

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL
PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO**



**ORIENTACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO A TRAVÉS DE LA
IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS FUTUROS, USANDO LAS
TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE LA PROSPECTIVA
ESTRATÉGICA, EN EL SECTOR DE ENERGÍAS RENOVABLES Y LA
TRANSFORMACIÓN ENERGÉTICA MUNDIAL AL 2050**

Tesis para optar el grado de Magíster en Ingeniería Industrial con mención en
Gestión de Operaciones

Christian Castañeda Ruiz

Dirigido por

Mg. Sandro Alberto Paz Collado

San Miguel, 2021

RESUMEN

La presente tesis se enmarca en un proceso de investigación y desarrollo con una visión de futuro para el sector energético, y que usa a la prospectiva estratégica como un instrumento para sentar las bases de las decisiones y acciones operativas que los principales actores deben seguir como parte del plan estratégico dentro de la industria de las energías renovables de cara a las próximas décadas de desarrollo del sector.

La prospectiva como tal es una disciplina que puede ser definida como un acto imaginativo y de creación, que luego se convierte en un acto de toma de conciencia y en una reflexión sobre el contexto actual, que posteriormente busca la convergencia de las expectativas, deseos e intereses de la sociedad y organizaciones, a fin de alcanzar ese porvenir que se perfila como deseable. En el caso de las organizaciones, el estudio del futuro mediante la prospectiva es un tema de actualidad que las ayudan a prepararse para afrontar el futuro que viene o para construir el suyo propio, que es el fin objetivo del enfoque voluntarista de esta disciplina.

Como se puede notar, la importancia económica de todas las actividades vinculadas con la energía traspasa los límites del propio sector respecto a las demás actividades sectoriales, convirtiéndose así en un elemento determinante para la competitividad de la economía. Es evidente que los efectos del cambio climático y demás factores en distinta escala jerárquica están motivando que los países de todo el mundo cambien la forma en la cual generan energía eléctrica, pasando de fuentes contaminantes tradicionales, como el carbón y el petróleo, a fuentes limpias basadas en recursos renovables.

Esta investigación utilizará una metodología de enfoque mixto, basada en un conjunto ordenado de herramientas de prospectiva, y que a través de una elaborada guía de procedimientos y etapas se podrán construir diferentes escenarios futuros para el sector energético, teniendo como eje principal el uso de las energías renovables para afrontar la demanda energética al año 2050. El resultado de la metodología entregará un conjunto de escenarios de mayor probabilidad de ocurrencia, como efecto de la interacción de diferentes hipótesis formuladas durante el procedimiento prospectivo, para luego definir el mejor escenario que se desea alcanzar. Finalmente, combinando el pensamiento prospectivo con el pensamiento estratégico, se buscará orientar a la toma de decisiones y la ejecución de acciones operativas dentro de la industria de las energías renovables, a través de hitos temporales alcanzables que permitirán obtener el escenario meta.

DEDICATORIA

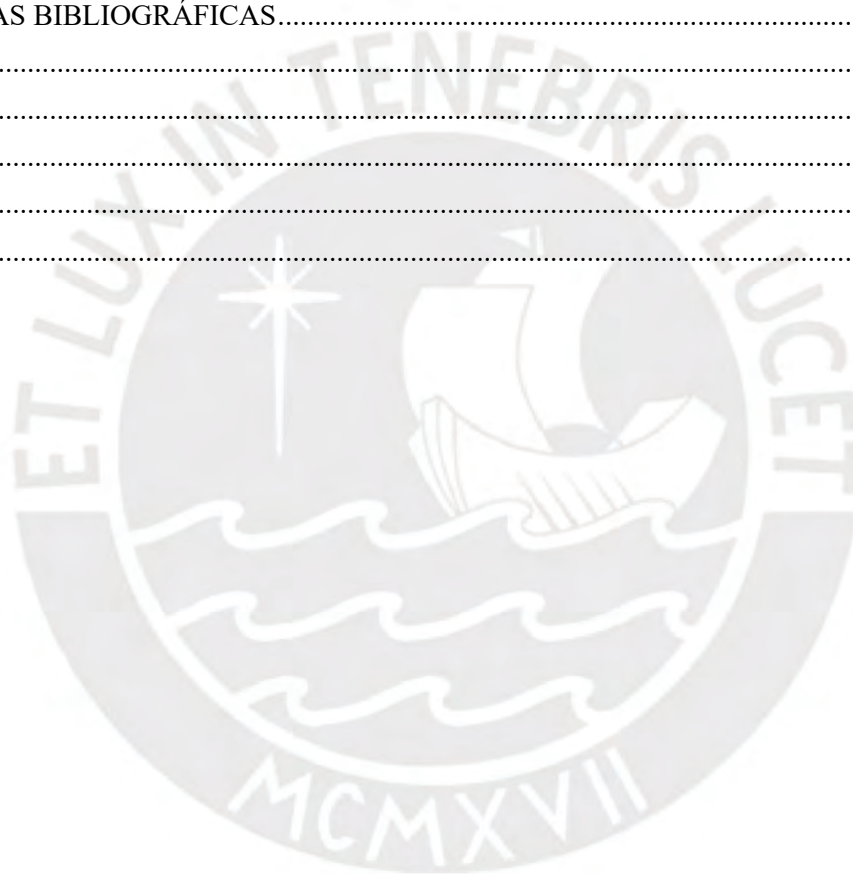
Mi reconocimiento profundo siempre Dios y gratitud a mis padres por el sacrificio, esfuerzo y acompañamiento diario para hacer de mí una persona de bien y sacar en conjunto este proyecto.



TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Descripción del problema y justificación.....	5
1.3. Definición de objetivos e hipótesis	6
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Prospectiva, planificación y estrategia.....	8
2.1.1 El estudio del pensamiento sobre el futuro y su evolución	8
2.1.2 Conceptualizando a la prospectiva.....	11
2.1.3 Prospectiva de segunda generación.....	15
2.1.4 El pensamiento estratégico.....	17
2.1.5 Del planeamiento a la acción estratégica	19
2.1.6 Planeación prospectiva.....	25
2.1.7 Prospectiva estratégica.....	26
2.2. La Industria de las energías renovables	32
2.2.1 Definición de las energías renovables.....	33
2.2.2 Tipos de energías renovables y tecnologías	34
2.2.3 Energía solar	35
2.2.4 Energía eólica.....	37
2.2.5 Energía de la biomasa	38
2.2.6 Energía minihidráulica.....	39
2.2.7 Energía marítima.....	41
2.2.8 Energía geotérmica	44
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA Y DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN.....	46
3.1. Los enfoques cuantitativo y cualitativo de la investigación.....	46
3.2. Ámbito y alcance de investigación	48
3.2.1 Alcances del estudio.....	48
3.2.2 Estudio del caso como estrategia de investigación	50
3.2.3 Horizonte temporal de estudio	52
3.3. Etapas del diseño metodológico.....	52
3.4. Etapa 1: Diagnóstico y Análisis del Entorno del Sistema.....	56
3.4.1 Los Árboles de Competencia	56
3.4.2 Análisis PESTEL	60
3.4.3 Las cinco fuerzas de Porter	98
3.5. Etapa 2: Identificación de variables clave – Ejes de Schwartz	101
3.6. Etapa 3: Estrategia de actores - MACTOR.....	104
3.7. Etapa 4: Exploración y determinación de escenarios - SMIC.....	106

3.8. Etapa 5: Evaluación de acciones y opciones estratégicas	107
3.9. Selección de expertos.....	109
CAPÍTULO 4. RESULTADOS DEL ESTUDIO PROSPECTIVO Y PROPUESTA DE MEJORA EN EL SECTOR DE ENERGÍAS RENOVABLES.....	111
4.1. Inventario de variables.....	111
4.2. Identificación de variables críticas – Ejes de Schwartz	116
4.3. Juego de actores - MACTOR.....	125
4.4. Formulación de hipótesis y construcción de escenarios futuros – SMIC	133
4.5. Árbol de pertinencias y opciones estratégicas	157
CONCLUSIONES	162
RECOMENDACIONES.....	165
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	167
ANEXO A.....	172
ANEXO B.....	173
ANEXO C.....	174
ANEXO D.....	175
ANEXO E.....	176



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Enfoque de pronóstico (Tendencias)	13
Figura 2. Enfoque prospectivo	14
Figura 3. Previsión, prospectiva clásica y prospectiva de segunda generación	16
Figura 4. Componentes principales del proceso de planeación estratégica	22
Figura 5. Modelo de cinco fuerzas de Porter	23
Figura 6. Planeación tradicional y planeación prospectiva	26
Figura 7. Diamante de Popper.....	29
Figura 8. Enfoque integral de la prospectiva estratégica	31
Figura 9. Energía solar fotovoltaica.....	36
Figura 10. Tipos de sistemas de energía solar térmica.....	37
Figura 11. Fila de aerogeneradores de Central Eólica Wayra I (Ica-Perú)	38
Figura 12. Esquema de funcionamiento de centrales de agua fluyente	40
Figura 13. Esquema de funcionamiento de centrales a pie de presa	41
Figura 14. Componentes de una planta mareomotriz.....	42
Figura 15. Esquema de funcionamiento del sistema de rebosamiento flotante (Wavedragon)	43
Figura 16. Esquema de funcionamiento de plantas de vapor seco.....	44
Figura 17. Esquema de funcionamiento de plantas de ciclo binario.....	45
Figura 18. Tipos de alcance dentro del proceso de investigación cuantitativa	49
Figura 19. Etapas del diseño metodológico del estudio prospectivo	55
Figura 20. Árbol de competencias tecnológicas	57
Figura 21. Árbol de competencias tecnológicas para el sector de energías renovables.....	58
Figura 22. Distribución de puntuaciones RISE de energías renovables 2010, 2015 y 2017.....	61
Figura 23. Puntuaciones RISE de energías renovables en 2010	62
Figura 24. Puntuaciones RISE de energías renovables en 2017	62
Figura 25. Progreso de las energías renovables por indicador.....	63
Figura 26. Porcentaje de países con las cinco políticas de mayor movimiento para energías renovables, 2010-2017	64
Figura 27. Evolución de las puntuaciones RISE en energías renovables, 2010-2017	64
Figura 28. Puntuaciones RISE en energías renovables, 2017.....	65
Figura 29. Puntuaciones RISE promedio por grupo de nivel de ingresos por país en energías renovables, 2017	65
Figura 30. Puntuaciones RISE de energía renovable por país, 2017 (zona verde y zona amarilla).....	67
Figura 31. Puntuaciones RISE de energía renovable por país, 2017 (zona roja).....	68
Figura 32. Participaciones regionales de la población mundial, empleo y PBI en 2019	69

Figura 33. Distribución per cápita PBI en 2019.....	70
Figura 34. Inversiones globales en capacidad de energías renovables y combustibles para países desarrollados, emergentes y en desarrollo (2009-2019)	72
Figura 35. Inversión total en energías renovables, China (2009-2019)	73
Figura 36. Inversión total en energías renovables, Europa (2009-2019)	74
Figura 37. Inversión total en energías renovables, Estados Unidos (2009-2019).....	74
Figura 38. Inversión total en energías renovables, Asia y Oceanía (2009-2019)	75
Figura 39. Inversión total en energías renovables, India (2009-2019).....	75
Figura 40. Inversión total en energías renovables, Américas (2009-2019)	76
Figura 41. Inversión total en energías renovables, Brasil (2009-2019)	76
Figura 42. Inversión total en energías renovables, África y Oriente Medio (2009-2019)	77
Figura 43. Empleo global en energía renovable por tecnología (2012-2019).....	78
Figura 44. Empleo mundial de energía solar fotovoltaica (2019): 10 principales países	79
Figura 45. Empleo mundial en biocombustibles líquidos (2019): 10 principales países	80
Figura 46. Empleo mundial en energía eólica (2019): 10 principales países.....	82
Figura 47. Empleo mundial en energías renovables en países seleccionados (2019)	82
Figura 48. Participación de mujeres en energías renovables para empleos CTIM y administrativos (2019).....	83
Figura 49. Dimensiones del Análisis del Bienestar para el futuro	85
Figura 50. Las tres tendencias que transforman el sector eléctrico.....	86
Figura 51. El panorama de innovación para la integración de las energías renovables	89
Figura 52. Desafíos que presenta la implementación de innovaciones.....	90
Figura 53. Inversiones globales en energía renovables por tipo de tecnología.....	91
Figura 54. Vínculos entre el ODS 7 y los ODS restantes	92
Figura 55. Emisiones globales de gases de efecto invernadero (%) por sector (2016).....	94
Figura 56. Cambio de temperatura (°C) promedio global (1880-2019).....	95
Figura 57. Cinco fuerzas de Porter para el sector de energías renovables	99
Figura 58. Construcción del plano importancia-incertidumbre	102
Figura 59. Características de los cuatro cuadrantes de Schwartz.....	103
Figura 60. Plano de influencia-dependencia de actores	105
Figura 61. Ejemplo de resultados de probabilidad de escenarios-software SMIC.....	108
Figura 62. Ejemplo de árbol de pertinencias para objetivo de fortalecer la autonomía.....	109
Figura 63. Distribución de variables según nivel de importancia	120
Figura 64. Distribución de variables según su incertidumbre	124
Figura 65. Distribución final de variables en los cuatro cuadrantes	124
Figura 66. Empresas líderes en energías renovables, 2017.....	127
Figura 67. Plano de influencia-dependencia de actores usando el Lipsor MACTOR	132

Figura 68. Encuesta de probabilidades independientes.....	138
Figura 69. Encuesta de probabilidades cruzadas – Ocurrencia vs Ocurrencia.....	139
Figura 70. Encuesta de probabilidades cruzadas – Ocurrencia vs No Ocurrencia.....	139
Figura 71. Extracto de histograma de probabilidad de escenarios.....	140
Figura 72. Histograma de probabilidades simples para cada hipótesis.....	141
Figura 73. Reparto de probabilidades simples para hipótesis Ambiental	146
Figura 74. Histograma de Sensibilidad de Influencias.....	147
Figura 75. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Inversión-Ambiental)	147
Figura 76. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Consumo-Ambiental).....	148
Figura 77. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Empleo-Ambiental).....	148
Figura 78. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Cuota-Ambiental).....	149
Figura 79. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Tecnología-Ambiental)	149
Figura 80. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Inversión/Tecnología)	151
Figura 81. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Consumo/Tecnología).....	151
Figura 82. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Empleo/Tecnología).....	152
Figura 83. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Cuota/Tecnología).....	152
Figura 84. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Ambiental/Tecnología)	153
Figura 85. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Inversión/Cuota).....	154
Figura 86. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Consumo/Cuota)	154
Figura 87. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Empleo/Cuota)	155
Figura 88. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Tecnología/Cuota).....	155
Figura 89. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Ambiental/Cuota).....	156

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Porcentajes de utilización de herramientas en estudios sobre el futuro	28
Tabla 2. Tipos de energías renovables no convencionales y tecnologías de generación eléctrica.....	35
Tabla 3. Tecnologías de generación eléctrica a partir de la biomasa.....	39
Tabla 4. Tecnologías de energía mareomotriz	42
Tabla 5. Tecnologías de energía undimotriz.....	43
Tabla 6. Diferencias entre los enfoques cuantitativo y cualitativo.	47
Tabla 7. Variables políticas del sector de energías renovables	112
Tabla 8. Variables económicas del sector de energías renovables.....	113
Tabla 9. Variables sociales del sector de energías renovables.....	114
Tabla 10. Variables tecnológicas del sector de energías renovables.....	115
Tabla 11. Variables ambientales del sector de energías renovables	116
Tabla 12. Lista de encuestados para método “Ejes de Schwartz”.....	116
Tabla 13. Formato de encuesta - Eje de importancia.....	118
Tabla 14. Resultados finales por experto - Eje de importancia.....	119
Tabla 15. Formato de encuesta - Eje de incertidumbre.....	121
Tabla 16. Conteo de respuestas de expertos - Eje de incertidumbre.....	122
Tabla 17. Conteo total de respuestas de expertos (%) - Eje de incertidumbre.....	123
Tabla 18. Listado de actores	125
Tabla 19. Matriz de influencias entre actores	131
Tabla 20. Listado de actores seleccionados para formulación de hipótesis	133
Tabla 21. Listado de variables clave.....	134
Tabla 22. Listado de hipótesis seleccionados	137
Tabla 23. Descripción de hipótesis para software SMIC.....	138
Tabla 24. Lista de encuestados para procedimiento SMIC.....	140
Tabla 25. Probabilidad de ocurrencia de hipótesis para el año 2050.....	142
Tabla 26. Listado de escenarios con mayor concentración de probabilidad.....	143
Tabla 27. Escenarios de mayor probabilidad para la toma de decisiones	144
Tabla 28. Árbol de pertinencias. Objetivo general y subobjetivos	157
Tabla 29. Medios de acción y acciones elementales para el subobjetivo 1	158
Tabla 30. Medios de acción y acciones elementales para el subobjetivo 2	159
Tabla 31. Medios de acción y acciones elementales para el subobjetivo 3	159
Tabla 32. Medios de acción y acciones elementales para el subobjetivo 4	160
Tabla 33. Medios de acción y acciones elementales para el subobjetivo 5	160
Tabla 34. Medios de acción y acciones elementales para el subobjetivo 6	161

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ACORE	American Council on Renewable Energy
APEC	Asia-Pacific Economic Corporation
ARE	The Alliance for Rural Electrification
CEC	Clean Energy Council
CIEMAT	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
CREIA	Chinese Renewable Energy Industries Association
CTIM	Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas
ECREEE	Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency
EFMN	European Foresight Monitoring Network
EJ	Exajoules
ER	Energías Renovables
EREF	European Renewable Energies Federation
ERV	Energías Renovables Variables
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas
GEF	Global Environment Facility
GFSE	Global Forum on Sustainable Energy
GW	Gigavatios
GWEC	Global Wind Energy Council
IEA	International Energy Agency
IGA	International Geothermal Association
IHA	International Hydropower Association
IRENA	International Renewable Energy Agency
ISEP	Institute for Sustainable Energy Policies
MACTOR	Métodos de actores, objetivos, correlación de fuerzas
MW	Megavatios
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMC	Organización Mundial del Comercio
OPTI	Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial
OSINERGMIN	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
OTEC	Ocean Thermal Energy Conversion
PESTEL	Político, Económico, Social, Tecnológico, Ambiental y Legal
RCREEE	Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency
REN21	Renewable Energy Policy Network for the 21st Century
RISE	Regulatory Indicators for Sustainable Energy
SMIC	Sistemas y Matrices de Impactos Cruzados
TIC	Tecnologías de Información y Comunicaciones
UNDP	United Nations Development
UNEP	United Nations Environment Programme
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
USD	United States Dollar
WBA	World Bioenergy Association
WCRE	World Council for Renewable Energy
WFC	World Future Council

WNO
WWEA
WWF

World Nature Organization
World Wind Energy Association
World Wide Fund for Nature



INTRODUCCIÓN

La industria de las energías renovables tuvo otro año récord en el 2019, ya que la capacidad de energía instalada creció más de 200 gigavatios (GW), registrando el mayor aumento hasta la fecha. Las instalaciones de capacidad y la inversión en este sector continúan extendiéndose a todos los rincones del planeta, haciendo que los sistemas de distribución de energía renovable proporcionen acceso a la electricidad a miles de hogares adicionales en países en desarrollo y emergentes (REN21, 2020).

Este estudio de investigación comienza a desarrollarse mientras el mundo sufre la pandemia del COVID-19, haciendo más aún que la prioridad sea salvar tantas vidas como sea posible, controlar la emergencia sanitaria y reconstruir el bienestar de la población mundial. Esta respuesta de los gobiernos debe continuar alineada con las prioridades a mediano y largo plazo para poder mantenerse en rumbo durante este periodo desorientador. Los objetivos establecidos en la agenda de las Naciones Unidas y el último Acuerdo de París pueden ayudar a asegurar que las soluciones a corto plazo adoptadas frente al COVID-19 estén en línea con los objetivos climáticos y la construcción de un entorno de bienestar mundial.

En este sentido, la presente investigación muestra el camino para crear un nuevo sistema energético sostenible, destacando opciones de inversión seguras y un marco de políticas necesarias para gestionar la transición hacia el año 2050. Sobre la base de informes de transformación energética global, en este estudio se aplican las técnicas de la prospectiva estratégica para reducir la incertidumbre dentro de la industria de las energías renovables, cuyos resultados pretenden orientar el plan estratégico a través de acciones operativas para los principales actores del sector, que son los encargados de promover el desarrollo de este.

Este proyecto está dividido en cuatro capítulos. El primer capítulo comprende el planteamiento de la investigación, que a su vez abarca los antecedentes del estudio, la descripción de la problemática, la definición de objetivos y la explicación del método a utilizar.

El segundo capítulo desarrolla el marco teórico del estudio que está subdividido en dos apartados. El primero busca lograr una comprensión progresiva de los conceptos de planificación, prospectiva y estrategia a través de definiciones que muestran estos conceptos por separado y al mismo tiempo ir esclareciendo la razón porque la prospectiva y la estrategia son generalmente conceptos indisolubles. La parte final de este apartado explica el concepto combinado de prospectiva estratégica, principales características y las bases del método de los escenarios como una de las principales herramientas

relacionadas. Por su lado, el segundo apartado incluye un panorama general del sector de las energías renovables, su evolución, tipos e importancia dentro de la matriz energética mundial.

El tercer capítulo trata sobre la metodología y desarrollo de la investigación. Este comienza presentando los tipos de enfoque, cuantitativo y cualitativo, combinados en el estudio; luego expone el ámbito y el alcance del proyecto, presentando al estudio del caso como estrategia de investigación y describiendo el horizonte temporal de estudio propuesto. Seguidamente se presentan las etapas del diseño metodológico, comenzando por un diagnóstico y análisis del entorno del sistema, continuando con la exposición del uso de los ejes de Schwartz, seguidamente el análisis MACTOR, la posterior aplicación de la herramienta SMIC; concluyendo con el proceso de evaluación de opciones estratégicas y una descripción del conjunto de expertos que fueron seleccionados para la resolución de encuestas.

Finalmente, el cuarto capítulo presenta los resultados del estudio prospectivo, desde una selección de variables relevantes a través de un inventario general inicial, para luego realizar una identificación de las variables críticas del sistema. En otra sección se realiza una selección de los principales actores de la industria de las energías renovables, para la posterior formulación de hipótesis y construcción de los escenarios posibles que ayuden a definir aquellos escenarios más probables. Este capítulo finaliza con la aplicación del árbol de pertinencias, como parte de toda esta metodología integrada para identificar planes de acción coherentes y compatibles con las organizaciones influyentes del sector y los escenarios más probables del entorno.

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo de este capítulo será abordar los estudios que anteceden al planteamiento de investigación y que paralelamente explicará cómo surge la problemática del estudio. Asimismo, se expone el objetivo general de la investigación como los objetivos secundarios; plantea las hipótesis que se deberán analizar a lo largo del estudio y explica el método a usar durante el proceso.

1.1. Antecedentes

Los estudios de prospectiva se realizan con la misión principal de analizar las necesidades sociales y económicas trazadas por la sociedad y buscar soluciones existentes que sean sostenibles, basadas en el desarrollo científico y tecnológico que genere el conocimiento necesario para la toma de decisiones estratégicas. Esto no sólo despierta un interés por los resultados que se pueden obtener, sino por todo el desarrollo del proceso que implican las redes de intercambio establecidas que incluyen un conjunto de participantes provenientes de diferentes sectores profesionales, y que aportan con diferentes puntos de vista, visiones del futuro y perspectivas, en función de las experiencias de cada uno. Las lecciones aprendidas en la realización de este tipo de estudios por los diversos autores de literatura relacionada hacen que se tenga que destacar dos puntos importantes: la evolución metodológica y la necesidad constante de generar la máxima difusión a los resultados obtenidos. Los resultados deben ser difundidos, no solo a los involucrados expertos del estudio, sino también a los responsables de la toma de decisiones para darle sentido al verdadero objetivo del estudio prospectivo, y que pueda ser utilizada como herramientas para evaluar el porvenir, reduciendo incertidumbres existentes e identificando los escenarios futuros de mayor probabilidad para poder diseñar las acciones que se deben tomar para lograr el futuro deseado (Cabrera, Ribas, & Cuesta, 2011).

Una de las herramientas principales para el desarrollo de los estudios prospectivos ha sido la técnica Delphi. Como es sabido, esta técnica se basa en que el veredicto de un grupo de expertos es más exacta y objetiva que la individual. Usa un cuestionario inicial, de carácter anónimo, que busca conseguir las opiniones de los participantes y la retroalimentación de estos, enviando los resultados obtenidos a todos los que han respondido la primera ronda de encuestas. El proceso se repite en una segunda ronda de consultas donde los encuestados tienen la oportunidad de evaluar sus primeras observaciones, modificarlas o ratificarlas incluyendo los nuevos comentarios que consideren oportunos (Cabrera et al., 2011).

Por ejemplo, en 1999, la Unidad de Prospectiva y Vigilancia del CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas) y la Fundación OPTI (Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial), ambas organizaciones españolas, llevaron a cabo un primer estudio prospectivo

sobre las energías renovables para el mercado español utilizando la metodología Delphi, esto como parte del Programa de Prospectiva Tecnológica 1998-2001. Este proceso de revisión del estudio fue realizado mediante un panel de expertos del sector que evaluó los resultados previstos en función de los indicadores asociados a las diferencias tecnológicas y su grado de cumplimiento. Diez años después, se volvió a realizar el estudio con un horizonte para los próximos 15 años, esta vez cambiando la segunda ronda de la técnica Delphi, por un taller de discusión de expertos sobre los resultados obtenidos en la primera ronda, que evaluaron la convergencia de las opiniones para ver si existen o no puntos de discrepancia que ayuden a la elaboración de las conclusiones (Cabrera et al., 2011).

Respecto al mercado peruano, durante los últimos años, el sector energético ha experimentado un rápido crecimiento derivado de un importante dinamismo de la actividad económica y la entrada del gas como combustible adicional. En ese contexto, OSINERGMIN (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería), como entidad responsable de velar por el suministro eléctrico eficiente y seguro, a través de su oficina de Estudios Económicos, encargó la realización del estudio de “Prospectiva del Sector Eléctrico 2009-2018”, a fin de identificar las variables que pueden afectar el desempeño futuro del sector en el país y analizar las opciones en materia de políticas que permitan enfrentar los diferentes escenarios identificados. Este estudio se realizó mediante la revisión de distintas investigaciones y también, por medio de la consulta a un panel de expertos a través del experimento Delphi, para luego proceder a la construcción de escenarios y ver como se pueden alcanzar aquellos más deseables. La metodología fue complementada con el análisis de sensibilidad de un modelo de optimización de inversiones económicas para los próximos años y soportado por un análisis de tendencias dentro del sector (Osinergmin, 2019).

De igual forma, diferentes organizaciones de investigación global, en su intento por predecir el futuro del sector energético en diferentes regiones del planeta, presentan sus informes del panorama mundial de energía y sus estudios del futuro para la transición energética. Esas publicaciones muestran los tipos de fuentes energéticas que abastecerán la demanda del futuro en los próximos años, los montos de inversión asociados y los desafíos que enfrentarán las distintas economías para cumplir con estos pronósticos. Estos trabajos recogen así los resultados de diversos análisis prospectivos sobre el *mix* tecnológico dentro del sector para alcanzar un sistema energético sostenible, altamente descarbonizado y que esté basado en energías renovables.

Entre estos estudios, se puede citar el “*Roadmap 2050*”, elaborado y publicado en 2010 por la *European Climate Foundation* donde se analizan diferentes alternativas tecnológicas para conseguir la descarbonización del sistema energético en Europa, logrando una reducción de emisiones de gases contaminantes en un 80% mediante las energías renovables. Se presentaron distintos escenarios, con objetivos de reducción del 40%, 60% y 80%, en los que las renovables se complementan con la energía

nuclear de fisión y la combustión de carbón agregando tecnologías para capturar el CO₂ emitido. Los resultados obtenidos consideraron que era tecnológicamente posible conseguirlo y que además los costos de electricidad en 2050 no serían más altos que si solo se utilizasen combustibles fósiles. Otros estudios de prospectiva para conocer el papel de las renovables en el futuro fueron elaborados también en el 2010 y presentados en los informes: “*100% Renewable Electricity – A roadmap to 2050 for Europe and North Africa*” y “*Rethinking 2050*”, desarrollados por *PricewaterhouseCoopers*, *Potsdam Institute for Climate Impact Research*, *International Institute for Applied System Analysis* y el *European Renewable Energy Council*, donde presentan escenarios ambiciosos en el que las renovables cubrirán el 100% de la demanda de electricidad en el 2050 y también las necesidades de calor, refrigeración y combustibles para el transporte; asimismo, se evalúa la viabilidad de una generación totalmente de fuentes renovables mediante redes de transporte de electricidad transnacionales a través de una interconexión entre el mercado europeo con un mercado equivalente el norte de África (Cabrera et al., 2011).

Como se puede ver, todos estos estudios presentan escenarios tecnológicamente viables en los que se demuestra el potencial de las energías renovables para cubrir la demanda futura esperada. Un punto importante para marcar es que las bases que ayudaron a estos estudios, como las diferentes aproximaciones sobre avances tecnológicos, tendencias de crecimiento en capacidad instalada y las diferentes políticas de apoyo que deben ponerse en marcha para impulsar la competitividad del sector, siguen siendo las mismas bases que han servido como literatura de investigación para el desarrollo del presente documento.

1.2. Descripción del problema y justificación

La sociedad civil actual está conformada por consumidores activos, fuertemente implicados con la eficiencia, el ahorro energético y los temas ambientales. Son estos nuevos valores que han hecho que los consumidores tengan una percepción diferente de cuáles son los costos energéticos y que han conseguido que la cultura medioambiental creada cambie la relación entre los usuarios y el sistema, promoviendo incluso cambios en los hábitos de consumo de energía y de transporte. Hoy en día, es el usuario final quien demanda las mejores soluciones tecnológicas y productos o servicios “verdes”, y quien ha hecho que las empresas innoven y evolucionen hacia un escenario sostenible (Jiménez & Rodríguez, 2012).

En el caso de las energías renovables, estas se han convertido en las tecnologías de generación más atractivas para la inversión en todas las regiones del mundo. Una mezcla imponente de nuevas tendencias, tanto en el lado de la oferta como en el de la demanda, está contribuyendo a que, sobre todo, las energías solar y eólica compitan con las fuentes de energía convencionales y puedan resaltar en un

mercado cambiante que demanda cada vez más el uso de energías limpias en beneficio del medioambiente y un sistema energético sostenible (Deloitte Insights, 2018).

Respecto a las organizaciones y principales actores del sistema, tanto el pensamiento estratégico como el prospectivo contribuyen a organizar y alinear las acciones de una organización en función de objetivos y metas en un horizonte temporal. Chung (2009) explica que, siguiendo los pasos adecuados para la elaboración de un plan estratégico, tomando como marco el escenario prospectivo, sería mucho más factible para la organización elegir, planificar y lograr el futuro deseado.

En este sentido, el presente documento propone una metodología de estudio prospectivo que expone una visión del futuro del sector energético mundial en el horizonte del 2050, en respuesta a la necesidad de diseñar estrategias a largo plazo para las organizaciones del sector y en la búsqueda de promover el desarrollo de las energías renovables, que constituyen la piedra angular de una solución climática viable para desplegar un sistema energético que sea sostenible en el tiempo y, asimismo, romper paradigmas que aún existen dentro de una matriz energética mundial, impulsada aún en mayor proporción por fuentes fósiles convencionales.

1.3. Definición de objetivos e hipótesis

Las energías renovables tendrán un papel preponderante en su camino para construir un nuevo sistema energético que sea más llevadero, dado el potencial que tienen para cubrir la demanda esperada. Para lograr esto, se requieren compromisos sólidos que combinen esfuerzos, tanto del sector privado como de los gobiernos, para impulsar los avances tecnológicos necesarios y conseguir un nivel altamente competitivo respecto a las soluciones existentes.

En este sentido, la presente investigación plantea como objetivo general identificar escenarios futuros en base a la prospectiva estratégica con la finalidad de orientar el plan estratégico de los principales actores del sector de las energías renovables, que serán protagonistas de esta transición energética hacia el año 2050 y, asimismo, serán los encargados de tomar decisiones en pro de un desarrollo económico, transparente y sostenible.

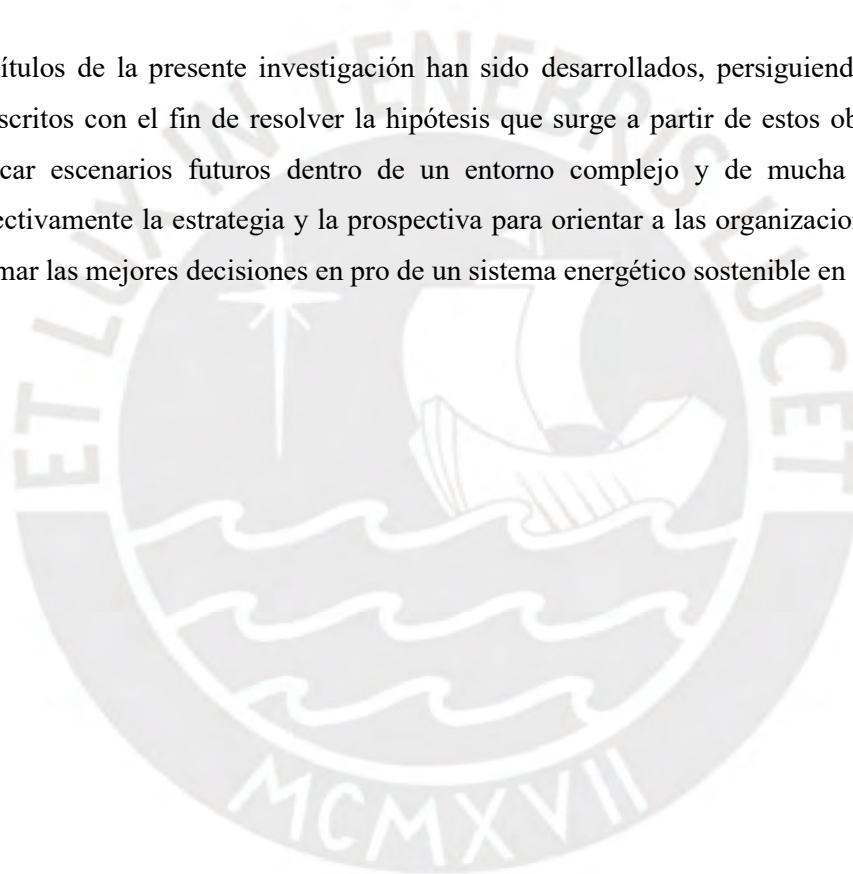
Este objetivo general despliega todo un proceso metodológico que combina las principales herramientas de la prospectiva estratégica para construir escenarios posibles y luego definir aquellos de mayor probabilidad que orienten a las organizaciones en su plan estratégico. Debajo de este objetivo general, se presentan los siguientes objetivos específicos:

a) Reconocer los escenarios de mayor probabilidad proponiendo un modelo metodológico nuevo con un enfoque mixto, que combine las principales técnicas y herramientas prospectivas para la posterior toma de decisiones dentro del sector de energías renovables al 2050.

b) Reducir la incertidumbre de un ambiente tan dinámico y complejo como el sector energético, a través de las técnicas prospectivas para posteriormente enlazar este conocimiento con la gestión estratégica.

c) Identificar las principales oportunidades y barreras dentro del sector, y orientar el plan estratégico de las organizaciones protagonistas del cambio, que permitan tomar decisiones en el presente para lograr los objetivos del futuro deseado.

Todos los capítulos de la presente investigación han sido desarrollados, persiguiendo los objetivos específicos descritos con el fin de resolver la hipótesis que surge a partir de estos objetivos, que es lograr identificar escenarios futuros dentro de un entorno complejo y de mucha incertidumbre, utilizando colectivamente la estrategia y la prospectiva para orientar a las organizaciones y empresas del sector a tomar las mejores decisiones en pro de un sistema energético sostenible en el tiempo.



CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

Este capítulo tiene por objetivo presentar los principales conceptos, teorías y significados sobre gestión estratégica y prospectiva. Este enfoque conceptual mostrará como la prospectiva y las metodologías de estudio asociadas pueden servir como fuente para un posterior análisis encargado de orientar el plan estratégico de las organizaciones. Adicionalmente se hace una revisión contextual del sector de las energías renovables, presentando a las tecnologías existentes para la producción de energía eléctrica a partir de las principales fuentes renovables; asimismo se realiza una revisión del estado actual del sector en el mundo y de, manera particular, en el Perú. Todo lo estudiado en este capítulo representa el insumo para el estudio prospectivo de la presente investigación.

2.1. Prospectiva, planificación y estrategia

En la práctica, los conceptos de prospectiva, planificación y estrategia están íntimamente relacionados. Cada uno hace un llamado al otro y se van mezclando entre sí. Es por esto que, en la literatura relacionada, se puede encontrar combinaciones como planificación estratégica, gestión estratégica y prospectiva estratégica. Cada combinación entre los conceptos mencionados hace un llamado a un conjunto de definiciones y métodos cuya especialidad aún no se determina, significando que la propia terminología aún no ha logrado estabilizarse (Godet & Durance, 2011).

En los siguientes apartados se irán esclareciendo progresivamente las diferencias y relaciones de los conceptos, cuyo interés está enfocado en la probabilización de escenarios, en la inclusión de lo complejo y en el uso de herramientas de probada eficacia en estudios de prospectiva empresarial.

2.1.1 El estudio del pensamiento sobre el futuro y su evolución

El futuro ha sido siempre cuestión de gran interés para el ser humano y uno de los aspectos de la vida que más le ha intrigado. El hombre no solo ha intentado siempre vislumbrar su propio futuro, sino que de alguna forma ha buscado alternativas de poder llegar a él. En este sentido, la incertidumbre sobre el porvenir no ha variado a lo largo del tiempo; lo que más cambió es la forma como se ha buscado llegar a él, a través de la proyección de datos del presente, realizando pronósticos, entrevistas a expertos, entre otras formas. (Miklos & Tello, 2007).

Medina (2000) ha realizado un recuento muy didáctico sobre la evolución del pensamiento del futuro. Comienza haciendo referencia a Moura (1994), quien señala un primer enfoque relacionado al futuro donde se afirma que este está solamente en manos de Dios, y, por tanto, el futuro no se podía conocer ni construir porque es un asunto puramente espiritual donde el ser humano pierde todo tipo de control. A este enfoque se le conoce como “fatalismo” y aún hoy, gran parte de la humanidad mantiene este pensamiento, porque en algunas regiones el tema continúa siendo tabú prohibido para los seres

humanos. Conforme pasaban los años, los diferentes grupos culturales evolucionaban y cada uno iba desarrollando sus propios pensamientos religiosos, donde casi todas las civilizaciones implementaron mecanismos o formas para obtener información sobre el futuro. Así, se encuentran a los oráculos (como Delfos en la antigua Grecia), el libro oracular I Ching en China, el tarot de la India, la astrología en el Medio Oriente, entre otros. Moura (1994) señala a este enfoque “desciframiento”.

Tanto para el “fatalismo” como para el “desciframiento”, el futuro era percibido como “destino”, es decir se creía que había un poder sobrenatural que controlaba todo, que era ineludible y que guiaba la vida de los hombres. En estos enfoques, el hombre no podía ejercer su libre albedrío, perdiendo total control sobre el futuro (Ortega, 2016).

Al respecto, Beinstein (2016) señala que el acto de pronosticar, atravesando desde las culturas más primitivas hasta hoy, siempre ha oscilado entre dos actitudes no siempre compatibles. Por un lado, que se califica como fatalista, que considera que el futuro ya ha sido escrito por algún ser sobrenatural o por leyes provenientes del pasado, y, por otro lado, lo que se denomina “voluntarismo”, que está basado en la idea que el futuro aún no está escrito y por consiguiente puede ser construido por el ser humano. Entre esas dos variantes se encuentra una amplia variedad de posibilidades.

A continuación, se presenta un resumen de los hitos que marcaron la evolución histórica del pensamiento sobre el futuro, a través de un conjunto de enfoques y corrientes que fueron desarrollándose a lo largo del tiempo (Ortega, 2016).

- Humanismo (1762): Derecho del hombre para por lo menos imaginar futuros distintos al que Dios había escogido para cada uno de nosotros. Modelo conocido como “sociedad utópica” por la obra “Utopía”, publicada por Tomás Moro en 1516. Kateb (1977) llama a este enfoque como “porvenir”, descrito como una conjetura sobre una posible situación futura.
- Optimismo (1769): Existía una esperanza generalizada sobre lo que la ciencia y la tecnología podían hacer para mejorar la calidad de vida la población. Apareció el género de la ciencia ficción en la literatura.
- Futurismo (1909): Liderado por Filippo Tommaso Marinetti, se difundió por Europa y después por todo el mundo. Alcanzó notoriedad en la pintura, escultura, arquitectura y hasta en la literatura.
- “Maravillosos Años 20” (1920): El paradigma imperante era festejar estar vivo como si el mundo fuera acabarse en cualquier momento. No había mayor interés de pensar en el futuro. El

presente era el único horizonte que importaba a la gran mayoría, incluyendo políticos y empresarios.

- *Forecasting* (1933): Científicos sociales, como William F. Ogburn, intentaron fusionar la investigación estadística con el pronóstico (*forecasting*). Se preparó un documento pionero, *Technological trends and national policy*, en 1937, para el Congreso de Estados Unidos.
- Futurología (1945): En la Alemania nazi, un grupo de filósofos germanos busco construir una nueva ciencia, llamada “futurología”, con la que pensaban encontrar la lógica del futuro. El filósofo fundador del término, Ossip K. Flechtheim, tuvo que dejar Alemania y planteó la mayor parte de la base conceptual de su idea en Estados Unidos.
- Voluntarista (1957): Un grupo de intelectuales franceses comienzan a establecer las bases de la prospectiva. Los filósofos Gastón Berger y Bertrand de Jouvenel son considerados los padres de la prospectiva al haber fundado el enfoque voluntarista, basado en el concepto que el futuro predeterminado no existe.
- *Forecasting* norteamericano (1961): Hernan Kahn, Max Cantor y Oscar Ruebhausen forman el *Hudson Institute*, donde se desarrollaron una serie de técnicas de pronóstico tecnológico y no tecnológico para diseñar escenarios para el año 2000, conocido aún como futurología con un enfoque determinista.
- *Technology foresight* (1972): Enfoque anglosajón que intenta encontrar una tercera vía entre el *forecasting* americano determinista y la prospectiva francesa, netamente voluntarista. Resalta una fuerte presencia de la tecnología como principal fuerza ganadora del futuro, transformándose luego en lo que se conoce como el *foresight* (previsión).
- Prospectiva estratégica (1987): Enfoque desarrollado por Michael Godet, desprendido de la prospectiva científica clásica. Concepto con mucha repercusión en su posterior empleo como herramienta para el planeamiento en el mundo entero.

Hasta ahora se ha visto distintos enfoques sobre el estudio del futuro a lo largo de la historia y mayormente de su adivinación, predicción o pronóstico y no tanto de su diseño y construcción. Existen numerosos estudios y planteamientos que tratan de predecir el futuro de la humanidad, de un país, de una organización o de un área específica de estudio (Miklos & Tello, 2007). De todas las escuelas del pensamiento sobre el futuro, la presente investigación propone el uso de la prospectiva como el marco conceptual que ayudará a las organizaciones a incorporar el análisis del futuro en sus procesos de

planeamiento. Considerando el objetivo de esta investigación y el esfuerzo por sintetizar determinados conceptos, es preciso detallar las vías de acceso al futuro que existen y enfocarse exclusivamente al fundamento básico de cada uno de ellos. En este sentido Miklos y Tello (2007) describen estas vías como sigue:

- Primero, el futuro deseable, representa la expresión de un estado de cosas que se ambicionan porque reflejan el conjunto de aspiraciones y valores. Es ese conjunto de aspectos puntuales, que hacen tan apetecible una configuración futura, digno de ser perseguido hasta ser conquistado.
- Por otro lado, se tiene al futuro probable, que representa aquellos eventos que pueden suceder, respaldado por razones aparentemente suficientes que se fundamentan en los hechos del pasado y presente, para creer que determinados acontecimientos se presentarán en el futuro. Esto conlleva un proceso de sistematización y evaluación.
- Para completar, se tiene al futuro posible, que incluye a la acción y el esfuerzo. Es un reflejo de viabilidad que afirma que se cuenta con el poder suficiente para llevar a cabo aquello que se ambiciona, que está al alcance de nuestros conocimientos y que se puede manejar desde los elementos fundamentales, y cuyo resultado será obtener la imagen propuesta. En este sentido, lo posible debe realizarse en función de construir lo deseable.

Basada estas vías hacia el futuro, la prospectiva se presenta como una alternativa cualitativamente diferente, pues establece una forma diferente de pensar sobre el porvenir; no solo intenta hacer conectar lo deseable, con lo probable y lo posible, sino que genera un compromiso con el futuro. Se concluye en esta introducción, que el enfoque comprometido de la prospectiva va a dimensionarse como la estructura fundamental y direccional de los venideros estudios del futuro.

2.1.2 Conceptualizando a la prospectiva

La prospectiva apareció en la década de 1970 como una práctica significativa para la elaboración de pronósticos, pero que buscaba superar al mismo tiempo la imprecisión de la futurología y el reduccionismo de la previsión (*foresight*). Sobre todo, deseaba acabar con la visión determinista de ambas teorías.

Es importante resaltar que a diferencia de otras aproximaciones al futuro (futurología, *forecasting*, *foresight*), la trayectoria de la prospectiva viene del porvenir hacia el presente, superando la proyección exclusiva de tendencias y patrones, para así, poder diseñar y construir alternativas que permitan un acercamiento progresivo sobre el futuro deseado (Miklos & Tello, 2007).

Para ahondar un poco más en las diferencias de los conceptos, Beinstein (2016) señala que la futurología abarca por lo general grandes temas de investigación como la economía mundial, el futuro del planeta o el estudio de un sector productivo amplio a escala global o regional. Sus técnicas suelen limitarse a la consulta de expertos como el método Delphi, a la elaboración de extrapolaciones y en algunas instancias al uso de algún modelo de simulación matemático. Organismos internacionales, hoy en día, como el Fondo Monetario Internacional (FMI), el Banco Mundial o la Agencia Internacional de Energía suelen publicar estudios futuroológicos fuertemente sesgados por orientaciones ideológicas y personales de sus directivos, que a veces están inclinadas hacia intereses del momento, sin embargo, en algunos casos la tendencia predictiva es suavizada poniendo en mesa otros escenarios alternativos, dando así una cierta imagen prospectivista.

