la identificación de riesgos y las implicaciones de las herramientas de seguimiento y control de calidad, para soportar la evaluación de los riesgos durante el ciclo de vida del proyecto.

Si bien las expectativas de los *stakeholders* reúnen la mayor cantidad de variables estudiadas y, como afirman González & Rueda (2020), esto es un indicio del foco de interés en la comunidad científica sobre el estudio de la relación entre calidad y desarrollo sostenible en el ámbito de la construcción. Los resultados aquí expuestos evidencian que después de la identificación de riesgos, la siguiente categoría en orden de mayor ponderación es la de las comunicaciones. Producto del análisis de componentes principales multietápicos, se deduce que las comunicaciones se deben realizar con base en principios de imparcialidad y claridad, sobre todo al evitar la manipulación de resultados de desempeño, controlados mediante métricas de calidad para estimar el grado de consecución de objetivos de sostenibilidad. Igualmente, las comunicaciones con los *stakeholders* se deben enfocar en sus expectativas respecto al proyecto y no deben ser de manera genérica. Por supuesto, implican presentar el grado de cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad acordados para el proyecto con los *stakeholders*.

En razón de la categoría definición, secuenciación y programación de actividades, se puede argumentar que los beneficios financieros que se obtienen en el proyecto están supeditados, en gran medida, a que las actividades de construcción se ejecuten conforme a parámetros de sostenibilidad, basados fundamentalmente en el cumplimiento de los siguientes dos grandes grupos de requisitos: protección de los territorios al honrar los compromisos adquiridos con las comunidades locales y conservación de la integridad de las estructuras ecológicas. Esto se garantiza mediante los procesos de seguimiento y control basados en las herramientas de calidad. También se evidencia sobre los resultados de este documento, que, si bien el logro de beneficios financieros no es lo que motiva la sostenibilidad económica del proyecto, sí es posible su obtención por medio de buenas prácticas sociales y ambientales.

Por último, se confirmó la relación que existe entre adquisiciones y recursos. Este vínculo implica la oportunidad de integrar la sostenibilidad en la selección de proveedores. A su vez, el encadenamiento de estas categorías inicia con asignar la dirección del proyecto a un gerente con conocimientos sobre los principios del desarrollo sostenible. De la misma forma, determinar el equipo de proyecto con base en las competencias requeridas, al evitar la discriminación. Igualmente, se debe actuar con



respecto a la selección de proveedores, soportada por su capacidad para suministrar servicios y materiales al proyecto, al cumplir los requisitos de sostenibilidad estipulados en la definición del alcance del proyecto. Mediante esta forma de concebir la gestión de las adquisiciones, se evitan prácticas antisoborno y anticorrupción, ya que la compra de materiales y servicios debe estar soportada por la capacidad de los proveedores para cumplir con requisitos de sostenibilidad, documentada en su portafolio (Silvius, 2015).

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arditi, D., & Gunaydin, H. M. (1997). Total quality management in the construction process. *International Journal of Project Management*, 15(4), 235-243. doi:10.1016/S0263-7863(96)00076-2
- Banihashemi, S., Hosseini, M. R., Golizadeh, H., & Sankaran, S. (2017). Critical success factors (CSFs) for integration of sustainability into construction project management practices in developing countries. *International Journal of Project Management*, 35(6), 1103-1119. doi:10.1016/j.ijproman.2017.01.014
- Brundtland, G. H. (1987). *Our Common Future: World Commission on Environment and Development*. Oxford: Oxford University Press.
- Burati, J., Farrington, J., & Ledbetter, W. (1992). Causes of Quality Deviations in Design and Construction. doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(1992)118:1(34)
- Carvalho, M. M., & Rabechini, R., Jr. (2017). Can project sustainability management impact project success? An empirical study applying a contingent approach. *International Journal of Project Management*, 35(6), 1120-1132. doi:10.1016/j.ijproman.2017.02.018
- Eid, M. (2013). How can sustainable development redefine project management processes? In *Sustainable Practices: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (Vol. 3, pp. 1183-1202): IGI Global.
- Fageha, M. K., & Aibinu, A. A. (2014). Prioritising project scope definition elements in public building projects. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 14(3), 18-33. doi:10.5130/ajceb.v14i3.4155