El pronóstico (*forecasting*), por su lado, se refiere a un enunciado condicionado, es decir al desarrollo de eventos futuros con alto grado de probabilidad. El pronóstico representa juicios razonados sobre algún resultado particular, que se considera el más idóneo para servir como un programa de acción (Miklos & Tello, 2007). El diccionario Webster define al pronóstico como “un cálculo o una predicción sobre algún evento que es el resultado de un estudio racional y un análisis de datos”. En síntesis, el *forecasting* se basa en tendencias observadas del pasado y en una proyección histórica de variables hacia el futuro a través de herramientas matemáticas sustentadas por hipótesis o supuestos de inicio (Indacochea, 2014).

Por otro lado, la previsión (*foresight*) surgió como una evolución del concepto del *forecasting* y se constituyó en un área multidisciplinaria de los estudios sobre el futuro basados en el método científico (Indacochea, 2014). Se encarga de pronosticar variables, como por ejemplo la evolución del PBI (Producto Bruto Interno), de un precio o de un índice de precios, del ciclo de vida de un producto, del crecimiento poblacional, etc. Sus aspiraciones están en menor escala que las de la futurología, sin embargo, debido a la precisión de sus resultados basados en modelos y procedimiento matemáticos, terminó por darle un perfil científico y útil para la toma de decisiones en las organizaciones (Beinstein, 2016).

La figura 1 muestra como el pronóstico ve al futuro y la realidad en forma lineal, como si fuese uno solo, producto de la continuidad en la tendencia observada en el pasado. Es el análisis usado en modelos econométricos para elaborar previsiones y poder así, simular el futuro (Indacochea, 2014).

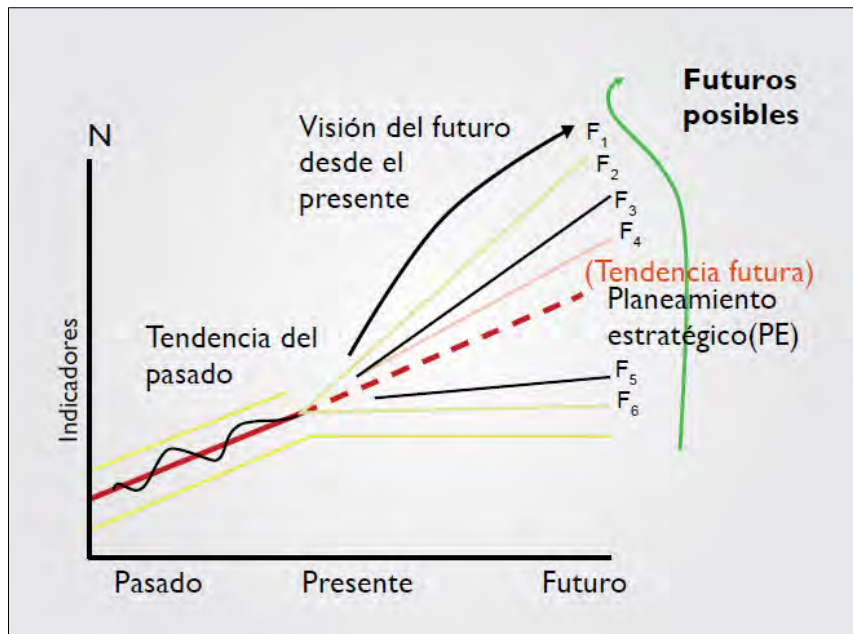


Figura 1. Enfoque de pronóstico (Tendencias)

Fuente: Elaborado por Indacochea (2014) a partir de Miklos, Jiménez y Arroyo (2008)

En ese contexto, Beinstein (2016) señala que, en esos estudios de la época, a la idea de un abanico de futuros posibles (futuribles) se le oponía la relación causa- efecto entre el pasado y el futuro reducida a unas pocas variables cuantificables (previsión), o por otro lado, a la elaboración de sistemas o visiones de la realidad poco rigurosos e imprecisos (futurología) se le oponía la construcción de sistemas sólidos con módulos bien delimitados y descritos de forma rigurosa (prospectiva).

Cuando el futuro, convertido ya en presente o pasado, no coincidía con el pronóstico, tanto previsionistas como futurólogos respondían a primera instancia, que la culpa no era de sus modelos metodológicos, sino de la forma incorrecta de su aplicación, presentación e incorrecta interpretación, y cuando los resultados reflejaban la insuficiencia de estos, solo se sugería elaborar nuevos modelos de previsión o futurología. Es aquí cuando la prospectiva aparecía a partir de sus primeros ejercicios como un instrumento científico de gran valor para los tomadores de decisiones y planificadores que podían apoyarse en escenarios detallados para preparar planes, programas y proyectos alternativos que ofrecían la flexibilidad necesaria para la toma de acciones operativas (Beinstein, 2016).

La palabra prospectiva viene del griego *prospekt* que significa “modo de mirar algo”. Su significado moderno es más complejo y proactivo. Esta disciplina, de origen francés, no busca pronosticar o predecir el futuro y estar condicionado a él para que los eventos sucedan, sino para poder construir con inteligencia el futuro deseado, dentro de varios futuros posibles y deseables que pueden ser imaginados desde el presente (Indacochea, 2014).

La figura 2 muestra como el enfoque prospectivo no considera al futuro como lineal, sino más bien múltiple e incierto, y es donde dentro de estos futuros posibles (futuribles) que se selecciona uno en particular para poder construirlo desde el presente, que es el principal objeto de la prospectiva.

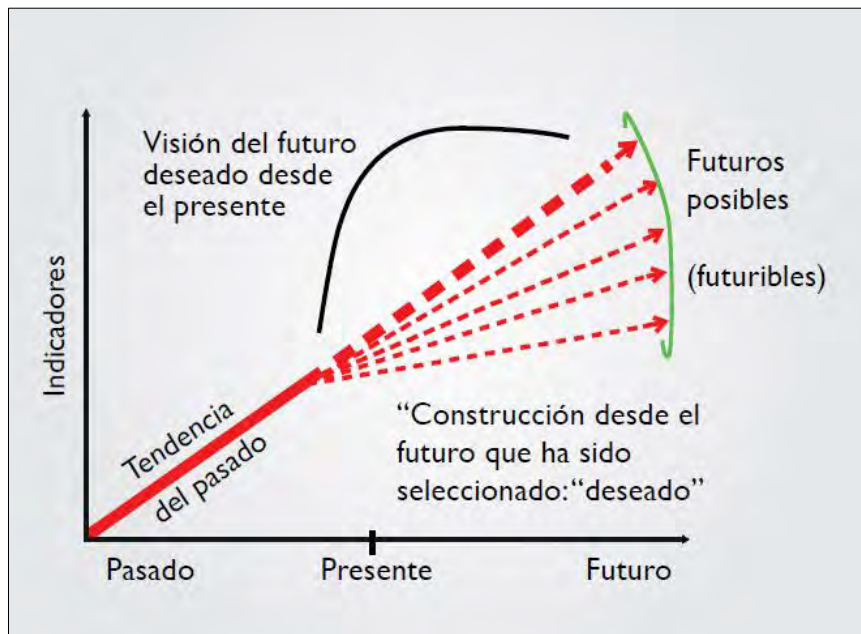


Figura 2. Enfoque prospectivo

Fuente: Elaborado por Indacochea (2014) a partir de Miklos et al. (2008)

Merello (1973) también señala que la prospectiva no busca adivinar el futuro, sino que pretende construirlo. De esta forma, anticipa la configuración de un futuro deseable, luego desde ese futuro imaginado, hace una reflexión sobre el presente con el objetivo de insertarse mejor en la situación actual, para actuar más eficientemente, orientando nuestro desarrollo y desenvolvimiento hacia ese futuro proyectado como deseable. Se concluye entonces que la prospectiva propone hacer al futuro deseable más probable que los otros, haciendo trascender lo exclusivamente posible, sin dejar de incorporarlo.

Godet (1993) precisó por su lado que el futuro no tiene que contemplarse como una única línea, sino que el futuro es múltiple e indeterminado. Añadió que la pluralidad del futuro y los grados de libertad de la acción humana se explican mutuamente, es decir, el futuro no está escrito, sino está por hacer. Esta declaración se traduce en la premisa básica de la prospectiva, que dice que el futuro no es único y predecible, sino que está abierto a poder ser construido.

Godet y Durance (2011) señalan que la prospectiva es un tipo de previsión (preactiva y proactiva) que permite aclarar las acciones presentes a la luz de los futuros posibles y deseables. Añaden que prepararse

para los cambios previstos no impide actuar para provocar que los cambios deseados se puedan materializarse. La previsión para convertirse en acción dependerá exclusivamente de que los actores del sistema estén en la capacidad de incorporarla.

Por otro lado, Miklos (2011) considera a la prospectiva como un método para anticiparse al futuro. También la describe como una herramienta para invocar y cambiar la dinámica de los sistemas sociales. Su función principal será prevenir a partir de lo que ya pasó (retrospectiva) y a diferencia de una mera proyección de las tendencias del pasado, representa la construcción de otras posibilidades para el futuro.

2.1.3 Prospectiva de segunda generación

Desde los orígenes de los primeros estudios prospectivos, estos han intentado apoyarse en un plano sistémico de la realidad, sin embargo, desde su nacimiento, calificado como prospectiva clásica por algunos autores, estos sistemas incluían fuertes sesgos reduccionistas, excesivamente simplificadores, con clasificaciones muy rígidas, y caracterizado también por una visión de temporalidad impregnada fuertemente de visiones propias de la previsión sustentado con un paquete de técnicas muy limitado. Con el pasar del tiempo estas limitaciones se han ido superando y actualmente emerge una práctica moderna, mucho más flexible y menos esquemática (Beinstein, 2016).

Beinstein (2016) señala que un efecto determinante para este cambio ha sido el cambio desde un análisis simplista de sistemas a un análisis de sistemas complejos, tal como aparecen en la realidad social, representando a conjuntos heterogéneos integrados por un número grande de componentes en constante transformación, abiertos al contexto, con propiedades de sistemas emergentes, independientes de las propiedades particulares de sus componentes. García (2008) conceptúa a un sistema complejo como un sistema en el cual los procesos que determinan su funcionamiento son el efecto de la confluencia de múltiples variables que interactúan, de tal manera que el sistema no es descomponible sino semi-descomponible, por tanto, no puede ser explicado por la simple adición de estudios independientes sobre cada uno de sus componentes.

Respecto al nuevo pragmatismo metodológico, Beinstein (2016) resalta que a las nuevas técnicas de estudio son agregadas algunas heredadas de la previsión, principalmente extrapolaciones más o menos sofisticadas realizadas con tratamientos de series temporales, analogías, curvas S, entre otras; no para pronosticar el comportamiento del futuro, sino para evaluar su recorrido pasado y las consecuencias de seguir la dinámica de forma individual sin tener en consideración el resto del sistema y contexto. En este sentido, los escritos de Berger (1964) establecían desde un comienzo principios fundamentales para el estudio del futuro: ver más allá de lo inmediato, tener una visión general de la realidad evaluada y

paralelamente ver a profundidad sin descuidar los detalles; en general enfatizaba que se requería una flexibilidad metodológica, buscando así agarrar el futuro siempre en transformación.

La figura 3 muestra de manera sinóptica la evolución de los conceptos entre previsión, prospectiva clásica y la prospectiva de segunda generación, resaltando la visualización del espacio plural del presente como un sistema complejo de variables múltiples que están en constante interacción con el pasado, presente y futuro. Si bien la prospectiva clásica consiguió superar la visión lineal (fatalista) del futuro abriendo lugar a los futuros posibles (futuribles), la prospectiva de segunda generación va más allá y abre otros dos espacios de libertad, el del pasado y el del presente.

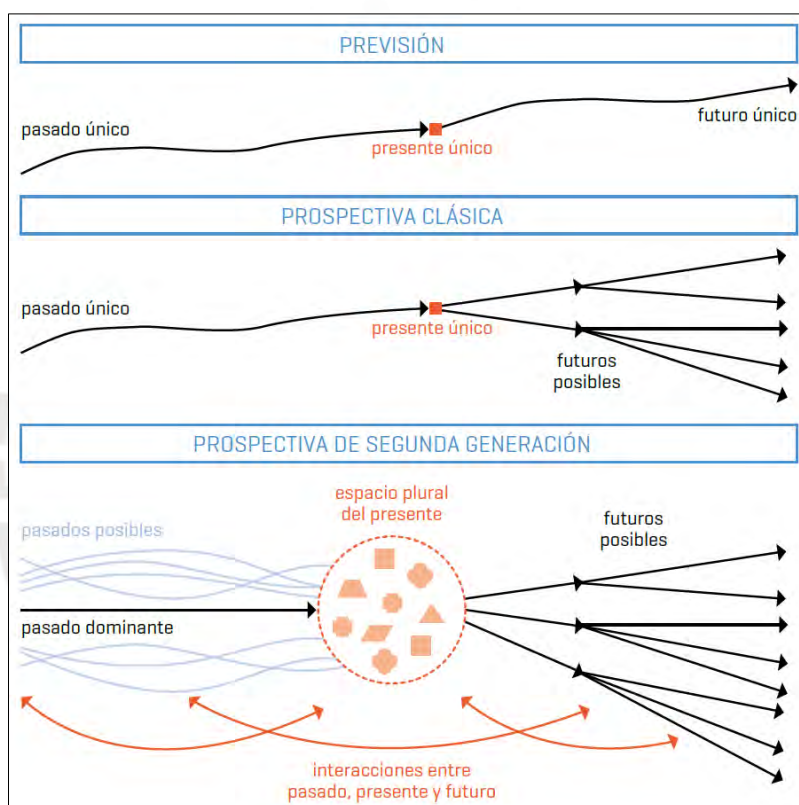


Figura 3. Previsión, prospectiva clásica y prospectiva de segunda generación

Fuente: Beinstein (2016)

Sintetizando el concepto, Miklos y Arroyo (2011) señalan las siguientes premisas como la base del pensamiento prospectivo:

- Mientras que el pasado ya sucedió, este existe como tal, y el presente está sucediendo (lo cual significa que existe), el futuro aún no existe en la realidad actual; solo puede estar presente como imaginario, como objeto de la imaginación, del deseo o del temor, de algo que habrá de existir más adelante.

- El futuro no es el destino, no está predeterminado, no es ineludible e inflexible.
- El futuro no es único, en realidad es múltiple, al menos visto desde hoy se debería hablar de “futuros”.
- Se ha descubierto que esos futuros son comprensibles, son visualizables, representan visiones.
- Por todo esto, esos futuros son influenciables y pueden ser manipulados por el ser humano.

Finalmente, Georghiu, Cassingena, Keenan, Miles y Popper (2008), por su lado, señalan que la prospectiva es un proceso participativo de decisiones que tiene las siguientes características:

- Representa una perspectiva de largo plazo.
- Su foco está en los cambios a futuro.
- Es un proceso transparente y con apertura a la discusión.
- Es un proceso de interacción entre los participantes.
- Representa una apropiación del proceso por parte de los actores del sistema.
- Existe una diversidad de conocimientos y visiones de futuro proporcionado por diferentes autores.
- Su interés trasciende los límites de lo simple, y se extiende a lo social, económico, ambiental, político, desde un enfoque de investigación y desarrollo.
- Explora hipótesis y eventos relevantes para los diferentes actores.

2.1.4 El pensamiento estratégico

Ya se ha revisado como el trabajo investigativo aborda a primera instancia al pensamiento prospectivo con una revisión de alcances y conceptos construidos a partir de teorías desde una etapa clásica que han ido transformándose hacia un pensamiento moderno orientado a construir el futuro dentro de sistemas complejos y de mucha incertidumbre.

Acercándose más al nivel organizativo y empresarial del pensamiento prospectivo, y con el reto de aproximar las condiciones socio-económicas predominantes dentro de un sector de estudio en particular, es importante investigar cual es el pensamiento estratégico de los líderes, gestores o administradores de las organizaciones y empresas que, a través de enfoques y teorías, son los encargados de tomar decisiones para alcanzar los resultados esperados.

De acuerdo con la ciencia administrativa, el pensamiento estratégico no es simplemente un conjunto de teorías, sino está vinculado directamente con el punto de vista del estratega de negocios que ve el mundo diferente encargado de tomar decisiones de calidad en beneficio de la organización (Gerstein, 1996).

En este contexto, Mintzberg, Ahlstrand y Lampel (1999) definen al pensamiento estratégico como un proceso de síntesis en el que se usa la intuición y creatividad para crear una visión de la dirección que el negocio debe seguir. De forma similar, Alles (2003) afirma que el pensamiento estratégico es la habilidad para comprender rápidamente los cambios del entorno, oportunidades del mercado, amenazas competitivas, fortalezas y debilidades de su propia organización a la hora de identificar la mejor respuesta estratégica; así como también la capacidad para detectar nuevas oportunidades de negocio, adquirir negocios en marcha, realizar alianzas estratégicas con clientes, proveedores o competidores y saber el momento ideal para abandonar un negocio o reemplazarlo por otro.

Miklos y Arroyo (2001) sostienen, por su lado, que el pensamiento estratégico es una reflexión sobre el “cómo hacer a partir de qué hacer y para qué hacer”, y que está relacionado con la forma que las organizaciones deben conducirse. Complementa afirmando que el pensamiento estratégico es un vínculo mediador entre la misión y visión de una empresa (individual y colectiva), que permite darle viabilidad a la toma de decisiones y convertirlas en ejecuciones prácticas; añade además que pensar estratégicamente está referido al conjunto de decisiones anticipativas que permiten elegir ante determinadas circunstancias o escenarios posibles, representando una elección para actuar ante contextos de incertidumbre.

Otras obras pioneras, representantes de los planteamientos de las escuelas de gestión estratégica, como Chandler (1962), Andrews (1971) y Ansoff (1965), se introducen en el ámbito económico empresarial y en el espacio académico del *management* estratégico, basados en la idea de competencia y cómo conducirse frente a los rivales para lograr los objetivos trazados. En este sentido, se proponen diferentes definiciones de estrategia. Chandler (1962) la define como la determinación de las metas y objetivos básicos de una empresa a largo plazo, la adopción de los cursos de acción y la asignación de los recursos necesarios para alcanzar dichas metas, para lo cual, resalta la importancia de combinar las decisiones estratégicas con los impactos sobre los recursos de la empresa, sin dejar de prestar atención en la visión de la organización. Ansoff (1965) por su lado, define a la estrategia como un operador diseñado para transformar la firma de la posición actual a la posición descrita por los objetivos, dependiente de las restricciones de capacidad y potencia. Andrews (1971), por su parte, define a la estrategia como el patrón de decisiones en una compañía que determina y revela sus objetivos, propósitos o metas; produce las principales políticas y planes para lograr dichas metas; y define el rango de negocios que la compañía va a llevar adelante, el tipo de organización económica y humana que pretende ser, y la naturaleza de la contribución económica y no económica que intenta hacer a sus accionistas, empleados y comunidades.

Ya en la década de los ochenta aumenta más el interés por esclarecer el por qué unas industrias eran más rentables que otras, y con ello los estudios de estrategia y ventaja competitiva van ganando más

notoriedad, expresiones que fueron acuñadas por Michael Porter en sus textos publicados en 1980 y 1985 respectivamente. Porter (1985) señala que la esencia de la formulación de una estrategia competitiva consiste en relacionar a una empresa con su medio ambiente, lo cual supone emprender acciones ofensivas o defensivas para crear una posición defendible frente a las fuerzas competitivas en el sector industrial en el que está presente y obtener así un rendimiento superior sobre la inversión de la empresa.

Basados en este razonamiento, se puede sostener que la intención de la estrategia es la de crear una ventaja competitiva sostenible en el tiempo, que permita a las organizaciones obtener resultados superiores a los de sus competidores, incluso dentro de un entorno complejo (Porter, 1996). En la década de los noventa, por otro lado, se empieza a reconocer la complejidad de tomar decisiones en ambientes cambiantes y de incertidumbre, lo cual hizo más importante aún en pensar estratégicamente (Porter, 1996).

Uno de los aportes más influyentes en esta década se puede encontrar en la publicación de Mintzberg (1994), donde se plantean algunas críticas a las prácticas del planeamiento estratégico sobre los responsables de definir las estrategias de la organización. Si las teorías pasadas definían un ambiente más conservador, previsible y ordenado, Mintzberg empezó a revolucionar los conceptos, demostrando que el universo corporativo real era caótico, complejo, imprevisible y confuso; y con eso dio el mensaje a los líderes y gerentes corporativos que su tarea principal era poner un poco de orden y sentido dentro del desorden de la vida diaria para lograr el éxito corporativo.

Ya por el 2003, en la nueva entrega de Mintzberg et al. (1999), los autores definen a la estrategia como una estratagema, es decir una maniobra realizada con el objeto de burlar a un oponente o competidor.

Finalmente, Miklos (2011) señala que, aunque los términos “estrategia” y “estratégico” son polisémicos, estos están referidos siempre a la capacidad de configurar una decisión o un conjunto de decisiones deseables y posibles (relevantes/significativas) ante una realidad o realidades complejas e inciertas en las que está comprometida una organización. A continuación, se buscará una comprensión didáctica de como el pensamiento prospectivo y estratégico interactúan, dando lugar a un nuevos procesos y definiciones.

2.1.5 Del planeamiento a la acción estratégica

Si bien el encuentro entre prospectiva y estrategia era inevitable, este no logró borrar del todo la confusión que puede existir entre géneros y conceptos, sin embargo, hay una gran afinidad de conceptos que lo que se puede concebir o admitir. Es en este punto, donde el planeamiento o la planificación se

concebe como la capacidad para organizar las acciones de un sistema a partir de visualizaciones futuras (prospectiva) y de estrategias pertinentes y viables (Miklos & Arroyo, 2011).

Según Miklos y Tello (2007), definir el término “planeación” implica una gran tarea, pues por un lado existen diversas definiciones en conflicto, y por otro, el concepto mismo está atravesando constantes cambios. La connotación más práctica está relacionada con la toma anticipada de decisiones. Esta acepción implica que toda decisión se lleva a cabo considerando el futuro, al buscar adelantarse a sus efectos o consecuencias (Ackoff, 1970). Ackoff (1973) por su lado, define a la planificación, como el concebir un futuro deseado, así como los medios reales para alcanzarlo; se puede percibir que esta descripción no difiere en casi nada de la definición propuesta anteriormente para la prospectiva, donde el deseo es base productora del futuro, donde la anticipación aclara la preactividad y proactividad (Godet & Durance, 2011).

Para Mintzberg (1994), una organización puede planificar (tomar el futuro en consideración) sin llegar a hacer planificación (un procedimiento formal) incluso aunque elabore planes (intenciones explícitas). Mas que la planificación en sí, lo que importa y se cuestiona es la forma en cómo se aplica. La inserción de la planificación estratégica solo se materializará si esta integra la cultura e identidad de las organizaciones implicadas.

Bajo esta premisa, se puede ahora dirigir la atención al proceso mediante el cual los gerentes formulan o implementan estrategias. Muchos autores resaltan que la estrategia es el resultado de un proceso de planificación formal y que la alta dirección desarrolla la función más importante en este proceso. Este punto puede tener una porción de verdad, sin embargo, no refleja toda la realidad dentro de las organizaciones, pues en la vida real pueden surgir estrategias de mucho valor en la interna de la organización sin haber pasado por un proceso de planificación formal, aunque, considerar la planeación formal y racional resultar ser un punto de partida bastante útil dentro del *management* corporativo (Hill & Jones, 2011).

Basado en esto, Hill y Jones (2011) describen el proceso formal de planeación estratégica a través de cinco pasos principales:

- a. Elegir la misión corporativa y las principales metas corporativas.
- b. Analizar el entorno competitivo externo de la organización para identificar oportunidades y amenazas.
- c. Analizar el entorno operativo interno de la organización para identificar las fortalezas y debilidades.

- d. Elegir estrategias que se basen en las fortalezas de la organización y corrijan sus debilidades con el fin de aprovechar las oportunidades externas y contrarrestar las amenazas externas. Estas estrategias deben estar alineadas con la misión y metas principales de la organización. Debe existir congruencia y representar un modelo de negocio viable.
- e. Implementación de las estrategias

Según este procedimiento, la parte que corresponde a analizar el entorno interno y externo de la organización, para después seleccionar las estrategias adecuadas constituye la formulación de estrategias. Por otro lado, la implementación de la estrategia consiste en poner en acción los planes (estrategias). Esta parte incluye ejecutar acciones congruentes con los planes que la empresa ha elegido, tanto a nivel corporativo, de negocios y funcional; incluye también la asignación de funciones y responsabilidades entre los gerentes (estructura organizacional), la asignación de recursos (capital y dinero), establecer objetivos a corto plazo, y finalmente, diseñar el control de la organización e implementación de sistema de recompensas o compensaciones (Hill & Jones, 2011).

La figura 4 describe el paso secuencial expuesto en el proceso de planificación estratégica. El primer paso comienza con la declaración de la misión, visión y principales metas corporativas. Luego de esta declaración se continua con la base del pensamiento estratégico, que consiste en el análisis interno y externo de la organización para dar lugar a la elección de estrategias. El planeamiento estratégico, luego termina con el diseño de la estructura organizacional y cultura, así como la construcción del sistema de control necesario para lograr una implementación exitosa. Es importante mencionar que algunas organizaciones realizan ciclos anuales del proceso de planificación estratégica, que no implica que los gerentes y la alta dirección elijan una nueva estrategia cada año, sino que el objetivo principal consiste en modificar o reafirmar una estructura de estrategia ya existente y en proceso de ejecución (Hill & Jones, 2011).

Hill y Jones (2011) señala que normalmente los planes estratégicos contemplan un horizonte de uno a cinco años, durante el cual el plan se va extendiendo año a año. En la práctica, en la mayoría de las organizaciones, los resultados del proceso de planificación estratégica anual sirven para retroalimentar el presupuesto elaborado para el año siguiente, esto quiere decir que la planificación estratégica de ciclo anual busca por sobre todo determinar la asignación de recursos dentro de la organización. La formulación de estrategias comienza con un análisis del entorno, es decir de las fuerzas que conforman las competencias en la industria al cual pertenecen las organizaciones. La meta de este análisis es comprender amenazas y oportunidades que confrontan a la empresa y usar este conocimiento para identificar y elaborar planes estratégicos que permitan superar a los competidores (Hill & Jones, 2011).

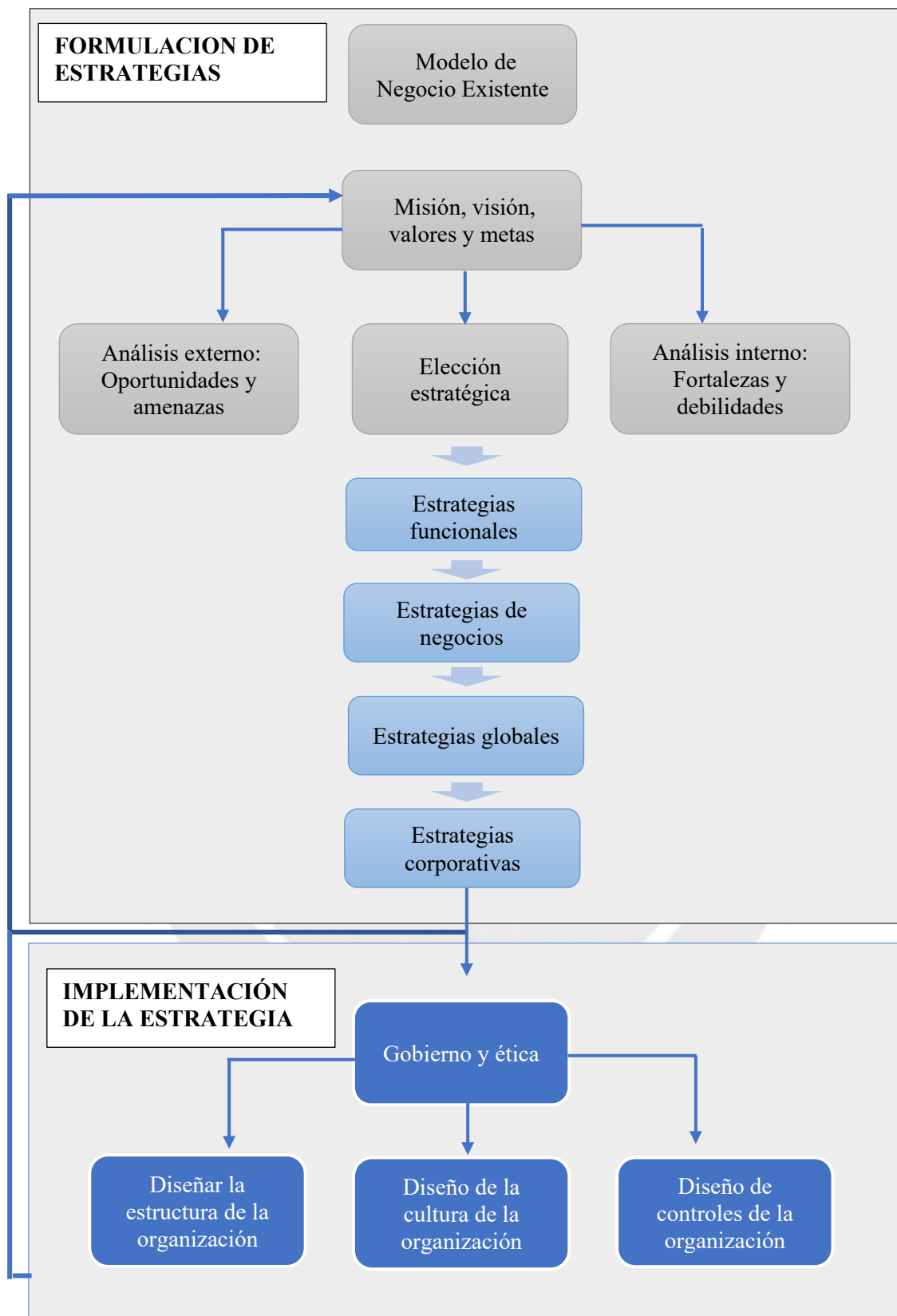


Figura 4. Componentes principales del proceso de planeación estratégica

Fuente: Hill y Jones (2011)

En este punto, Porter (2009) menciona que el entorno relevante es muy amplio, pues abarca fuerzas sociales y económicas, y su aspecto fundamental es la industria o industrias en la que la empresa compite. Asimismo, el autor señala que la intensidad de la industria depende de cinco fuerzas competitivas; y que el potencial de utilidades en un sector es determinado por su fuerza combinada y medida por el rendimiento a largo plazo sobre el capital invertido. Estas cinco fuerzas competitivas, comprendidas por los potenciales competidores, productos sustitutos, el poder de negociación de compradores, el poder de negociación de proveedores y la rivalidad entre las empresas establecidas dentro de una industria (competidores), constituyen de forma combinada la intensidad de la competencia y la rentabilidad de una industria, donde la fuerza o fuerzas mas poderosas predominan y son decisivas desde el punto de vista de formulación de estrategias (Porter, 2009).

En este sentido, el famoso modelo de las cinco fuerzas de Porter será una de las herramientas estratégicas para realizar un diagnóstico del entorno como parte del proceso metodológico del análisis prospectivo de la presente investigación. El modelo, mostrado en la **figura 5** se enfoca en cinco fuerzas que dan forma a la competencia dentro de una industria.

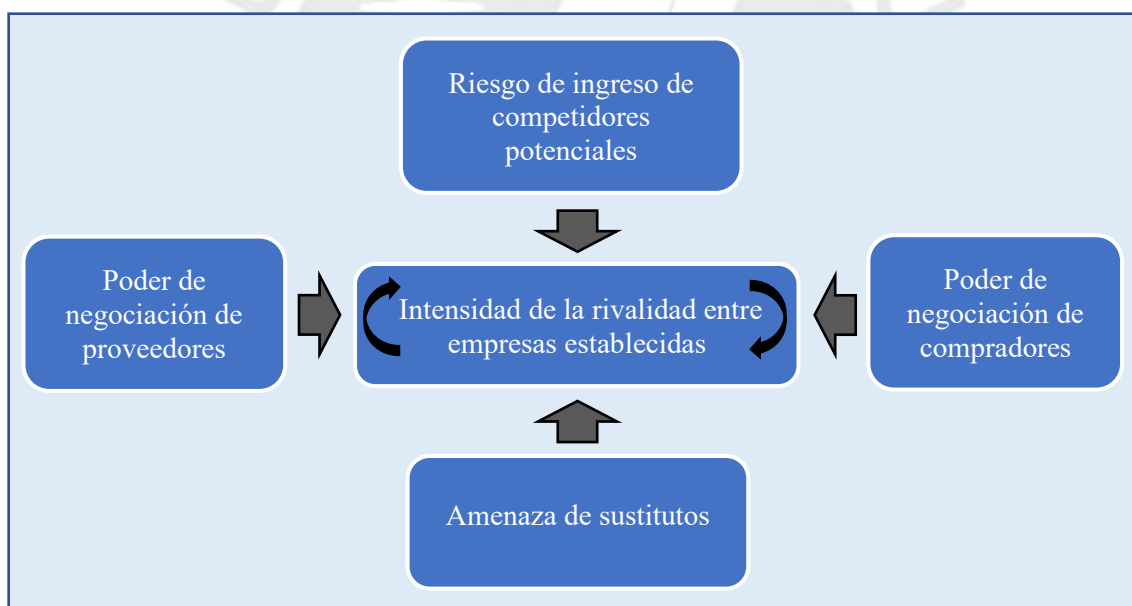


Figura 5. Modelo de cinco fuerzas de Porter

Fuente: Hill y Jones (2011)

La primera fuerza de Porter está representando por la amenaza de nuevos competidores potenciales. Estas son empresas que aún no compiten en la industria, pero tienen la capacidad de hacerlo si así lo deciden. Una estrategia importante es construir barreras de entrada (en el caso de las empresas establecidas) o encontrar formas de evadir esas barreras (en el caso de las que quieren entrar). Entre las barreras altas de ingreso se encuentran principalmente las economías de escala, la lealtad de la marca,

las ventajas absolutas de costos, los costos de cambio del cambio para el cliente y las regulaciones gubernamentales. La segunda fuerza de Porter es el poder de negociación de los proveedores. Esta se refiere a la capacidad de estos para incrementar los precios de sus productos, o para incrementar de otra manera los costos de la industria, por ejemplo, al ofrecer productos de mala calidad o servicio deficiente. La tercera fuerza de Porter es el poder de negociación de los compradores. Los compradores de una industria pueden ser los clientes individuales que en última instancia consumen los productos como usuarios finales, o también pueden ser las empresas que distribuyen los productos de una industria a los usuarios finales. La cuarta fuerza de Porter analiza la amenaza de productos o servicios sustitutos, es decir los productos de diferentes negocios o industrias que puedan satisfacer necesidades similares de los clientes. Finalmente, la quinta fuerza competitiva de Porter es la intensidad de la rivalidad entre las empresas establecidas dentro de una industria. Esta rivalidad se refiere básicamente a la lucha entre empresas de una industria para ganar la mayor participación de mercado (Hill & Jones, 2011).

Porter afirma que cuanto más poder tengan estas fuerzas, la capacidad de las empresas establecidas se hará más limitada para incrementar sus precios y obtener mayores utilidades, es decir, una fuerza competitiva poderosa puede considerarse una amenaza, debido a que deprime las utilidades. Por otro lado, una fuerza competitiva débil se considera una oportunidad debido a que permite a una empresa obtener mayores utilidades (Hill & Jones, 2011).

Hill y Jones (2011) sostienen también que el poder de las cinco fuerzas pueden cambiar en el tiempo, de acuerdo a los cambios que atraviezan las condiciones de la industria. La principal tarea de los administradores de las organizaciones es reconocer cómo las cinco fuerzas dan origen a nuevas amenazas y oportunidades para la formulación de las respuestas estratégicas adecuadas.

Otra herramienta utilizada para el estudio del entorno es el análisis político, económico, social, tecnológico, ambiental y legal (PESTEL) (Kaplan & Norton, 2008). El objetivo de este análisis es identificar los factores externos que intervienen en el desempeño del sector de las energías renovables.

Martínez y Milla (2005) sostienen que las estrategias no deben surgir de la nada, sino que deben entregar una respuesta al entorno general del negocio. Es por esto la importancia de analizar la situación actual del sector en todos los niveles.

La metodología empleada para realizar el análisis PESTEL consiste en examinar el impacto de aquellos factores externos que están fuera del control del sistema, pero que podría tener injerencia en su futuro desarrollo. La recomendación es que las organizaciones se conviertan en un actor activo en cuanto a la exploración del entorno, realizando una vigilancia constante de las tendencias para que puedan anticiparse a la posición de sus competidores en el futuro (Martínez y Milla, 2005).

2.1.6 Planeación prospectiva

Miklos y Arroyo (2011), en su intento de alinear los conceptos, define al planeamiento como un proceso que, usando el pensamiento prospectivo y estratégico, toma decisiones, organiza y alinea las acciones en función de objetivos y metas dentro de un horizonte temporal determinado. Añade que el planeamiento es un proceso de análisis y creación de sentido que se basa en la relación “situaciones/opciones”.

Según esto es importante lanzar la pregunta: ¿Cuál es el verdadero papel de la prospectiva en el proceso de planificación? Miklos y Tello (2007) señalan que imaginar el futuro deseado puede constituirse en una simple reflexión, sin embargo, para que el ejercicio mental sea efectivamente prospectivo, habrá que insertarse en un proceso de toma de decisiones. Solo en este aspecto, se puede hablar de prospectiva, pues involucra al tomador de decisiones una visión del futuro deseado y diversos aspectos que perfilan opciones de futuros posibles.

En este sentido, se puede hacer diferenciar la concepción tradicional de planeamiento y la concepción bajo el enfoque prospectivo. En la primera, el proceso inicia basado en información del pasado y presente, proyectando los futuros posibles para después elegir el futuro más deseable. Por otro lado, el estilo prospectivo de planeación funciona a la inversa del procedimiento tradicional, pues primero se determina el futuro deseado, realizando un diseño creativo y dinámico, sin considerar el pasado y el presente, y después realiza un ejercicio de confrontación con el futuro posible, y así, elegir dentro de un conjunto de opciones el futuro factible. La figura 6 sintetiza estas diferencias.

Combinado con estas definiciones, Massé (1965), expresó que el estilo prospectivo de la planeación puede ser caracterizado como una actitud flexible ante un futuro abierto con un atributo de inquietud intelectual dirigida a transformarse en un optimismo de acción; búsqueda que sirve para juntar la pluralidad de los posibles futuros con la unicidad de la decisión a tomar en el momento presente. A este respecto, Sachs (1980) señala que lo que hace de la planeación prospectiva una alternativa a la planeación tradicional es que plantea la formulación de objetivos y búsqueda activa de medios para su obtención.

A diferencia de la planificación tradicional, es importante mencionar que la planificación prospectiva tiene un amplio horizonte temporal, es decir se interesa por eventos y situaciones a largo plazo. Es aquí, donde se manifiesta el carácter flexible de esta disciplina, ya que por tratarse de una visión a alcanzar a varios años, permite la elección de futuros alterantivos. Solo una vez que la imagen del futuro deseado es obtenida, es posible determinar el horizonte temporal, haciendo que los futuros factibles se acerquen

al deseado, iniciándose la verdadera construcción del porvenir y el planeamiento prospectivo propiamente dicho (Miklos & Tello, 2007).

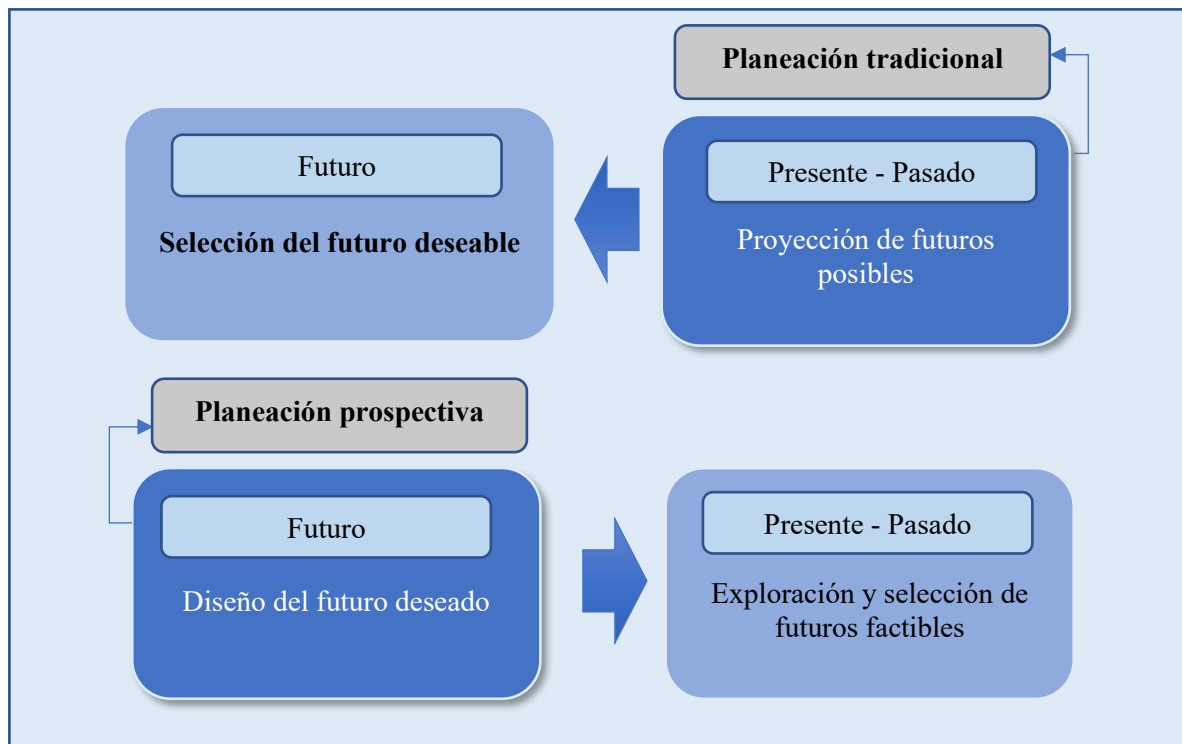


Figura 6. Planeación tradicional y planeación prospectiva

Fuente: Miklos y Tello (2007)

Para culminar este apartado, Godet y Durance (2011) ayudan a marcar las bases de la integración del pensamiento prospectivo con el pensamiento estratégico, señalando que la acción sin objetivo no tiene sentido y la previsión promueve a la acción. Esta la razón por la cual se considera que la prospectiva y la estrategia son generalmente indisociables, de ahí que proviene la expresión “prospectiva estratégica”.

El siguiente apartado, surge de la necesidad de presentar los métodos y herramientas asociadas más rigurosas y de enfoque participativo que estén a la altura de la complejidad de los problemas, y que reflejen las garantías para su reconocimiento y aceptación en las soluciones entregadas.

2.1.7 Prospectiva estratégica

La herencia acumulada de conceptos y definiciones en torno al análisis estratégico es enorme, sin embargo, el análisis clásico en términos de amenazas y oportunidades del entorno general demuestra que el planeamiento estratégico no se puede limitar al análisis del entorno competitivo con la excusa de buscar un beneficio a corto plazo, tal como se puede referir de las primeras obras de Michael Porter. Los diferentes grados de incertidumbre acerca del futuro mediato del entorno general demuestra la

necesidad de construir escenarios globales para explicar las decisiones estratégicas y garantizar la sostenibilidad del negocio (Godet & Durance, 2011).

En este sentido, Godet y Durance (2011) señalan que la prospectiva estratégica pone la previsión al servicio de la acción, valiéndose de las fuertes sinergias potenciales que existe entre prospectiva y estrategia. Los autores enfatizan que por un lado la prospectiva revoluciona el presente e interpela la estrategia; por su parte la estrategia se pregunta cuáles son las posibles decisiones apelando a los escenarios que genera la prospectiva.

A partir de este punto, es importante definir ¿qué es un escenario?. Por un lado Kahn y Wiener (1968) definían a los escenarios como una serie hipotética de eventos contruidos con vistas a sacar a la luz secuencias causales y nudos de decisión. Godet y Durance (2011) definen al escenario como un conjunto formado por la descripción de una situación futura y por una serie de hechos que permiten variar de una situación original a una situación futura. Sostienen también que la palabra escenario puede ser encontrada de forma excesiva para calificar cualquier tipo de hipótesis, enfatizando que las hipótesis pueden constituir un escenario, siempre y cuando, estas cumplan simultáneamente con cinco características: pertinencia, coherencia, verosimilitud, importancia y transparencia.

Existen diversas formas para llevar a cabo estudios de prospectiva, donde cada investigador o equipo de investigación utiliza un conjunto de herramientas convenientes y que se ajustan a cada estudio realizado. Un estudio de la *European Foresight Monitoring Network* (EFMN) (2009) realizó una investigación estadística de los estudios del futuro que eran aplicados en Europa y otras regiones, analizando 886 casos de estudio para determinar el uso de distintas herramientas usadas en el estudio prospectivo, y determinó que en promedio una investigación usaba entre cinco y seis herramientas, presentando una alta variación entre cada estudio, así como también una alta variación entre los métodos usados. En la tabla 1 se pueden identificar los nombres de cada herramienta y el porcentaje de utilización respecto a todos los casos de estudio.

Por otro lado, basado en el documento de EFMN (2009), Popper (2008) agrupó los métodos más conocidos y los introdujo en un rombo, destinado para estudios de prospectiva y *foresight*. En cuanto a su naturaleza, los métodos pueden ser calificados como cualitativos, cuantitativos o semicuantitativos. Asimismo, Popper (2008) también hace una clasificación en función a las capacidades de los métodos, denotando los atributos de creatividad, habilidad, interacción y evidencia. La creatividad se refiere a la combinación de pensamiento original y creativo, y está sujeto al ingenio de expertos calificados. La habilidad se refiere al conocimiento de las personas en un área en particular. La interacción se refiere a la combinación de diversas opiniones y puntos de vista entre expertos. Finalmente, la evidencia

reconoce que tan importante es explicar un fenómeno con el soporte de documentación fiable y de análisis riguroso.

Tabla 1. Porcentajes de utilización de herramientas en estudios sobre el futuro

Herramienta	% Utilización de herramienta en investigaciones
Revisión de Literatura	54%
Panel de expertos	50%
Escenarios	42%
Extrapolación de tendencia / Análisis de Mega tendencia	25%
Talleres sobre el futuro	24%
Reunión creativa	19%
Otros Métodos	18%
Entrevistas	17%
Delphi	15%
Cuestionarios/Encuesta	15%
Tecnologías claves	15%
Escaneo del medio ambiente	14%
Ensayos	12%
Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas)	11%
Mapeo de tecnología	8%
Modelado y simulación	8%
<i>Backcasting</i>	5%
Mapeo de actores	5%
Análisis de impacto cruzado / estructural (MICMAC)	4%
Análisis Bibliométrico	2%
Análisis Morfológico	2%
Paneles ciudadanos	2%
Árboles de relevancia	2%
Análisis Multi-criterio	1%
Juego de Azar	1%

Fuente: European Foresight Monitoring Network (2009)

La figura 7 muestra los más de 30 métodos o herramientas, clasificadas bajo las dos formas, en cuanto a naturaleza y en cuanto a capacidades.

Godet y Durance (2011) señalan que la prospectiva estratégica se articula alrededor de tres procesos: la reflexión colectiva, la preparación de la decisión y la acción. La reflexión colectiva, por un lado, consta de seis etapas. En la primera etapa se debe analizar el problema y delimitar el sistema de estudio. La segunda etapa incluye un diagnóstico completo de la organización u organizaciones del sector, productos y procesos. La tercera etapa se encarga de la identificación de variables clave de la

organización y su entorno. La cuarta etapa pretende comprender la dinámica de la retrospectiva de las organizaciones y empresas dentro de su entorno, evolución, fortalezas y debilidades con los principales actores del entorno estratégico. La quinta etapa busca reducir la incertidumbre que afecta los asuntos clave para el futuro, principalmente a través de encuestas a especialistas, con el fin de conseguir un acercamiento sobre las tendencias más fuertes y despejar los escenarios más probables del entorno (Godet y Durance, 2001).

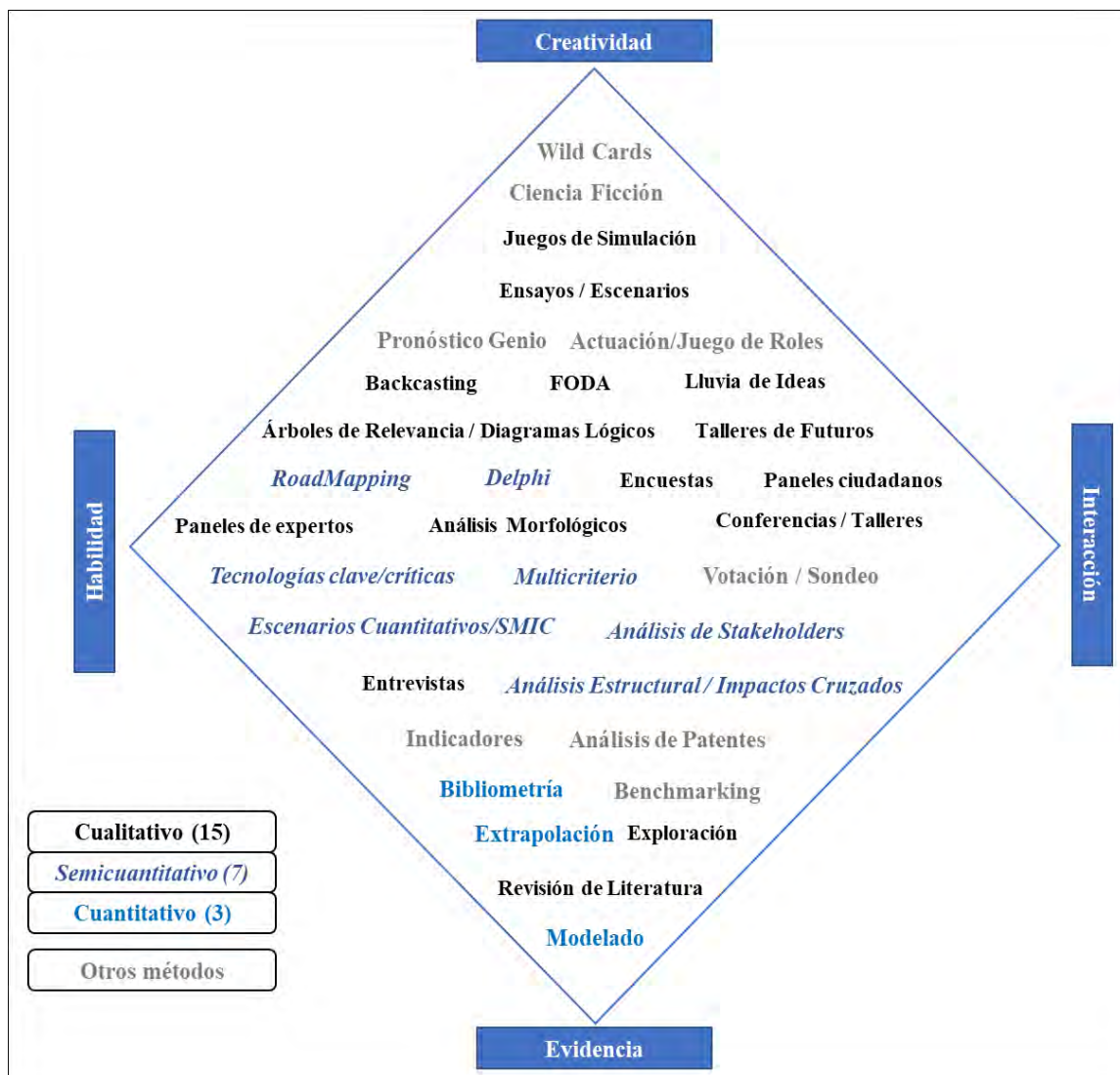


Figura 7. Diamante de Popper

Fuente: Popper (2008)

Por otro lado, la preparación de la decisión corresponde a los decisores de la organización. En este proceso se encuentra la séptima etapa encargada de la evaluación de las opciones estratégicas apoyado en métodos de elección basado en criterios múltiples. La octava etapa del proyecto corresponde a la toma de decisiones estratégicas, etapa crucial porque define el paso de la reflexión a la decisión; estas

decisiones estratégicas son responsabilidad del comité de dirección o de los principales representantes locales de las organizaciones asociadas al sector (Godet y Durance, 2001). Finalmente, el proceso de la acción corresponde a la novena etapa, encargada de la implementación del plan de acción, que incluye los acuerdos y contratos negociados, instalación de sistemas de coordinación, así como comités de seguimiento y vigilancia estratégica (Godet y Durance, 2001).

Godet (2007) enfatiza que pasar de la reflexión prospectiva a la acción estratégica depende siempre de la apropiación del sistema que desarrollen los actores del sistema, es decir los dirigentes y todo el personal involucrado deben implicarse al máximo en todas las etapas sin alterar el carácter confidencial de las decisiones estratégicas. Godet y Durance (2001) señalan también que el desarrollo de este enfoque no es totalmente lineal, sino que comprende varios lazos de retroactividad, principalmente entre la cuarta y novena etapa, pues a veces el plan de acción debe reconsiderar la dinámica de la organización en su entorno.

La figura 8 describe de forma sinóptica los procesos y etapas de este enfoque integral de prospectiva estratégica. Con este enfoque integral de prospectiva estratégica, resultado del acercamiento entre los escenarios de prospectiva y los análisis de competencias distintivas de las organizaciones, Michael Godet, desarrolló en 1977 un método de escenarios particular que busca como objetivo construir representaciones de los futuros posibles, así como los caminos que conducen a ellos. Estas representaciones persiguen poner en relieve las grandes tendencias, y asimismo introducir los factores que pueden producir cambios bruscos en el sistema y en la competencia de las organizaciones del sector estudiado. No existe un enfoque único para este método; tampoco es imprescindible recorrerlo de principio a fin, pues todo va a depender del grado del conocimiento del sistema estudiado y de los objetivos que se persigan (Godet, 2007).

Para la metodología aplicada en la presente investigación se va a aprovechar la característica modular de este método y combinarlo con otras herramientas que no forman parte exclusiva de este procedimiento. En función de las necesidades para la presente investigación, se optó por los módulos que incluyen el análisis de árbol de competencias, como parte del diagnóstico del sistema, en este caso de sector de las energías renovables. Se incluyó también el análisis de juego de actores y las encuestas a expertos sobre las hipótesis clave para el futuro, a través de la herramienta SMIC.

Los módulos del método de Godet fueron combinados con una de las herramientas presentadas por Peter Schwartz, uno de los futuristas más reconocidos en Estados Unidos y quien integro el grupo de prospectiva de la empresa Shell, en la búsqueda de prever una transformación del mercado petrolero en 1984, y que luego regresó a Estados Unidos en 1986 para fundar la *Global Business Network*, una red de prospectivistas al servicio de un club internacional de empresas.

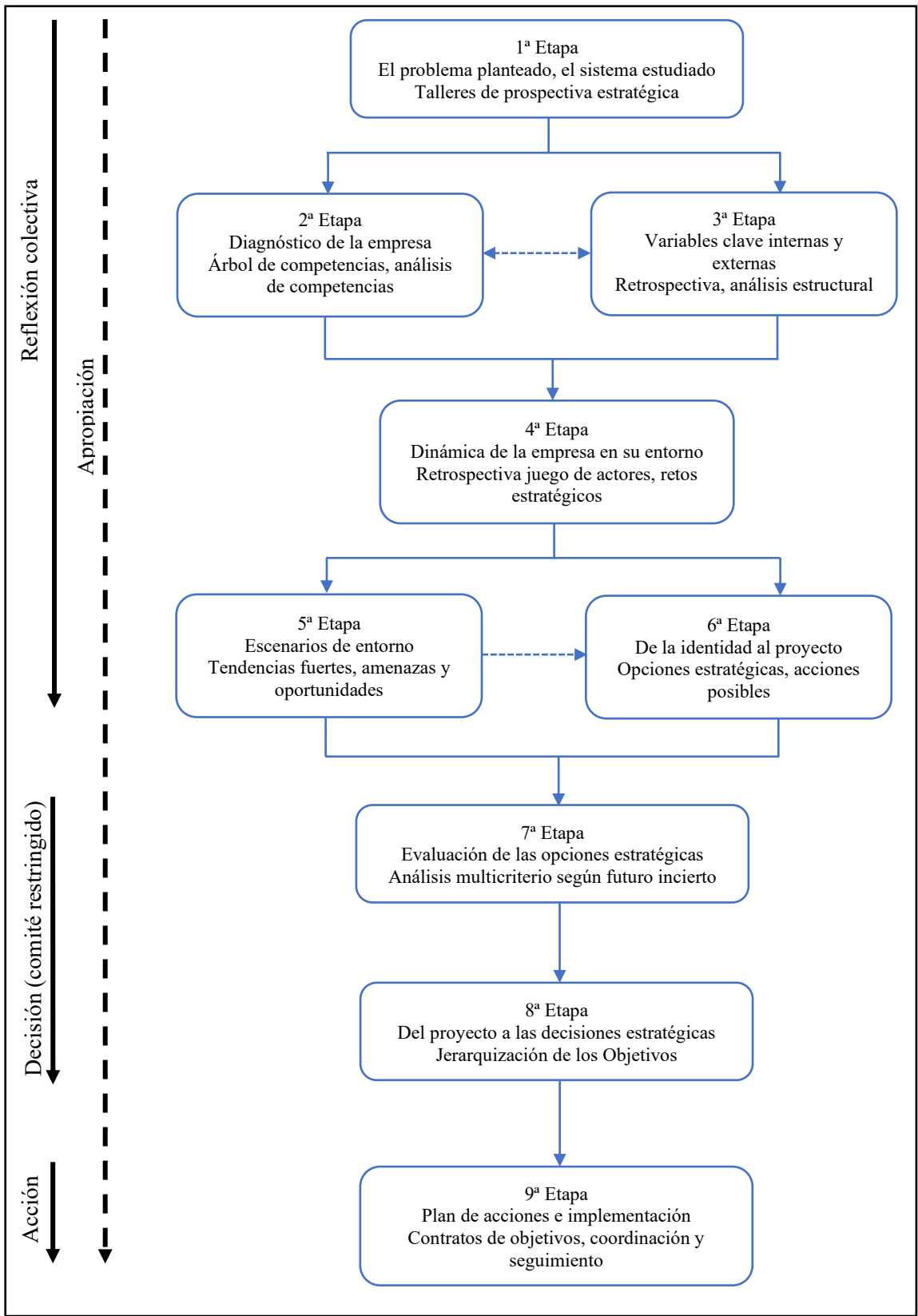


Figura 8. Enfoque integral de la prospectiva estratégica

Fuente: Godet y Durance (2011)

Schwartz hizo popular el concepto de escenarios en el mundo anglosajón, y la filosofía, así como las etapas de su metodología prospectiva están muy relacionadas a la que propone Godet, sin embargo, la técnica global se volvió algo irreproducible conforme iban pasando los años (Godet y Durance, 2011). Sin embargo, en su afán por simplificar enormemente el proceso de construcción de escenarios diseñó en 1991 su propio enfoque de planeamiento por escenarios, definiéndose y conociéndose luego en el mundo como los ejes de Schwartz, que junto con los módulos del método de escenarios de Godet, formarán el conjunto de herramientas del proceso metodológico para la presente investigación.

Estos módulos y herramientas serán explicados al detalle posteriormente en el capítulo que describe la metodología y el desarrollo de la investigación. Es importante mencionar que el enfoque de métodos de escenarios tiene a veces como principal impedimento el tiempo, pues se necesitan de 12 a 18 meses para seguir el proceso en su totalidad, sin embargo, como indica Godet (2007), al no ser necesario recorrer todo el proceso de principio a fin, y para efectos de este estudio, la investigación se desarrolló en un promedio de 6 a 12 meses, haciendo que la metodología aplicada se enfoque en reflexionar sobre los módulos que resulten más importantes.

2.2. La Industria de las energías renovables

El calentamiento global ha impuesto un reto al planeta, que consiste en emprender acciones para disminuir los efectos de este fenómeno que genera gran impacto, en menor y mayor medida, a todos los países del mundo. Es por esto, que muchas economías han comenzado ya hace varios años un proceso de descarbonización que incluye principalmente el cierre de centrales de generación eléctrica basadas en carbón o diésel, y la construcción de centrales basadas en recursos energéticos renovables (Osinermin, 2019).

La decisión de sustituir progresivamente los mecanismos convencionales de generar energía, a partir de fuentes tradicionales, hacia la producción de energía eléctrica basada en fuentes renovables, bajo una proceso radical y ajustado a un calendario concreto, es una decisión principalmente de aspecto político que conecta con los principales acuerdos internacionales para promover por sobre todo la lucha contra el cambio climático y el acceso global a energía eléctrica hasta en las zonas más remotas del planeta.

Según la Red Eléctrica de España (2019), el calentamiento del planeta, se ha convertido en la principal catástrofe de nuestro tiempo, frente a la cual todos los países buscan ser partícipes en la lucha contra este fenómeno que está provocando la subida de la temperatura media del planeta, como consecuencia de la acción humana, y que plantea soluciones basadas en un nuevo sistema eléctrico, y la apuesta por una integración masiva de las energías renovables y sus fuentes amigables con el medio ambiente.

2.2.1 Definición de las energías renovables

Fenercom (2018) señala que el origen de las energías renovables está basado en el Sol, pues mediante la energía que irradia y llega al planeta Tierra, produce las diferentes fuentes de energía renovables que hoy se conocen (principalmente energía solar, energía eólica, energía hidroeléctrica y biomasa). La energía geotérmica, a diferencia, no tiene su origen en la radiación solar, sino en una serie de reacciones químicas naturales que suceden al interior de la Tierra y que producen grandes cantidades de calor. Según la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, por sus siglas en inglés), las energías renovables son toda forma de energía producida a partir de fuentes naturales y de manera sostenible, donde cada una de sus formas cuenta con distintas tecnologías, cuyas características técnicas forman el amplio espectro de alternativas para su desarrollo (Osinergmin, 2019).

Por otro lado, Acciona (2020), de forma similar, señala que las energías renovables son fuentes de energías limpias, inagotables y crecientemente competitivas. Su diferenciación de los combustibles fósiles está marcada principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier lugar del planeta, pero sobre todo en que no producen emisiones de efecto invernadero ni gases contaminantes.

Finalmente, Fenercom (2018) sintetiza el concepto, señalando que las energías renovables son aquellas fuentes, que, de forma periódica, se ponen a disposición del hombre, quien es capaz de aprovechar y transformar en energía útil para satisfacer sus necesidades.

Existen diferentes tipos de energías renovables. Se parte de la base de que se puede obtener energía de muchas maneras, solo hay que transformarla, en este caso, en energía eléctrica. Los recursos energéticos renovables han adquirido mayor notoriedad en los últimos años, motivado por un impulso para incrementar su desarrollo dentro de las matrices energéticas de cada país, a través de políticas, cada vez mejor establecidas.

Según Deloitte Insights (2018), el primer factor que favorece este fenómeno es que las energías renovables están alcanzando la paridad en precio y rendimiento de red eléctrica. En segundo lugar, las energías solar y eólica principalmente pueden contribuir de modo eficiente en la estabilidad de la red y, en tercer lugar, las nuevas tecnologías están acelerando la ventaja competitiva de este tipo de energías alternativas. Es por ello, que las energías renovables se están convirtiendo rápidamente en las fuentes de energía de generación con mayor grado de inversión en los últimos años.

A pesar de ello, Deloitte Insights (2018) destaca que los combustibles fósiles aún siguen siendo imprescindibles en el actual *mix* energético y se siguen considerando la principal fuente de energía a

mediano plazo; sin embargo, las tensiones geopolíticas en determinadas regiones productoras siguen generando un ambiente de inseguridad, inestabilidad de precios y accesos a infraestructuras. El desplome del precio del petróleo, con una inestabilidad marcada en los últimos años ha sumado un precedente que amplía este clima de inseguridad y falta de garantías que representan las energías convencionales. Sin embargo, en algunos países, como China o India, el empleo del carbón ha seguido creciendo notablemente, dada la menor volatilidad en sus precios y su mayor disponibilidad respecto a otros combustibles fósiles.

En este sentido, el papel de la tecnología ha sido crítico en el cambio del modelo energético generado en los últimos años. El papel de la innovación para transformar el conocimiento en nuevos productos y procesos que lleguen a los mercados fue fundamental en la implementación de las medidas que hicieron alcanzar los objetivos establecidos en las políticas y estrategias. Factores como la competencia global, el papel de los consumidores, el acceso y el intercambio de información, hicieron evolucionar el concepto de innovación a nuevos conceptos de innovación con atributos principales de abierto y sostenible, incorporando nuevos actores e interrelaciones entre ellos. Finalmente, el conocimiento se ha convertido en el auténtico motor de cambio de la sociedad y la señal de identidad de la competitividad de los países y las regiones. Esto ha impulsado que durante los últimos años se ha producido una rápida transición hacia una economía baja en carbono, impulsando el desarrollo tecnológico y la innovación empresarial (Deloitte Insights, 2018).

2.2.2 Tipos de energías renovables y tecnologías

Existen diversos tipos de energía renovables y, aunque la energía hidráulica de gran escala también está incluida dentro de esta categoría, se buscará hacer un mayor énfasis en la definición de las energías renovables no convencionales y abordar los conceptos de centrales hidroeléctricas, pero de pequeña escala.

La tabla 2 presenta una clasificación general de los recursos energéticos renovables a partir de la literatura internacional. Un aspecto importante acerca de las energías renovables es que la mayoría son originadas o relacionadas de alguna forma con el sol. Complementando lo descrito respecto al origen de las energías renovables, esto se debe a que la radiación solar ocasiona el movimiento del aire que mueve las olas o también contribuye a la fotosíntesis de las plantas, origen de la biomasa (Fenercom, 2018). Es importante acotar, que, si bien el presente estudio prospectivo abarca el contexto mundial de las energías renovables, para el caso peruano, este nivel de detalle no se encuentra desarrollado en la normativa peruana vigente, ya que nuestro país aún no cuenta con experiencias en la implementación de algunas tecnologías de generación eléctrica listadas a continuación (Osinerghin, 2019).

Tabla 2. Tipos de energías renovables no convencionales y tecnologías de generación eléctrica

Tipos de energías renovables no convencionales		Tecnologías de generación eléctrica
Energía solar		Solar fotovoltaica
		Solar térmica
Energía eólica		<i>Onshore</i>
		<i>Offshore</i>
Energía de la biomasa		Procesos bioquímicos
		Procesos termoquímicos
Energía minihidráulica		Centrales de agua fluyente
		Centrales a pie de presa
		Centrales en canal de riego o de abastecimiento
Energía marítima	Energía mareomotriz	Pera de marea
		Generador de corriente de marea
		Energía mareomotriz dinámica
	Energía undimotriz	Columna de agua oscilante
		Convertidor de movimiento oscilante
		Sistemas de rebosamiento
	Energía maremotérmica	Sistemas de ciclo abierto
		Sistemas de ciclo cerrado
		Sistemas híbridos
Energía geotérmica		Plantas de vapor seco
		Plantas <i>flash</i>
		Plantas de ciclo binario

Fuente: Osinergmin (2019)

2.2.3 Energía solar

Este tipo de energía renovable se obtiene a través de la captación de radiaciones electromagnéticas que provienen del sol y que pueden provocar reacciones químicas o generar electricidad. Estos sistemas de aprovechamiento de energía están divididos en dos grupos. Por un lado, los pasivos que no requieren de dispositivos para captar la energía solar y cuya aplicación requieren de elementos arquitectónicos bioclimáticos, capaces de dispersar la luz aprovechando la estrecha relación con el sol. Por otro lado, los activos si necesitan de dispositivos para captar la radiación, como los paneles fotovoltaicos o los colectores solares térmicos. Siguiendo la línea de fuentes de generación eléctrica, como foco de esta investigación, se continuará con una breve definición de los sistemas activos (Osinergmin, 2019).

En este contexto, la tecnología solar fotovoltaica consiste en la transformación de la radiación solar en energía eléctrica utilizando materiales semiconductores, como células fotovoltaicas fabricadas de silicio, uno de los metaloides más abundantes en el mundo. Las partículas de los rayos solares, llamadas fotones, impactan en una de las caras de la célula fotovoltaica produciendo una corriente eléctrica utilizada como fuente de generación energética (Salvador Escoda S.A., 2017).

La figura 9 describe al conjunto de paneles solares fotovoltaicos (células fotovoltaicas), que pueden estar conectados en serie o en paralelo para generar electricidad en corriente continua.

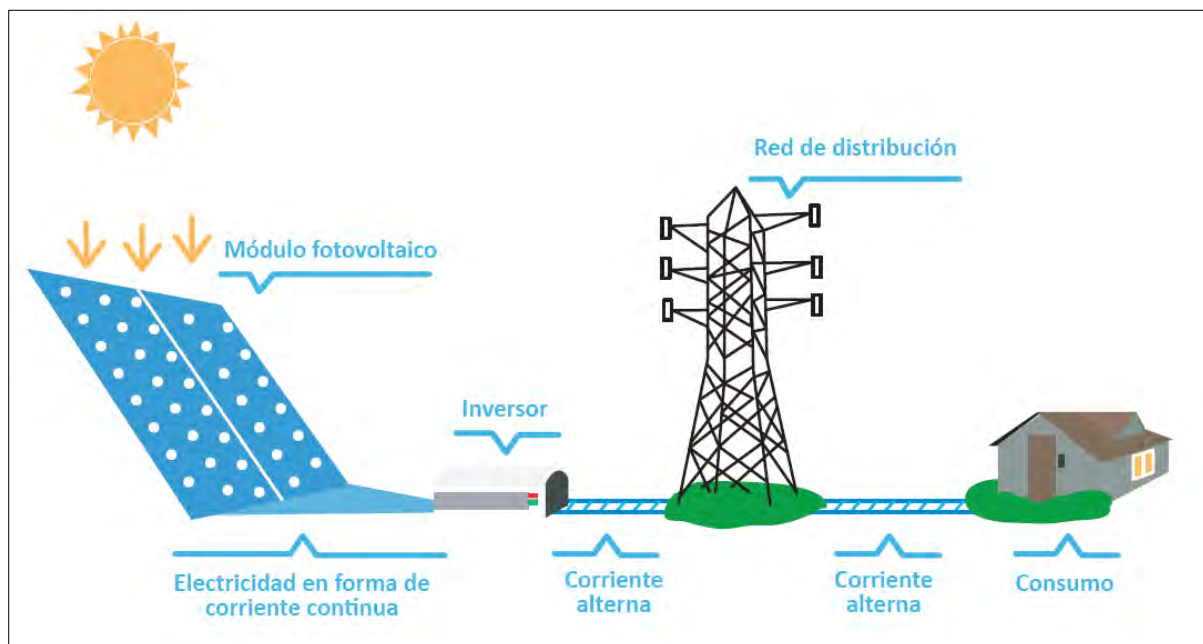


Figura 9. Energía solar fotovoltaica

Fuente: Osinergmin (2019)

El otro sistema activo, referido a la energía solar térmica, consiste en convertir en calor la energía proveniente del sol, a través de un captador o un colector por donde fluye dicha energía. De acuerdo con la temperatura de aprovechamiento, puede ser clasificada en baja, media y alta, siendo utilizada para diferentes aplicaciones, desde el consumo doméstico, la producción de vapor para procesos industriales y la generación eléctrica a gran escala (Peláez & Espinoza, 2015). Estas centrales solares térmicas, luego de recibir la radiación solar, calientan un fluido y mediante un ciclo termodinámico convencional son capaces de producir el vapor necesario para mover una turbina conectada a un generador, obteniendo así energía eléctrica. Según Gallego (2018), existen cuatro tipos de centrales solares térmicas, las cuales se muestran en la figura 10.

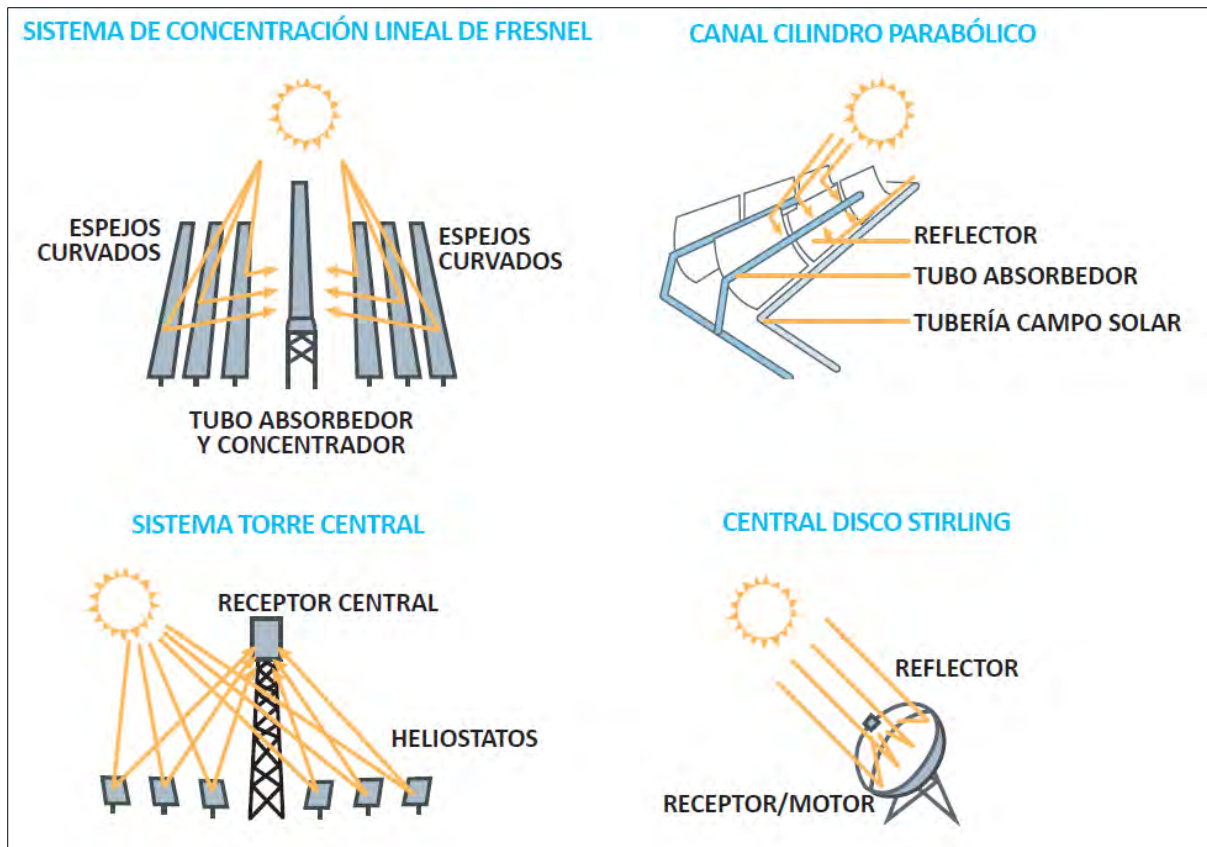


Figura 10. Tipos de sistemas de energía solar térmica

Fuente: Osinergmin (2019)

El sistema Fresnel consiste en una serie de espejos largos de baja curvatura para enfocar la luz en receptores lineales localizados sobre los espejos. El canal de cilindro parabólico basa su funcionamiento en el seguimiento del movimiento del sol para que sus rayos incidan perpendicularmente a la superficie de captación concentrando esta energía en tubos receptores de alta eficiencia térmica. El sistema de torre central utiliza principalmente una torre como receptores para recoger la luz concentrada. Se soporta de un conjunto de espejos planos, llamados heliostatos, para enfocar los rayos del sol sobre la torre. Finalmente, el sistema de disco Stirling, llamado también sistema de motor de disco, consiste en un reflector parabólico único que concentra la luz en un receptor posicionado en el punto focal del reflector. En todos los sistemas, un fluido de trabajo en el receptor es calentado, para luego ser usado en la generación de electricidad (Gallego, 2018).

2.2.4 Energía eólica

Este tipo de energía se obtiene del viento y se produce a partir de la diferencia de temperaturas entre distintas zonas geográficas. Este sistema utiliza la energía cinética generada por el viento y la transforma en energía mecánica o energía eléctrica. Comúnmente, la energía eólica es aprovechada por máquinas

compuestas por aspas oblicuas unidas por un eje giratorio, conocidos como aerogeneradores o turbinas eólicas, encargadas de transformar la energía del viento. El conjunto de turbinas eólicas conectadas a la red de suministro eléctrico se le conoce como parque eólico, que puede ser *onshore* u *offshore*, dependiendo del lugar instalado. (Vásquez, Tamayo , & Salvador, 2017).



Figura 11. Fila de aerogeneradores de Central Eólica Wayra I (Ica-Perú)

Fuente: Enel Perú

Los parques eólicos *onshore* son aquellos instalados en tierra. En este tipo de parques, el tamaño de las turbinas ha ido creciendo a través de los años, motivado principalmente para mantener al mínimo el costo nivelado por generación de energía eólica, ya que los rotores más altos permiten un mejor aprovechamiento de los vientos. Por otro lado, los parques eólicos *offshore*, comprende instalaciones de turbinas eólicas en el mar, logrando capturar mayor energía eólica que la tecnología *onshore*. En la tecnología *offshore* existe mayor amplitud de espacio y no hay obstáculos que reduzcan la velocidad del viento, sin embargo, los costos de construcción y conexión a la red eléctrica pueden ser mayores en comparación a la energía eólica *onshore* (Osinergmin, 2019).

2.2.5 Energía de la biomasa

La biomasa se obtiene a partir del proceso natural llamado fotosíntesis vegetal, donde las plantas que contienen clorofila aprovechan la luz solar para transformar sustancias sin valor energético en compuestos orgánicos de alto contenido energético. Desde el enfoque energético, la biomasa está dividida en dos grupos, la biomasa húmeda asociada con una humedad mayor al 60%, y la biomasa seca con una humedad menor al 60% (Secretaría de Energía, 2008).

En ese sentido, Cerdá (2012) señala que las tecnologías de generación eléctrica a partir de la biomasa se clasifican en procesos bioquímicos y termoquímicos. La biomasa húmeda se suele aprovechar mediante procesos bioquímicos, como los aeróbicos y anaeróbicos, y la biomasa seca se aprovecha a través de procesos termoquímicos, como la combustión directa, la pirólisis o la gasificación. La tabla 3, presenta un resumen caracterizando a los procesos bioquímicos y termoquímicos que aprovecha la biomasa para generar energía eléctrica.

Tabla 3. Tecnologías de generación eléctrica a partir de la biomasa

Tecnología de Generación Eléctrica		Características
Procesos bioquímicos	Procesos anaeróbicos	-Se basa en la descomposición de la materia orgánica (estiércol, aguas residuales, residuos urbanos sólidos o residuos agrícolas) extrayendo el biogás mediante la acción de microorganismos en ausencia de oxígeno. -El biogás, compuesto por metano y dióxido de carbono, suele usarse como combustible para vehículos.
	Procesos aeróbicos	-La materia orgánica (caña de azúcar, yuca o maíz) se transforma en alcohol mediante etapas con trituración, molienda, fermentación, destilación y rectificación.
Procesos termoquímicos	Combustión directa	-Proceso mediante el cual el oxígeno reacciona con el carbono e hidrógeno para formar dióxido de carbono, agua y liberar calor. -La energía térmica generada se suele utilizar para usos domésticos como cocción de alimentos o industriales
	Pirólisis	-Proceso por el cual se obtienen combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Su obtención depende de la temperatura y del tiempo requerido para que la biomasa complete el ciclo de descomposición
	Gasificación	-Proceso que consiste en la quema de la biomasa (residuos foresto-industriales), obteniendo un combustible rico en monóxido de carbono (CO) e hidrógeno conocido como “gas pobre”, pues posee un menor contenido calórico que el gas natural. -Proceso más eficiente que la combustión directa para generar energía eléctrica y en la capacidad de fabricar productos químicos.

Fuente: Cerdá (2012)

2.2.6 Energía minihidráulica

Las centrales que aprovechan los cauces y caídas de agua para generar electricidad se denominan centrales hidroeléctricas. En el Perú, mediante Decreto Legislativo N° 1002, las centrales minihidráulicas son aquellas cuya capacidad no sobrepasa los 20 Megavatios (MW) (Osinermin, 2019).

El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2006) presenta una clasificación, basadas en el emplazamiento, que pueden ser centrales de agua fluyente, de pie de presa y en canal de riego o abastecimiento.

Las centrales de agua fluyente, también llamadas centrales de filo de agua o de pasada, son aquellas que desvían un parte del agua del río mediante un canal hasta llegar a la central para generar electricidad, y una vez que fue usada, es devuelta al cauce del río (Osinergmin, 2019). La figura 12 describe este proceso.

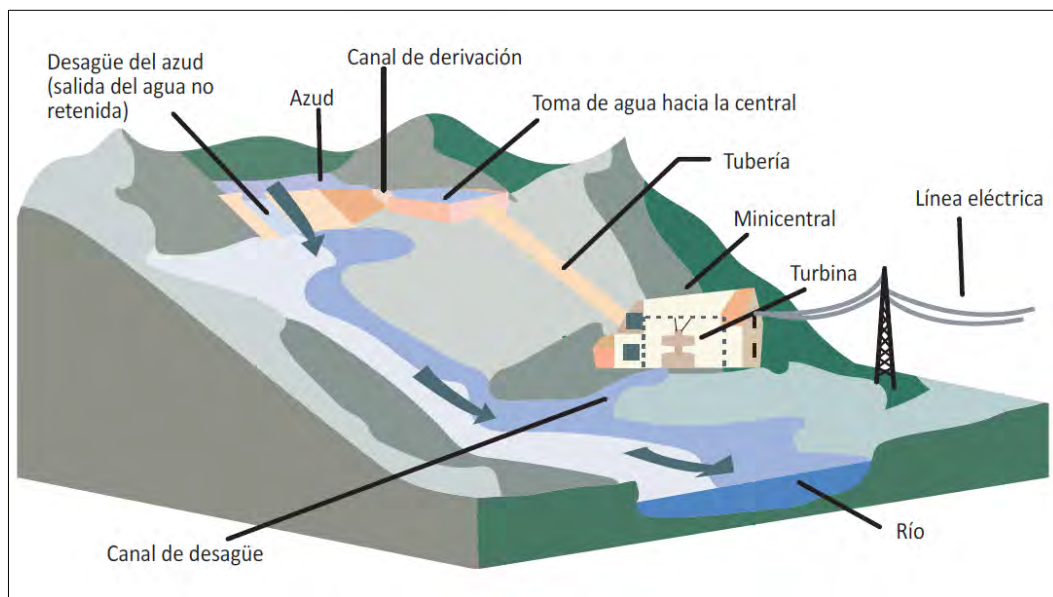


Figura 12. Esquema de funcionamiento de centrales de agua fluyente

Fuente: Osinergmin (2020)

Las centrales a pie de presa, por otro lado, son aquellas en las cuales se construye un embalse en el cauce del río para almacenar sus aguas, sumando las aguas procedentes de las lluvias y del deshielo. Luego estas aguas son conducidas hasta la base de la presa y finalmente hasta donde se encuentran las turbinas para la generación eléctrica. La ventaja principal de estos sistemas es que cuentan con la capacidad de regular los caudales de salida del agua que se procesará en la turbina en momentos que resulten necesarios, permitiendo satisfacer la demanda en horas pico (Osinergmin, 2019). La figura 13 describe el esquema del funcionamiento de este sistema. Finalmente, las centrales en canal de riego o de abastecimiento se dividen en aquellas que usan el desnivel existente en el mismo canal y aquellas que aprovechan el desnivel que puede existir entre el canal y el cauce del río cercano. En el primer grupo, el aprovechamiento se realiza mediante la instalación de una tubería forzada que conduce el agua hasta la central, para devolverla posteriormente a su curso. En el segundo grupo, la minicentral es

ubicada cerca al río y las aguas excedentes en el mismo canal son conducidas hacia la turbina de generación eléctrica (Osinergmin, 2019).

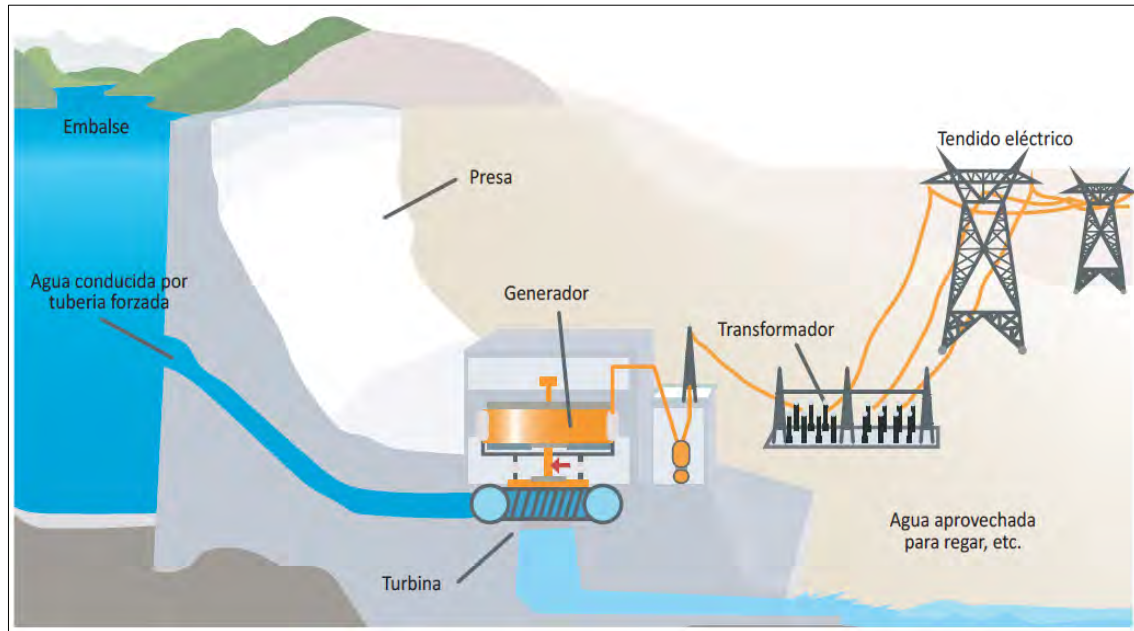


Figura 13. Esquema de funcionamiento de centrales a pie de presa

Fuente: Osinergmin (2019)

2.2.7 Energía marítima

Las energías marítimas aprovechan la energía de los océanos. Estas a su vez pueden ser clasificadas en mareomotriz (mareas), undimotriz (olas) y maremotérmica (gradiente térmico oceánico) (Osinergmin, 2019).

La energía mareomotriz aprovecha el movimiento de ascenso y descenso de las aguas del mar que se forman en los océanos a partir de la rotación de la tierra y la atracción de la gravedad que ejercen sobre la misma, la Luna, y en menor cantidad, sobre el Sol. El potencial energético de este tipo de energía es gran impacto, sin embargo, presenta altos costos de instalación y genera contaminación visual en el paisaje costero (Montero y Calvo, 2013). La figura 14 describe los componentes de una planta mareomotriz. Este tipo de energía, a su vez, puede ser aprovechada a través de tres tipos de tecnologías: presa de marea, energía mareomotriz dinámica y generador de corriente de marea. La tabla 4 sintetiza las características principales de las tres tecnologías.

La energía undimotriz, por otro lado, es un tipo de energía renovable producida a partir de las olas de los mares y océanos. Las olas tienen la capacidad de acumular energía sin producir pérdidas. La tabla 5 resume las características principales de tres tipos de tecnología asociadas a la energía undimotriz.

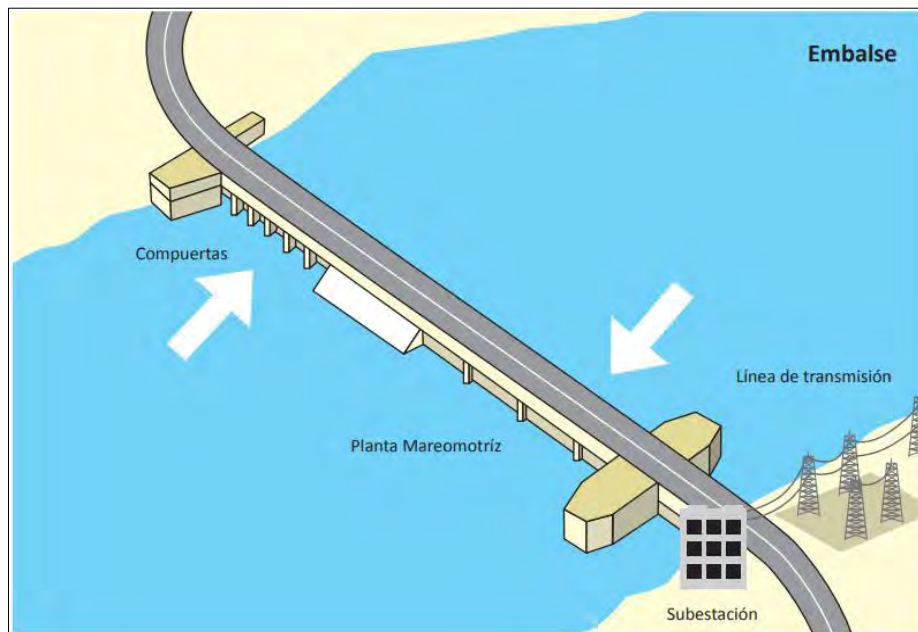


Figura 14. Componentes de una planta mareomotriz

Fuente: Osinergmin (2017)

Tabla 4. Tecnologías de energía mareomotriz

Tecnología	Características
Presa de Marea (<i>tidal barrage</i>)	<ul style="list-style-type: none"> -Usan la energía potencial que se genera por la diferencia de alturas entre las mareas altas y bajas. -Las presas son diques construidas en la boca de un estuario mediante los cuales el agua fluye dentro y fuera de la cuenca. -Cuenta con un sistema de compuertas que permiten retener el agua en marea alta y se abren en marea baja. -Un conjunto de turbinas existentes en las compuertas permiten generar electricidad a medida que el agua entra y sale.
Generador de corriente de marea (<i>tidal stream generator</i>)	<ul style="list-style-type: none"> -Tiene un funcionamiento parecido a la energía eólica <i>offshore</i>, ya que utiliza turbinas para capturar la energía cinética. Considerados como los de menor costo y daño ecológico en comparación con los otros métodos.
Energía mareomotriz dinámica (<i>dynamic tidal power</i>)	<ul style="list-style-type: none"> -Consiste en sistemas que aprovechan la energía cinética generada por el movimiento de la marea, a través de una presa larga de 30 a 60 km de longitud, que se extiende desde la costa hacia el océano, sin generar el cierre del área. Esta tecnología puede alcanzar los 8 GW de capacidad instalada sin requerir de un rango de marea muy alto.

Fuente: Osinergmin (2019)

Tabla 5. Tecnologías de energía undimotriz

Tecnología	Características
Columna de agua oscilante	<ul style="list-style-type: none"> -Consiste en una estructura de acero o concreto, que se encuentra semisumergida y contiene una cámara de aire, que entra en contacto con el mar a través de una abertura sumergida en la pared frontal de la estructura. -Las ondas ingresan a la estructura que origina la oscilación vertical de la superficie dentro de la cámara de aire. -Como resultado ocurre una compresión que hace girar la turbina de aire conectada con el generador eléctrico para producir electricidad.
Convertidor de movimiento oscilante	<ul style="list-style-type: none"> -Aprovecha la diferencia de presión existente entre los puntos máximos y mínimos de las olas. Cuando el punto máximo hace contacto con el dispositivo, genera una presión dentro del cilindro haciendo que se mueva hacia abajo. Conforme pasan las olas, la presión del agua dentro del cilindro se reduce y este se va elevando.
Sistemas de rebosamiento	<ul style="list-style-type: none"> -Estos dispositivos capturan las olas en un reservorio sobre el nivel del mar, liberándolas luego por medio de turbinas. Pueden ser instalados por tierra (<i>Tapered Channel</i>) o como un sistema flotante (<i>Wavedragon</i>). La figura 15 describe el tipo de sistema flotante.

Fuente: Osinergmin (2019)

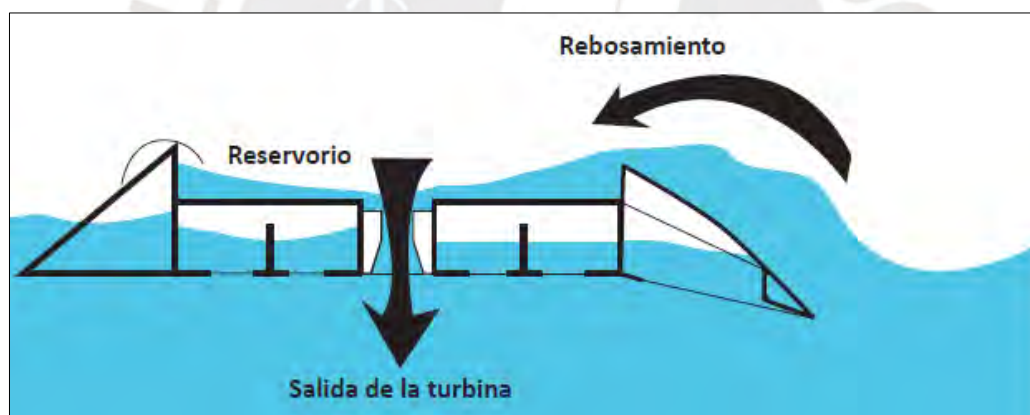


Figura 15. Esquema de funcionamiento del sistema de rebosamiento flotante (Wavedragon)

Fuente: Osinergmin (2019)

Finalmente, la energía maremotérmica, conocida también como Conversión de Energía Térmica Oceánica (OTEC, por sus siglas en inglés), es un tipo de tecnología renovable que aprovecha la energía térmica del mar mediante la diferencia de temperaturas entre la superficie del mar y las aguas profundas. Para un rendimiento positivo, la diferencia de temperaturas debe alcanzar por lo menos los 20°C. Entre las tecnologías que contempla este tipo de energía renovable se encuentran los sistemas de ciclo abierto, cerrado e híbrido. Entre las ventajas de este tipo de energía, se puede encontrar una producción energética de forma continua, la generación de agua rica en nutrientes, producción de algunos minerales y el desarrollo de aplicaciones en la acuicultura y sistemas de enfriamiento. Como desventajas de estos

sistemas se asocian sus altos costos de construcción, su funcionamiento limitado para lugares con alto gradiente térmico y demanda la instalación de grandes longitudes y diámetros de tuberías (Osinergrmin, 2019)

2.2.8 Energía geotérmica

Este tipo de energía renovable aprovecha el calor almacenado en el interior de la masa sólida de la Tierra, incluyendo el calor de las rocas, aguas y suelos, a diferentes temperaturas y profundidades. A mayor profundidad dentro de la corteza terrestre, la temperatura va incrementando; a esta relación se le conoce como gradiente geotérmico (Llopis & Rodrigo, 2008).