- Ferguson, H., & Clayton, L. (2020). Quality in the Constructed Project. doi:10.1061/9780784411896
- Fernández-Sánchez, G., & Rodríguez-López, F. (2010). A methodology to identify sustainability indicators in construction project management - Application to infrastructure projects in Spain. *Ecological Indicators*, 10(6), 1193-1201. doi:10.1016/j.ecolind.2010.04.009
- Finger, S., & Dixon, J. R. (1989). A review of research in mechanical engineering design. Part I: Descriptive, prescriptive, and computer-based models of design processes. *Research in Engineering Design*, 1(1), 51-67. doi:10.1007/BF01580003
- Gareis, R., Huemann, M., Martinuzzi, R., Weninger, C., & Sedlacko, M. (2013). *Project Management & Sustainable Development Principles* (P. Management & Institute Eds.). Newton Square, PA.
- González, H., & Rueda, M. (2020). Definición de variables para modelo enfocado a integrar indicadores de desarrollo sostenible en la gestión de proyectos. Aplicación infraestructura vial. In E. U. EAN (Ed.), *Ocho investigaciones inéditas de investigadores innovadores* (pp. 10-20). Bogotá: Editorial Universidad EAN.
- Hair, J., Black, W., Babin, B., & Anderson, R. (2006). *Multivariate Data Analysis*. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.
- Hosseini, M. R., Banihashemi, S., Martek, I., Golizadeh, H., & Ghodoosi, F. (2018). Sustainable Delivery of Megaprojects in Iran: Integrated Model of Contextual Factors. *Journal of Management in Engineering*, 34(2). doi:10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000587
- Hoyle, D. (2020). *ISO 9000 Quality Systems Handbook-updated for the ISO 9001: 2015 standard : Increasing the Quality of an Organization's Outputs*: Routledge.
- IISD. (2005). *IISD Model International Agreement on Investment for Sustainable Development - Negotiators' Handbook*.
- Juran, J. (2020). *Juran's Quality Handbook: The Complete Guide to Performance Excellence, Sixth Edition*: McGraw-Hill Education.
- Kivila, J., Martinsuo, M., & Vuorinen, L. (2017). Sustainable project management through project control in infrastructure projects. *International Journal of Project Management*, 35(6), 1167-1183. doi:10.1016/j.ijproman.2017.02.009
- Lin, H., Zeng, S., Ma, H., Zeng, R., & Tam, V. W. Y. (2017). An indicator system for evaluating megaproject social responsibility.

- International Journal of Project Management*, 35(7), 1415-1426. doi:10.1016/j.ijproman.2017.04.009
- Marcelino-Sadaba, S., Gonzalez-Jaen, L. F., & Perez-Ezcurdia, A. (2015). Using project management as a way to sustainability. From a comprehensive review to a framework definition. *Journal of Cleaner Production*, 99, 1-16. doi:10.1016/j.jclepro.2015.03.020
- Martens, M. L., & Carvalho, M. M. (2017). Key factors of sustainability in project management context: A survey exploring the project managers' perspective. *International Journal of Project Management*, 35(6), 1084-1102. doi:10.1016/j.ijproman.2016.04.004
- Nagasaku, C., & Oda, M. (1965). *Planning and Execution of Quality Control*. Tokyo: Juse Press.
- Netemeyer, R. G., Bearden, W. O., & Sharma, S. (2003). *Scaling Procedures: Issues and Application*. Thousands Oaks: Sage Publications.
- Norman, G. (2010). Likert scales, levels of measurement and the "laws" of statistics. *Advances in Health Sciences Education*, 15(5), 625-632. doi:10.1007/s10459-010-9222-y
- Pulaski, M. H., & Horman, M. J. (2005). Continuous value enhancement process. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(12), 1274-1282. doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:12(1274)
- RAE. (2020). Real Academia Española. Retrieved from <https://www.rae.es/>
- Silvius, A. J. G., & Schipper, R. (2015). Developing a maturity model for assessing sustainable project management. *Journal of Modern Project Management*, 3(1), 16-27.
- Silvius, G. (2015). Considering sustainability in project management processes. In *Handbook of Research on Sustainable Development and Economics* (pp. 311-334): IGI Global.
- Silvius, G., Kampinga, M., Paniagua, S., & Mooi, H. (2017). Considering sustainability in project management decision making; An investigation using Q-methodology. *International Journal of Project Management*, 35(6), 1133-1150. doi:10.1016/j.ijproman.2017.01.011

- Silvius, G., & Schipper, R. (2014). Sustainability in project management: A literature review and impact analysis. doi:info:doi/10.1362/204440814X13948909253866
- Silvius, G., & Schipper, R. (2016). Exploring the relationship between sustainability and project success - conceptual model and expected relationships. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 4(3), 5-22. doi:10.12821/ijispm040301
- Simionescu, V., & Silvius, G. (2016). *Assessing Sustainability of Railway Modernization Projects; A Case Study from Romania C3 - Procedia Computer Science*.
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International journal of medical education*, 2, 53-55. doi:10.5116/ijme.4dfb.8dfd
- Zhang, X., Wu, Y., Shen, L., & Skitmore, M. (2014). A prototype system dynamic model for assessing the sustainability of construction projects. *International Journal of Project Management*, 32(1), 66-76. doi:10.1016/j.ijproman.2013.01.009