Valenzuela (2012) señala que la energía geotérmica representa costos de operación menores a las otras tecnologías en energías renovables, pero altos costos de inversión en la etapa inicial para el desarrollo y construcción de los proyectos asociados. Particularmente, estos sistemas cuentan con alta disponibilidad sin tener que depender del clima. En contraparte, esta energía puede generar la emisión de ciertos gases contaminantes, como el ácido sulfúrico y el dióxido de carbono. Chamorro (2009) clasifica a las principales tecnologías de generación eléctrica que aprovechan la energía geotérmica en tres tipos: plantas de vapor seco, plantas *flash* y las plantas de ciclo binario.

Por un lado, las plantas de vapor seco aprovechan el fluido geotérmico extraído en pozo de perforación, que luego son dirigidos a una turbina conectada a un generador para la producción de energía eléctrica. Luego, este fluido retorna a través de pozos de inyección hacia su yacimiento de origen. Para esta aplicación, se requiere yacimientos con temperaturas de hasta 250°C aproximadamente, y agua en profundidad accesible, que no es abundante en la corteza terrestre, motivo por el cual hay pocas plantas de vapor seco en el mundo (Chamorro, 2009). La figura 16 describe este funcionamiento.

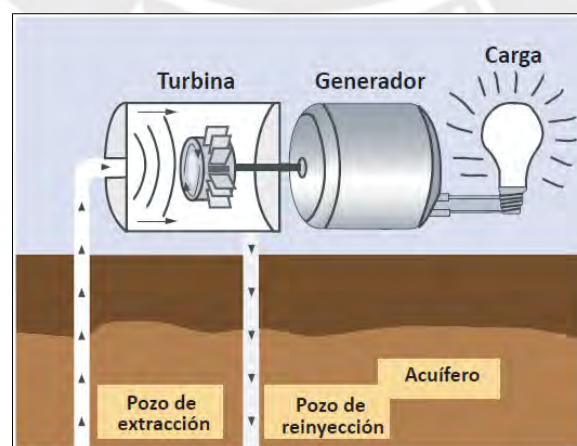


Figura 16. Esquema de funcionamiento de plantas de vapor seco

Fuente: Chamorro (2009)

Las plantas *flash*, por su lado, encuentran los fluidos geotérmicos en estado líquido, o en mezcla de líquido y vapor, a temperaturas que superan los 180°C y con altas presiones. Este fluido al ascender a superficie, a través del pozo de perforación, provoca su evaporación súbita. Luego el vapor se traslada a una turbina acoplada a un generador para producir energía eléctrica (Chamorro, 2009).

Finalmente, las plantas de ciclo binario se desarrollan en yacimientos con temperaturas menores que las tecnologías anteriores. El fluido geotérmico transfiere su calor a un fluido con bajo punto de ebullición mediante un intercambiador de calor. Luego, similar a las tecnologías anteriores, se conecta a una turbina enlazada a un generador para la producción de electricidad (Chamorro, 2009). La figura 17 describe este funcionamiento.

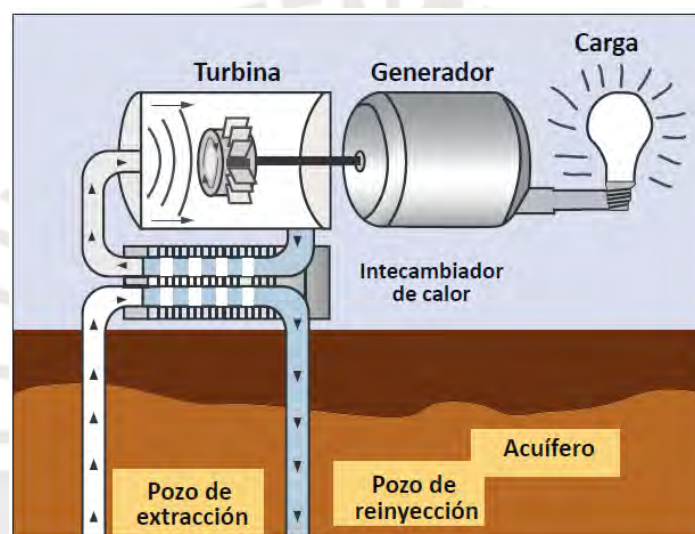


Figura 17. Esquema de funcionamiento de plantas de ciclo binario

Fuente: Chamorro (2009)

Está claro que las características tecnológicas y económicas de los diferentes tipos de energías renovables han evolucionado y sus aplicaciones siempre tendrán variantes que se adapten mejor a las condiciones de cada región donde sean instaladas. En muchos casos se ha destacado que estas son más competitivas respecto a las tecnologías convencionales para la generación de electricidad; en efecto, Osinergmin (2019) destaca por lo menos seis ventajas clave de la producción energética utilizando recursos renovables: generan baja conflictividad social, son de más rápida implementación para el caso del desarrollo de proyectos de energía solar y eólica, permite diversificar la concentración de producción energética en diferentes fuentes renovables, permite descentralizar la concentración geográfica del uso de las renovables en cada país, reduce los niveles de contaminación ambiental y facilita el cierre de la brecha de acceso rural. Los detalles y aspectos dentro del contexto mundial respecto al desarrollo de las energías renovables se analizarán en el análisis PESTEL del siguiente capítulo.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA Y DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN

En este capítulo se aborda la metodología de desarrollo profundizando en cada una de las herramientas de la prospectiva estratégica que serán aplicadas para la presente investigación. El diseño metodológico estará compuesto por el *mix* de herramientas y módulos de estudio prospectivo que darán como resultado los escenarios globales que luego permitirán explorar de manera más exhaustiva el campo de escenarios que se perfilan como posibles y deseables. La descripción del esquema metodológico abordará los conceptos de los enfoques cuantitativo y cualitativo de investigación, los niveles de alcance en la investigación cuantitativa, el horizonte temporal elegido, el proceso de participación por los expertos seleccionados y la articulación de las diferentes etapas del estudio prospectivo, que irán dejando el terreno listo para encontrar el escenario meta deseable y posteriormente definir las bases del plan estratégico en el sector de energías renovables.

3.1. Los enfoques cuantitativo y cualitativo de la investigación

Según (Hernandez, Fernández, & Baptista, 2010), la investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno. A lo largo de la historia han surgido diversas corrientes del pensamiento como el empirismo, el materialismo dialéctico, el estructuralismo, y diversos marcos interpretativos que han originado diversas rutas en la búsqueda del conocimiento. Desde el siglo pasado tales corrientes se han polarizado en dos aproximaciones principales para destacar e indagar, resultando el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo de la investigación. Grinell (1997) señala que ambos enfoques emplean procesos cuidadosos, metódicos y empíricos en su esfuerzo por generar conocimiento y utilizan, en términos generales, cinco fases similares y relacionadas entre sí.

- Llevan a cabo la observación y evaluación de fenómenos.
- Establecen suposiciones o ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas.
- Demuestran el grado en que las suposiciones o ideas tienen fundamento.
- Revisan tales suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o del análisis.
- Proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar y fundamentar las suposiciones e ideas.

Hernandez et al. (2010) sostienen que el enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar las hipótesis generadas, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, y de esta forma establecer patrones de comportamiento y probar teorías. Por otro lado, el enfoque cualitativo también se guía por áreas o temas significativos de investigación, sin embargo, en lugar de que la claridad sobre

las preguntas de investigación e hipótesis proceda a la recolección y el análisis de los datos, los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y análisis de datos. Este enfoque utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación.

A continuación, se presenta la tabla 6, para reforzar las características de ambos enfoques y ahondar en sus diferencias. Se busca hacer un comparativo, más que exponer una por una.

Tabla 6. Diferencias entre los enfoques cuantitativo y cualitativo.

Definiciones (dimensiones)	Enfoque Cuantitativo	Enfoque Cualitativo
Punta de partida	Hay una realidad que conocer. Esto puede hacerse a través de la mente.	Hay una realidad que descubrir, construir e interpretar. La realidad es la mente.
Realidad para estudiar	Existe una realidad objetiva única. El mundo es concebido como externo al investigador.	Existen varias realidades subjetivas construidas en la investigación, las cuales varían en su forma y contenido entre individuos, grupos y culturas.
Objetividad	Buscar ser objetivo	Admite subjetividad.
Lógica	Se aplica la lógica deductiva. De lo general a lo particular (de las leyes y teoría a los datos).	Se aplica la lógica inductiva. De lo particular a lo general (de los datos a las generalizaciones).
Posición del Investigador	Neutral. El investigador hace a un lado sus propios valores y creencias. Su actitud es imparcial, intenta asegurar procedimientos rigurosos y objetivos de recolección de datos.	Explicita. El investigador reconoce sus propios valores y creencias, incluso son parte del estudio.
Uso de la Teoría	La teoría se utiliza para ajustar sus postulados al mundo empírico.	La teoría es un marco de referencia.
Planteamiento del problema	Delimitado, acotado, específico. Poco flexible.	Abierto, libre, no es delimitado o acotado. Muy flexible.

Fuente: Adaptado de Hernandez et al. (2010)

De acuerdo con esto, se puede concluir que el estudio mantendrá un enfoque mixto, que combine tanto el enfoque cuantitativo, como el enfoque cualitativo. Tiene un enfoque cuantitativo porque parte de un

conjunto de ideas que van acotándose, y una vez que están delimitadas, se derivan objetos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen variables y determinan hipótesis, y luego un plan para poder construir escenarios.

Por otro lado, también presenta un enfoque cualitativo, porque el proceso de investigación también será flexible y se moverá entre las respuestas y del desarrollo de la teoría. Este enfoque no buscará probar hipótesis, sino que estas se irán generando durante el proceso y van a ir refinándose conforme se recaben más datos. En contraste, en este enfoque no se efectúa una medición numérica, por lo cual este análisis no es estadístico. Lo que se pretende aquí es comprender e interpretar los fenómenos a través de las percepciones y significados producidos por las experiencias de los principales actores.

3.2. Ámbito y alcance de investigación

Antes de comenzar a estudiar la metodología prospectiva que se va a usar para esta investigación, es importante definir los alcances que puede tener un estudio cuantitativo. En este sentido, bajo el enfoque de investigación cuantitativa, se va a determinar si el presente estudio es de carácter exploratorio, descriptivo, correlacional, explicativo o una combinación de estos; y de esta forma estimar, de forma tentativa, cuál será el alcance final de la investigación. Asimismo, se describirá brevemente la estrategia de investigación y el horizonte de estudio prospectivo.

3.2.1 Alcances del estudio

El primer nivel de investigación, llamado exploratorio, prepara el terreno y sirve como antecedente a investigaciones con alcances descriptivos, correccionales o explicativos. Los estudios exploratorios tienen como propósito examinar un tema o problema poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas que no se han abordado antes. Estos estudios sirven para familiarizarse con fenómenos relativamente desconocidos y luego obtener información para evaluar la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa respecto a un tema en particular, que combine la inclusión de nuevos problemas, identificar nuevas variables, o establecer prioridades para investigaciones futuras (Hernandez et al., 2010).

El segundo nivel de alcance es el descriptivo, y busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo, población o sector en particular. Similar a los estudios exploratorios sirven principalmente para descubrir y prefigurar, mostrando con gran precisión las dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, sector industrial, contexto o alguna situación en particular (Hernandez et al., 2010).

En un tercer nivel se tiene a los estudios correlacionales, cuyo propósito tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables de un contexto en particular. Normalmente solo se analizan la relación de dos variables, pero con frecuencia se ubican en este tipo de estudio relaciones de dos, tres o más variables. La utilidad principal de este tipo de estudios es saber cómo se puede comportar un concepto o una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas, es decir, intentar predecir el valor aproximado que tendrá un grupo de casos de individuos o casos en una variable, a partir de la influencia que poseen en la o las variables relacionadas (Hernandez et al., 2010).

Finalmente se tiene a los estudios explicativos, que van más allá de la descripción de conceptos o de la búsqueda de relaciones entre conceptos; es decir están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Se centran específicamente en explicar por qué ocurren los fenómenos y en qué condiciones se manifiestan. La figura 18 muestra de forma sintetizada las características de cada tipo de alcance dependiendo de la estrategia de investigación a utilizar.

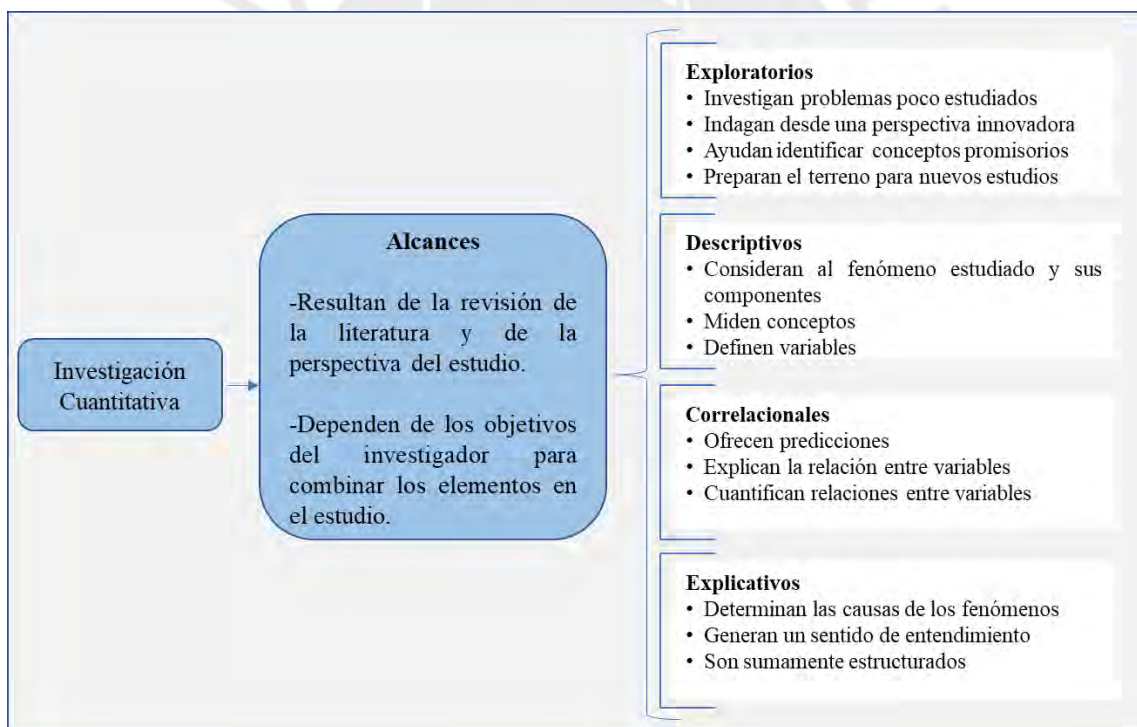


Figura 18. Tipos de alcance dentro del proceso de investigación cuantitativa

Fuente: Adaptado de Hernandez et al. (2010)

Descritas estas características, se puede concluir que el presente estudio no es del tipo exploratorio, puesto que el análisis de las energías renovables ya ha sido abordado anteriormente y sigue siendo un foco de estudio bastante investigado en los últimos años por varias organizaciones globales especializadas en el tema, donde se estudian los componentes, tecnologías asociadas y un análisis

predictivo del futuro que le espera a este sector para los próximos años. Por tanto, el presente estudio, según los conceptos previos descritos, tendrá un alcance descriptivo, pues se enfocará en los conceptos, variables y el estudio propio del fenómeno del cambio energético; y asimismo, también tendrá un alcance correlacional, pues buscará generar predicciones, explicará la relación e influencia entre distintas variables y cuantificará estas relaciones para construir y definir los escenarios más probables para las energías renovables, que apoyen a las estrategias de las organizaciones interesadas para la toma de decisiones y sus planes corporativos.

3.2.2 Estudio del caso como estrategia de investigación

La investigación en la gestión se enfrenta al desafío de entender, construir y difundir conocimiento sobre un tema u objeto de estudio que se presenta como algo complejo y difícil de abordar, como el caso de las organizaciones o un conjunto de ellas. En esta situación, el estudio del caso se plantea como la mejor opción de estrategia de investigación de fenómenos sociales, en un contexto donde el uso de estrategias intensivas (aquellas que buscan mejorar la posición competitiva de la empresa con los productos o servicios actuales), sobre las extensivas (aquellas que buscan nuevos clientes a través de la mezcla entre mayor distribución y cobertura publicitaria), mejora la calidad del entendimiento del fenómeno en relación con el entorno en donde ocurre (Llaxacondor y Mendoza, 2016).

En general, el motivo para investigar algo involucra el deseo de entender un fenómeno del cual se tiene aún poco acercamiento e información, o si ya se conoce, se desea aumentar el conocimiento de este, ya sea ahondando más en el tema o buscando relaciones con otros campos de estudio; todo con el objetivo final de lograr una mejor comprensión del mundo en el cual se vive. Todo esto se puede alcanzar a través de la búsqueda de nuevos hechos relevantes y evidencias que surgen como resultado de un proceso de investigación sistemático, ordenado y empírico de la información o de conducir experimentos que agregan nuevos datos relevantes a lo ya conocido (Saunders, Lewis, y Thornhill, 2007).

Con respecto a los resultados que entrega el estudio del caso, (Dawes, 2012) plantea que la validez y calidad del estudio del caso depende de si la aproximación de los conceptos es más positivista o interpretativa. Para una aproximación más positivista, en donde se considera una realidad objetiva y externa, el estudio del caso debe caracterizarse por:

- Validez del constructo: Se refiere al grado en que el estudio investiga lo que dice investigar. Esto se puede lograr a través de la triangulación correcta de fuentes de información que minimice cualquier tipo de sesgo.

- Validez interna: Este criterio se refiere a la presencia de relaciones causales entre las variables y los resultados, y se aplica a las fases de recolección y análisis de datos.
- Confiabilidad: Se busca la ausencia del error aleatorio, de tal forma que, si la investigación se repitiera, los investigadores llegarían a la misma conclusión.
- Ser generalizable o validez externa: Se refiere a que las conclusiones del estudio sean aplicables a otros casos. A diferencia de los experimentos que pueden aislar variables, el estudio del caso estudia fenómenos en su contexto natural, donde las variables no pueden ser aisladas. Visto de otro modo, el estudio del caso puede contribuir a una generalización analítica, es decir, hacer que los resultados del caso contribuyan a generalizar una teoría que ya existe previamente.

Por otro lado, Dawes (2012) expresa que una aproximación más interpretativa, en donde se considera que la realidad es múltiple, relativa y construida socialmente en lugar de ser determinada objetivamente, se deben cumplir los siguientes criterios:

- Credibilidad: En este criterio se busca que la investigación muestre probabilidad de ocurrencia, es decir, que se hayan métodos apropiados y reconocidos para su realización, y que haya evidencia del entendimiento y uso de normas para la investigación.
- Transferibilidad: Es la medida en que los resultados de la investigación pueden ser transferidos a otros contextos. Lo más probable es que este no sea el objetivo inicial de investigación, sin embargo, si se provee de suficiente información y descripciones adecuadas, se puede desarrollar la transferibilidad a otros contextos, haciendo que esta investigación preliminar tenga que ser bastante rigurosa.
- Confianza: Para validar el nivel de confianza, se sugiere que primero se describa el diseño de la investigación y su implementación; segundo, se detalle la parte operativa del recojo de información y tercero, se reflexione y evalúe la efectividad del proceso de investigación.
- Confirmación: El investigador necesita convencer de que no ha sido influenciado por algún valor personal o por sus inclinaciones teóricas al momento de hacer la investigación.

Finalmente, en función de las características y criterios listados anteriormente, la presente investigación se desarrollará bajo una aproximación de resultados más positivista que interpretativa hacia las ventajas y posibilidades que el estudio del caso presenta. El objetivo es promover una continua investigación

sobre fenómenos sociales de gran relevancia, y que, para este caso, estará basada en el estudio de las nuevas formas de generación energética que demandará el mundo en los próximos años.

3.2.3 Horizonte temporal de estudio

El ejercicio prospectivo consiste en desarrollar diversos caminos de un sistema u objeto de estudio hacia un horizonte establecido, es decir la búsqueda de aquellos escenarios a futuro; por tanto, la primera actividad es establecer dicho horizonte. Beinstein (2016) señala que aparentemente se pueda caer en un círculo vicioso, es decir nace la pregunta: ¿cómo se puede fijar un horizonte temporal si no se conoce o se conoce muy poco sobre dicho sistema?

En algunos casos, el problema se resuelve de manera autoritaria; los decisores (planificadores, funcionarios, directores, asociados, etc.) que han encargado la realización del ejercicio establecen a primera instancia un horizonte coincidente con la duración de un plan en elaboración, como por ejemplo el fin de un mandato institucional o alguna otra razón. En síntesis, no es fácil establecer cualquier horizonte temporal, este tiene que estar respaldado por un conjunto riguroso de bases informativas sobre el espacio a recorrer y sobre todo de su realidad actual. Asimismo, el establecimiento de dicho horizonte temporal no puede ser realizado de manera caprichosa, es por esto, por lo que quienes encargan la realización del estudio prospectivo tienen un plan o programa avizorado, dividido en periodos concretos, que demandarán un horizonte temporal acorde a estos requerimientos (Beinstein, 2016).

Dicho esto, el presente estudio de investigación tiene como meta establecer un horizonte temporal de estudio hacia el año 2050, siguiendo los criterios, en materia de tiempo, de diversos proyectos de investigación en energías renovables, compuestos por periodos de menor duración que demandan un horizonte prospectivo de mayor alcance temporal, de al menos 30 años para poder abarcar y satisfacer las necesidades conceptuales y técnicas de las posibles reproducciones futuras de un sistema complejo como este, donde el desarrollo tecnológico y el involucramiento de los actores sociales generan recorridos de alta duración para la simulación de los posibles comportamientos futuros.

3.3. Etapas del diseño metodológico

Como se mencionó anteriormente, no existe un método único de escenarios, sin embargo, el método conformado por las siguientes etapas a continuación constituye una formalización profunda sobre el análisis sistemático de los futuros posibles, cuyo objetivo es proponer las orientaciones y acciones estratégicas, apoyándose en las competencias del sector de energías renovables en función de su entorno general y competitivo.

El presente estudio constó de 5 etapas principales. En la primera etapa se establecerá un diagnóstico completo del sector de las energías renovables frente al entorno energético global. Este primer análisis constituye la base para el desarrollo futuro de una visión estratégica conectando la política energética con otros sectores implicados como la industria, el medioambiente o el transporte. Para esta primera etapa se usarán tres técnicas o herramientas importantes. La primera de ellas será la elaboración del árbol de competencias del sistema de estudio, que busca representar al sector en su totalidad sin reducirla únicamente a sus productos o mercados. El objetivo de este árbol de competencias será establecer una radiografía del sector, a fin de tener en cuenta sus ventajas sobre recursos tradicionales, sus competencias distintivas y su dinámica para la elaboración futura de las opciones estratégicas. Como segunda herramienta para este diagnóstico, se utilizará el análisis PESTEL, explicado en el capítulo 2, que permitirá recopilar y analizar información del entorno; y finalmente, como tercera técnica para la realización del diagnóstico, se usarán las cinco fuerzas de Porter para evaluar el valor y la proyección futura de las empresas o unidades de negocio que operan en dicho sector.

La segunda etapa plantea la identificación de las variables clave del sector usando una de las herramientas más exitosas en la construcción de escenarios, los ejes de Schwartz. La primera fase consistirá en inventariar todas las variables que se puedan obtener a partir de las técnicas de recolección de información que se usarán, como revisión de literatura relacionada, algunos informes de entrevistas a expertos reportados y expuestos por las principales organizaciones del sector, y aquellas variables extraídas del propio análisis PESTEL realizado en la primera etapa. La segunda fase consistirá en aplicar la técnica de los ejes de Schwartz, que consiste en construir un plano cartesiano, formado por la intersección del eje de importancia con el eje de la incertidumbre. Seguidamente un grupo de expertos del sector conformarán un taller para que, a través de un proceso de encuestas, las variables inventariadas en la primera fase puedan ser distribuidas en el plano de dos dimensiones: importancia e incertidumbre. Las variables que se logren ubicar en el cuadrante de más importante y más incierto (zona de variables de diversidad), como resultado de la segunda etapa, serán tomadas en cuenta como variables clave que luego serán utilizadas en la formulación de hipótesis para la posterior construcción de escenarios.

La tercera etapa consistirá en analizar el juego de actores, que constituye una de las etapas cruciales y un gran reto de la prospectiva. Este proceso, llamado el método MACTOR (Métodos de actores, objetivos, correlación de fuerzas), ayudará a estimar la correlación, convergencias y divergencias entre los actores, retos y objetivos asociados. Esta etapa consistirá en construir un cuadro de actores, representado por las personas, grupos de personas, instituciones u organizaciones que tienen interés para bien o para mal en el desarrollo del sistema o estructura. Estos actores tienen poderes y capacidades para doblegar la capacidad de un tercero. Así por ejemplo si uno de los actores es el gobierno de un país, este tiene suficientes potestades para doblegar o para hacer que las organizaciones cumplan con

algo. Esta fase permitirá determinar aquellos actores que tienen un alto poder o mucha influencia dentro del sistema. Asimismo, se pueden encontrar a los actores de enlace, actores autónomos y los actores dominados. Esta etapa contribuirá más adelante a la formulación de hipótesis, pues se obtendrá un plano de los principales actores de influencia que llevará a realizar preguntas clave de prospectiva dentro del sector, encontrando coherencia y racionalidad, y eliminando consideraciones relacionadas a posibles actores autónomos que solo generen sesgos en la posterior redacción de recomendaciones estratégicas.

La cuarta etapa del estudio consiste en aplicar la herramienta SMIC (Sistemas y matrices de impactos cruzados). En esta etapa se señalarán los futuros posibles a través de un listado de hipótesis que refleje el sostenimiento o el fin de una tendencia. Para tal efecto se procederá en una primera fase con la formulación de 6 hipótesis fundamentales y de algunas complementarias. Posteriormente se realizará una encuesta a un conjunto de especialistas y referentes del sector, donde se les solicitará que estimen la probabilidad simple de materialización de una hipótesis en una escala de muy poco probable a muy probable, y también tendrán que estimar en forma de probabilidad condicional, la cristalización de una hipótesis en función a la materialización o no materialización de todas las otras. En una segunda fase, gracias al uso del software *Smic-Prob Expert* del SMIC, que permitirá promediar las probabilidades definidas por todos los especialistas encuestados, se podrá obtener una jerarquía de los escenarios más probables hacia los de menor probabilidad de ocurrencia. La tercera fase de esta etapa consistirá en redactar los escenarios, lo cual significa que una vez determinadas las imágenes finales del futuro, el objeto del método de escenarios será describir de una manera coherente y pertinente las diferentes rutas, que, partiendo de la situación actual, pueden conducir a tales escenarios.

Finalmente, la quinta etapa, consistirá en evaluar las elecciones y opciones estratégicas para el sistema de estudio. El desarrollo de esta etapa consistirá en aplicar el método del árbol de pertinencias, que básicamente permitirá relacionar los diferentes niveles jerárquicos de un objetivo identificado, yendo de lo más general (nivel superior) a los más particular (niveles inferiores). Esta etapa pondrá en evidencia el rol del método para ayudar en la orientación del plan estratégico que las principales organizaciones del sector tendrán que elaborar, y así, establecer las principales líneas de acción que conlleven a la mejor toma de decisiones para el futuro del sector.

En la figura 19 se muestran estas cinco etapas principales, identificadas con un número que enfatiza el orden jerárquico que debe seguir cada una de las etapas, es decir ninguna de las etapas establecidas puede ser antecedida por la siguiente. La primera columna del cuadro describe la característica principal de cada etapa, poniendo en evidencia lo que se quiere obtener en cada una y la segunda columna describe las fases que componen a cada etapa.

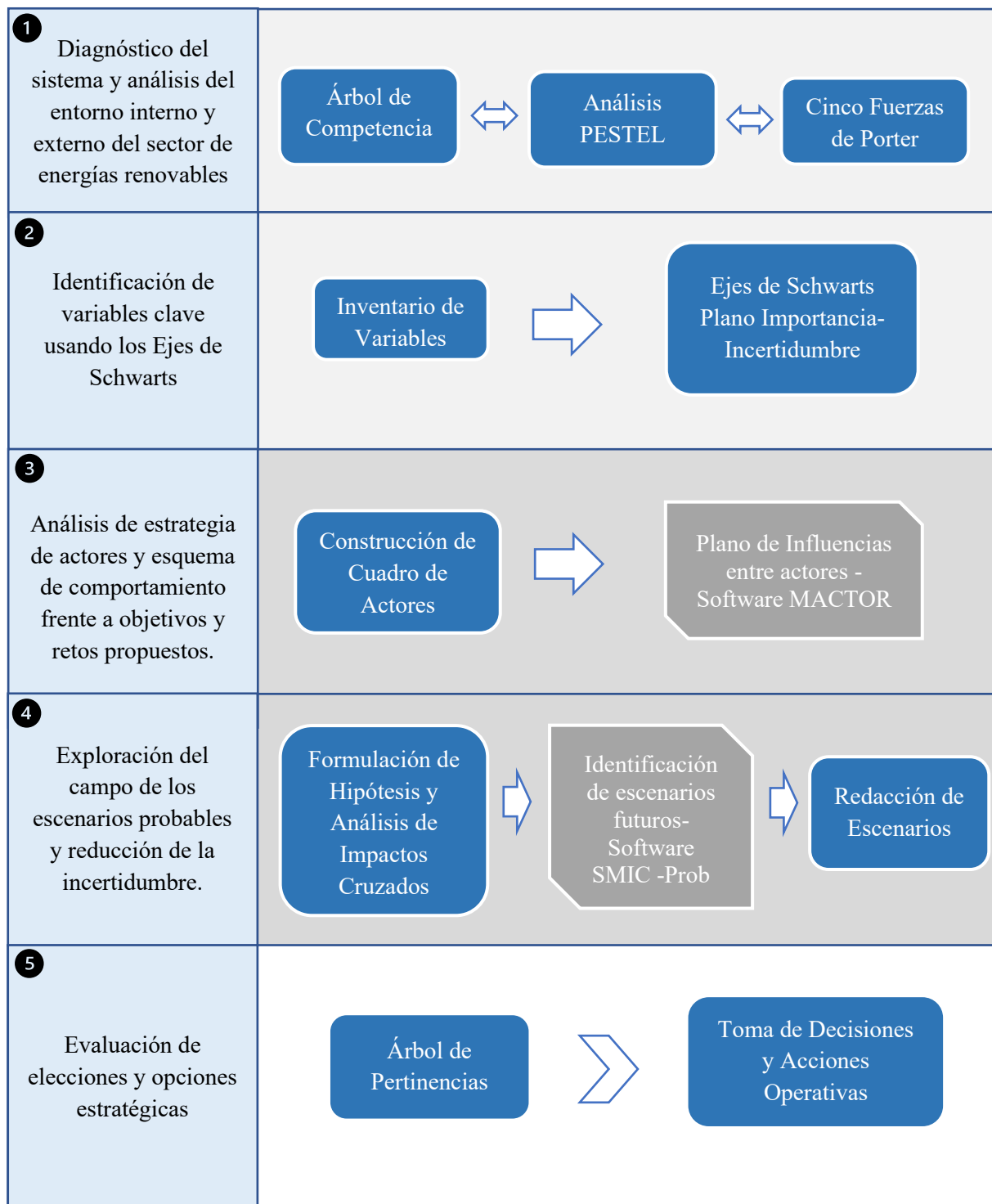


Figura 19. Etapas del diseño metodológico del estudio prospectivo

Este diseño metodológico busca una aproximación integrada de la prospectiva estratégica, que pretende resituar a las organizaciones del sector dentro de su entorno, teniendo en cuenta sus características corporativas, y en especial sus propias competencias (Godet, 2007). El objetivo de esta aproximación

será proponer las orientaciones y acciones estratégicas, apoyándose en las competencias de cada organización, en función de los escenarios obtenidos dentro de su entorno global.

3.4. Etapa 1: Diagnóstico y Análisis del Entorno del Sistema

Para cualquier organización es demandante conocer sus fortalezas y debilidades, por tanto, el primer componente para el desarrollo de este estudio de prospectiva estratégica será realizar un diagnóstico y análisis del entorno operativo del sector de las energías renovables. Hamel y Prahalad (2005) indican que las organizaciones deben apoyarse en sus competencias distintivas y transformarlas en factores clave para el éxito dentro de sus sectores de actividad. Este conocimiento profundo de la organización, que, confrontado con la evolución del entorno, es el objeto del análisis y diagnóstico estratégico. El fin esencial de esta primera etapa será identificar las oportunidades estratégicas y amenazas en el entorno operativo del sector que afectarán la manera en que este podrá cambiar el futuro de la matriz energética mundial.

3.4.1 Los Árboles de Competencia

De acuerdo con Godet (2007), la aplicación de esta herramienta busca una representación de la organización o el sistema, sin reducirla solamente a los productos, servicios y mercados vinculados a dicha organización. En estos árboles, las raíces representan a las competencias técnicas y el saber hacer; el tronco representa a la capacidad de implementación y las ramas representan a las líneas de productos y mercados. Godet (2011) indica que el árbol de competencias se establece en tres tiempos: pasado, presente y futuro. El análisis del pasado permite entender las constantes y patrones de la organización, conocer mejor la capacidad evolutiva que se haya tenido y que el proyecto de estudio pueda sostenerse de una realidad histórica. Por otro lado, el análisis del futuro permite identificar riesgos y oportunidades que se presentan en la empresa, así como formular los retos y desafíos que se plantean, de manera que se pueda ir declarando el futuro deseado e integrarlo al proyecto de estudio.

Marc Giget, quien formalizó esta herramienta en 1983, presentando el concepto del árbol de competencias tecnológicas y que surgió como fruto de un análisis estratégico de empresas japonesas (Godet, 2001), sugiere que una organización o sistema no debe morir con sus productos, ya que no hay necesidad de cortar el tronco cuando una rama se encuentra enferma. Lo importante son las competencias tecnológicas básicas distintivas que corresponden a las tecnologías genéricas que se logren dentro del sector y que puedan aplicarse de acuerdo con las demandas del mercado.

Este enfoque lo complementa Indacochea (2014), indicando que las raíces constituyen el núcleo tecnológico que sustenta a la organización. El núcleo tecnológico es el abultamiento donde terminan las raíces, el cual le da vida y energía al sistema. El tronco representa el potencial económico

desarrollado por la empresa que le permite explotar de forma adecuada las competencias tecnológicas genéricas. El potencial tecnológico se puede aplicar a través de las líneas de producto-mercado que constituyen las ramas del árbol de competencias. Los distintos negocios vinculados a las nuevas tecnologías se pueden gestar a partir de un conjunto común de factores, que de forma análoga se describe como la savia de los árboles fluyen hacia las ramas.

La gestión de las organizaciones busca mantener el control de las competencias tecnológicas que mantengan la actividad económica del sistema. La dinámica del árbol de competencias funciona en los dos sentidos, así como la forma natural del propio proceso, ya que el flujo va de las raíces a las ramas, al llevar la savia, y las ramas (relaciones producto-mercado) nutren las raíces mediante la fotosíntesis y el humus de las hojas caídas (Godet, 2007).

El árbol de competencias dará luces para que las organizaciones exploten de forma eficaz y eficiente su potencial tecnológico mediante adecuadas combinaciones producto-mercado, donde la tecnología será el factor determinante para identificar los distintos negocios o áreas de actividad, que las organizaciones vinculadas al sistema podrán desarrollar (Indacochea, 2014). La figura 20 resume de forma sinóptica las características y componentes de esta herramienta.

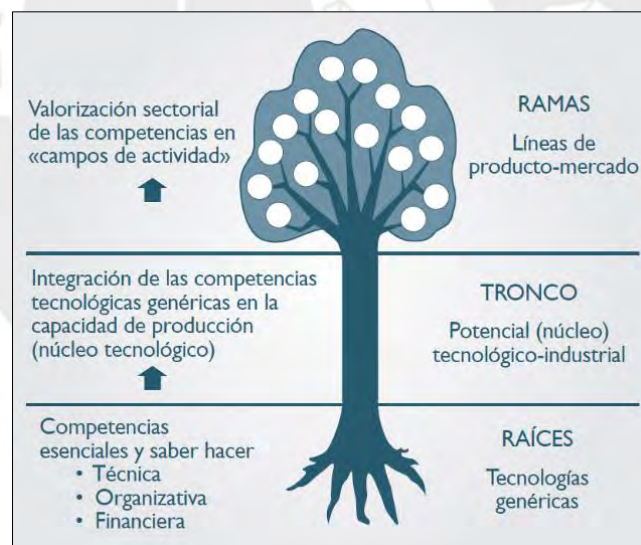


Figura 20. Árbol de competencias tecnológicas

Fuente: Elaborado por Indacochea (2014) a partir de Godet (1993)

Bajo este enfoque, a partir de una exhaustiva extracción de información del sector de las energías renovables, tomando en cuenta los antecedentes históricos, artículos de investigación y el presente de las tecnologías inherentes al mismo, se elaboró el árbol de competencias para el sistema de estudio, cuya representación se muestra en la figura 21.

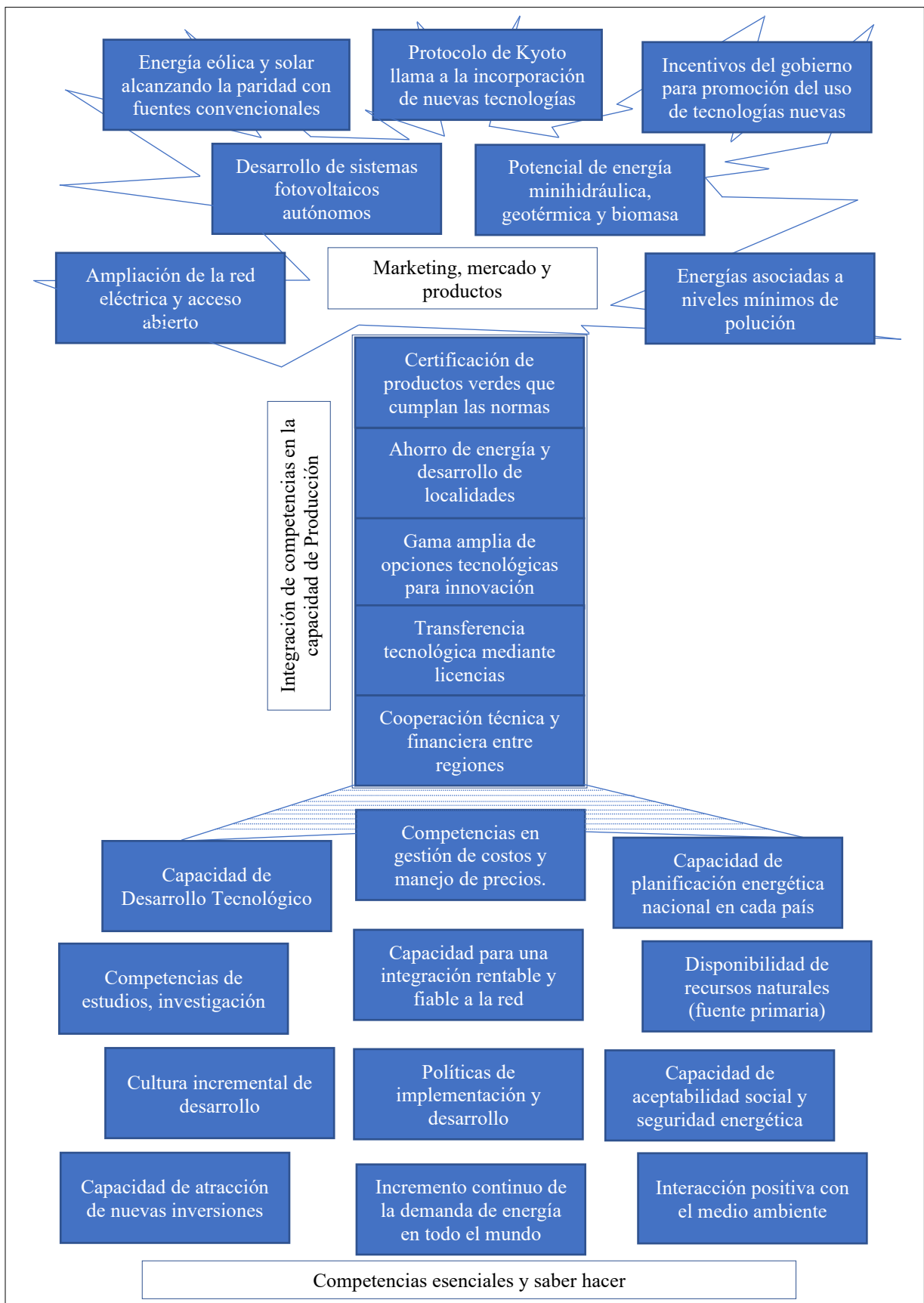


Figura 21. Árbol de competencias tecnológicas para el sector de energías renovables

Como se ve en la figura 21, el desarrollo del árbol de competencias involucra tres subsistemas, por tanto, con la intención de sustentar los componentes de su estructura es necesario caracterizar y reconocer cuáles son las variables que determinan la jerarquía de competencias que conforman las raíces, tronco y ramas.

- Las raíces del árbol están compuestas por aquellas competencias esenciales que caracterizan el estado actual e histórico del sector de las energías renovables; en este punto se definen las capacidades básicas con el que el sector ha ido desarrollándose los últimos años, promoviendo una cultura de progreso tecnológico e innovador, a través de proyectos de investigación facilitados por un alto nivel de gestión y el soporte financiero adecuado, que incluyen políticas basadas en diferentes criterios para impulsar la promoción del uso de las nuevas energías no convencionales. Estas raíces están soportadas por una interacción positiva medioambiental con la sociedad humana, una capacidad enorme para atraer nuevas inversiones en mercados desarrollados y emergentes; y un incremento continuo de la demanda energética en todo el mundo. La actividad comercial en torno a las energías renovables alrededor del mundo representa el mejor indicador de que estas han llegado para quedarse, haciendo que las raíces del árbol de competencias tecnológicas se hagan cada vez más sólidas y resistentes, pues las tendencias que se observan en las fuentes citadas resultan invariablemente favorables.
- El tronco del árbol marca la pauta del cómo las capacidades esenciales y tecnologías genéricas se integran con la capacidad de producir energía eléctrica a partir de las fuentes renovables. Por un lado, los reglamentos ambientales por parte de las entidades gubernamentales emiten certificados de energía renovable para cumplir con los objetivos establecidos sobre el cuidado del medio ambiente; de esta manera los gobiernos impulsan la generación de energía renovable, a la vez que concientizan a los clientes sobre el uso de fuentes renovables. Esto promueve una gama mayor de opciones tecnológicas para innovación y desarrollo que las grandes marcas globales en el sector vienen trabajando. Este evidente y potencial núcleo tecnológico-industrial define la capacidad de producción energética a partir de fuentes renovables. Al utilizar energías renovables disminuye el uso de combustibles fósiles con costos y precios fluctuantes, llevando al consumo energético a un ahorro importante que haría al sector cada vez más competitivo para seguir cimentando el respaldo económico en pro de la capacidad de producción continua, soportada adicionalmente por el intercambio de conocimiento, transferencia tecnológica y financiamiento económico entre regiones con el único interés de afrontar los desafíos y limitantes en conjunto.

- Las ramas del árbol están compuestas por las diferentes formas o tipos de energía renovables no convencionales que destacan en el mercado como productos resultantes del nuevo esquema de generación eléctrica a partir de las fuentes renovables; entre ellos se tienen a la energía solar, eólica, minihidráulica, geotérmica y biomasa. El desarrollo de sistemas fotovoltaicos autónomos, y la construcción de una red eléctrica fiable donde se puedan integrar las nuevas energías abre un mercado cada vez más profesional, donde la energía solar y eólica han ganado más notoriedad y paridad contra las energías tradicionales. Por otro lado, los incentivos económicos de los gobiernos y los protocolos medioambientales generan un mercado que demanda progresivamente mejores inversiones a las organizaciones e instituciones dentro del sector, así como la promoción de nuevos productos tecnológicos que compitan para sacar adelante los grandes proyectos de construcción en materia de tecnología de generación y transmisión eléctrica basadas en fuentes renovables. Estos campos de actividad o valoración de competencias al que está sometido el actual sistema eléctrico mundial, hace que surjan nuevos esquemas de índole político, institucional, económico y tecnológico, haciendo cumplir lo que Godet (2007) menciona respecto a la dinámica de doble sentido del árbol de competencias, mencionado anteriormente, y donde también añade que el sistema no debe morir con los productos, pues el tronco tecnológico podrá lanzar nuevos productos o abrir nuevos mercados basados en fuentes renovables cuando una de las ramas (productos) se encuentre enferma o no de los resultados esperados.

3.4.2 Análisis PESTEL

La segunda fase del diagnóstico y análisis del entorno del sistema consiste en presentar el análisis político, económico, social, tecnológico, ecológico y legal de la industria (PESTEL). El objetivo de este análisis es identificar los factores externos que intervienen en el desempeño del sector de las energías renovables. Adicional a esto, el resultado ayudará a ir encontrando las variables relevantes del sector para la posterior elaboración de las hipótesis de la prospectiva.

El análisis político de la industria considera el conjunto de mecanismos políticos para la implementación y desarrollo de proyectos de energía usando a las fuentes renovables. El despliegue mundial de energía renovable ha aumentado significativamente durante la última década, con nuevos récords que se establecen cada año y un número creciente de países se compromete a expandir el uso de energías renovables y tecnologías habilitadoras (REN21, 2020).

En este contexto, se puede partir en una primera instancia que el entorno político va a estar relacionado con los objetivos propuestos entre los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, concentrando los esfuerzos para cumplir con el objetivo de desarrollo sostenible número 7, que

es el de garantizar el acceso a una energía sequeble, segura, sostenible y moderna para todos (Naciones Unidas, 2015), fundamentado en un acceso libre a la energía eléctrica, la búsqueda de la eficiencia energética y el uso de energías renovables. En base a esto, el Banco Mundial (2018) introduce el acrónimo RISE por sus siglas en inglés (Regulatory Indicators for Sustainable Energy), refiriéndose a los indicadores regulatorios para la energía sostenible mundial que representa un inventario global de políticas y regulaciones que apoyan el logro del objetivo de desarrollo sostenible número 7, establecido por las Naciones Unidas en el 2015. RISE rastrea los indicadores regulatorios que se pueden comparar en 133 economías desarrolladas y en desarrollo, y a lo largo del tiempo, para este caso, del 2010 al 2017. Como herramienta para los responsables de formulación de políticas en materia del desarrollo de energías limpias, RISE permite comparar el progreso de un país con el de sus pares, asimismo identificar áreas de reforma normativa y de políticas para inversores privados, apoyando la debida diligencia para nuevos proyectos, productos y servicios relacionados. Los indicadores RISE se puntúan entre 0 y 100, y todos tienen el mismo peso cuando se suman para alcanzar una puntuación total para cada uan de las dimensiones a medir, que son el acceso universal a energía eléctrica, desarrollo de energías renovables y eficiencia energética. Las puntuaciones se agrupan en tres categorías basadas en un sistema de semáforo: verde para el tercio más alto de las puntuaciones (67-100), lo que indica un entorno normativo y de políticas relativamente maduro; amarillo para el rango medio (34-66), que indica que el país ha comenzado a realizar serios esfuerzos para desarrollar un marco normativo y de políticas; y rojo para los puntajes más bajos (0-33), que indica que la adopción de políticas y regulaciones se encuentra en una etapa muy temprana. Un punto a tener en cuenta, es que los puntajes de estos informes no buscan necesariamente respaldar o desaprobar un plan de inversiones, mas bien estan destinados a medir que t n cerca o lejos est  un país de ofrecer un entorno político y regulatorio atractivo (Banco Mundial, 2018).

En la figura 22, se puede observar el incremento sostenido del nivel de regulaciones y políticas que han respaldado a las energías renovables desde el 2010 al 2017, puntualizado bajos los incadores RISE.

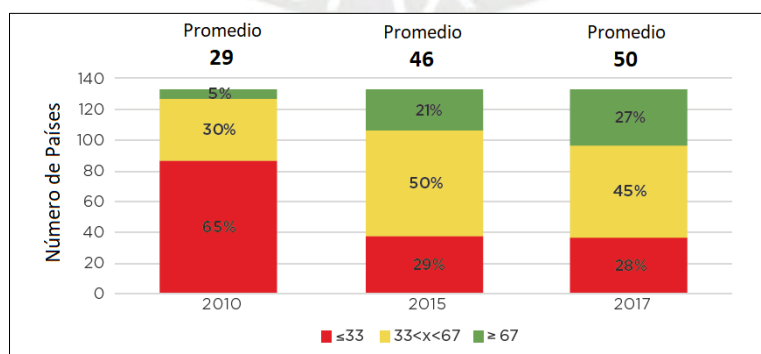


Figura 22. Distribución de puntuaciones RISE de energías renovables 2010, 2015 y 2017

Fuente: (Banco Mundial, 2018)

Sin embargo, el progreso mundial en las medidas de política que facilitan el despliegue real de energías renovables ha sido mucho más lento que el progreso en las políticas de la etapa de planificación para realizar evaluaciones sobre las energías renovables y establecer objetivos a nivel de la industria. Como resultado, muchos países aún están lejos de tener un marco regulatorio más propicio para las energías renovables (Banco Mundial, 2018). Las figuras 23 y 24 representan las puntuaciones RISE a nivel global para los años 2010 y 2017 respectivamente.

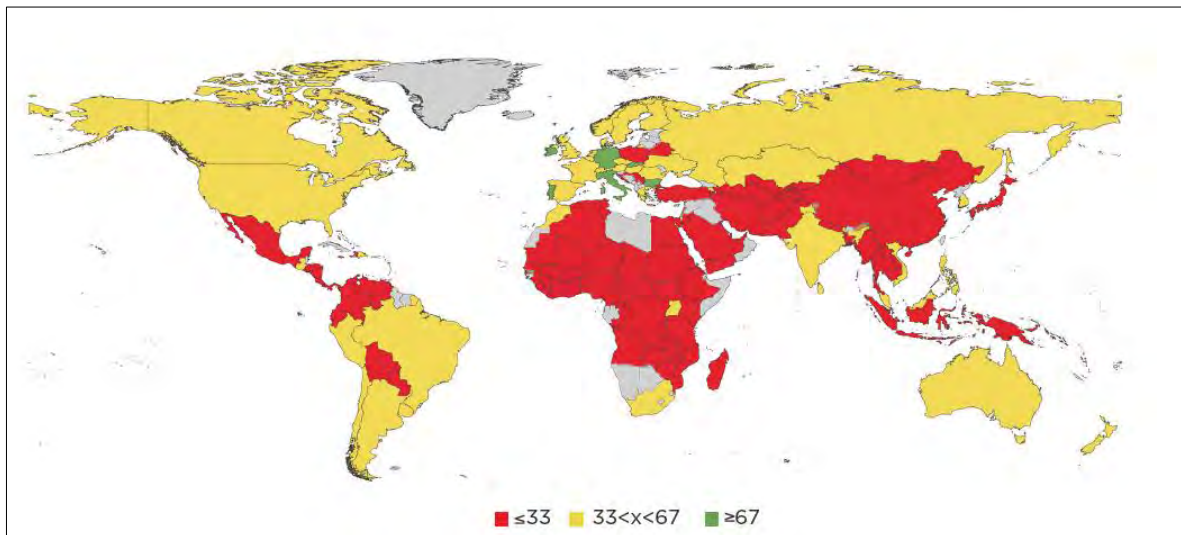


Figura 23. Puntuaciones RISE de energías renovables en 2010

Fuente: (Banco Mundial, 2018)

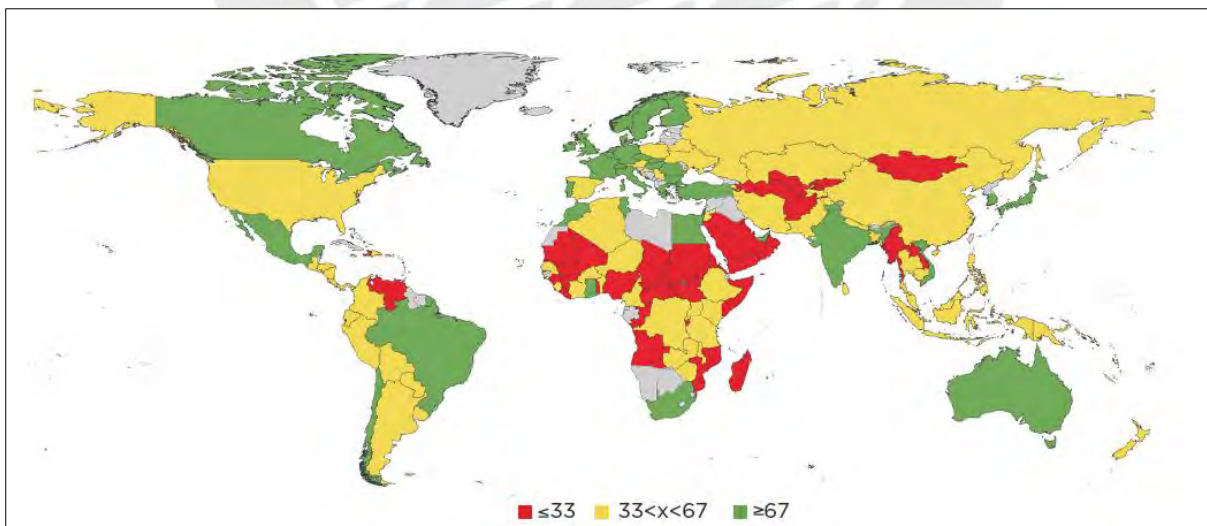


Figura 24. Puntuaciones RISE de energías renovables en 2017

Fuente: (Banco Mundial, 2018)

A pesar de las importantes mejoras globales en el desarrollo de los marcos legales de energía renovable, la adopción de medidas regulatorias ha sido lenta. La legislación para apoyar el despliegue de energía renovable ha sido ampliamente adoptada, y el 84% de los países tienen algún tipo de marco legal para la energía renovable en vigor, pero esto no se ha traducido necesariamente en políticas prácticas y apoyo regulatorio que ayudarían a un despliegue más rápido y fácil de las energías renovables en el terreno (Banco Mundial, 2018). La figura 25 muestra el progreso de puntuaciones entre los diferentes indicadores políticos que comandan las medidas regulatorias en el sector, tanto para el 2010, 2015 y 2017.

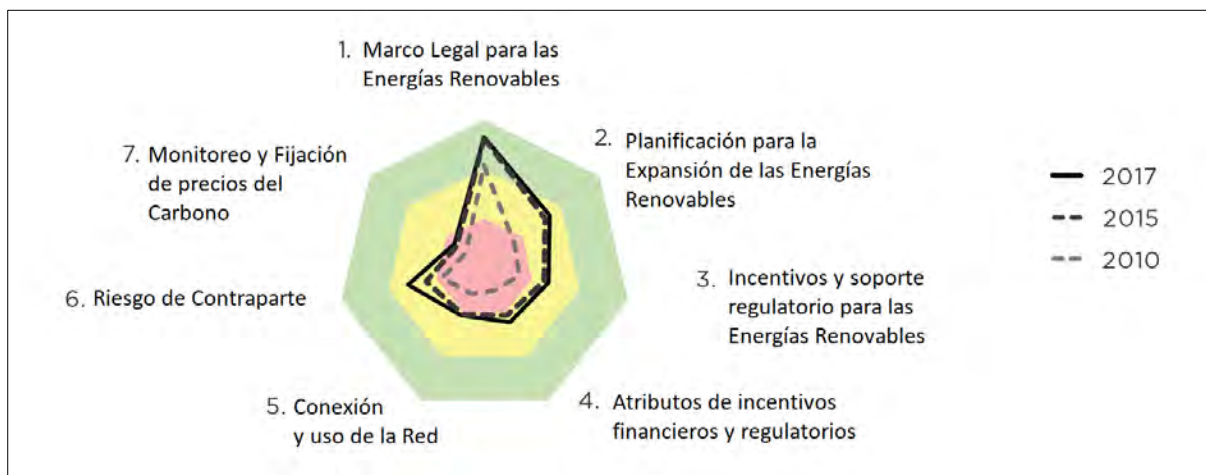


Figura 25. Progreso de las energías renovables por indicador

Fuente: (Banco Mundial, 2018)

El puntaje del indicador de riesgo de contraparte para los países RISE ha mejorado significativamente desde 2010. Este es un indicador agregado que evalúa, entre otros, la provisión de garantías de pago a los generadores, la disponibilidad de informes financieros públicos y anuales, etc. Esto es importante, porque las mejoras progresivas en esta puntuación dan como resultado una disminución de los riesgos de los compradores, lo que aumenta la capacidad de financiación para los inversores que están invirtiendo en nuevos proyectos de energía renovable conectados a la red (Banco Mundial, 2018).

Por otro lado, la medida política de más rápido crecimiento desde 2010 fue la creación de objetivos de energía renovable, que fue impulsada en parte por las regulaciones de la Unión Europea y la elaboración de los Acuerdos Climáticos de París. Sin embargo, muchos de estos objetivos de alto nivel carecen de políticas habilitantes que los respalden. Si bien el 74% de los países tenía un objetivo para las energías renovables en el sector eléctrico para 2017, solo el 47% y el 41% proporcionaron acceso prioritario a la red para las energías renovables e incluyeron las energías renovables en su planificación de generación de energía, respectivamente. La figura 26 muestra el porcentaje de países con las cinco políticas más rápidas aplicadas a energías renovables para el periodo 2010-2017.

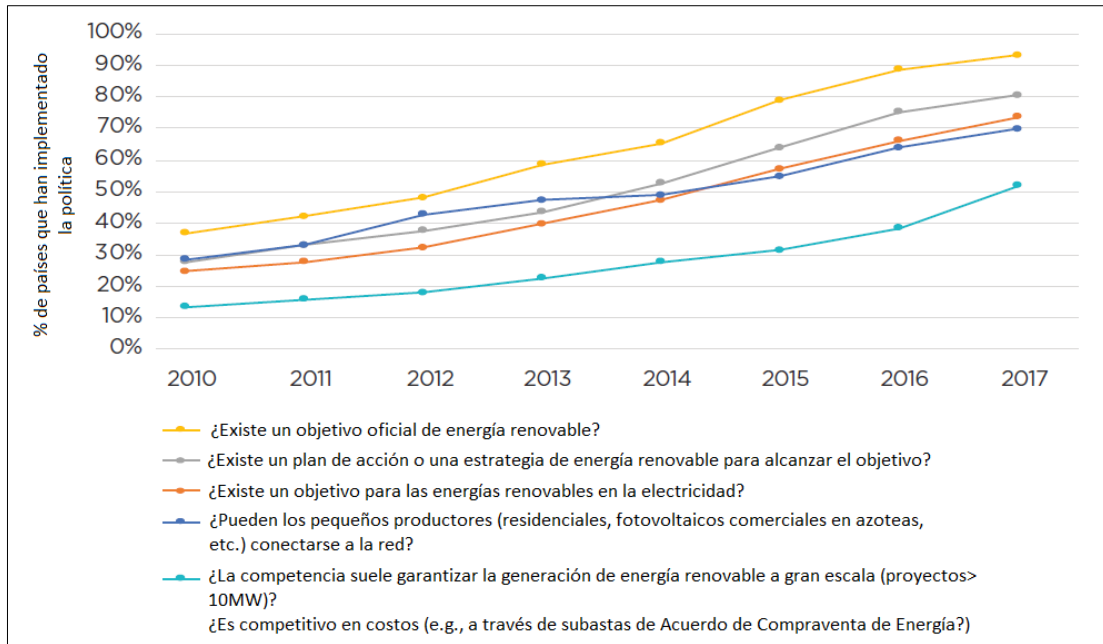


Figura 26. Porcentaje de países con las cinco políticas de mayor movimiento para energías renovables, 2010-2017

Fuente: (Banco Mundial, 2018)

La región de Europa y Asia Central está significativamente por delante de las otras regiones en su puntaje de energía renovable RISE. Esto ha sido impulsado por los buenos resultados de Bulgaria, Hungría y Turquía. En 2017, los países de Europa y Asia Central representaron el 13% de todos los países de la zona verde a nivel mundial y, junto con los países de mayores ingresos de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), representaron el 60% de todos los países de la zona verde bajo las puntuaciones RISE (Banco Mundial, 2018). La figura 27 muestra la evolución de las puntuaciones RISE para las energías renovables por región, durante el periodo 2010-2017.

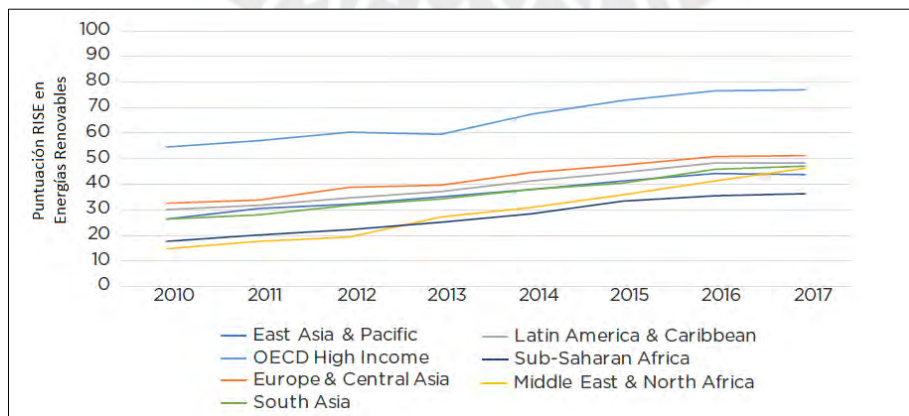


Figura 27. Evolución de las puntuaciones RISE en energías renovables, 2010-2017

Fuente: (Banco Mundial, 2018)

La figura 28, muestra la puntuación RISE de energías renovables por región para el año 2017, exponiendo una concentración de países correspondientes a cada región.

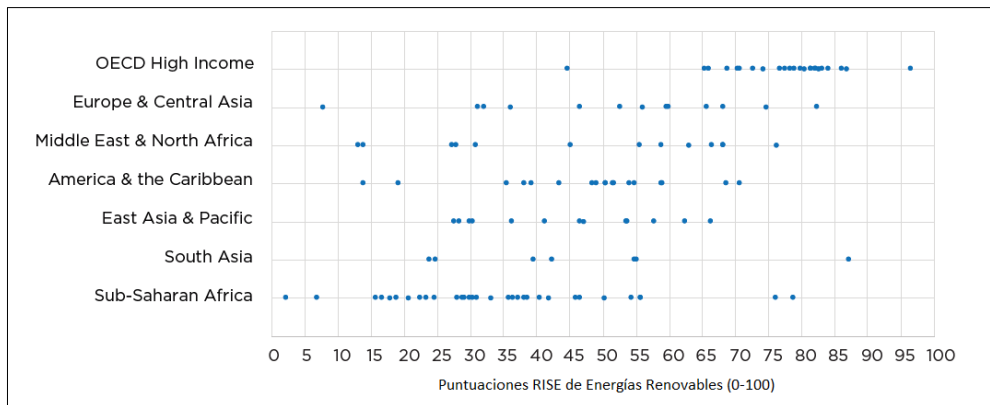


Figura 28. Puntuaciones RISE en energías renovables, 2017

Fuente: (Banco Mundial, 2018)

Si bien los países de ingresos altos están liderando el esfuerzo general en los marcos de energía renovable, alcanzar un cierto nivel de ingresos no es un requisito previo para lograr un marco bien desarrollado. De hecho, varios países de ingresos más bajos se destacan por tener sólidos marcos de políticas de energía renovable a pesar de los modestos niveles de ingresos nacionales, entre ellos se encuentran Ghana, Túnez e India. Solo el grupo de altos ingresos logró un puntaje promedio en la zona verde (≥ 67) para 2017, y solo el grupo de bajos ingresos permaneció en la zona roja (<33) de acuerdo con sus puntajes promedio de energía renovable RISE (Figura 29). No obstante, entre todos los países que puntúan en la zona verde, hay algunos países de ingresos medianos bajos y muchos países del grupo de ingresos bajos que muestran una mejora considerable desde 2010, como Uganda, Malawi y Ruanda. Al mismo tiempo, un tercio de los países de ingresos altos todavía se encuentran en la zona amarilla y roja (Banco Mundial, 2018).

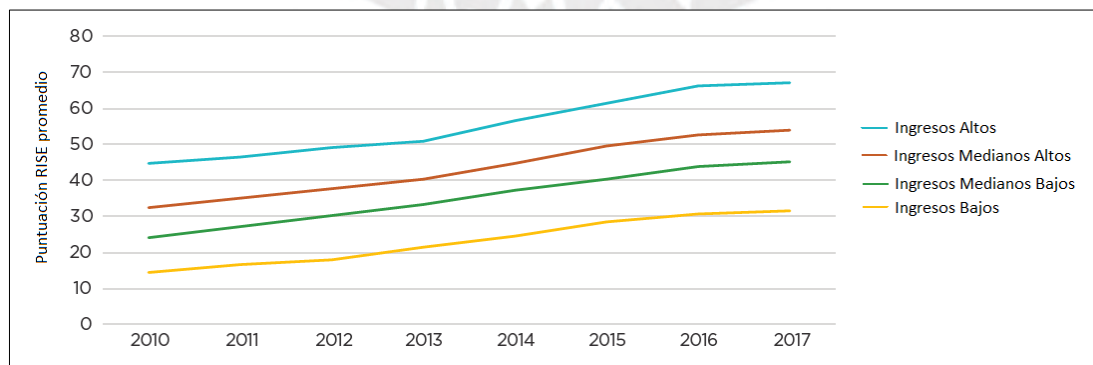


Figura 29. Puntuaciones RISE promedio por grupo de nivel de ingresos por país en energías renovables, 2017

Fuente: (Banco Mundial, 2018)

El desarrollo de regulaciones y políticas para apoyar el despliegue de energía renovable ha ido progresando constantemente. El número de países que obtuvieron un puntaje de zona verde aumentó de 6 en 2010 a 35 en 2017. En siete años, el número de países que obtuvieron puntajes en la zona roja con pocas o ninguna política significativa de energía renovable ha disminuido de 88 a 37. Sin embargo, el puntaje de energía renovable todavía sugiere un margen significativo de mejora (Banco Mundial, 2018).

En 2010, se consideró que seis países tenían marcos sólidos y sólidos de energía renovable. Por el contrario, en 2017 ya había 36 países, entre los que se encontraban Egipto y Jordania, que saltaron en puntuaciones de 10 a 68 y de 6 a 63 en tan solo 7 años. Más de la mitad de los países encuestados ya han desarrollado algún nivel de regulación de energía renovable, pero todavía hay un margen de mejora significativo, sin embargo, casi un tercio de los países todavía están seriamente rezagados en términos de disponibilidad de regulaciones que apoyan las energías renovables.

Las figuras 30 y 31 muestran las puntuaciones RISE por país, contabilizadas para el año 2017. La mayoría de los veinte principales países consumidores de energía, que representan casi el 80% del consumo energético mundial, han mejorado significativamente sus regulaciones sobre energías renovables. Los países con mejor desempeño en energías renovables a partir de 2017 fueron Alemania, Suiza y el Reino Unido. Por un lado, en Alemania y Suiza, las mejoras en la fijación de precios del carbono y el control de los gases de efecto invernadero se encuentran entre las mayores áreas de mejora, mientras que el progreso en los incentivos financieros y regulatorios para el despliegue de energía renovable fue común entre los tres países. Asimismo, tanto el Reino Unido como Alemania también vieron mejoras en su indicador de riesgo de contraparte desde 2010 (Banco Mundial, 2018).

Por otro lado, los tres países que mejoraron más rápidamente en el marco regulatorio de energía renovable entre 2010 y 2017 fueron Egipto, Túnez y Emiratos Árabes Unidos. El área de crecimiento más rápido fue el marco legal para las energías renovables, que incluye la propiedad del sector privado de las energías renovables y un marco legal para apoyar las energías renovables. A finales de 2017, estos tres países contaban con una legislación que permitía la propiedad del sector privado y contaban con un marco legal para el desarrollo de energías renovables. Sin embargo, los tres países han tardado en desarrollar políticas que apoyen las conexiones a la red y el uso por parte de terceros, asimismo se han retardado en la promoción de políticas que promuevan la energía renovable fuera del sector eléctrico (Banco Mundial, 2018).

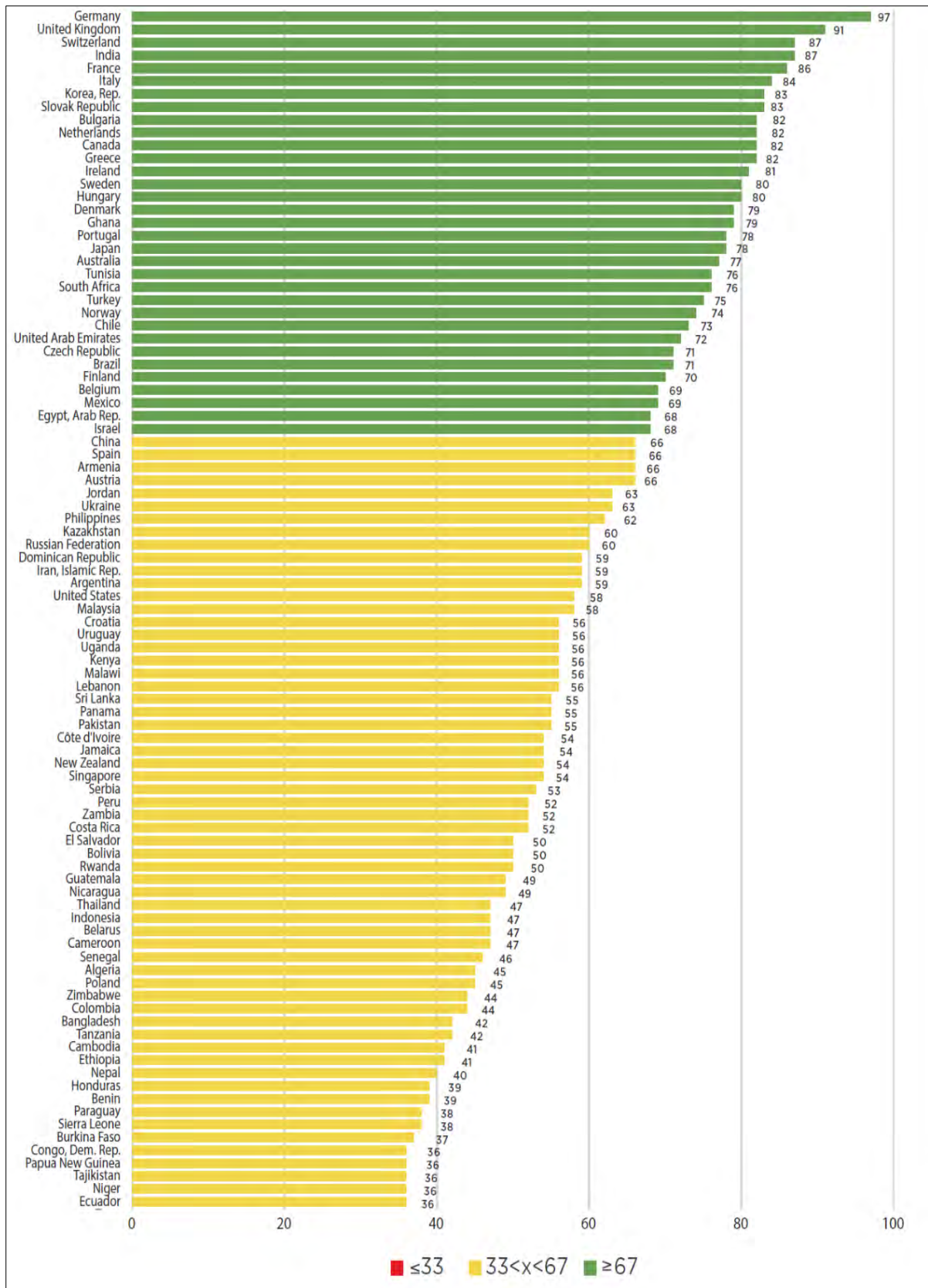


Figura 30. Puntuaciones RISE de energía renovable por país, 2017 (zona verde y zona amarilla)

Fuente: (Banco Mundial, 2018)

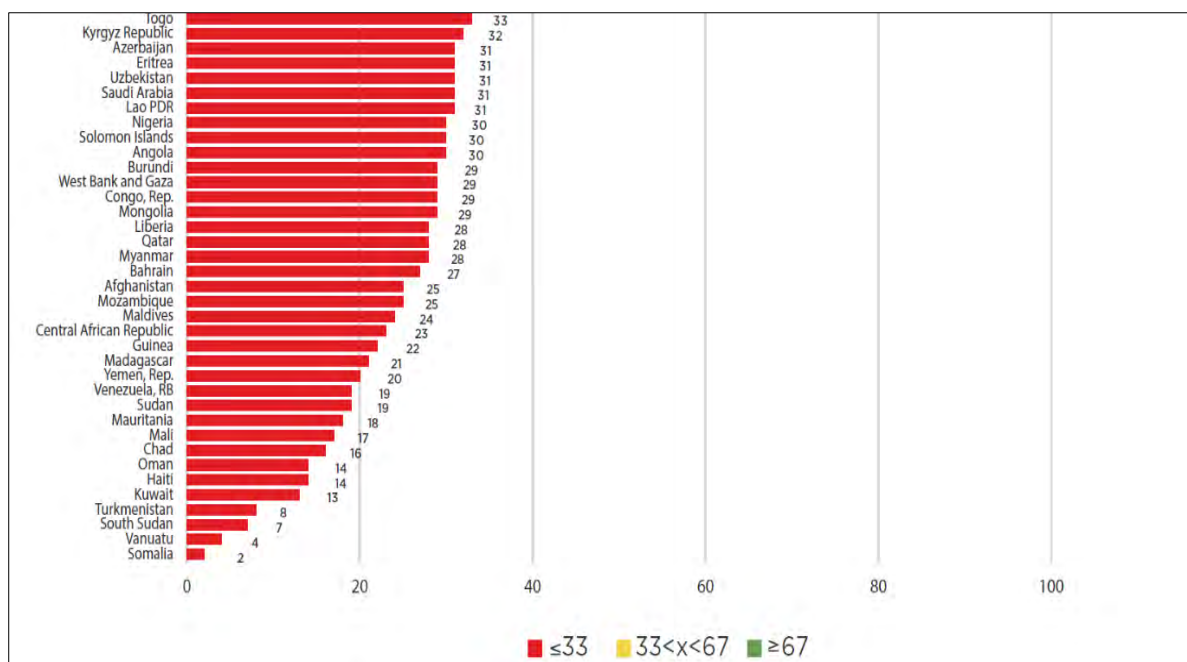


Figura 31. Puntuaciones RISE de energía renovable por país, 2017 (zona roja)

Fuente: (Banco Mundial, 2018)

El análisis económico del sector de energías renovables tendrá como foco cubrir aspectos como el PBI y los nuevos flujos de inversión dentro del sector relacionados con la economía global. Adicionalmente, debido a las principales fuentes de recolección de información que cubren de forma combinada la inclusión de variables sociales como la creación de empleo y el desarrollo de competencias técnicas para abordar las relaciones directas con el producto bruto interno de cada región o país, en este análisis será común encontrar al inicio estudios que aborden de forma transversal los impactos tanto sociales como económicos en cada región.

El PBI ha sido el indicador más utilizado para orientar la política económica y sigue siendo un indicador del bienestar global. El impacto potencial de la transición en el PBI, es por tanto, de vital importancia entenderlo, mientras que simultáneamente las economías se reestructuran en línea con el objetivo de mejorar el bienestar mundial. Las principales variables socioeconómicas utilizadas para contextualizar el análisis incluyen la distribución regional de la población, el empleo y el PBI al inicio de la transición, así como la evolución de cada variable en el tiempo. Los efectos sobre el PBI, el empleo y el bienestar han sido determinados macroeconómicamente, utilizando el modelo de simulación E3ME. Este modelo macroeconómico de *Cambridge Econometrics* es usado para evaluar las implicaciones sistémicas de las hojas de ruta de transición mundial de las energías renovables (International Renewable Energy Agency, 2020a).

La figura 32 muestra la distribución regional de la población, el empleo en toda la economía y el PBI, clasificados en orden decreciente de la población. Como se observa, más de la mitad del PBI mundial proviene de la Unión Europea y América del Norte. En tanto, el África subsahariana, el sudeste asiático y Oceanía representan cada uno una pequeña proporción del PBI mundial. Por otro lado, la proporción de puestos de trabajo en el empleo mundial es más alta en Asia, representando también la proporción más alta de población.

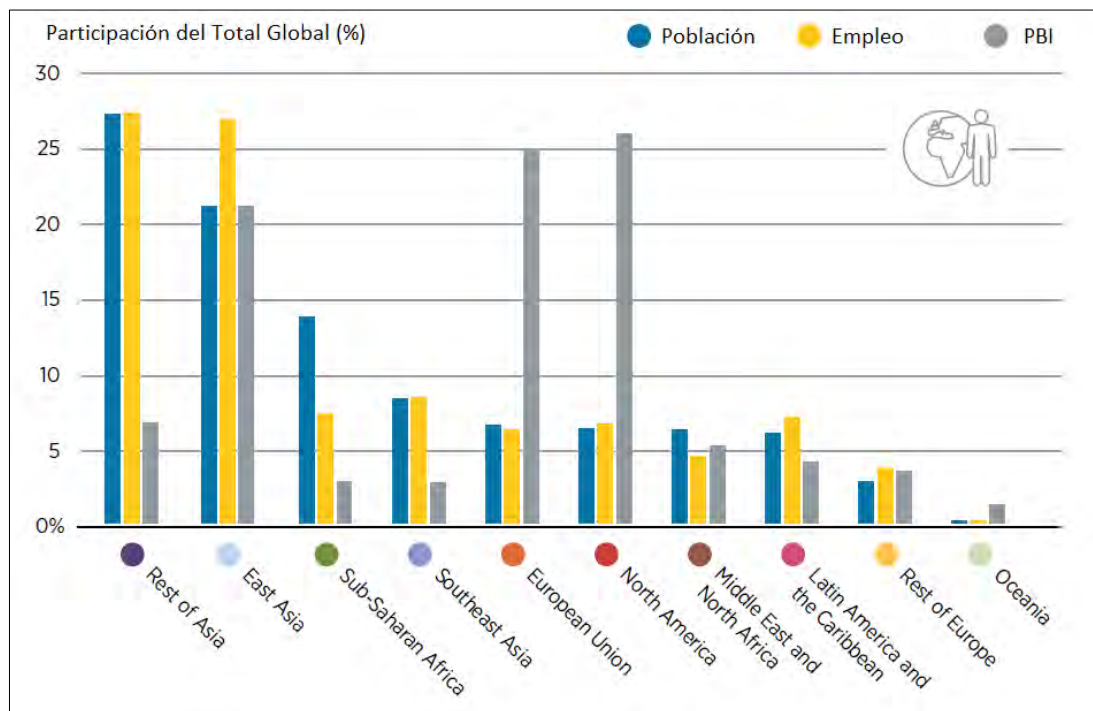


Figura 32. Participaciones regionales de la población mundial, empleo y PBI en 2019

Fuente: (International Renewable Energy Agency, 2020a)

Los números absolutos pueden camuflar importantes diferencias per cápita. La figura 33 compara las cifras del PBI per cápita regional. La línea discontinua indica el promedio mundial de USD 11 000. América del Norte, Oceanía (a pesar de su pequeña participación en el PBI mundial) y la Unión Europea están muy por encima. El resto de Europa, Asia Oriental, Medio Oriente y África del Norte se han acercado a la media, mientras que otras regiones están por debajo de ella.

International Renewable Energy Agency (2016) sostiene que el sector energético contribuye a la actividad económica de dos formas. En primer lugar, la energía es un sector económico importante que crea empleo y valor al extraer, transformar y distribuir bienes y servicios energéticos en toda la economía global. En segundo lugar, el impacto del sector energético repercute en el resto de la economía. La energía es un insumo para casi todos los productos y servicios de la economía, y sustenta la actividad económica en cada uno de sus sectores.

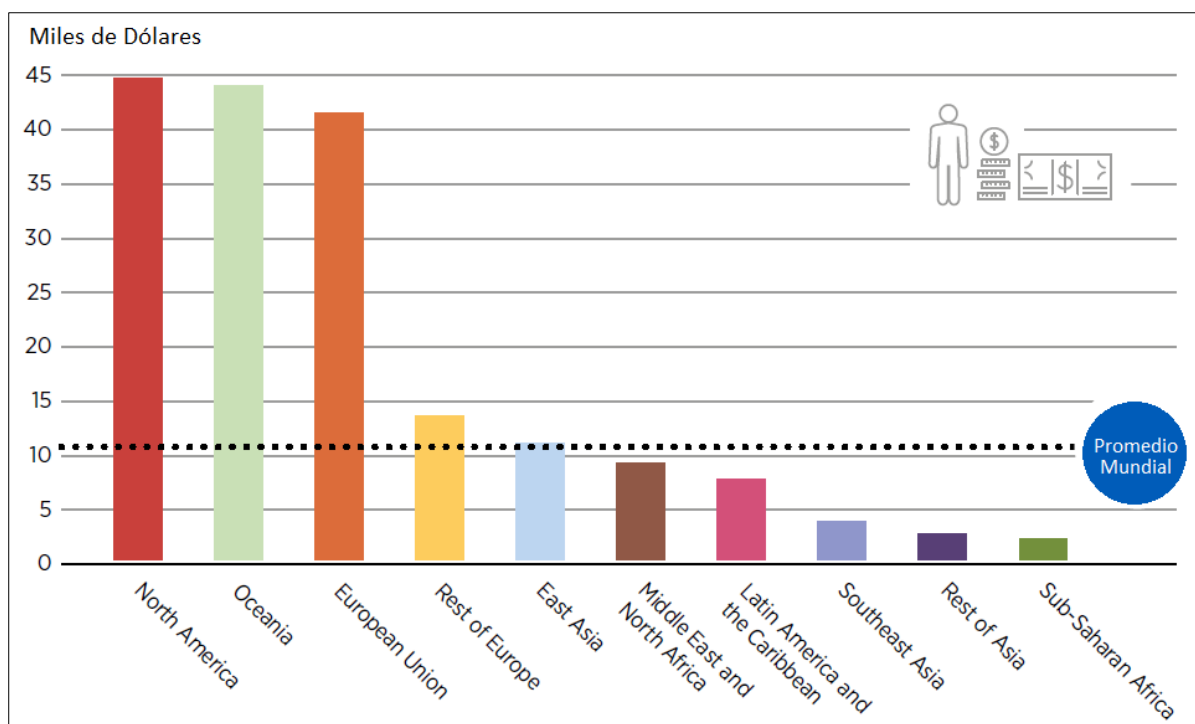


Figura 33. Distribución per cápita PBI en 2019

Fuente: (International Renewable Energy Agency, 2020a)

En este contexto, la energía renovable surge, no sólo, como una solución para satisfacer la creciente demanda de energía al mismo tiempo que reduce drásticamente las emisiones de carbono, sino también como un motor potencial para el crecimiento económico y la diversificación. La transición a un sistema energético basado en energías renovables es una oportunidad única. Podría equilibrar la demanda de energía suficiente para impulsar el crecimiento económico y el desarrollo con la urgente necesidad de reducir drásticamente las emisiones de carbono. La relación implícita entre el sector energético y la economía plantea interrogantes sobre los impactos en toda la economía en curso de la transformación del sector energético (International Renewable Energy Agency, 2016).

Con respecto a las inversiones para la economía, los avances en la inversión en energía renovable variaron según la región, aumentando en las Américas, incluidos Estados Unidos y Brasil, pero disminuyendo en todas las demás regiones del mundo, incluidas China, Europa, India y Oriente Medio y África. Las economías en desarrollo y emergentes superaron a los países desarrollados en inversión de capacidad en energía renovable por quinto año consecutivo, representando el 54% del total en 2019, debido en gran parte a China. La inversión en los países en desarrollo (incluidos China e India) ascendió a 152 200 millones de dólares estadounidenses durante el año, una ligera disminución con respecto a 2018. Aunque la inversión en capacidad de energía renovable disminuyó tanto en China como en la India, separando estos dos países, aumentó un 17% en los países en desarrollo a un valor récord de 59 500 millones de dólares (REN21, 2020).

En este sentido, según lo indicado por (REN21, 2020), es importante mencionar que las figuras estadísticas que se describirán a continuación sobre las nuevas inversiones en energías renovables y combustibles, están referidos e incluyen específicamente inversiones en nueva capacidad de todos los proyectos de biomasa, geotermia y eólica de más de 1 MW, también a todos los proyectos hidroeléctricos de entre 1 y 50 MW, asimismo todos los proyectos de energía solar, estimándose por separado los de menos de 1 MW; incluye también todos los proyectos de energía oceánica y todos los proyectos de biocombustibles con una capacidad de producción anual de 1 millón de litros o más. Los valores totales de inversión incluyen estimaciones para acuerdos no revelados, así como la inversión de la empresa (capital de riesgo, investigación y desarrollo empresarial y gubernamental, capital privado y capital nuevo del mercado público).

Las inversiones globales en energía renovable y combustibles, sin incluir proyectos hidroeléctricos de más de 50 MW, totalizaron los 301 700 millones de dólares en 2019. Esto representó un aumento del 5% desde el 2018, debido en parte a un mayor gasto en sistemas solares fotovoltaicos a pequeña escala. La inversión en energías renovables y combustibles ha superado los 200 000 millones de dólares anuales desde 2010. Por otro lado, solo en inversiones de capacidad de energías renovables y combustibles, se alcanzó gran parte del total, superando los 282 200 millones de dólares en el 2019, un 1% más que en 2018 (ver figura 34). La inversión en proyectos hidroeléctricos de más de 50 MW agregó un estimado de 15 000 millones de dólares al total global en 2019. Estas estimaciones no incluyen la inversión en tecnologías renovables de calefacción y refrigeración, para las que no se recopilan datos de forma sistemática REN21 (2020).

REN21 (2020) señala también que los fuertes aumentos en los Países Bajos, Polonia, España y los Estados Unidos se compensaron con caídas en Australia, Bélgica, Alemania y el Reino Unido. China siguió representando la mayor parte de la inversión mundial en capacidad de energía renovable (excluida la energía hidroeléctrica superior a 50 MW), con un 30%, seguida de Estados Unidos (20%), Europa (19%) y Asia-Oceanía (excluida China) e India; 16%). Oriente Medio y África representaron el 5%, América (excluidos Brasil y Estados Unidos) el 4%, India el 3% y Brasil el 2%.

Los 10 países principales con la mayor inversión en capacidad de energía renovable para el 2019 comprenden seis países desarrollados y cuatro países en desarrollo o emergentes. Además de China y Estados Unidos, los cinco principales países fueron Japón, India y Taipei Chino, y los cinco siguientes fueron España, Brasil, Australia, los Países Bajos y el Reino Unido REN21 (2020).

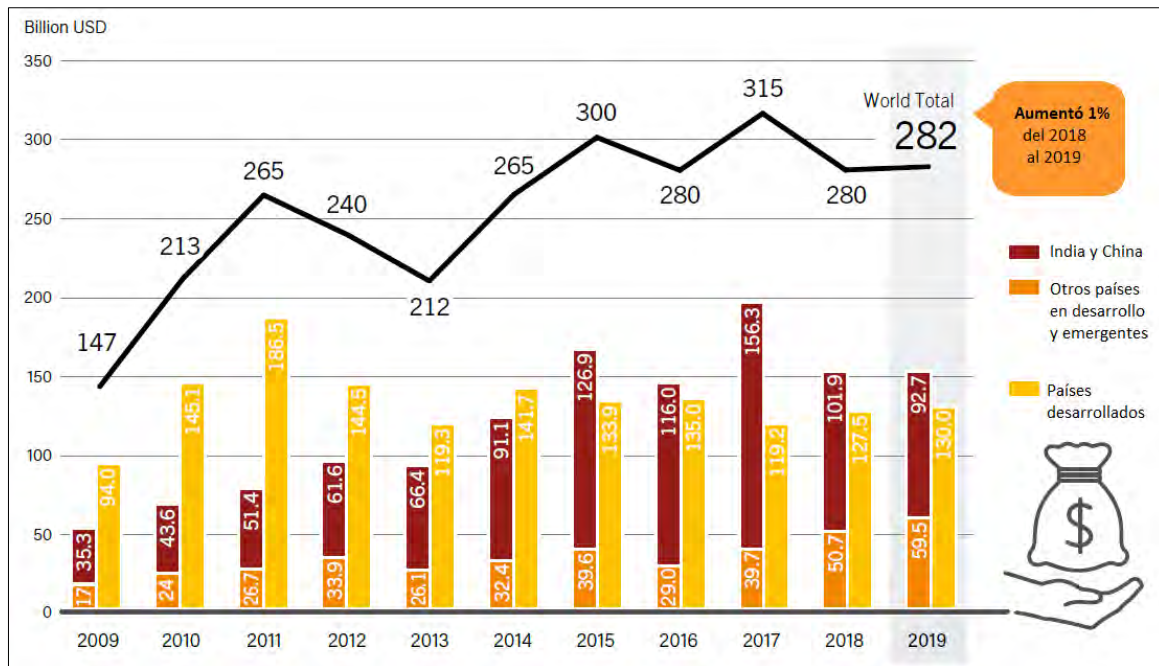


Figura 34. Inversiones globales en capacidad de energías renovables y combustibles para países desarrollados, emergentes y en desarrollo (2009-2019)

Fuente: (BloombergNEF, 2020)

La figura 35 muestra como la inversión general de China en energía renovable y combustibles cayó un 6% en 2019 a 90 100 millones de dólares, continuando la tendencia a la baja iniciada en 2018. Solo en capacidad, China invirtió 83 400 millones de dólares, la mayor parte en energía eólica (55 000 millones de dólares), un aumento del 10% respecto al 2018. Las inversiones aumentaron tanto en capacidad de energía eólica terrestre como marina.

A pesar del auge de la inversión en capacidad de energía solar en China en 2017, en 2019 la inversión en energía eólica eclipsó la inversión en energía solar fotovoltaica, que cayó un 33% a 25 700 millones de dólares. La disminución reflejó el anuncio del gobierno en 2018 de suspender el apoyo financiero para la energía solar fotovoltaica, lo que provocó la llamada congelación del mercado. La inversión en biomasa y conversión de residuos en energía aumentó un 2% a 1 500 millones de dólares, impulsada por una serie de plantas de incineración que se están construyendo en el país.

La figura 36 muestra el caso de Europa, donde la inversión en energía renovable y combustibles totales ascendió a 58 400 millones de dólares en 2019, un 4% menos que en 2018, con un marcado contraste entre las tecnologías.



Figura 35. Inversión total en energías renovables, China (2009-2019)

Fuente: (REN21, 2020)

Solo en capacidad, Europa invirtió 54 600 millones de dólares, con una inversión en energía eólica que bajó un 24% a 26 400 millones de dólares (lo que refleja la tendencia regional), pero la inversión en energía solar fotovoltaica aumentó un 25% a 24 600 millones de dólares, un máximo no visto desde 2012. El crecimiento en la energía solar fotovoltaica se debió a la expansión de proyectos de bajo costo en España y otros lugares, apoyándose en tarifas fijadas en subastas o mediante acuerdos de compra de energía con el sector privado. En 2019, por primera vez, España lideró la inversión en capacidad de energía renovable en Europa con 8 400 millones de dólares, un 25% más que en 2018. Los Países Bajos, con 5 500 millones de dólares, y el Reino Unido, con 5 300 millones de dólares, se ubicaron en el segundo y tercer lugar, debido en gran parte a proyectos eólicos marinos.

En los Estados Unidos, que siguió siendo el mayor inversor individual entre las economías desarrolladas, la inversión aumentó un 25% a 59 000 millones de dólares en 2019, su valor más alto hasta la fecha (ver Figura 37). Solo en capacidad, Estados Unidos invirtió 55 500 millones de dólares. Los desarrolladores impulsaron proyectos de energía solar fotovoltaica y eólica para permitirles calificar para los créditos fiscales federales que expirarán pronto. La inversión en proyectos de energía eólica aumentó un 44% a 31 800 millones de dólares, y la inversión en proyectos de energía solar fotovoltaica aumentó un 16% a 23 300 millones de dólares. Todas las demás tecnologías renovables experimentaron declives o estancamiento.

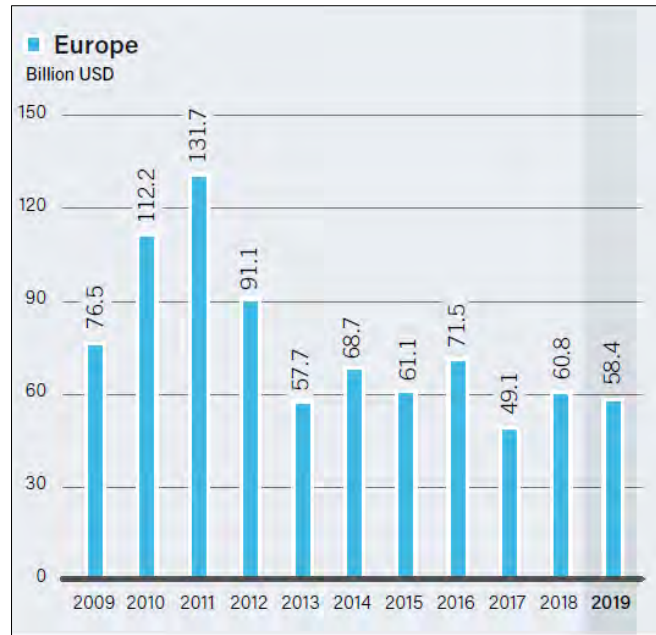


Figura 36. Inversión total en energías renovables, Europa (2009-2019)

Fuente: (REN21, 2020)

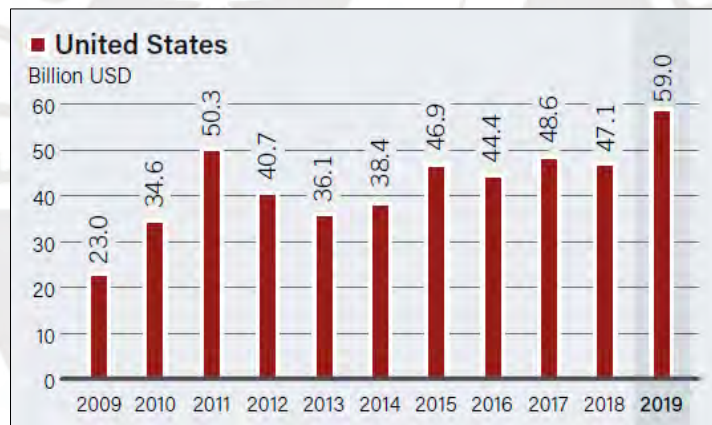


Figura 37. Inversión total en energías renovables, Estados Unidos (2009-2019)

Fuente: (REN21, 2020)

La figura 38 muestra como en Asia-Oceanía (excluyendo China e India) la inversión total en energía renovable y combustibles cayó un 3% a 48 200 millones de dólares. Solo en capacidad, Asia-Oceanía invirtió 45 100 millones de dólares. La inversión de Japón en capacidad renovable cayó un 10% para alcanzar su nivel más bajo desde 2011, con solo 16 500 millones de dólares. Las razones de la disminución incluyeron los costos unitarios más bajos de la energía solar fotovoltaica, que redujo la cantidad en dólares comprometida por megavatio, así como las limitaciones de la red y la tierra que frenaron la actividad de los desarrolladores y las subastas. Sin embargo, la inversión en capacidad de biomasa aumentó un 26% alcanzado los 2 600 millones de dólares.

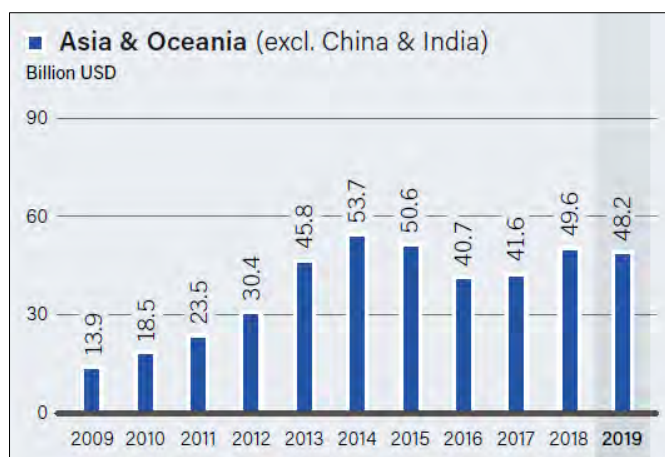


Figura 38. Inversión total en energías renovables, Asia y Oceanía (2009-2019)

Fuente: (REN21, 2020)

En otras partes de la región, China Taipéi experimentó un récord histórico de inversión en capacidad de 8 800 millones de dólares, un 390% más que en 2018. Esto se debió en gran parte a la financiación de tres grandes proyectos de energía eólica marina, por un valor total de 7 800 millones de dólares. También se produjeron aumentos en Kazajstán (58% por encima hasta 800 millones de dólares), Pakistán (12% por encima hasta los 600 millones de dólares) y Camboya (pasando de casi cero a 600 millones de dólares). La inversión en capacidad se redujo en Vietnam (disminuyendo 64% hasta 2 600 millones de dólares), Indonesia (bajando 53% hasta los 400 millones de dólares) y Malasia disminuyendo un 44% hasta los 300 millones de dólares (REN21, 2020). En India, la nueva inversión total en energía renovable y combustibles cayó un 4% en 2019 a 11 200 millones de dólares, debido en gran parte a retrasos en la financiación de proyectos como resultado de problemas con las empresas de distribución de electricidad (ver figura 39). Solo en capacidad, India invirtió 9 300 millones de dólares. La disminución reflejó una caída del 48% en la inversión en energía eólica (a 2 200 millones de dólares) y una caída del 32% en la inversión en biomasa y conversión de residuos en energía (a 300 millones de dólares). La inversión en capacidad solar fotovoltaica aumentó un 8% hasta los 6 600 millones de dólares (REN21, 2020).

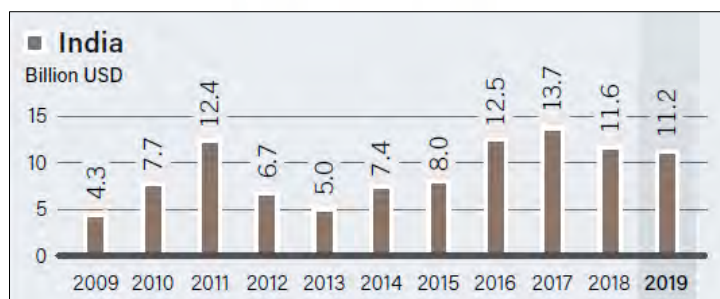


Figura 39. Inversión total en energías renovables, India (2009-2019)

Fuente: (REN21, 2020)

En las Américas (más allá de Brasil y Estados Unidos), la inversión totalizó 12 800 millones de dólares, un 20% más que en 2018 pero aún por debajo del máximo de 2017. Solo en capacidad, la inversión fue de 12 600 millones de dólares (ver figura 40). Se produjeron aumentos en la inversión en capacidad tanto en Chile (hasta un 302% alcanzado los 4 900 millones de dólares, el valor más alto del país hasta ahora) y México (hasta un 17% alcanzado los 4 300 millones de dólares). La inversión cayó un 18% en Argentina y también disminuyó en República Dominicana y Panamá (66% y 44%, respectivamente), aunque estos países siguieron siendo mercados comparativamente pequeños (REN21, 2020).

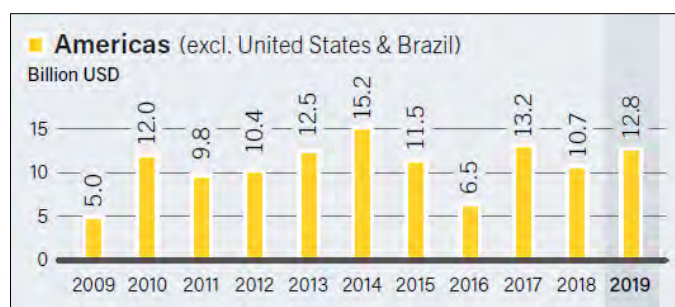


Figura 40. Inversión total en energías renovables, Américas (2009-2019)

Fuente: (REN21, 2020)

La inversión total de Brasil en energía renovable y combustibles fue de 6 800 millones de dólares, un 78% más que en 2018, pero aún muy por debajo del pico de 11 100 millones de dólares en 2008, cuando el auge de los biocombustibles del país estaba en pleno apogeo (ver figura 41). Solo en capacidad, la inversión fue de 6 500 millones de dólares. La mayor parte de la inversión se realizó en energía eólica, con 3 400 millones de dólares (un 148% más que en 2018) y en energía solar, con un aumento del 30% alcanzando los 2 500 millones de dólares (REN21, 2020).

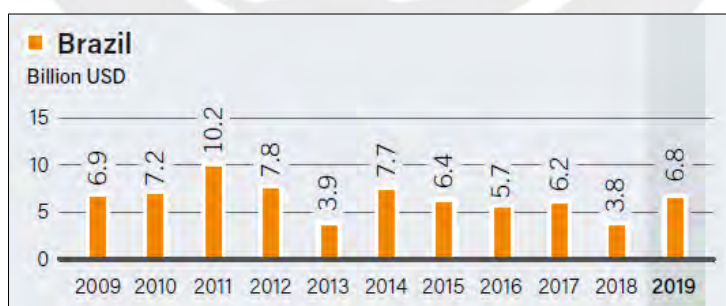


Figura 41. Inversión total en energías renovables, Brasil (2009-2019)

Fuente: (REN21, 2020)

La inversión total en la región de Medio Oriente y África disminuyó un 7% en 2019 hasta los 15 400 millones de dólares. Solo en capacidad, la inversión fue de 15 200 millones de dólares (ver figura 42).

Las brechas en los programas de subastas fueron un factor principal detrás de la disminución de las inversiones en capacidad en muchos países que se habían convertido en importantes inversores en energías renovables, incluidos Sudáfrica (un 76% menos hasta 1 000 millones de dólares), Kenia (un 45% menos hasta 700 millones de dólares) y Marruecos. (disminuyendo 83% hasta 500 millones de dólares). Sin embargo, en los Emiratos Árabes Unidos, la inversión aumentó en un asombroso 1 223 % alcanzando los 4 500 millones de dólares, lo que lo convierte en el nuevo líder regional (REN21, 2020).

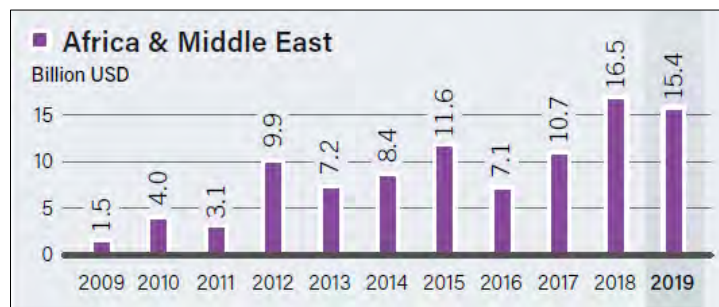


Figura 42. Inversión total en energías renovables, África y Oriente Medio (2009-2019)

Fuente: (REN21, 2020)

El análisis social tomará en consideración dos indicadores específicos. El primero habla de los efectos de la transición energética en el empleo y el segundo presenta el indicador de bienestar e impactos asociados.

International Renewable Energy Agency (2020) señala que el sector de las energías renovables empleó al menos a 11.5 millones de personas, directa e indirectamente, en 2019, representando un crecimiento desde el 2012, año en que IRENA comenzó a evaluarlo anualmente. Tener presente que los datos corresponden principalmente a 2018-2019, con fechas que varían según el país y la tecnología, incluidos algunos casos en los que solo se dispone de información anterior. Los datos de la energía hidroeléctrica incluyen únicamente el empleo directo; los datos de otras tecnologías incluyen el empleo directo e indirecto. Las industrias de energía solar fotovoltaica, bioenergía, hidroeléctrica y eólica han sido los principales empleadores. La mayor parte de los empleos globales se relacionan con el uso de energía moderna, pero la estimación de 2019 incluye empleos vinculados al uso de energía solar fotovoltaica descentralizada para expandir el acceso a la energía en partes de África subsahariana y en el sur de Asia.

La figura 43 muestra la evolución de las estimaciones de empleo de energía renovable de IRENA desde 2012. La mayoría de estos empleos todavía están ocupados por hombres. La proporción de mujeres en la fuerza laboral de las energías renovables es de aproximadamente el 32%, en comparación con el 22% en el sector energético en general que incluyen todo tipo de fuentes.

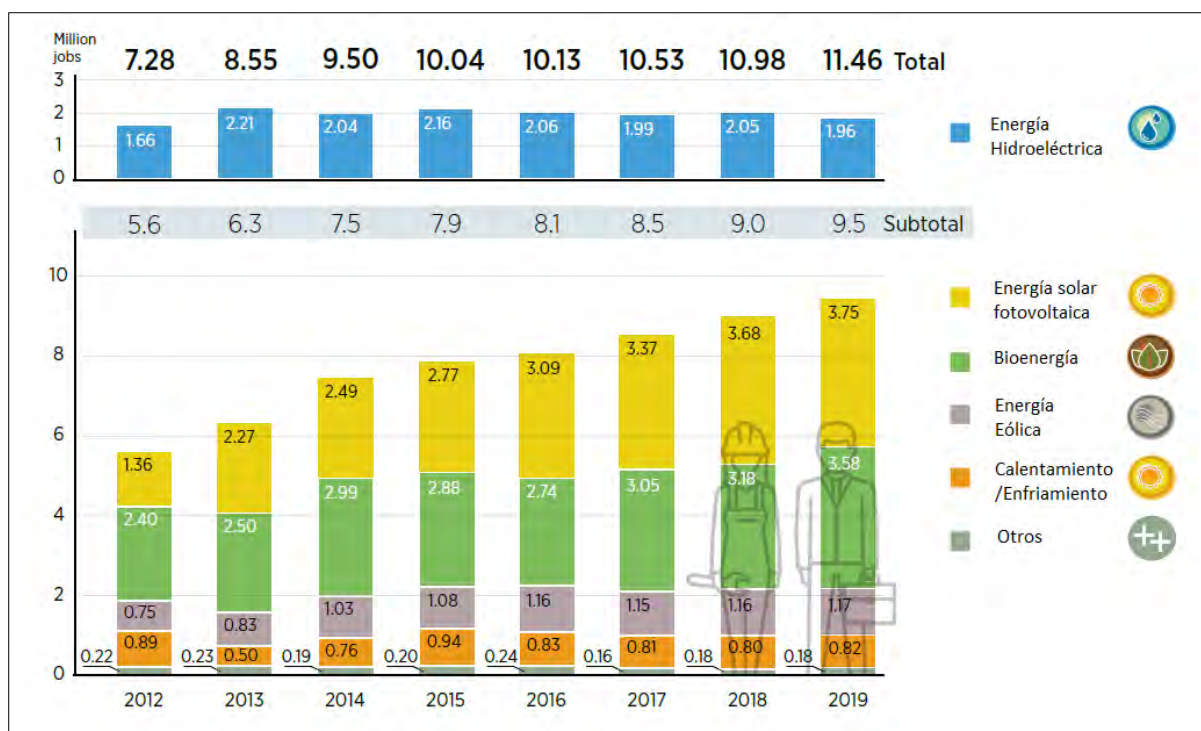


Figura 43. Empleo global en energía renovable por tecnología (2012-2019)

Fuente: International Renewable Energy Agency (2020b)

Considerar que bioenergía incluye la producción de biocombustibles, biomasa sólida y biogás. Otras tecnologías incluyen energía geotérmica, energía solar concentrada, bombas de calor, desechos industriales y energía oceánica.

A nivel mundial, la industria solar fotovoltaica instaló 97 GW de capacidad durante 2019, un poco menos que los 100 GW instalados en 2018. Más de la mitad, unos 55 GW, se agregaron en países asiáticos (principalmente China, India, Japón y Vietnam); Europa instaló 19 GW, Estados Unidos otros 9 GW y Australia cerca de 6 GW (International Renewable Energy Agency, 2020b).

IRENA estima que el empleo mundial de energía solar fotovoltaica aumentó en un 4% para alcanzar los 3.8 millones de puestos de trabajo en 2019. De los diez países principales que se muestran en la figura 44, siete son asiáticos. En general, casi 3.1 millones de los trabajos de energía solar fotovoltaica (83% del total mundial) estaban en Asia, seguidos por el 6.5% de América del Norte, el 4.4% de Europa y el 3.7% de África. Juntos, los diez países líderes albergan alrededor del 87% de la fuerza laboral de energía solar fotovoltaica del mundo, lo que indica que el despliegue y la fabricación continúan concentrados en un puñado de países. El total mundial incluye una estimación de 372 000 puestos de trabajo fuera de la red para el sur de Asia y partes de África.

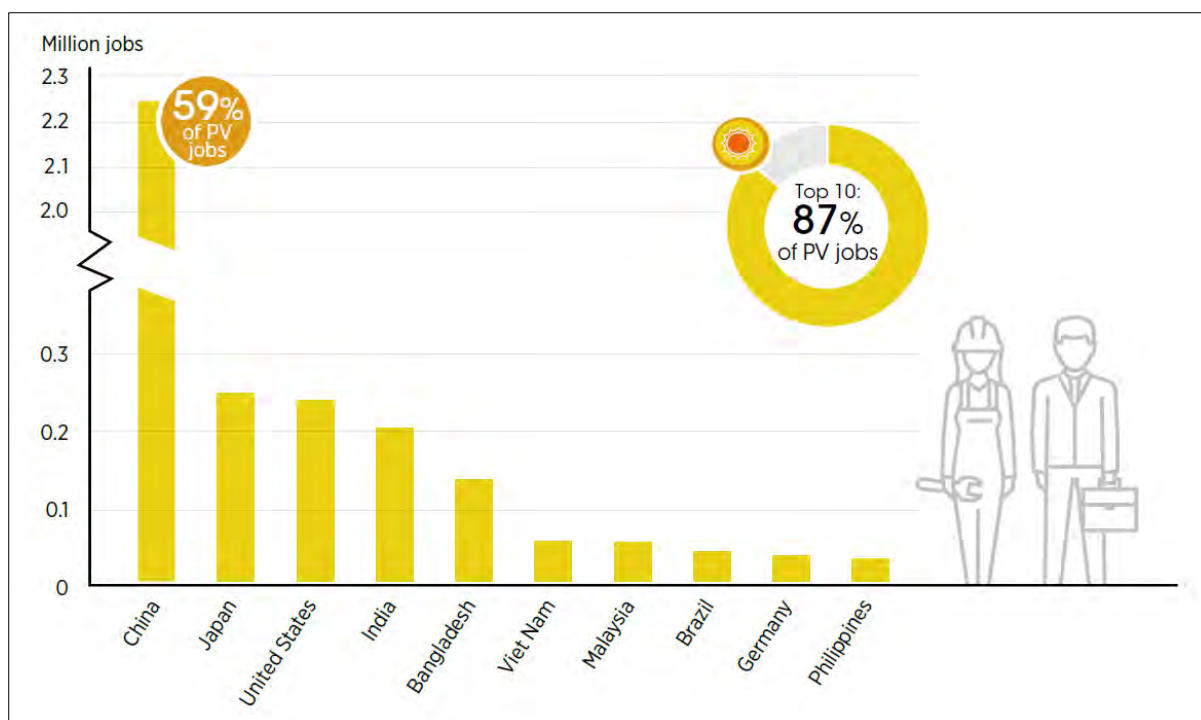


Figura 44. Empleo mundial de energía solar fotovoltaica (2019): 10 principales países

Fuente: International Renewable Energy Agency (2020b)

China, el principal productor de equipos fotovoltaicos y el mercado de instalaciones más grande del mundo, representó más de la mitad del empleo fotovoltaico en todo el mundo (59%), o unos 2.2 millones de puestos de trabajo. La industria solar fotovoltaica de Japón sigue enfrentando dificultades, y las adiciones de capacidad en 2019 fueron casi la mitad del volumen del año anterior. Se estima que los puestos de trabajo cayeron a 241 000 en 2019. Estados Unidos tenía un número similar de puestos de trabajo, unos 240 000. El empleo en energía solar conectado a la red de la India se estima en 109 000 puestos de trabajo, con otros 95 000 fuera de la red, para un total de 204 000 puestos de trabajo. La mayoría de los 137 000 trabajadores de energía solar fotovoltaica en Bangladesh están empleados en la instalación de sistemas solares domésticos. El empleo fotovoltaico en la Unión Europea aumentó significativamente a 127 300 empleos en 2018, frente a 95 600 del periodo anterior (International Renewable Energy Agency, 2020b).

Por otro lado, la producción mundial de biocombustibles aumentó un 5% en 2019, principalmente impulsada por una expansión del 13% del biodiésel (Indonesia superó a Estados Unidos y Brasil para convertirse en el mayor productor nacional), mientras que la producción de etanol aumentó un 2% (REN21, 2020).

El empleo mundial en biocombustibles se estimó en 2.5 millones en 2019. La mayor parte de estos empleos se encontraban en el sector agrícola, plantando y luego recolectando materias primas de

diversos tipos. Procesar la materia prima en combustibles requiere muchas menos personas que el suministro de la materia prima, pero los trabajos de procesamiento generalmente requieren mayores habilidades técnicas y ofrecen mejores salarios. Las estimaciones de empleo de biocombustibles deben interpretarse con cuidado. Las materias primas como la palma de aceite, la soja o el maíz también se utilizan para una serie de fines no energéticos, ya sea como alimento, alimentación animal o ingredientes de diversos productos comerciales. A medida que cambia la combinación de productos basados en estos productos básicos, el aumento o la disminución del número de puestos de trabajo en biocombustibles no necesariamente equivale a ganancias o pérdidas netas de empleo en la economía. Los arreglos casuales y estacionales, con una seguridad de ingresos limitada, son frecuentes en muchos países (International Renewable Energy Agency, 2020b).

El perfil regional del empleo de biocombustibles difiere considerablemente del del sector solar fotovoltaico. Las líneas de suministro de materias primas intensivas en mano de obra significan que América Latina representa el 43% de todos los trabajos de biocombustibles en todo el mundo y Asia (principalmente el sudeste asiático) el 34%. Los sectores agrícolas más mecanizados de América del Norte y Europa se traducen en porcentajes de empleo más pequeños del 13% y 10%, respectivamente. La figura 45 muestra los diez países principales, que juntos representan alrededor del 90% del empleo mundial estimado.

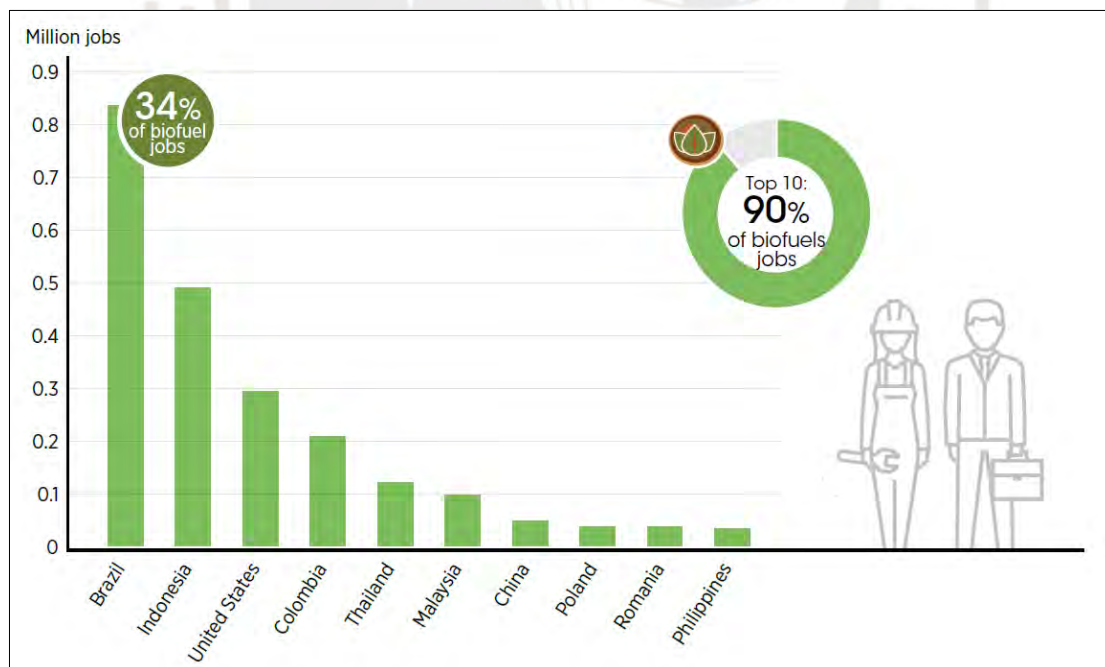


Figura 45. Empleo mundial en biocombustibles líquidos (2019): 10 principales países

Fuente: International Renewable Energy Agency (2020b)

Con cerca de 839 000 puestos de trabajo, Brasil tiene la fuerza laboral de biocombustibles líquidos más grande del mundo. Estados Unidos es el principal productor de biocombustibles, pero su menor intensidad laboral se traduce en unos 297 000 puestos de trabajo. El empleo de biocombustibles en la Unión Europea se estimó en alrededor de 239 000 puestos de trabajo en 2018, año más reciente del cual se dispone información. Los productores de biodiésel del sudeste asiático aumentaron su producción en 2019, en algunos casos de manera sustancial. Además, para Indonesia y Malasia, las estimaciones de los últimos años se han revisado considerablemente al alza a la luz de la mejora y acceso de la información (International Renewable Energy Agency, 2020b).

Con respecto a la energía eólica, la mayoría de las instalaciones eólicas siguen estando en tierra, pero el mercado marino está ganando terreno. Los 54 GW de capacidad en tierra añadidos en 2019 llevaron la capacidad instalada total a 594 GW, mientras que la capacidad instalada en alta mar aumentó en 4.7 GW alcanzando un total de 28 GW. En todo el mundo, se instalaron cerca de 23 000 aerogeneradores en 2019 (International Renewable Energy Agency, 2020b).

El mercado chino es atendido casi exclusivamente por empresas nacionales, mientras que los mercados del resto del mundo son abastecidos principalmente por empresas europeas. Ocho fabricantes chinos de turbinas se encontraban entre los 15 principales proveedores del mundo en 2019. Pero los primeros puestos aún los ocupaban dos empresas europeas (Vestas y Siemens Gamesa) que representan un tercio de la producción mundial de aerogeneradores, seguidas de General Electric de los Estados Unidos. La consolidación del mercado continúa, ya que los seis principales proveedores aumentaron su participación de mercado del 70% en 2018 al 72% en 2019, mientras que el número total de fabricantes importantes disminuyó de 37 a 33 (International Renewable Energy Agency, 2020b).

International Renewable Energy Agency (2020b) señala que el empleo total en energía eólica terrestre y marina se mantuvo estable en 1.17 millones de personas en todo el mundo en 2019. Las mujeres representan aproximadamente el 21% de la fuerza laboral de la industria. La mayoría de los trabajos de energía eólica se encuentran en un pequeño número de países. China por sí sola representa el 44% del total mundial; los cinco primeros países representan el 74%. Aún así, el panorama regional es más equilibrado que en la industria solar fotovoltaica. Los 648 000 empleos eólicos de Asia representan alrededor del 56% del total, mientras que Europa representa el 27% y América del Norte el 11%.

De los 10 países principales que se muestran en la figura 46, cuatro son europeos, tres son asiáticos, dos son de América del Norte y uno es de América del Sur.

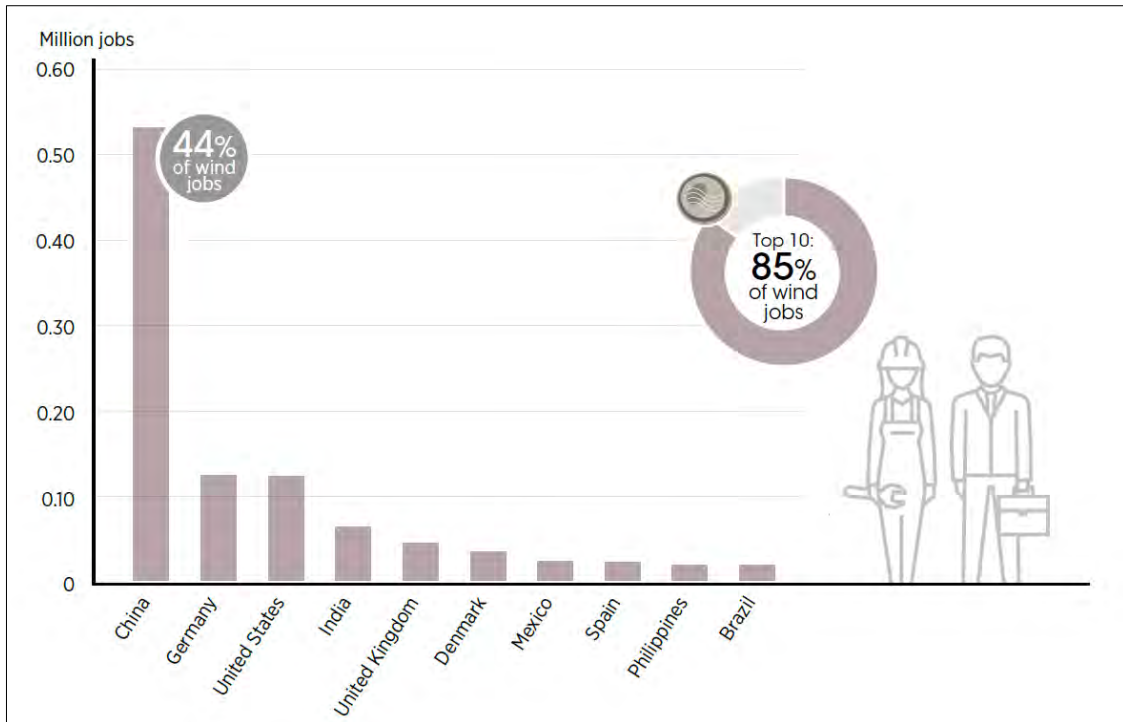


Figura 46. Empleo mundial en energía eólica (2019): 10 principales países

Fuente: International Renewable Energy Agency (2020b)

En síntesis general, como se observa en la figura 47, la mayor parte del empleo en energías renovables se encuentra en los países asiáticos, que representaron el 63% de los empleos en 2019.

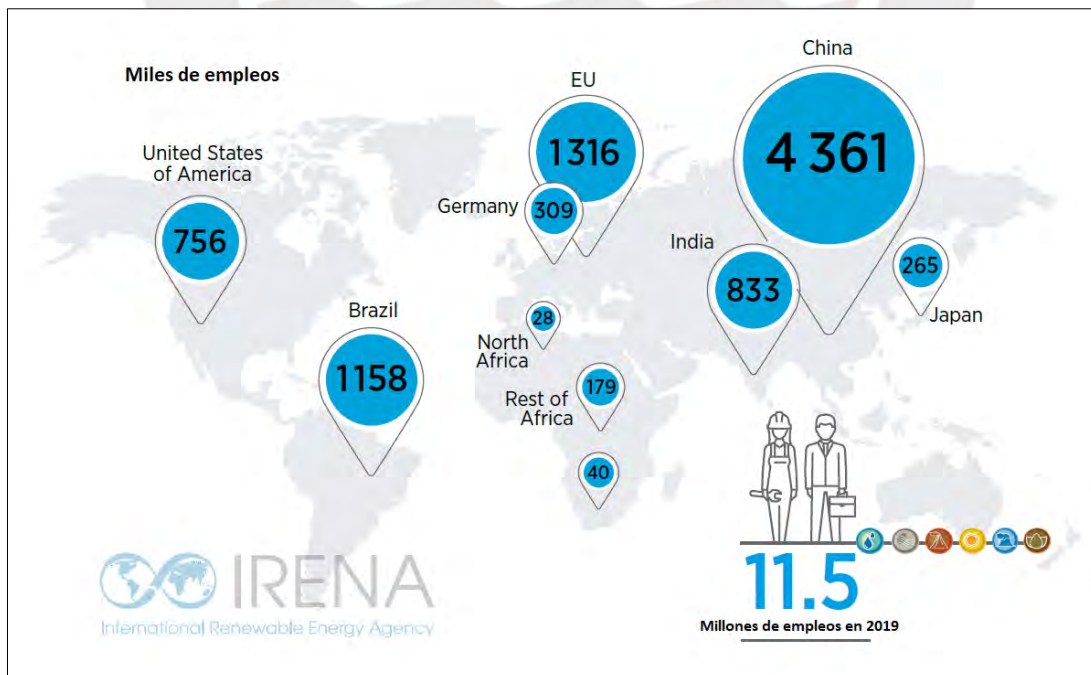


Figura 47. Empleo mundial en energías renovables en países seleccionados (2019)

Fuente: International Renewable Energy Agency (2020b)

Por otro lado, a medida que la fuerza laboral de energía renovable continúa expandiéndose, la educación y la capacitación, junto con la actualización de habilidades, aumentan en importancia. Las políticas y los programas se centran en la formación profesional, los planes de estudio, la formación de maestros, las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), las asociaciones público-privadas y la contratación de grupos subrepresentados como las mujeres. En el sector de las energías renovables, la participación de las mujeres en trabajos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (CTIM) es mucho menor que en trabajos administrativos (28% versus 45%) (International Renewable Energy Agency, 2020b).

La figura 48 muestra que la diferencia es más pronunciada en el sector de la energía eólica, donde las mujeres representan solo el 14% del total de trabajos en CTIM, en comparación con el 45% en los trabajos administrativos.

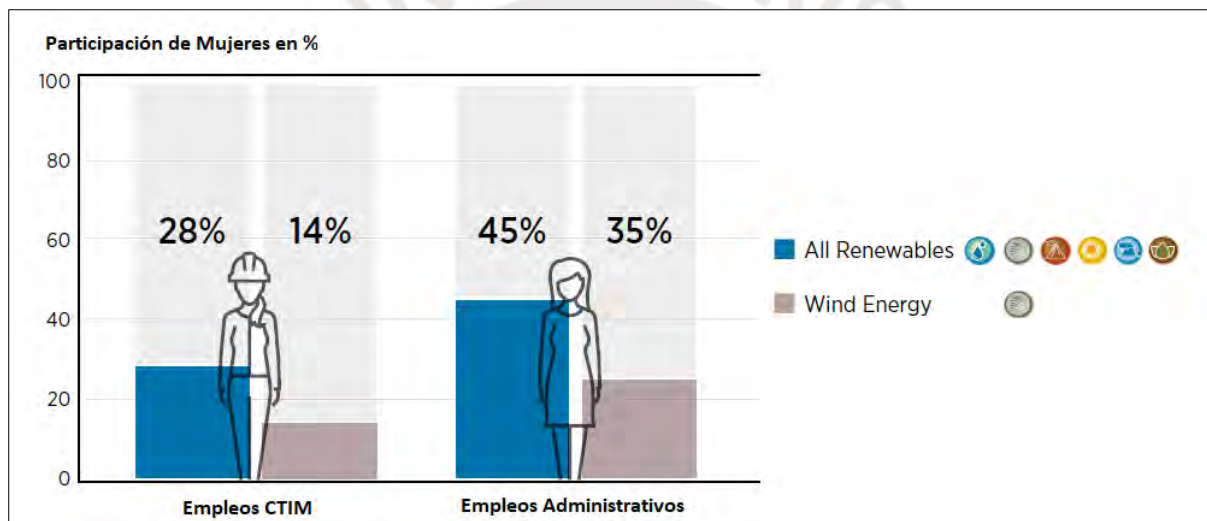


Figura 48. Participación de mujeres en energías renovables para empleos CTIM y administrativos (2019)

Fuente: International Renewable Energy Agency (2020b)

Las estrategias para aumentar la representación de las mujeres en el sector de las energías renovables a menudo se centran en adaptaciones en el lugar de trabajo, tutorías y desarrollo profesional. Estos enfoques solo llegan al pequeño número de mujeres que ya han tomado una decisión consciente sobre su trayectoria profesional. Influir en las decisiones que toman las niñas más temprano en la vida, cuando aún se están descubriendo aspiraciones y afinidades, puede ayudar a aumentar el número de mujeres en el sector de las energías renovables específicamente, así como en los campos CTIM en general (International Renewable Energy Agency, 2020b).

Con respecto al indicador de bienestar, en el actual escenario económico mundial, es necesario diseñar opciones de política para maximizar los beneficios sociales en términos de ingresos, salud, educación, empleo y bienestar humano en general. El bienestar es una alternativa importante al PBI como una forma de considerar los efectos de un mayor despliegue de energía renovable (International Renewable Energy Agency, 2016).

Las medidas de bienestar pueden incluir la sostenibilidad como una dimensión adicional, particularmente en vista de la capacidad de una economía para apoyar las vías de desarrollo elegidas con una base finita de recursos naturales a largo plazo. Este componente de sostenibilidad de los recursos es importante porque las medidas convencionales de bienestar, incluido el PBI, ofrecen sólo una instantánea de algunos de los factores definidos como bienestar socioeconómico (International Renewable Energy Agency, 2016).

International Renewable Energy Agency (2016) sostiene que el PBI proporciona una medida estándar para comparar los niveles de producción económica en diferentes países. Sin embargo, se sabe que el PBI y sus variantes no pueden emplearse para inferir estimaciones de bienestar económico más amplio, como lo observó por primera vez Simon Kuznets en la década de 1930. Muchas actividades aumentan el bienestar, pero están excluidas del PBI (por ejemplo, el tiempo libre). Otros aumentan el PBI pero no el bienestar. Por ejemplo, limpiar después de un derrame de petróleo aumenta la actividad económica y el PBI, pero el bienestar humano no es mejor que antes del derrame. Otro ejemplo relevante es el agotamiento de los recursos naturales no renovables.

Un país podría aumentar su PBI extrayendo más recursos naturales, pero esto reduce los recursos disponibles para las generaciones futuras. Por lo tanto, el PBI no puede tener en cuenta factores como el agotamiento de los recursos naturales y los costos adicionales causados por los daños a la salud y al medio ambiente relacionados con el camino de desarrollo elegido por una economía internacional (Renewable Energy Agency, 2016).

En ese sentido, se ha utilizado una revisión de la literatura existente sobre indicadores de bienestar para identificar tres dimensiones necesarias para un análisis integral de bienestar en el futuro y que son mostradas en la figura 49. International Renewable Energy Agency (2016) presenta estas tres dimensiones: la dimensión económica (incluye el consumo e inversión en capital productivo), la dimensión social (incluye las mejoras del capital humano a través de la salud y la educación) y la dimensión medio ambiental (incluye la emisión de gases de efecto invernadero y el agotamiento de los recursos naturales a través del consumo de materiales).

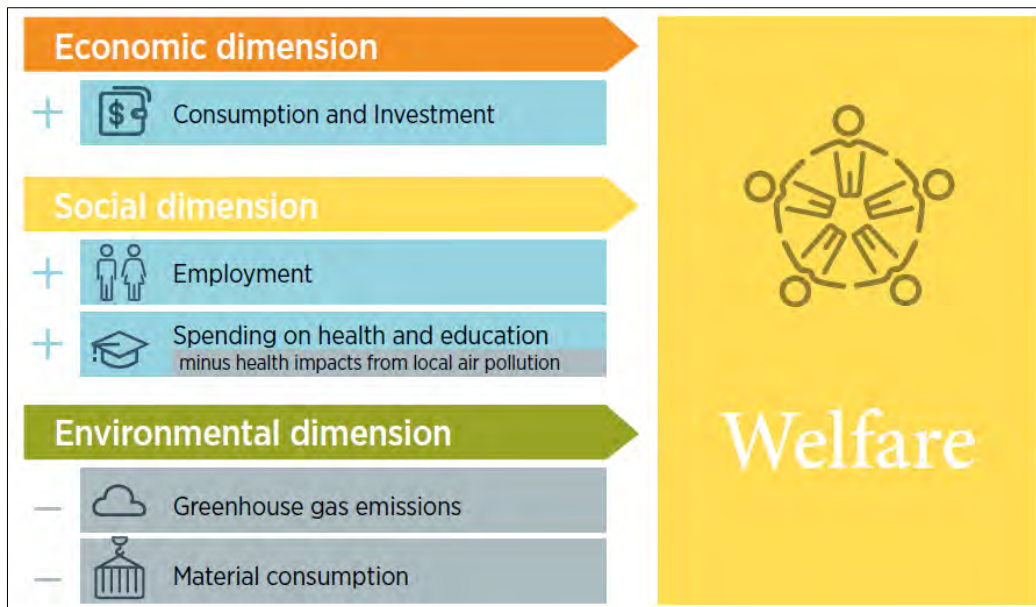


Figura 49. Dimensiones del Análisis del Bienestar para el futuro

Fuente: International Renewable Energy Agency (2016)

El análisis tecnológico abordará un análisis del panorama de innovación para la integración de las energías renovables, que incluye una amplia clasificación de alternativas y soluciones tecnológicas que se combinan en una gran variedad de sistemas energéticos por todo el planeta. Adicional a ello presentará un resumen de los flujos de inversión en material de tecnología para el último año 2019.

La innovación es el motor que impulsa la transformación energética global. En todo el mundo se está acelerando el ritmo de desarrollo e introducción de tecnologías de energía renovable mejores y más eficientes. Las energías renovables se están convirtiendo en la opción preferida de muchos países en su transición hacia un suministro de energía seguro, rentable y ambientalmente sostenible. Las energías renovables sustentan el desarrollo socioeconómico continuo con empleos y creación de valor local, al mismo tiempo que luchan contra el cambio climático y la contaminación atmosférica local (International Renewable Energy Agency, 2019).

La figura 50 muestra las principales tendencias de innovación que están cambiando los paradigmas, flexibilizando los sistemas para lograr una elevada penetración de las energías renovables frente a una variabilidad como rasgo distintivo, producto de la naturaleza fluctuante, principalmente de los recursos solares y eólicos, que se traducen en cambios rápidos en la generación de electricidad, modificando roles y responsabilidades; y al mismo tiempo abriendo puertas a nuevos participantes en el sector.

La integración de las energías renovables variables (ERV) plantea retos específicos a medida que acrecienta su participación en la generación de energía, haciendo que la búsqueda de mantener el

equilibrio de la oferta y la demanda se convierta en un desafío mayor. Se necesitan sistemas energéticos más flexibles e integrados para maximizar el valor de las ERV de bajo costo, hablando principalmente de las energías solar y eólica.

Con este objetivo, los responsables políticos y los operadores de sistemas de todo el mundo están adoptando una serie de medidas para mantener un equilibrio asequible y confiable de la oferta y la demanda en este cambiante panorama. La innovación se centra en fomentar el desarrollo y la implementación de soluciones que aumenten la flexibilidad que necesita el sistema para integrar cuotas elevadas de energía solar y eólica.

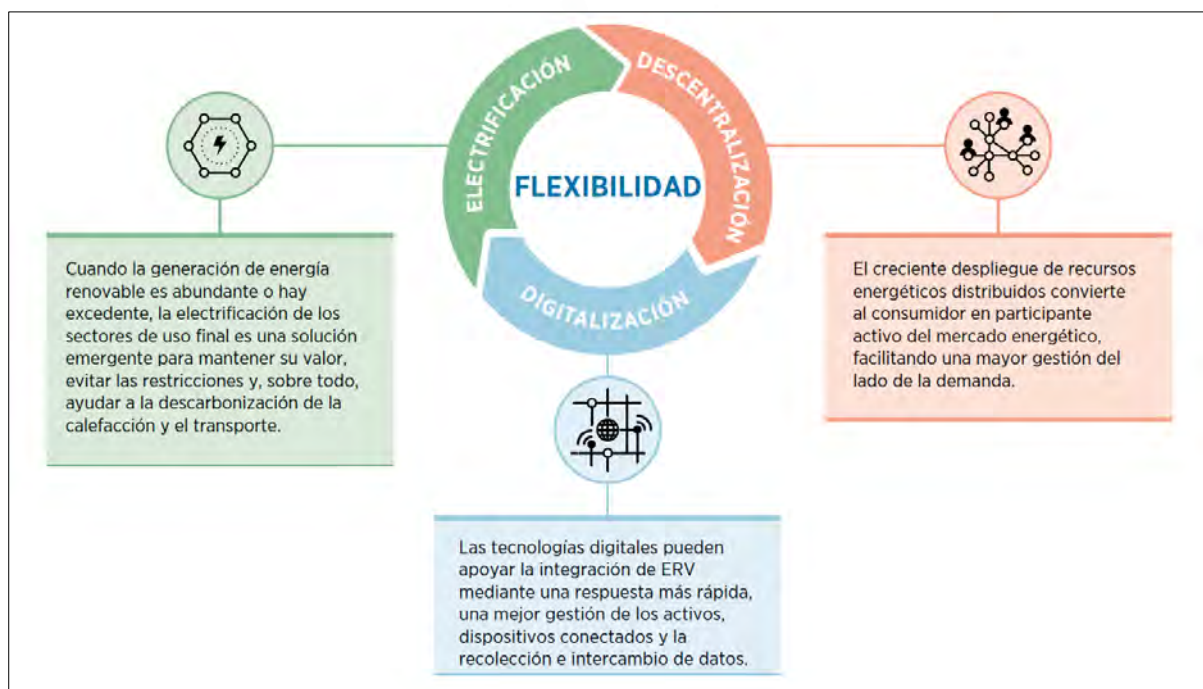


Figura 50. Las tres tendencias que transforman el sector eléctrico

Fuente: International Renewable Energy Agency (2019)

- La electrificación en los sectores para uso final es una tendencia impulsada por preocupaciones de seguridad energética nacional relacionadas con la dependencia excesiva del petróleo y el diésel importados, además de la creciente disponibilidad de electricidad barata de fuentes de energía renovables y su potencial para descarbonizar los sectores de uso final. Si se hace de manera inteligente, la electrificación puede convertir estas nuevas cargas en fuentes de flexibilidad. La electrificación, sin una estrategia de red inteligente, aumentará los costos de suministro de energía e incluso puede socavar la seguridad del suministro. Afortunadamente, la electrificación viene con características que complementan bien la naturaleza variable de la energía renovable. Si se planifica de manera inteligente, la electrificación conducirá a un nuevo

diseño del sistema energético general centrado en la energía renovable, haciendo que todo el sistema sea más sostenible. Se requiere una estrategia para crear las sinergias entre la electrificación y las energías renovables (International Renewable Energy Agency, 2019).

- Respecto a la descentralización de los sistemas eléctricos, International Renewable Energy Agency (2019) señala que los individuos y las comunidades tienen un mayor control sobre la generación y el consumo de energía. Los recursos energéticos distribuidos emergentes que están conectados en el extremo del consumidor, como la energía solar fotovoltaica en la azotea, las microturbinas eólicas, los sistemas de almacenamiento de energía de la batería, los vehículos eléctricos enchufables y la respuesta a la demanda, están descentralizando el sistema. La optimización del consumo de electricidad que ahora se produce localmente proporciona una gran ventaja para el sistema, disminuyendo la necesidad de otras medidas de flexibilidad costosas.
- Por otro lado, la digitalización puede definirse como la conversión de datos en valor para el sector energético. La aplicación de tecnologías de control y monitoreo digital en los dominios de generación y transmisión de energía ha sido una tendencia importante durante varias décadas, y recientemente ha comenzado a penetrar más profundamente en los sistemas de energía. El uso más amplio de medidores y sensores inteligentes, la aplicación del internet de las cosas y el uso de grandes cantidades de datos con inteligencia artificial han creado oportunidades para brindar nuevos servicios al sistema. Las tecnologías digitales apoyan la transformación del sector energético de varias formas, entre las que se incluyen: un mejor seguimiento de los activos y su rendimiento; operaciones más refinadas y control más cercano al tiempo real; implementación de nuevos diseños de mercado; y la aparición de nuevos modelos comerciales (International Renewable Energy Agency, 2019).

El panorama de la innovación se basa en el análisis de cientos de proyectos e iniciativas innovadores que se están implementando en todo el mundo. Estas innovaciones se han agrupado y mapeado en categorías, dando como resultado un conjunto de 30 innovaciones (International Renewable Energy Agency, 2019). El análisis también demuestra que están surgiendo innovaciones en cuatro dimensiones clave para los sistemas de energía del mundo. International Renewable Energy Agency (2019) resume estas cuatro dimensiones de la siguiente manera:

- Tecnologías facilitadoras. Son las tecnologías que juegan un papel clave para facilitar la integración de las energías renovables y permitiendo una mayor flexibilidad en los sistemas eléctricos. El almacenamiento en baterías, la gestión de la demanda y las tecnologías digitales

están cambiando el sector eléctrico, abriendo puertas a nuevas aplicaciones que permiten flexibilizar el sistema. La electrificación de los sectores de uso final genera oportunidad para abrir un nuevo mercado para las energías renovables, pero también podría ser otra representación de flexibilizar la demanda, si se hace de manera inteligente.

- Modelos de negocio. Son modelos innovadores que crean el tema de negocio para nuevos servicios, mejorando la flexibilidad del sistema e incentivando una mayor integración de tecnologías de energía renovable. Estos son clave para monetizar el nuevo valor creado por estas tecnologías y facilitar así su adopción. En el punto de consumo están surgiendo numerosos modelos de negocio innovadores a raíz del despliegue de los recursos energéticos distribuidos, así como sistemas innovadores que permiten suministrar electricidad renovable en lugares donde las opciones son limitadas, como zonas sin conexión a la red o con una gran densidad de población.
- Diseño de mercados. Estos diseños representan nuevas estructuras y cambios en el marco regulatorio para fomentar la flexibilidad y valorar los servicios necesarios en un sistema energético basado en energías renovables, estimulando nuevas oportunidades comerciales. Es decisivo adaptar el diseño del mercado al cambio de paradigma, que demanda implantar sistemas eléctricos con bajas emisiones de carbono y elevadas cuotas de energías renovables, para facilitar la creación de valor y flujos de ingresos adecuados.
- Operación de sistemas. Son formas innovadoras de operar el sistema eléctrico, permitiendo la integración de mayores cuotas de generación de energía renovable variable. Luego de lograr el desarrollo de nuevas tecnologías y conseguir un mercado bien diseñado, se necesitan innovaciones que operen los sistemas; son estas innovaciones que están surgiendo en respuesta a la integración de mayores cuotas de energía renovable en la red.

La figura 51 muestra los 30 tipos de innovaciones transformadoras, clasificadas según las cuatro dimensiones descritas.

Por otro lado, los responsables políticos deben reconocer que la implementación de diferentes soluciones plantea siempre nuevos desafíos que afrontar, evidenciados por la necesidad de invertir en tecnología y desarrollo de infraestructuras, resoluciones normativas, coordinaciones complejas con las múltiples partes interesadas y posiblemente cambios en los roles de los principales actores. En general, International Renewable Energy Agency (2019) señala que las soluciones que requieren menos

inversión en tecnología o infraestructura son aquellas que se basan fundamentalmente en innovaciones relacionadas con la operación del sistema y el diseño de mercados.

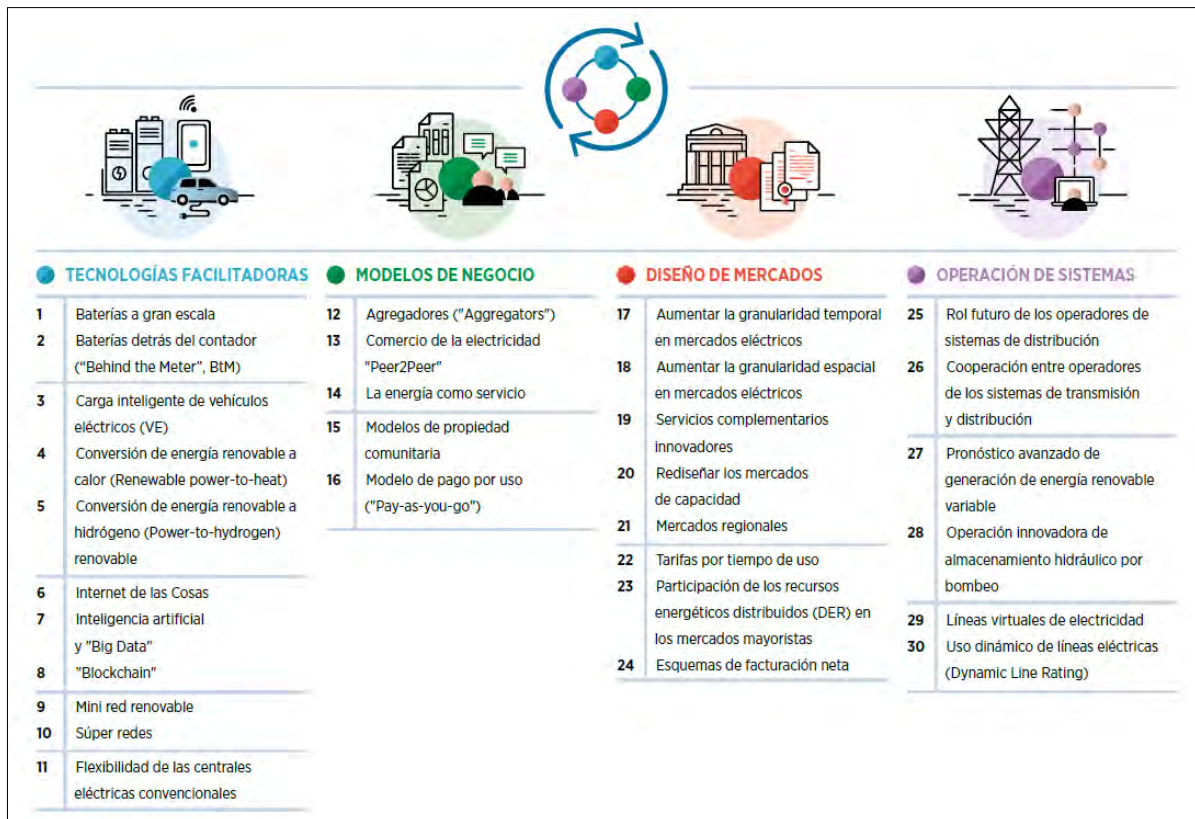


Figura 51. El panorama de innovación para la integración de las energías renovables

Fuente: International Renewable Energy Agency (2019)

Estas innovaciones pueden incentivar a los actores nuevos y a los ya existentes para responder de manera efectiva a las nuevas condiciones del sistema basadas en los activos existentes. La tabla 52 ilustra los desafíos de alto nivel que pueden enfrentar las diferentes soluciones innovadoras.

Con respecto a las inversiones nuevas por tipo de tecnología, la energía eólica y la energía solar fotovoltaica continúan dominando las nuevas inversiones en energía renovable, según el último reporte del 2019 elaborado por REN21 (2020), donde cada uno representa aproximadamente el 47% del total.

Según el informe elaborado, la energía eólica y la pequeña hidroeléctrica fueron las únicas tecnologías que representaron un incremento en el 2019, con un aumento del 8% de las inversiones en energía eólica alcanzando los 142 700 millones de dólares. La inversión en capacidad de energía eólica superó a la de energía solar fotovoltaica por primera vez desde 2010, y la inversión en tecnologías de pequeñas centrales hidroeléctricas creció un 6% a 2 500 millones de dólares (REN21, 2020).





	INVERSIÓN NECESARIA	DESAFÍOS
Tecnologías facilitadoras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión elevada en hardware 	<ul style="list-style-type: none"> • Operación de las tecnologías facilitadoras
Modelos de negocio 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitada en hardware, pero elevada en software (puede ser necesario invertir en personal y software) 	<ul style="list-style-type: none"> • Es probable que se necesite un cambio en la regulación • Se deben implementar nuevas tecnologías digitales (como sensores y modelos predictivos)
Diseño de mercados 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitada en hardware, pero elevada en software (por ejemplo, inversión en software en intercambios de electricidad y participantes en el mercado) 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en el marco regulador • Desafíos políticos • Es posible que se requiera cooperación internacional • Coordinación entre muchas partes interesadas diferentes • Cambio de roles de los actores del sector eléctrico • Debido a que hay ganadores y perdedores, es posible que se requiera algún tiempo para ponerse de acuerdo e implementar
Operación del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitada en hardware, pero elevada en software (puede ser necesario nuevo software, herramientas, sistemas de control) 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de datos • Manejo de datos • Es posible que se requieran cambios en la regulación

Figura 52. Desafíos que presenta la implementación de innovaciones

Fuente: International Renewable Energy Agency (2019)

Aunque la inversión total en energía solar cayó un 2% a 141 000 millones de dólares, se hizo evidente una fuerte dicotomía entre la financiación de activos a escala de servicios públicos de proyectos de energía solar fotovoltaica (que cayó un 19% debido principalmente a una desaceleración en la financiación de proyectos de energía solar fotovoltaica en China) y el dinero comprometido a los sistemas fotovoltaicos solares a pequeña escala (que aumentaron un 37% a 52 100 millones de dólares).

La inversión en capacidad de concentración de energía solar térmica ascendió a 4 600 millones de dólares, un 256% más que en 2018. Las otras tecnologías de energía renovable lucharon por atraer compromisos de gasto de capital en 2019. Lo más dramático es que la inversión general en energía geotérmica se redujo un 50% a 1 200 millones de dólares, muy por debajo de su pico de 3 800 millones de dólares en 2011 (REN21, 2020).

REN21 (2020) también indica que la inversión en biocombustibles cayó un 10% a 3 000 millones de dólares, también muy por debajo de su pico de 26 400 millones de dólares en 2007, ya que la industria se estancó sin nuevos mandatos de compras gubernamentales. La inversión en tecnologías de biomasa y conversión de residuos en energía también se redujo ligeramente (un 2%) a 11 200 millones de dólares. Respecto a los proyectos hidroeléctricos a gran escala (más de 50 MW), estos representaron el tercer sector más grande (después de la energía solar y eólica) para la inversión en energía renovable en 2019, alcanzando un estimado de 15 000 millones de dólares.

La figura 53, describe las inversiones globales en energía renovable por tipo de tecnología. Los valores de inversión en capacidad incluyen el volumen de financiación de activos ajustado por capital reinvertido, así como una pequeña inversión en capacidad distribuida para energía solar. Los valores totales de inversión incluyen estimaciones para acuerdos no revelados, así como investigación y desarrollo, e inversión de la empresa (capital de riesgo, capital privado y capital nuevo del mercado público).

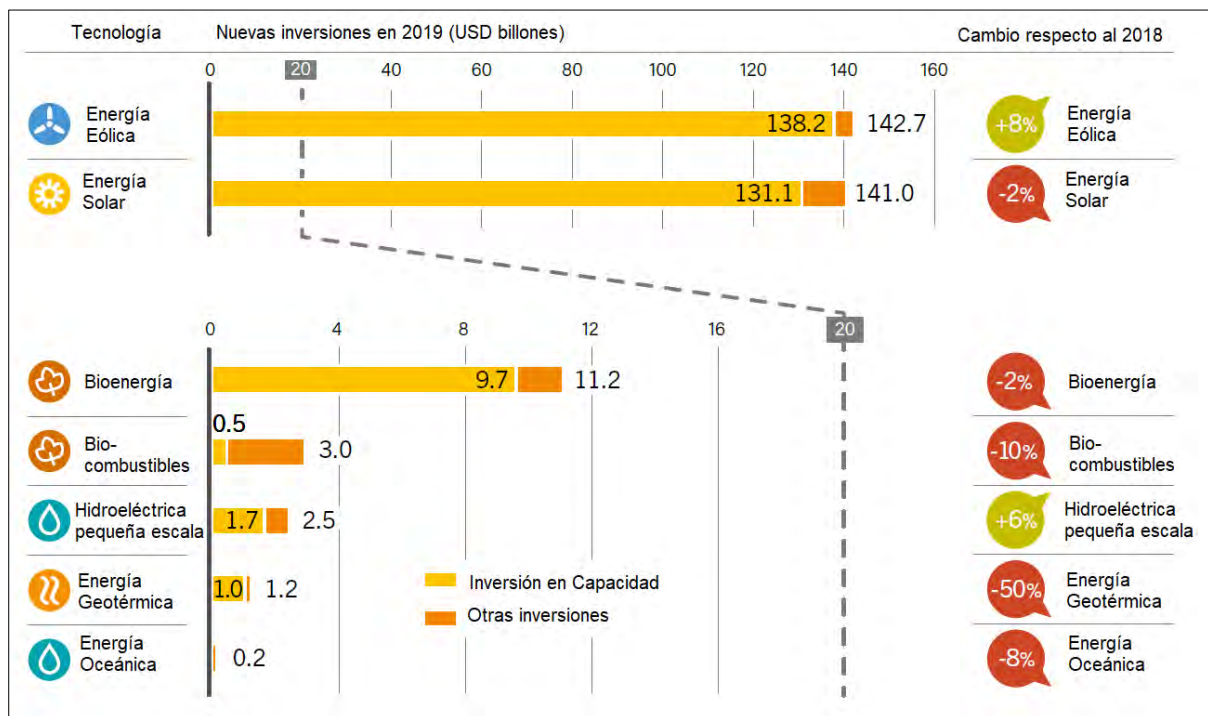


Figura 53. Inversiones globales en energía renovable por tipo de tecnología

Fuente: International Renewable Energy Agency (2019)

El análisis ecológico o medioambiental abordará el contexto del cambio climático y la sostenibilidad ambiental vinculada al desarrollo y uso de las energías renovables en detrimento de las fuentes no renovables como el carbón y el petróleo.

Los ODS de las Naciones Unidas, adoptados en 2015, proporcionan un marco para evaluar los vínculos entre el calentamiento global (incremento de la temperatura media del planeta) de 1,5° C o 2° C y los objetivos de desarrollo, incluida la erradicación de la pobreza y la reducción de las desigualdades (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2018).

El ODS 7, que exige garantizar el acceso a una energía asequible, confiable, sostenible y moderna para todos para el año 2030, tiene una fuerte conexión con la mayoría de los ODS, lo que hace ver como la energía es fundamental para promover los caminos necesarios para mantener al mundo muy por debajo

de los 2° C de incremento en el calentamiento global del planeta y cumplir con una amplia gama de metas de los ODS. Sin embargo, a pesar de la disponibilidad de energía y soluciones renovables, el mundo actualmente no está en camino de cumplir con el ODS 7, y las mejoras adicionales requerirán mayores compromisos de políticas, simultáneamente con más financiamiento y la voluntad de adoptar tecnologías en desarrollo de forma amplia y permanente (International Renewable Energy Agency, 2017).

El Secretario General de las Naciones Unidas, António Guterres, hizo un llamamiento para que todos los sectores de la sociedad se movilicen en favor de una década de acción en tres niveles: acción a nivel mundial para garantizar un mayor liderazgo, más recursos y soluciones más inteligentes con respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible; acción a nivel local que incluya las transiciones necesarias en las políticas, los presupuestos, las instituciones y los marcos reguladores de los gobiernos, las ciudades y las autoridades locales; y acción por parte de las personas, incluidos la juventud, la sociedad civil, los medios de comunicación, el sector privado, los sindicatos, los círculos académicos y otras partes interesadas, para generar un movimiento imparable que impulse las transformaciones necesarias (Naciones Unidas, 2020). La figura 54 muestra el vínculo de la ODS 7 con las demás ODS.

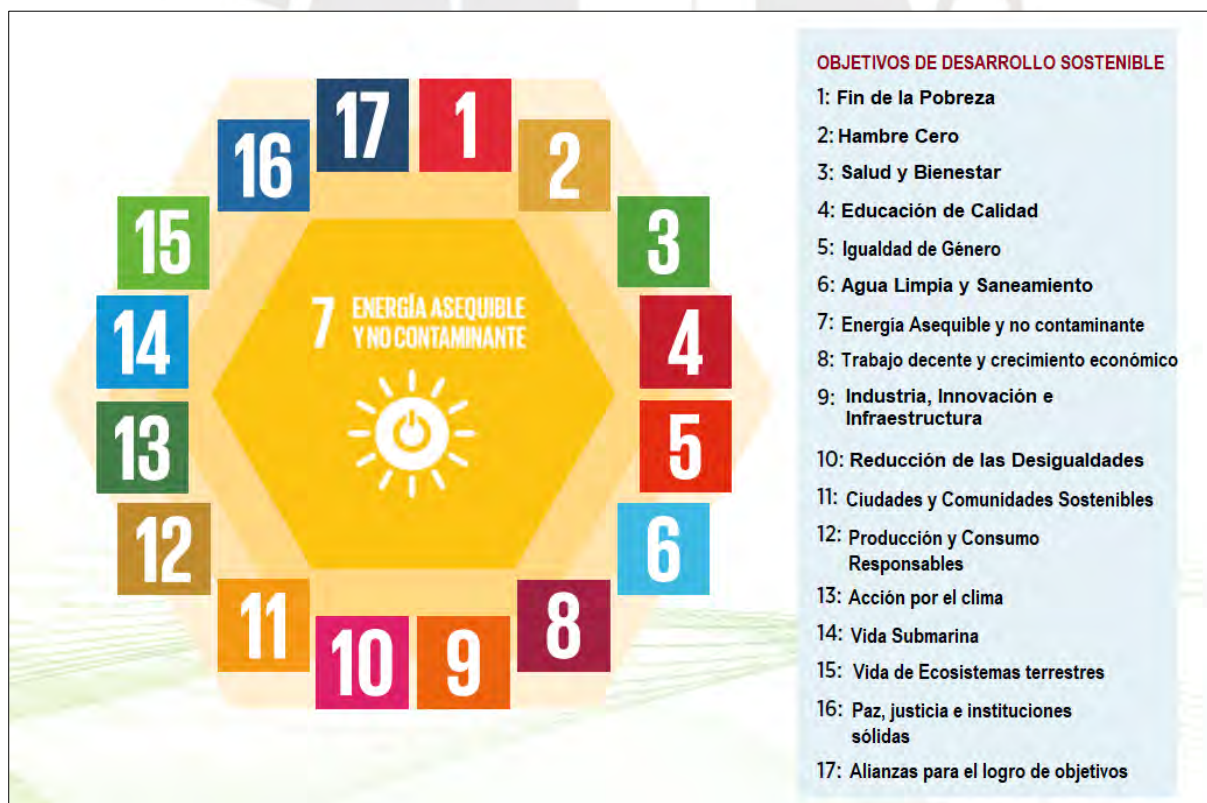


Figura 54. Vínculos entre el ODS 7 y los ODS restantes

Fuente: International Renewable Energy Agency (2017)

Las aplicaciones de energía renovable representan una de las opciones más prometedoras para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero al tiempo que satisfacen la creciente demanda mundial de servicios energéticos. Si se implementa correctamente, la energía renovable puede contribuir significativamente al desarrollo social y económico, garantizar el acceso a la energía, asegurar el suministro de energía y reducir los impactos negativos en el medio ambiente y la salud pública.

Los estudios de Akella, Saini, & Sharma (2009) afirman que generar energía a partir de las fuentes renovables produce impactos positivos y muy significativos al ambiente. En estos estudios se evidenció la estrecha relación entre la contaminación ambiental (principalmente atmosférica) y la generación de energía eléctrica a partir de fuentes tradicionales (combustibles fósiles). Según dichos autores, el uso de las energías renovables generan un entorno de beneficios ambientales, pues no solo disminuye los niveles de contaminación del aire, sino también tienen un menor impacto en las cuencas hidrográficas, contribuyendo a la protección de los recursos naturales a largo plazo.

A continuación se describen algunos impactos positivos, clasificados como directo e indirecto, que generan las energías renovables.

Con respecto al impacto directo en el ambiente, este se encuentra relacionado con la reducción de la emisión de gases contaminantes. De acuerdo con información de Our World in Data (2020), el mundo emite alrededor de 50 mil millones de toneladas de gases de efecto invernadero cada año, medidos en equivalentes de dióxido de carbono (CO₂ eq). El panorama general que se tiene es que casi tres cuartas partes de las emisiones provienen del uso de energía (73.2%); casi una quinta parte (18.4%) de la agricultura y el uso de la tierra (esto aumenta a una cuarta parte cuando se considera el sistema alimentario en su conjunto, incluidos el procesamiento, el envasado, el transporte y la venta minorista); y el 8% restante de la industria y los residuos. De la figura 55 se desprende claramente que una variedad de sectores y procesos contribuyen a las emisiones globales. Esto significa que no existe una solución única o sencilla para abordar el cambio climático. Centrarse en la electricidad, el transporte, los alimentos o la deforestación por sí solos es insuficiente.

Según el último reporte de International Energy Agency (2020), actualizado a febrero de 2020, se reconfirma que el sector de la generación de energía (con las centrales de carbón a la cabeza) continúa siendo una de las fuentes principales de emisión de gases contaminantes a la atmósfera provocando el efecto invernadero y el cambio climático. En 2019, por primera vez en mucho tiempo, estas emisiones quedaron estabilizadas y prácticamente no aumentaron respecto a las cifras del año anterior, pese a que la economía mundial creció a un ritmo del 2,9%, según el balance que publicó International Energy Agency (2020) el último 11 de febrero del 2020.

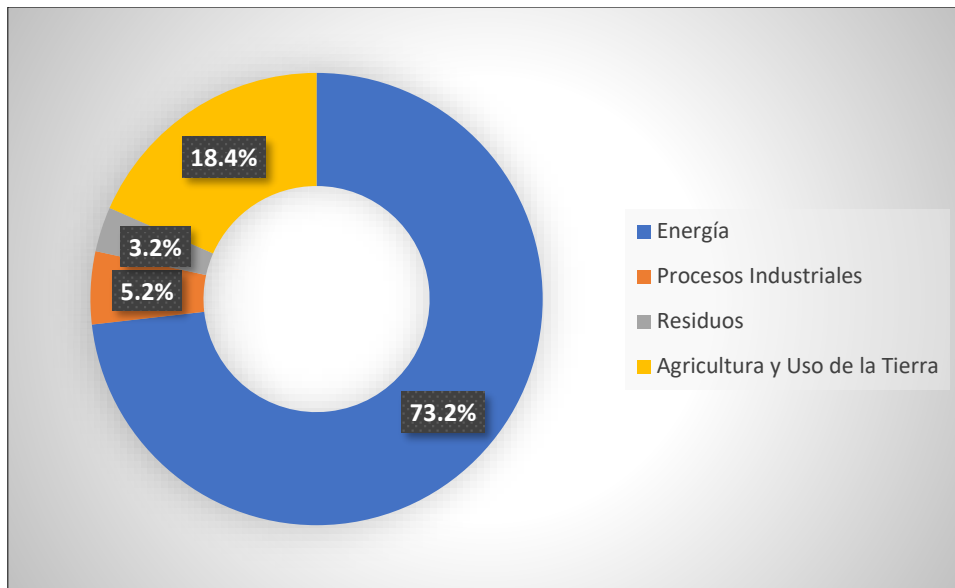


Figura 55. Emisiones globales de gases de efecto invernadero (%) por sector (2016)

Fuente: Our World in Data (2020)

International Energy Agency (2020) indica que los factores más destacados de este balance positivo fueron la disminución de las emisiones de gases contaminantes en las economías avanzadas, gracias al papel creciente de las fuentes renovables (principalmente eólica y solar), el cambio de combustible pasando del carbón al gas natural y una mayor generación de energía nuclear.

Otros sucesos a destacar, según International Energy Agency, (2020) son:

- El recorte de las emisiones en Estados Unidos, con una caída del 2.9 %, 140 millones de toneladas menos, hasta situarse en los 4.8 gigatonnes. Estas han sido recortadas en 1 gigatón desde haber alcanzado su máximo histórico en el año 2000.
- En la Unión Europea, incluido el Reino Unido, el recorte fue del 5 % hasta lograr los 2.9 gigatonnes, 160 millones de toneladas menos en 2019, un año en el que, por primera vez, el carbón se vio despuntado como fuente de producción de electricidad por el gas natural.
- El uso del carbón para producir electricidad se redujo un 25 %, mientras que el gas natural subió un 15 %.
- En Japón, las emisiones cayeron un 4.3 %, el mayor declive desde 2009, debido al incremento del 40 % de la producción de energía nuclear tras la vuelta a la operación de varios reactores.

- Separando el entorno de las economías avanzadas, las emisiones crecieron en 400 millones de toneladas, un 80 % procedente de Asia, que se atribuye al uso del carbón, representando más del 50 % del total y responsable de 10 gitones de emisiones.
- En China, el frenazo económico, la expansión de las renovables y la entrada en funcionamiento de siete reactores nucleares atenuó el crecimiento de las emisiones, al igual que en India, donde el uso de carbón en la generación eléctrica cayó por primera vez desde 1973. Todo lo contrario que en otros países del sureste asiático, donde las emisiones crecieron de forma importante ligadas al aumento del uso del carbón.

Con respecto al impacto indirecto en el ambiente, este se encuentra ligado a la desaceleración del cambio climático. Carta, Calero, Colmenar y Castro (2009), señala que el uso intensivo de combustibles fósiles incrementa las emisiones de CO₂, ocasionando el recalentamiento de la atmósfera a un nivel de 0.3 °C por década. Asimismo, el aumento de temperatura podría alcanzar entre 2 °C y 4.5 °C en 2050, propiciando fenómenos como la pérdida de las masas glaciares y la expansión de los océanos. Según esto, la figura 56 confirma lo señalado por Carta et al. (2009) y evidencia, que desde 1970, la temperatura del planeta viene registrando un incremento creciente, generando un aumento de temperatura cada año.

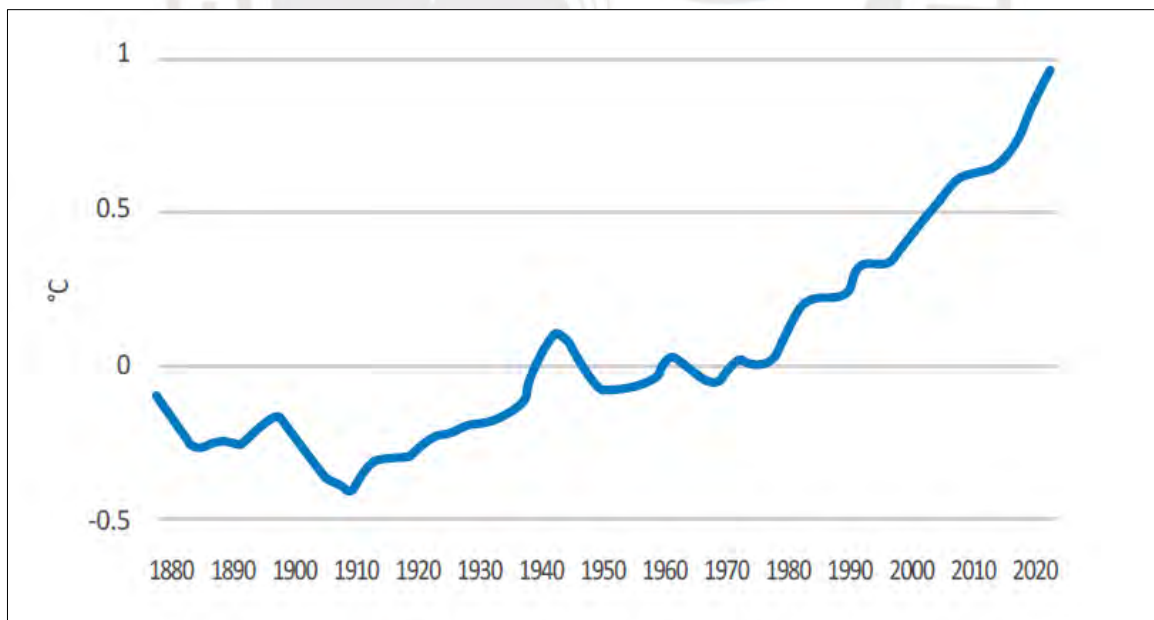


Figura 56. Cambio de temperatura (°C) promedio global (1880-2019)

Fuente: (Osinermin, 2019)

Otro efecto indirecto está relacionado a la reducción de la lluvia ácida. Es importante mencionar que algunas fuentes energéticas no renovables, como el carbón y el petróleo, representan altas

concentraciones de nitrógeno y azufre. Según Carta et al. (2009), ambas sustancias pueden permanecer en el aire hasta 150 años y al combinarse con el vapor de agua de la atmósfera genera lo que se conoce como lluvia ácida, fenómeno que trae consigo la deforestación y acidificación de los cuerpos de agua del planeta.

El análisis legal aborda los principales hallazgos clave para los legisladores en el sector de las energías renovables. Existe una evidente relación entre la protección del medio ambiente, la reducción de la pobreza, el crecimiento económico y el desarrollo de la tecnología. Todo este conjunto de proyectos demanda un enfoque transversal de cada objetivo que no puede llevarse por separado. Con el fin de cumplir los objetivos acordados, será necesario trabajar en distintos territorios, incluyendo la fomentación del diálogo, un enfoque multisectorial y proyectos educativos transversales, así como la colaboración de grupos de apoyo interministeriales. Las estructuras nacionales de presupuesto también deben incluir aspectos transversales, y las entidades financieras deben ser incluidas en los procesos de toma de decisiones climáticas y energéticas, en conjunto con los ministerios de energía de cada país (REN21, 2020).

Asimismo, REN21 (2020) comenta la importancia de nivelar el campo de juego en el aspecto regulatorio. Esto quiere decir que los subsidios a los combustibles fósiles tienen que ser eliminados, ya que estos distorsionan los costos verdaderos de la energía, fomentando el malgasto y aumentando las emisiones de gases contaminantes. Estos subsidios le restan competitividad a los costos de las energías renovables, pues generan la disminución de los costos de electricidad generado por combustibles fósiles. Por esto, se debe crear el marco regulatorio adecuado y condiciones que favorezcan las inversiones en tecnologías basadas en energías renovables y no en combustibles fósiles. Por citar un ejemplo, los subsidios globales para el consumo de combustibles fósiles alcanzaron un estimado de 400 000 millones de dólares en 2018, un aumento del 30% con respecto al año anterior. Para el contexto, esto es más del doble del apoyo estimado para la generación de energía renovable. Ya sea respaldado por subsidios o no, los bajos precios de los combustibles fósiles fomentan una mayor demanda de estos combustibles y desafían los mercados de energía renovable.

Por otro lado, son los gobiernos (nacionales y subnacionales) y la Organización Mundial del Comercio (OMC) los que establecen las reglas para el comercio, incluidas las regulaciones que restringen o promueven el comercio internacional de bienes y servicios de energía renovable. Por ejemplo, las reglamentaciones de la OMC prohíben las subvenciones a la exportación que distorsionan la competencia del mercado internacional al otorgar ventajas comerciales injustas a los exportadores que reciben subvenciones. Los gobiernos también pueden aplicar medidas comerciales de salvaguardia o reparación contra supuestas importaciones desleales, o pueden aplicar aranceles u otras medidas proteccionistas para defender a los productores nacionales de la competencia extranjera. Ciertas reglas

facilitan el comercio, incluidas las normas técnicas y ambientales que permiten que los productos de energía renovable exportados desde un lugar sean aceptados y utilizados en lugares extranjeros (REN21, 2020).

El entorno del comercio internacional se ha vuelto aún más desafiante. El aumento o el proteccionismo de alto nivel frena el crecimiento del comercio de productos de energía renovable. Por ejemplo, China, India y la República de Corea tienen disputas pendientes con los Estados Unidos en la OMC con respecto a las medidas comerciales correctivas aplicadas a sus exportaciones de energía solar fotovoltaica. Han surgido conflictos similares relacionados con la industria eólica y los materiales de tierras raras utilizados para fabricar productos de energía renovable (REN21, 2020).

Las principales conclusiones que se pueden extraer del informe elaborado por el Banco Mundial (2018) respecto a las cuestiones legales y regulatorias para el desarrollo de energías renovables son las siguientes:

- Desde el 2010 ha habido un progreso significativo en el desarrollo de marcos de políticas habilitantes para las energías renovables (Puntuaciones RISE), con una puntuación promedio global que casi se ha duplicado, pasando de 29 en el 2010 a 50 en el 2017.
- Las mejoras en las políticas de energía renovable están ocurriendo en los países con mayor impacto global. La mayoría de los 20 principales consumidores de energía, que representan casi el 80% del consumo mundial de energía, ha mejorado notablemente sus regulaciones de energía renovable durante el período 2010-2017.
- En 2017, el 84% de los países contaba con un marco legal para respaldar el despliegue de energía renovable, mientras que el 95% permitía al sector privado poseer y operar proyectos de energía renovable.
- Las políticas de integración de la red para la energía renovable representan un desafío y los códigos de red siguen siendo el área de crecimiento más lento. Si bien más del 65% de los países tienen códigos de red que especifican claramente los procedimientos de conexión, solo aproximadamente la mitad de esos países tiene estándares relacionados con la energía renovable en su código de red. Además, solo una cuarta parte de los países en el 2017 tenían disposiciones de pronóstico de variabilidad en sus operaciones de envío de energía.

3.4.3 Las cinco fuerzas de Porter

La tercera fase del diagnóstico y análisis del entorno del sistema consiste en estudiar las fuerzas competitivas en el entorno de la industria para identificar amenazas y oportunidades. El famoso modelo de Michael Porter, conocido como el modelo de cinco fuerzas, complementará los estudios anteriores para reforzar la búsqueda de variables que determinarán el desarrollo de las energías renovables en el futuro. Como ya se explicó anteriormente, Hill & Jones (2015) describe las cinco fuerzas como: 1) el riesgo de que posibles competidores ingresen al mercado, 2) la intensidad de la rivalidad entre las empresas establecidas dentro de una industria, 3) el poder de negociación de compradores, 4) el poder de negociación de proveedores y 5) la cercanía de los productos sustitutos de una industria.

En ese sentido, la figura 57 presenta el esquema de las cinco fuerzas de Porter aplicado a la industria de las energías renovables. La utilidad de esta herramienta de gestión permitirá que las empresas pertenecientes al sector puedan analizar y medir sus recursos frente a estas cinco fueras. Asimismo, proporcionará el marco adecuado para lo que se busca en la segunda etapa y la parte final de este estudio prospectivo, que es el establecer y planificar estrategias que potencien las oportunidades o fortalezas para hacer frente a las amenazas y debilidades; y con ello realizar una toma de decisiones asertiva.

La primera fuerza de Porter está representando por la amenaza de nuevos competidores potenciales. Para el sector de las energías renovables, las economías de escala son bastante difíciles de lograr, esto hace que sea más fácil para aquellas empresas que producen grandes capacidades tener una ventaja competitiva de costos, haciendo también que la producción sea más costosa para los nuevos participantes. Por otro lado, la diferenciación de productos finales o equipos armados es fuerte dentro de la industria, donde las empresas priorizan con la producción de productos diferenciados, bajo pedido, en lugar de productos estandarizados. Otro punto para mencionar son los requisitos de capital, estos son altos dentro de la industria, que dificulta a nuevas empresas establecer negocios, pues es necesario incurrir en altos costos de investigación y desarrollo. Respecto a las políticas gubernamentales dentro de la industria requieren que se cumplan estrictos requisitos legales y de licencias antes que una empresa pueda comenzar a vender. Esto dificulta que los nuevos participantes se unan a la industria. En conjunto, todos estos factores hacen que las amenazas de los nuevos participantes sean una fuerza más débil. Respecto a las redes de distribución, en países desarrollados donde la tecnología de redes eléctricas está más desarrollada, es fácil para los nuevos participantes configurar sus canales de distribución y entrar en el negocio, esto hace que en este aspecto las amenazas de los competidores sean una fuerza más fuerte.

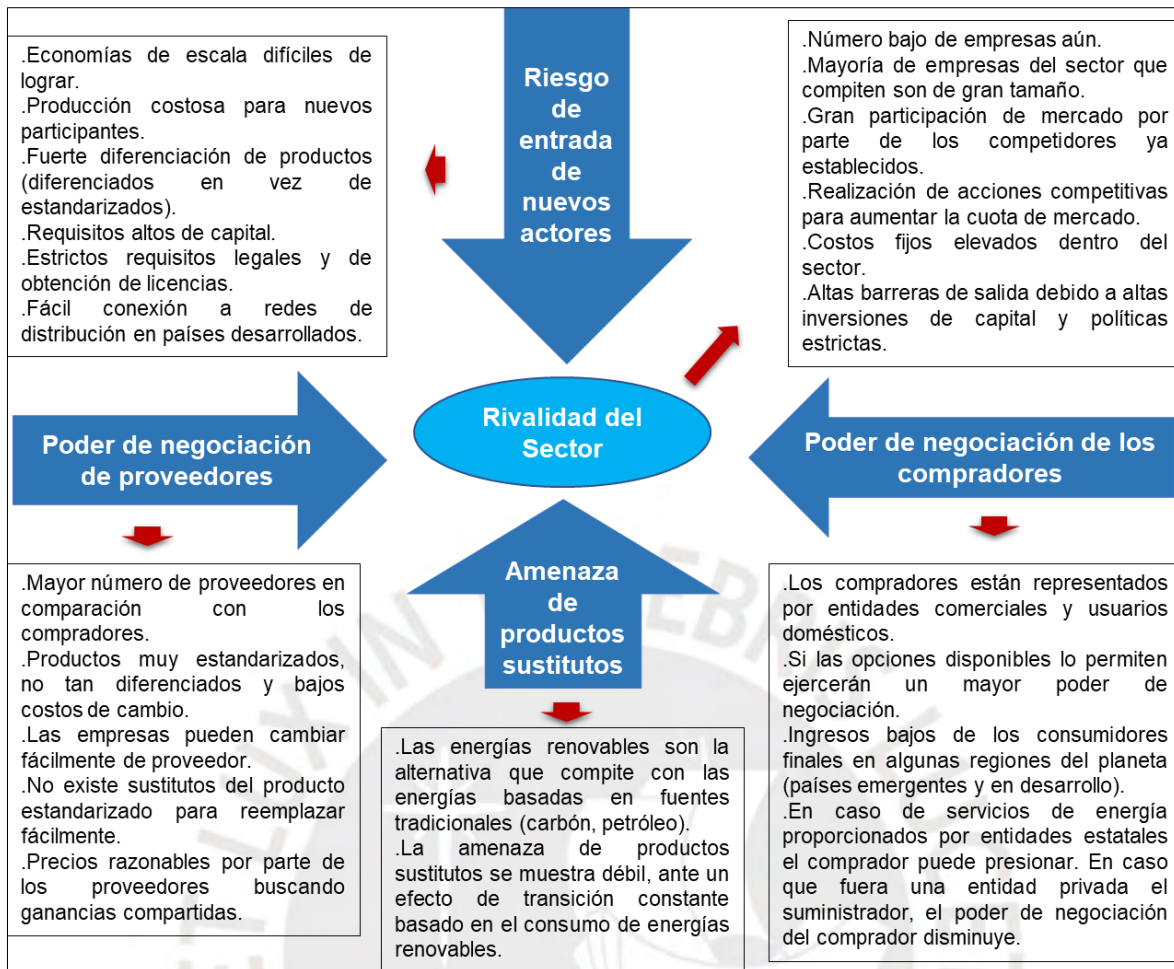


Figura 57. Cinco fuerzas de Porter para el sector de energías renovables

La segunda fuerza de Porter es el poder de negociación de los proveedores. En la industria de las energías renovables existe un mayor número de proveedores en comparación con los compradores. Esto significa que los proveedores tienen menos control sobre los precios, haciendo que el poder de negociación represente una fuerza débil. El producto o componente de un equipo final diferenciado que ofrecen estos proveedores está bastante estandarizado, menos diferenciado y tiene bajos costos de cambio. Esto facilita que las grandes empresas de la industria cambien fácilmente de proveedor. En contraste, muchos proveedores no compiten con otros productos dentro de la industria, implicando que no existen sustitutos del producto para reemplazar fácilmente al de los proveedores estandarizados. Esto podría darle fortaleza al poder de negociación dentro de la industria. Los beneficios de la industria para las grandes empresas están estrechamente vinculados a los de los proveedores, por tanto, estos deben ofrecer precios razonables, haciendo que el poder de negociación de los proveedores sea débil para este caso.

La tercera fuerza de Porter es el poder de negociación de los compradores. Los compradores de las empresas de servicio de energía son entidades comerciales y usuarios domésticos. Estos ejercen un

mayor poder de negociación si hay opciones disponibles. Los ingresos de los compradores finales son bajos en algunas regiones, haciendo que estos sean sensibles a los precios generando una presión para comprar a precios bajos. Los compradores de servicios públicos por ejemplo están en desventaja porque no pueden aprovechar nada para negociar. En este caso, la energía es un bien que todos necesitan. Las energías renovables son la alternativa que compite con las energías basadas en fuentes tradicionales (carbón, petróleo). En el caso que una empresa estatal proporcione servicios diferenciados de energía, el consumidor puede presionar y buscar un alivio en la tarifa. En el caso de una entidad privada, el consumidor no puede presionar mucho y su poder de negociación disminuye. Basado en esto, los compradores tienen poco poder de negociación.

La cuarta fuerza de Porter analiza la amenaza de productos o servicios sustitutos, es decir los productos de diferentes negocios o industrias que puedan satisfacer necesidades similares de los clientes. La generación de energía sigue estando en un periodo de transición debido a un cambio en los requisitos y patrones de consumo. La utilidad de la energía ha crecido exponencialmente. El cambio de empresas basadas en combustibles fósiles a renovables está cambiando el panorama. La producción de energía convencional estaba basada solo en combustibles fósiles, y estos recursos se están agotando. Según Shafiee y Topal (2009), el carbón solo seguirá siendo combustible fósil hasta el 2042. Como ya se comentó anteriormente, el consumo de combustibles está contaminando el medio ambiente a un ritmo alarmante, las empresas de energía están innovando y tratando de producir energía renovable a un costo sostenible. En este sentido la amenaza de productos sustitutos se muestra débil, ante un efecto de transición constante basado en el consumo de energías renovables que gana más competencias frente a las tradicionales conforme pasan los años.

Finalmente, la quinta fuerza competitiva de Porter es la intensidad de la rivalidad entre las empresas establecidas dentro de una industria. El número de competidores en la industria de energías renovables es bajo aún. La mayoría de estos competidores también son de gran tamaño. Esto significa que las empresas de la industria no tomarán medidas sin pasar desapercibidas. Esto hace que la rivalidad entre las empresas represente una fuerza débil dentro de la industria, haciendo que el sector resulte atractivo para grandes inversiones que pueden generar grandes utilidades en el sector. Los pocos competidores en la industria tienen una gran cuota en el mercado. Esto significa que estos participarán en acciones muy competitivas para ganar posición y convertirse en líderes del mercado, haciendo por otro lado que la rivalidad entre empresas existentes represente una fuerza más fuerte dentro de la industria. La industria de las energías renovables está creciendo cada año y se espera que el crecimiento continúe en mayor proporción durante las siguientes décadas. Un crecimiento positivo de la industria significa que es menos probable que los competidores se involucren en acciones complementarias porque no necesitan capturar participación de mercado entre ellos, haciendo nuevamente que la rivalidad entre empresas represente una fuerza débil dentro de la industria.

Los costos fijos también son altos dentro del sector, haciendo que las empresas dentro de la industria se esfuercen al máximo por optimizar su estructura de costos. Esto significa que estas empresas reducirán sus precios cuando la demanda disminuya, provocando que la rivalidad entre competidores se manifieste con mayor fortaleza en este aspecto. Por otro lado, las barreras de salida dentro de la industria son particularmente altas debido a la alta inversión requerida en capital y activos para operar, así como las estrictas regulaciones y restricciones gubernamentales. Esto hace que las empresas de la industria se muestren reacias a dejar el negocio y puedan continuar produciendo inclusive reduciendo los márgenes de contribución.

3.5. Etapa 2: Identificación de variables clave – Ejes de Schwartz

Ortega (2016) propone a los ejes de Schwartz como una de las principales herramientas para la construcción de escenarios; llamada así en honor de Peter Schwartz, uno de los más reconocidos futuristas de los Estados Unidos, encargado de difundir esta metodología para el proceso de construcción de escenarios. Para la aplicación en este estudio, se utilizará unas de las variantes de los ejes de Schwartz, basada en el método difundido por el doctor Ron Johnston, formador de los prospectivistas del Asia-Pacífico en el APEC Centre of Technology Foresight, con sede en Tailandia.

La primera fase para esta etapa consiste en inventariar las variables que caracterizan el sistema estudiado y su entorno, tanto internas como externas. Esta tarea será lo más exhaustiva posible, de tal forma obtener un universo con variables de calidad. Godet (2007) sostiene que, basados en experiencias previas, la lista no debe exceder las 70-80 variables. Según indica Godet (1986), no se debe excluir a priori ningún camino de investigación para identificar las variables que definen el sistema. Esto quiere decir que las variables pueden ser obtenidas a través de diversas técnicas de recolección de datos, como entrevistas a expertos, revisión de literatura bibliográfica, y el propio análisis del entorno de la industria que ya fue explicado en la etapa 1. Godet (1993) indica que el listado de variables se puede agrupar en variables internas y externas; y a su vez, estas pueden ser clasificadas en grupos más pequeños con características comunes. Para el presente estudio se seleccionaron 40 variables, con la intención que los talleres y encuestas realizadas a los expertos en la siguiente fase no se prolonguen demasiado por el tiempo disponible con el que ellos cuentan. Cada variable será declarada con una alternativa de movimiento, un indicador y un subgrupo que califique el aspecto o el entorno al que está relacionado.

La segunda fase consiste en formar un plano cartesiano de los ejes de Schwartz: el eje vertical es el denominado el eje de la importancia, mientras que el eje horizontal es el denominado eje de la incertidumbre. La figura 58 muestra el esquema del plano importancia-incertidumbre. Es importante notar que la intersección de estos dos ejes forma cuatro cuadrantes, cada uno con características propias.

Esta segunda fase será soportada con un taller de expertos, especialistas que serán encuestados para realizar una distribución de las 40 variables seleccionada dentro del plano cartesiano formado. Las variables descritas en las encuestas como de importancia alta se colocarán en el eje correspondiente a más importante, mientras que los identificados como de importancia media se colocarán en el eje correspondiente a menos importante. Por otro lado, se evaluará el grado de incertidumbre de cada variable. Como señala Ortega (2016), si bien todas las variables son inciertas, pues la incertidumbre es la característica principal de todas, el grado de incertidumbre no es igual para todas las variables. En esta evaluación, las variables donde se ha logrado concluir que el periodo de ocurrencia se encuentra comprendido entre el presente y el horizonte del estudio (año 2050), entonces estas corresponden al eje de menos incierto; el caso contrario posicionará a las variables en el eje de más incierto. De esta manera, todas las variables serán evaluadas y posicionadas dentro de cada uno de los cuatro cuadrantes.

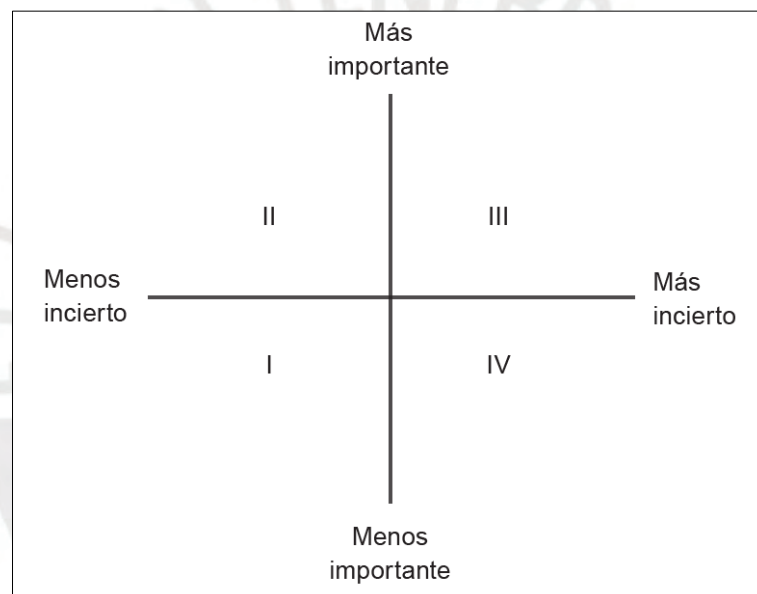


Figura 58. Construcción del plano importancia-incertidumbre

Fuente: Ortega (2016)

Para el caso particular del estudio, al desarrollar esta distribución de variables en el plano, se debe proceder con un procedimiento que simplifique las conclusiones y los consensos (Ortega, 2016). Hay que considerar que todas las 40 variables seleccionadas que han llegado hasta esta parte del estudio son importantes, pero hay algunas que definitivamente serán más importantes que otras. Ortega (2016) sostiene que el objetivo no es llegar a hacer un ranking o clasificación de mayor a menor de todas las variables, pero sí hacer una clara diferencia de las variables más importantes de las otras que no lo son. Adicionalmente también se debe evitar considerar una gran mayoría de variables en un extremo de los ejes, una regla saludable para esto sería no pasar de una relación 60%-40%; de esta forma no se cargará demasiado el eje de los más importantes de los menos importantes. Con los resultados del estudio se

podrá observar si se pudo o no mantener esta relación. Por otro lado, si en una variable no se logra un consenso, para el presente estudio se tomará como válida la opinión mayoritaria. Del lado del eje de incertidumbre, el grado de cada variable, más incierto o menos incierto, se evaluará tomando como referencia el movimiento de cada variable. Si existe un consenso entre los expertos o la mayoría de encuestados (80%) sostiene que el movimiento de la variable tiene probabilidad de ocurrir entre el presente y el horizonte establecido, entonces se calificará como menos incierta. Si por el contrario existe una notable dispersión de opiniones, la variable se declarará como más incierta.

Luego de esto, se procede con la interpretación de estos cuatro cuadrantes. Ortega (2016) establece los siguientes nombres para los cuatro cuadrantes: entorno, base, diversidad y detalles; cada uno de los cuales está formado por variables que llevan una combinación diferente de las dos dimensiones desarrolladas: importancia e incertidumbre. La figura 59 muestra las características principales de los cuatro cuadrantes de Schwartz.

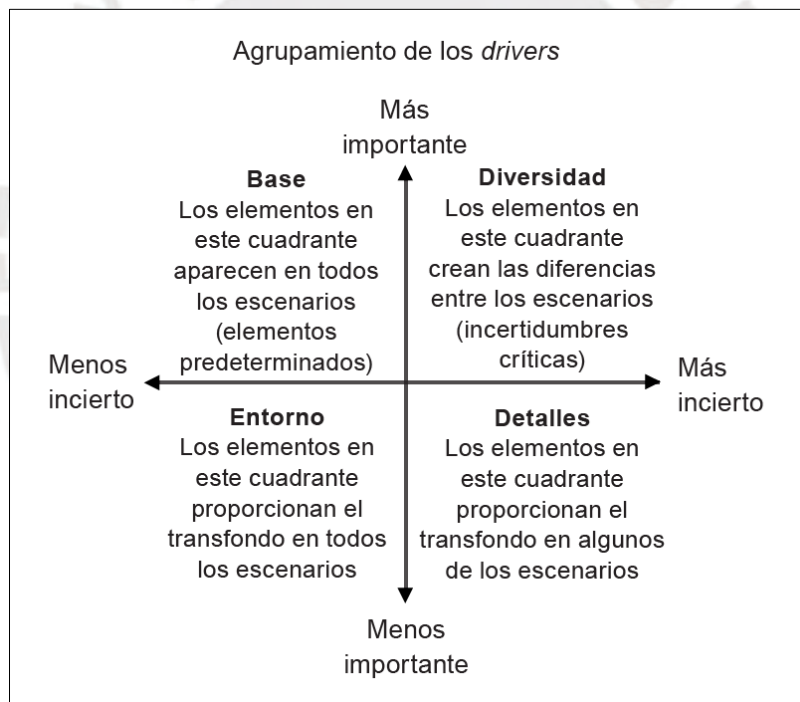


Figura 59. Características de los cuatro cuadrantes de Schwartz

Fuente: Ortega (2016)

El cuadrante del entorno contiene las variables menos importantes y menos inciertas. Se considera que estas crean el marco general para la construcción de todos los escenarios, es decir, que de todos los escenarios que podrían ocurrir tienen a este mismo entorno como común denominador. El cuadrante base, por su lado, contiene las variables más importantes y menos inciertas, y se caracterizan por representar el fundamento para todos los escenarios futuros. Por otro lado, el cuadrante de la diversidad

contiene a las variables más importantes y más inciertas; estas son las variables clave, y las combinaciones de las hipótesis que se generen con estas darán lugar a los escenarios diferenciados que se desean construir. Finalmente, se obtiene el cuadrante de los detalles, que contiene a las variables menos importantes y más inciertas. Ortega (2016) indica que estas variables pueden ser antiguas y estar de salidas del sistema, o, por lo contrario, pueden ser nuevas y estar ingresando recién al sistema, desconociendo al cuadrante que migrarán con el tiempo. Como se mencionó, son las variables ubicadas en el tercer cuadrante aquellas variables clave que representarán un rol más relevante frente a las demás, sin embargo, estos resultados no son definitivos y siempre estarán sujetos a una reflexión previa que inclusive puedan involucrar a variables de otros cuadrantes. Estas variables críticas o más relevantes servirán de insumo, junto con los resultados del juego de actores de la siguiente etapa de la metodología, para determinar las hipótesis que luego servirán para la obtención de escenarios posibles para la industria de las energías renovables.

3.6. Etapa 3: Estrategia de actores - MACTOR

El análisis estratégico del juego de actores representa una etapa vital para el desafío del estudio prospectivo. La solución de los conflictos entre distintos actores con objetivos diferentes condicionará la evolución del sistema en el que se desarrollan. Como se mencionó en la descripción general de la metodología, el método MACTOR servirá para encontrar esas divergencias y convergencias respecto a objetivos que están asociados a cada variable clave (Godet y Durance, 2011).

La técnica consiste en construir una tabla estratégica de actores. Estos actores serán aquellas instituciones académicas y de investigación, gobiernos, organizaciones no gubernamentales, organismos internacionales e industrias que controlan las variables clave identificadas. Una vez listado estos actores, se construye una matriz de influencias directas entre los actores, valorizando los medios de acción de cada actor. Para esto, Godet y Durance (2001) definen cinco niveles de influencias entre los actores. El primer nivel establece que un actor tiene poca o ninguna influencia sobre otro (0); en el segundo nivel, un actor puede poner en riesgo los procesos operativos de gestión de otro actor (1); en un tercer nivel, un actor puede poner en riesgo el éxito de los proyectos de otro actor (2); en el cuarto nivel, un actor puede poner en riesgo el cumplimiento de sus misiones (3) y finalmente, puede poner en riesgo la propia existencia de otro actor (4). Con el programa MACTOR, *software* de Lipsor (*Laboratoire d'Investigation en Prospective, Stratégie et Organisation*), se calcula la correlación de fuerzas obteniendo un plano de influencias y dependencias (Godet y Durance, 2011). La figura 60 muestra el esquema del plano que se obtendrá con el MACTOR, revelando las cuatro posiciones tipo: la de los actores dominantes o de alto poder (muy influyentes y poco dependientes); en el otros extremo la de los dominados o de bajo poder (poco influyentes y muy dependientes); también se tiene el

cuadrante de los actores repetidores o de enlace (muy influyentes y muy dependientes) y finalmente, los actores autónomos (aquellos que no son ni influyentes ni dependientes). Este análisis de correlación de fuerzas pondrá en evidencia las fortalezas y debilidades de cada actor, la capacidad de influir sobre otro, congelar alguna situación en especial, entre otros efectos.

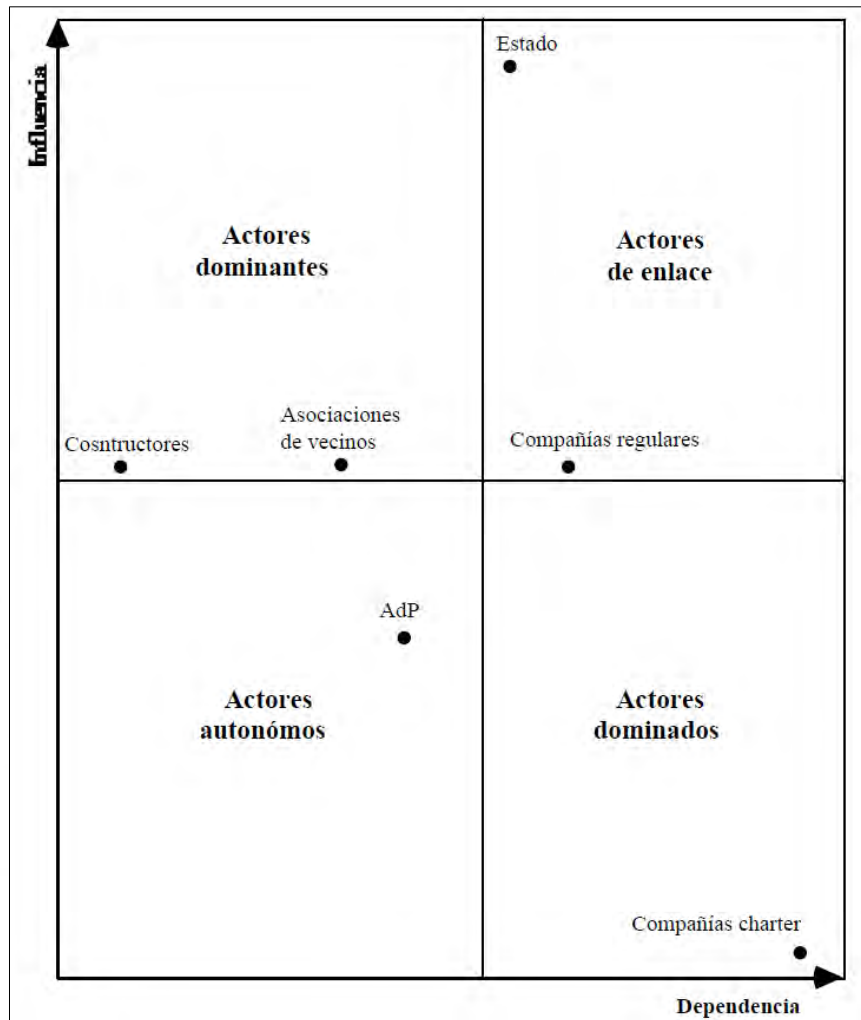


Figura 60. Plano de influencia-dependencia de actores

Fuente: Godet y Durance (2011)

Para el caso del estudio se seleccionaron quince actores principales, y la evaluación de los niveles de influencia entre actores se realizó con el soporte bibliográfico y literatura relacionada que sirvió como fuente para la identificación de estos y los diferentes niveles de interrelación de cada uno respecto a los demás.

En este caso se prescindió de las encuestas a expertos, considerando su tiempo limitado y el hecho que este tiempo se estaba reservando para el nuevo paquete de encuestas de la cuarta etapa del estudio posterior al análisis MACTOR.

3.7. Etapa 4: Exploración y determinación de escenarios - SMIC

Este método persigue determinar las probabilidades simples y condicionales de hipótesis, así como probabilidades de las combinaciones de estas, teniendo en cuentas las interacciones entre acontecimientos o hipótesis. El objetivo de esta etapa no es solo señalar a los decisores estratégicos los escenarios más posibles, sino también examinar aquellas combinaciones de hipótesis que se hayan podido excluir y que podrían ser tomadas en cuenta para el plan estratégico (Godet y Durance, 2011).

Como se observó en las etapas anteriores, de la técnica de los ejes de Schwartz, se obtendrán las variables clave como primer resultado necesario para combinarlo luego con las herramientas del método de escenarios de Michel Godet. Se eligió la herramienta SMIC, debido a las ventajas de su aplicación, un método amigable de fácil entendimiento porque permite comparar varios escenarios; su uso analiza una relación de interdependencia entre las hipótesis, midiendo así la probabilidad de ocurrencia de cada una. A este tipo de interrelación se le conoce como en análisis de impactos cruzados. El método SMIC fue diseñado por Duperrin y Gabus; posterior a ello Michel Godet analizó la utilidad de la metodología y desarrollo el *software* informático que utilizaremos en este estudio, el *Smic-Prob-Expert* (Bradfield, Wright, Burt, Cairns & Van der Heijden, 2005).

El *software Smic-Prob-Expert* de Lipsor (programa clásico de minimización de una forma cuadrática con límites lineales) permite escoger en un sistema con n hipótesis y partiendo de la evaluación realizada por expertos, posibilita generar 2^n juegos de hipótesis o escenarios, que luego deberán estudiarse de forma particular con su respectiva probabilidad de materialización (Godet, 2007).

En la primera fase del presente estudio, se parte de seis hipótesis fundamentales y de algunas más complementarias. Para garantizar que estas hipótesis seleccionadas sean las que el estudio requiere para otorgar resultados fehacientes, es necesario que estas sean elaboradas a partir de las variables clave que se obtuvieron con el método de los ejes de Schwartz, así como con los resultados de las relaciones entre actores y retos propuestos del análisis del juego de actores. Godet (2000) menciona que cada una de las hipótesis necesita de contar con ciertas características que se deben cumplir simultáneamente: pertinencia, coherencia, verosimilitud, importancia y transparencia. Para esta investigación, las seis hipótesis fundamentales dará lugar a 64 escenarios.

Como recomienda Godet (2000), es preferible limitar los escenarios a algunas hipótesis fundamentales, hasta cinco o seis, considerando que una cantidad mayor, el número de combinaciones puede hacer que se pierda el espíritu humano, asimismo un número reducido de hipótesis por debajo cuatro podría resultar demasiado escaso para la materia de estudio.

Para la segunda fase, se utilizará la encuesta SMIC que consta de tres partes. En la primera parte se solicita estimar la simple probabilidad de una hipótesis. Para este caso, se decidió optar por una escala porcentual denotando alternativas de calificación de “muy probable” (90% de probabilidad de ocurrencia), “probable” (70% de probabilidad de ocurrencia), “duda” (50% de probabilidad de ocurrencia), “poco probable” (30% de probabilidad) y “muy improbable” (10% de probabilidad de ocurrencia). Esta parte consta en total entonces de seis preguntas para cada experto. La segunda parte consiste en estimar la probabilidad condicional de las hipótesis, es decir la probabilidad de ocurrencia de una hipótesis cuando ocurra otra hipótesis en el horizonte de tiempo establecido; por el número de hipótesis esta parte consta entonces de 30 preguntas. La tercera parte analiza la ocurrencia de una hipótesis en caso no ocurra otra hipótesis; de igual forma consta de 30 preguntas. Esta segunda fase concluye cuando el software brinda el listado de escenarios ordenados por jerarquía de probabilidad de ocurrencia de mayor a menor, donde se comienza a seraparar los escenarios de mayor probabiidad contra los más improbables. De este listado se escogerán los cuatro o cinco de mayor probabilidad, incluyendo al menos uno de referencia de probabilidad media. Esta selección debe representar los escenarios de mayor importancia para las organizaciones o actores clave del sector.

Finalmente la tercera fase de esta epata consiste en redactar los escenarios. Como señala Godet (1993), una vez finalizadas las imágenes finales o escenarios, el objetivo será describir de una manera coherente los diferentes caminos que, partiendo de una entorno actual, conducen a tales escenarios, teniendo en cuenta los mecanismos de evoluciones y los comportamientos de los actores u organizaciones analizados en la primeras etapas del estudio.

La figura 61 muestra un ejemplo del histograma principales de las probabilidades encontradas para cada uno de los escenarios de un estudio prospectivo. Una vez determinados los escenarios y relizada la redacción de cada uno se procede a revisar y adaptar estos resultados a las estrategias de las organizaciones de la industria de las energias renovables.

3.8. Etapa 5: Evaluación de acciones y opciones estratégicas

En el marco del procedimiento final de la metodología prospectiva, el objetivo consiste en indentificar proyectos u objetivos coherentes, es decir, alternativas estrategicas compatibles con la identidad de las organizaciones del sector y con los escenarios mas probables del entorno que ya fueron identificados.

En esta etapa se utilizará el método del árbol de pertinencias, que fue utilizado inicialmente en el sector de la investigación tecnológica y militar, y que tiene como meta ayudar a tomar decisiones y seleccionar las acciones operativas elementales con el propósito de alcanzar los objetivos globales. (Godet y Durance, 2011).

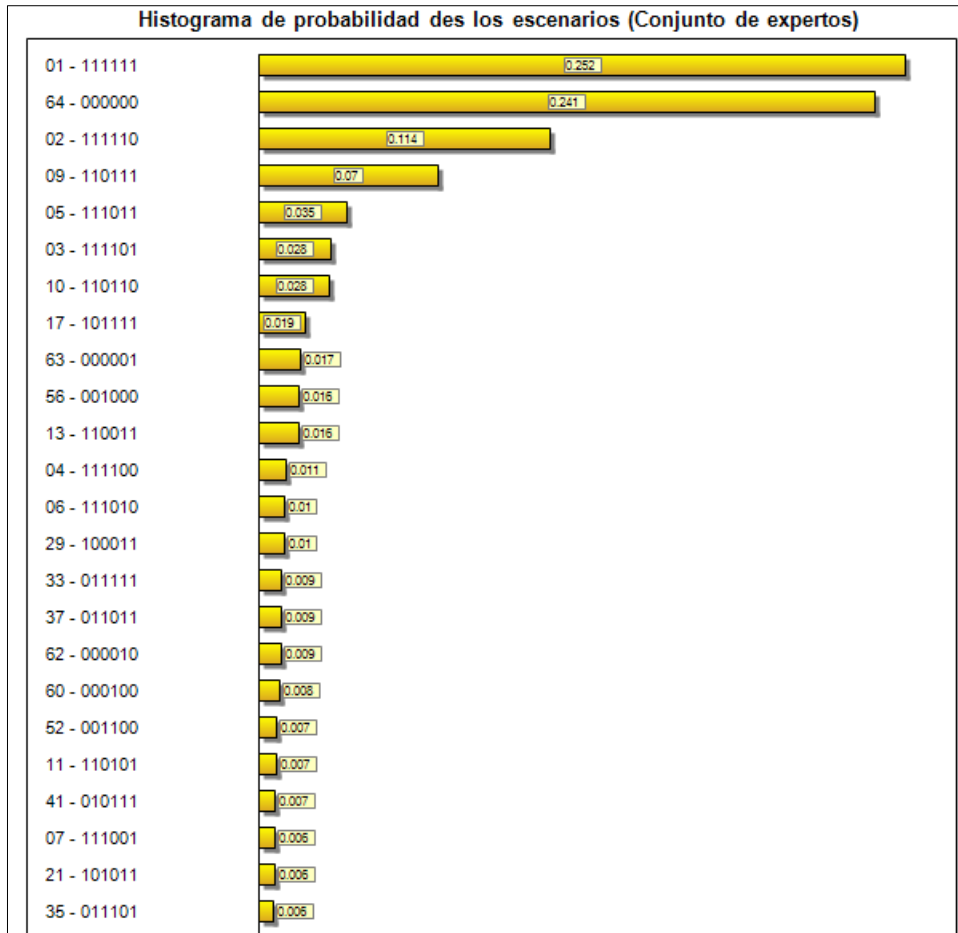


Figura 61. Ejemplo de resultados de probabilidad de escenarios-*software* SMIC

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

Godet y Durance (2011) sostienen que esta técnica permitirá relacionar los diferentes niveles jerárquicos de un fin u objetivo, yendo de lo más general (niveles superiores que engloban políticas, misiones y criterios) a lo más particular (niveles inferiores que reagrupan los medios, subsistemas y los subconjuntos de acciones). Agregan también que los diferentes niveles se corresponden por tanto con objetivos cada vez más detallados del sistema de decisión o con los medios empleados. La figura 62 muestra un ejemplo de árbol de pertinencias que corresponde a un objetivo general de fortalecimiento de autonomía de una organización).

Para el presente estudio, se construirá un árbol de pertinencias para cada objetivo general asociado a los escenarios de mayor probabilidad, determinados en la etapa anterior, y que sean compatibles con la identidad de los principales actores u organizaciones del sector.

En esta etapa, Godet (2000) recomienda que la elección concreta de los objetivos y las acciones debe hacerse previo a un análisis del sistema en estudio, siguiendo dos enfoques complementarios:

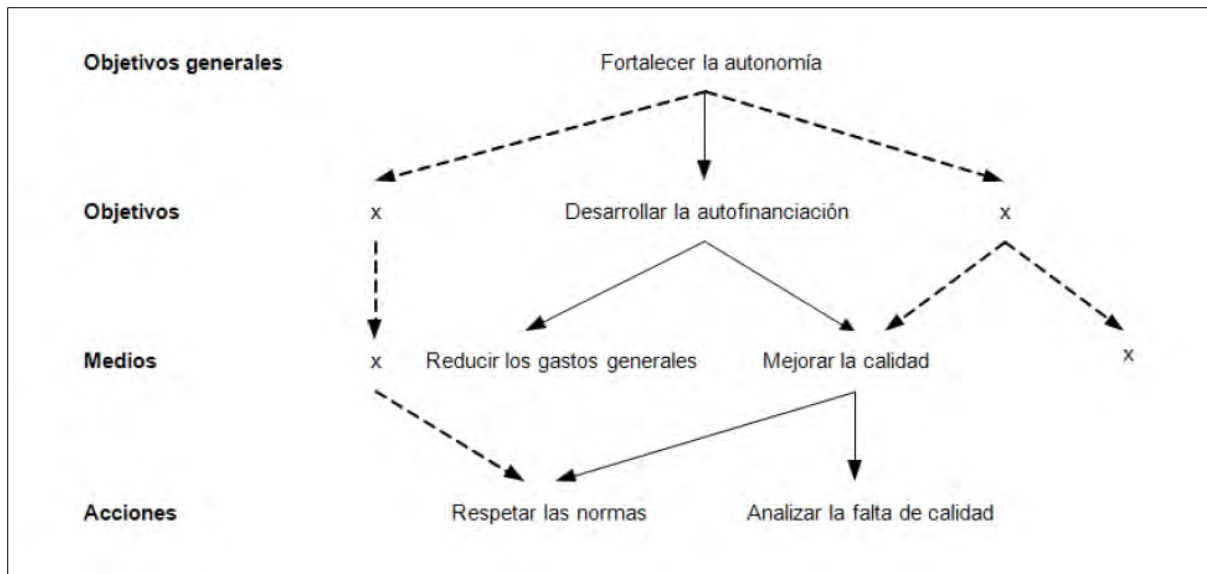


Figura 62. Ejemplo de árbol de pertinencias para objetivo de fortalecer la autonomía

Fuente: Godet y Durance (2011)

-El enfoque ascendente que parte del inventario de acciones seleccionadas, analiza los efectos y estudia los objetivos alcanzados a través de estos efectos.

-El segundo enfoque descendente que parte de un listado de objetivos finales, busca analizar los medios de acción para llegar a ellos, así como los factores que podrían modificarlos.

Godet y Durance (2011) indican que cada elemento (acción u objetivo) debe ser específico, con miras de mantener un sentido preciso y detallado permanente, es decir, debe ser consistente con lo que se quiere decir.

Esta herramienta será de gran ayuda para la reflexión final, pues esta última etapa permitirá evitar redundancias y explicar claramente las decisiones tomadas, así como la coherencia de las acciones operativas que orientarán el plan estratégico de las organizaciones que forman parte del sector de energías renovables.

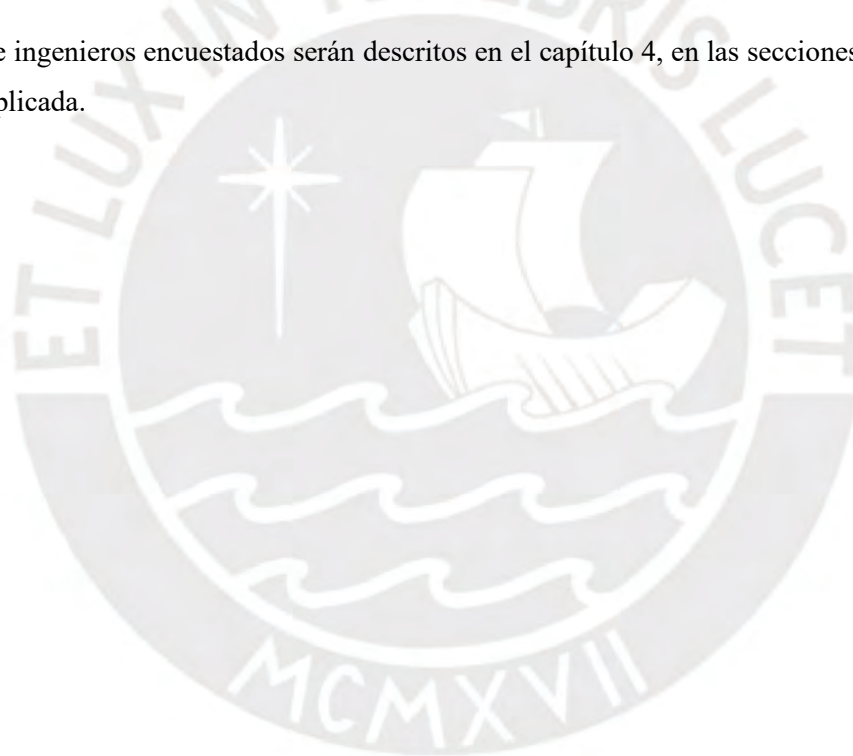
3.9. Selección de expertos

El conjunto de expertos reúne a un grupo de profesionales de diferentes ramas de ingeniería que centran su desarrollo académico en conocimientos de tecnologías y sistemas utilizados para producción y transformación de la energía. Actualmente desempeñan cargos operativos y comerciales para reconocidas compañías de servicios y proyectos dentro del sector energético.

Para la primera sesión de encuestas realizada para la identificación de variables críticas usando la técnica de los ejes de Schwartz, se recurrió al soporte de trece ingenieros expertos con amplia experiencia laboral en empresas del sector Petróleo, Gas y Energía. Cuentan con un conocimiento profundo en materia en desarrollo y construcción de proyectos de energía, cuyos enfoques y opiniones orientadas al tema de transición energética global garantizarán respuestas de valor para esta primera etapa de selección de variables críticas.

La segunda sección de encuestas realizadas para la construcción de escenarios usando la herramienta SMIC también fue soportada por un panel de ingenieros expertos, en esta ocasión por doce ingenieros con un nivel similar de experiencia. Por un factor tiempo y disposición de algunos de los ingenieros que participaron en la primera sesión de encuestas para los ejes de Schwartz, se tuvo que invitar a otros ingenieros del sector, para poder completar una plantilla importante de encuestados para esta sección.

Los listados de ingenieros encuestados serán descritos en el capítulo 4, en las secciones respectivas de cada técnica aplicada.



CAPÍTULO 4. RESULTADOS DEL ESTUDIO PROSPECTIVO Y PROPUESTA DE MEJORA EN EL SECTOR DE ENERGÍAS RENOVABLES

El presente capítulo tiene como objetivo mostrar los resultados del estudio prospectivo, centrándose en la segunda etapa del proceso metodológico hacia adelante, puesto que el diagnóstico del sistema y los resultados del análisis del entorno del sector ya fueron desarrollados en el capítulo anterior. La primera sección pondrá en evidencia el inventario de variables que fueron recolectadas a partir del análisis del entorno y diagnóstico del sistema. La segunda sección mostrará los resultados de la aplicación del método de los ejes de Schwartz que ayudará en la distribución de las variables dentro del plano, clasificándolas en variables base, entorno, diversidad y detalles. La tercera sección mostrará los resultados de la construcción del cuadro de actores, usando el software MACTOR, identificando a los actores de enlace, dominantes, autónomos y dominados. La cuarta sección mostrará los escenarios ms probables como parte de la aplicación de la herramienta SMIC a través de la formulación de hipótesis y las interrelaciones entre ellas; finalmente la última sección se encargará de mostrar el árbol de pertinencias construido para el objetivo u objetivos propuestos que se desean alcanzar dentro del sector, marcando las bases para orientar al plan estratégico que las principales organizaciones tendrán que elaborar para establecer las diferentes políticas, directrices y criterios que conlleven a la mejor toma de decisiones y ejecución de acciones operativas para el desarrollo de las energías renovables.

4.1. Inventario de variables

El estudio del diagnóstico del sistema y análisis del entorno fue muy importante para poner evidenciar los principales factores y variables que determinarán el futuro del sector de las energías renovables. Las fuentes principales de información estuvieron comandadas por una extensa literatura relacionada al sector y representada por diferentes organizaciones y expertos en energías renovables con publicaciones validadas y reconocidas a nivel internacional. Por un lado, el árbol de competencias permitió comenzar el ejercicio prospectivo de forma inteligente, pues tenía como finalidad presentar un marco general del sector, sin reducirlo únicamente a los productos y mercados asociados. Esto permitió ir conociendo algunas variables que permitan entender de una manera holística y simplificada, la dinámica del sector. Por su parte, el análisis del entorno PESTEL si permitió ahondar mucho más en aquellos factores que son determinantes para el desarrollo del sector. Analizar los diferentes aspectos, tanto político, económico, social, tecnológico, ecológico y legal ayudó a reportar un conjunto denso de variables que luego fueron clasificadas y ordenadas de acuerdo con una categorización bien estructurada. Por otro lado, el análisis de las cinco las fuerzas de Porter, permite ir estableciendo los cimientos de las futuras

estrategias que comandaran las principales organizaciones y empresas del sector para garantizar el desarrollo global de las energías renovables. Analizar la competencia actual del mercado, demostrando el poder de negociación de clientes y proveedores, así como examinar los riesgos de entrada de nuevos actores y la amenaza los posibles productos sustitutos, pone en evidencia las características principales del núcleo de este análisis representando por la competencia actual y rivalidad dentro sector; y que hace contrastar al conjunto de factores identificados con las variables obtenidas del árbol de competencias y del análisis PESTEL, y así obtener un listado depurado de variables importantes que comandarán el sector de las energías renovables (ER).

En total se seleccionó un inventario de 40 variables, cuya característica constante es que puedan ser controladas por las principales organizaciones o empresas del sector. Las siguientes tablas muestran el listado de estas variables clasificas por subgrupo de pertenencia. Como se mencionó antes, cada variable será presentada con una alternativa de movimiento, un indicador y un subgrupo de pertenencia, que promoverá una ordenada clasificación para las futuras encuestas del estudio.

Tabla 7. Variables políticas del sector de energías renovables

1	Variable	Políticas para incrementar el margen de contribución de las ER
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	RISE (<i>Regulatory Indicators for Sustainable Energy</i>)/región
	Clasificación	Política
2	Variable	Políticas para promover el uso y construcción de redes de ER
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	RISE (<i>Regulatory Indicators for Sustainable Energy</i>)/región
	Clasificación	Política
3	Variable	Políticas en incentivo y soporte regulatorio para ER
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	RISE (<i>Regulatory Indicators for Sustainable Energy</i>)/región
	Clasificación	Política
4	Variable	Políticas en materia de descarbonización del planeta
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	RISE (<i>Regulatory Indicators for Sustainable Energy</i>)/región
	Clasificación	Política
5	Variable	Políticas en materia de seguridad y eficiencia energética
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	RISE (<i>Regulatory Indicators for Sustainable Energy</i>)/región
	Clasificación	Política
6	Variable	Políticas en fijación de precios del carbono y fuentes combustibles
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	RISE (<i>Regulatory Indicators for Sustainable Energy</i>)/región
	Clasificación	Política

Tabla 8. Variables económicas del sector de energías renovables

1	Variable	Nuevos proyectos de inversión en ER en países desarrollados
	Movimiento	Aumentan, se mantienen, disminuyen
	Indicador	Montos de Inversión (USD)/país
	Clasificación	Económico
2	Variable	Nuevos proyectos de inversión en ER en países emergentes
	Movimiento	Aumentan, se mantienen, disminuyen
	Indicador	Montos de Inversión (USD)/país
	Clasificación	Económico
3	Variable	% de aporte de las ER al suministro energético global
	Movimiento	Aumenta, se mantiene, disminuye
	Indicador	Porcentaje (%)
	Clasificación	Económico
4	Variable	% de aporte de las ER al PBI global
	Movimiento	Aumenta, se mantiene, disminuye
	Indicador	Porcentaje (%)
	Clasificación	Económico
5	Variable	Precio del petróleo como fuente energética convencional
	Movimiento	Aumenta, se mantiene, disminuye
	Indicador	USD/barril
	Clasificación	Económico
6	Variable	Costos de capital para proyectos de ER
	Movimiento	Aumentan, se mantienen, disminuyen
	Indicador	USD/GW
	Clasificación	Económico
7	Variable	Costos de producción de energía con fuentes renovables
	Movimiento	Aumentan, se mantienen, disminuyen
	Indicador	USD/GW
	Clasificación	Económico
8	Variable	Costos de operación y mantenimiento de proyectos de ER
	Movimiento	Aumentan, se mantienen, disminuyen
	Indicador	USD/GW
	Clasificación	Económico
9	Variable	Empresas que comercializan productos/servicios en el sector
	Movimiento	Aumentan, se mantienen, disminuyen
	Indicador	Número de empresas/región
	Clasificación	Económico
10	Variable	Precio de la potencia instalada al consumidor final
	Movimiento	Aumenta, se mantiene, disminuye
	Indicador	USD/Kwh
	Clasificación	Económico

Tabla 9. Variables sociales del sector de energías renovables

1	Variable	Demanda global de energía eléctrica
	Movimiento	Aumenta, se mantiene
	Indicador	Gwh/región
	Clasificación	Social
2	Variable	Empleabilidad mundial en ER
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	millones de empleos/país
	Clasificación	Social
3	Variable	% de participación de mujeres en la empleabilidad global de ER
	Movimiento	Aumenta, se mantiene
	Indicador	% empleabilidad (mujeres/total)
	Clasificación	Social
4	Variable	Adaptabilidad social al uso de energías renovables
	Movimiento	Aumenta, se mantiene
	Indicador	% de aceptación (población/país)
	Clasificación	Social
5	Variable	Disponibilidad de área para construcción de proyectos en ER
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	m2 disponible para colocación de infraestructura/región
	Clasificación	Social
6	Variable	Proyectos de desarrollo social por empresas dentro del sector
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	Número de proyectos de desarrollo social/país
	Clasificación	Social
7	Variable	Programas de educación técnica y universitaria en ER
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	Número de programas/país
	Clasificación	Social
8	Variable	Acceso a la energía eléctrica en zonas rurales y remotas
	Movimiento	Aumenta, se mantiene
	Indicador	Número de personas con acceso/país
	Clasificación	Social
9	Variable	Bienestar poblacional por desarrollo de ER
	Movimiento	Aumenta, se mantiene
	Indicador	% país-Encuestas de bienestar poblacional (ingresos, salud, educación)
	Clasificación	Social

Tabla 10. Variables tecnológicas del sector de energías renovables

1	Variable	Nuevas patentes e innovaciones en tecnologías de ER
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	Patentes/región
	Clasificación	Tecnológica
2	Variable	Desarrollo de proyectos en energía solar fotovoltaica
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	Nuevos proyectos/región
	Clasificación	Tecnológica
3	Variable	Desarrollo de proyectos en energía eólica
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	Nuevos proyectos/región
	Clasificación	Tecnológica
4	Variable	Eficiencia energética de las fuentes renovables
	Movimiento	Aumenta, se mantiene
	Indicador	% (energía de salida/energía de la fuente primaria)
	Clasificación	Tecnológica
5	Variable	Madurez tecnológica de las energías renovables
	Movimiento	Aumenta, se mantiene
	Indicador	Tecnologías en etapa comercial/tecnologías en etapa de demostración
	Clasificación	Tecnológica
6	Variable	Desarrollo de tecnologías de almacenamiento eficaz de energía eléctrica
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	% eficiencia de nuevas tecnologías
	Clasificación	Tecnológica
7	Variable	Desarrollo de Tecnologías digitales en la gestión de ER
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	Países con aplicación de tecnologías digitales en ER/región
	Clasificación	Tecnológica
8	Variable	Desarrollo de proyectos en Energía Hidroeléctrica
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	Nuevos proyectos/región
	Clasificación	Tecnológica
9	Variable	Desarrollo de proyectos en Biomasa
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	Nuevos proyectos/región
	Clasificación	Tecnológica
10	Variable	Desarrollo de proyectos en Energía Geotérmica
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	Nuevos proyectos/región
	Clasificación	Tecnológica
11	Variable	Desarrollo de proyectos en Energía Marítima (uso del oleaje)
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	Nuevos proyectos/región
	Clasificación	Tecnológica
12	Variable	Contrucción de redes inteligentes para integrar las ER
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	Km de líneas de red/región
	Clasificación	Tecnológica
13	Variable	Demanda de vehículos eléctricos
	Movimiento	Aumenta, se mantiene
	Indicador	Demanda/región
	Clasificación	Tecnológica

Tabla 11. Variables ambientales del sector de energías renovables

1	Variable	Emisión de gases contaminantes y efecto invernadero
	Movimiento	Aumentan, se mantienen
	Indicador	Huella de carbono/entidad evaluada
	Clasificación	Ambiental
2	Variable	Temperatura media del planeta
	Movimiento	Aumenta, se mantiene
	Indicador	Incremento de Temperatura del planeta °C/año
	Clasificación	Ambiental

Todas las variables presentadas servirán de insumo para la obtención de variables críticas usando el método de los ejes de Schwartz. Es importante considerar que cada variable cuenta con dos o tres movimientos que representan las alternativas de realización para cada una, evaluando su probabilidad de ocurrencia al periodo del horizonte de estudio. Estos movimientos serán de mucha importancia al momento de analizar el grado de incertidumbre de cada variable por parte de los expertos durante las encuestas.

4.2. Identificación de variables críticas – Ejes de Schwartz

Para la identificación de las variables críticas, se generó una encuesta característica del método de los ejes de Schwartz, que será enviada a cada uno de los expertos o referentes con un reconocido conocimiento del sector energético y sus aplicaciones.

A continuación, la tabla 12 muestra el listado de los trece ingenieros especialistas que fueron encuestados para esta primera etapa de consultas.

Tabla 12. Lista de encuestados para método “Ejes de Schwartz”

Nº	Especialista Encuestado	Nº	Especialista Encuestado
1	Ing. Adrián Canasa	8	Ing. Julio Almeyda
2	Ing. Angel Giraldo	9	Ing. Julio Gutierrez
3	Ing. Andrew Zúñiga	10	Ing. Percy Leith
4	Ing. Cristian Agreda	11	Ing. Percy Susanibar
5	Ing. Israel Diestra	12	Ing. Mairon Figueroa
6	Ing. Jorge Varela	13	Ing. Miguel Galindo
7	Ing. Juan Gomez		

La encuesta se compondrá de dos fases principales. La primera fase se encargará de evaluar el eje vertical de la importancia y la segunda fase se encargará de evaluar el grado de incertidumbre de cada variable. Es importante tener en cuenta que en la primera fase se podrá llegar a sostener hasta una segunda ronda de encuestas para la distribución de variables en el eje de importancia; esto con el objetivo de lograr consensos en caso exista mucha diversidad de opiniones entre los expertos para determinar la importancia de algunas de las variables. Por otro lado, lo ideal es que las calificaciones de más o menos importante se otorgue como resultado de un consenso mayoritario, en caso contrario se tomará como válida la opinión de la mayoría. Para la fase de evaluación del grado de incertidumbre, bastará con una sola ronda de encuestas, pues si existe consenso o mayoría de opiniones inclinadas hacia uno de los movimientos de las variables sobre las demás, se tomará esta variable como menos incierta. En este caso basta con que al menos el 80% de los expertos opine de manera similar. Si por el contrario existe diversidad de opiniones entre los expertos para los diferentes movimientos de las variables, dichas variables serán consideradas más incierta.

En la tabla 13, se presenta el formato de encuesta y la escala analógica numérica utilizada para la evaluación del eje vertical de la importancia. La solicitud de encuesta enviada a los expertos para la evaluación de importancia se puede visualizar en el Anexo A.

Para el llenado de la encuesta se optó por una escala numérica, denotando características de calificación, donde los encuestados marcarán con una “x” en el casillero según la opción de “muy importante” (4), “importante” (3), “poco importante” (2), “casi no importante” (1) y “nada importante” (0). En total consta de 40 preguntas que responderán los expertos. Para el caso de las variables que no lleguen a un consenso mayoritario, se tomará la alternativa de manejar una segunda ronda exclusivamente para dichas variables, con una encuesta adicional, donde se agregue más información sobre la variable en cuestión, para un mayor entendimiento y comprensión al momento de la evaluación por parte del experto. La solicitud de encuesta enviada a los expertos para la segunda ronda de evaluación de importancia se puede visualizar en el Anexo B.

La tabla 14 muestra los resultados finales de las respuestas obtenidas por los expertos para la evaluación de nivel de importancia de cada una de las variables.

Al finalizar la primera fase, se tendrán dos grupos de variables: uno grupo que se ubicará sobre la parte superior del eje de importancia, y el otro agrupado en la parte inferior del mismo eje. Esto está determinado por la evaluación de los resultados de la primera encuesta y el consenso mayoritario que se puede concluir al revisar las calificaciones de los expertos para cada variable.

Tabla 13. Formato de encuesta - Eje de importancia

N°	Clasificación	Variable	Nivel de importancia				
			4	3	2	1	0
1	Política	Políticas para incrementar el margen de contribución de las ER					
2	Política	Políticas para promover el uso y construcción de redes de ER					
3	Política	Políticas en incentivo y soporte regulatorio para ER					
4	Política	Políticas en materia de descarbonización del planeta					
5	Política	Políticas en materia de seguridad y eficiencia energética					
6	Política	Políticas en fijación de precios del carbono y fuentes combustibles					
7	Económico	Nuevos proyectos de inversión en ER en países desarrollados					
8	Económico	Nuevos proyectos de inversión en ER en países emergentes					
9	Económico	% de aporte de las ER al suministro energético global					
10	Económico	% de aporte de las ER al PBI global					
11	Económico	Precio del petróleo como fuente energética convencional					
12	Económico	Costos de capital para proyectos de ER					
13	Económico	Costos de producción de energía con fuentes renovables					
14	Económico	Costos de operación y mantenimiento de proyectos de ER					
15	Económico	Empresas que comercializan productos/servicios en el sector					
16	Económico	Precio de la potencia instalada al consumidor final					
17	Social	Demanda global de energía eléctrica					
18	Social	Empleabilidad mundial en ER					
19	Social	% de participación de mujeres en la empleabilidad global de ER					
20	Social	Adaptabilidad social al uso de energías renovables					
21	Social	Disponibilidad de área para construcción de proyectos en ER					
22	Social	Proyectos de desarrollo social por empresas dentro del sector					
23	Social	Programas de educación técnica y universitaria en ER					
24	Social	Acceso a la energía eléctrica en zonas rurales y remotas					
25	Social	Bienestar poblacional por desarrollo de ER					
26	Tecnológica	Nuevas patentes e innovaciones en tecnologías de ER					
27	Tecnológica	Desarrollo de proyectos en energía solar fotovoltaica					
28	Tecnológica	Desarrollo de proyectos en energía eólica					
29	Tecnológica	Eficiencia energética de las fuentes renovables					
30	Tecnológica	Madurez tecnológica de las energías renovables					
31	Tecnológica	Desarrollo de tecnologías de almacenamiento eficaz de energía eléctrica					
32	Tecnológica	Desarrollo de tecnologías digitales en la gestión de ER					
33	Tecnológica	Desarrollo de proyectos en Energía Hidroeléctrica					
34	Tecnológica	Desarrollo de proyectos en Biomasa					
35	Tecnológica	Desarrollo de proyectos en Energía Geotérmica					
36	Tecnológica	Desarrollo de proyectos en Energía Marítima (uso del oleaje)					
37	Tecnológica	Contrucción de redes inteligentes para integrar las ER					
38	Tecnológica	Demanda de vehículos eléctricos					
39	Ambiental	Emisión de gases contaminantes y efecto invernadero					
40	Ambiental	Temperatura media del planeta					

Es importante mencionar que, para la distribución de variables sobre el plano, las calificaciones de valor 4 y 3 determinarán la ubicación de la variable en la parte superior del eje de importancia, mientras que las calificaciones de 1 y 0, determinarán la ubicación de la variable en la parte inferior del eje de importancia. La calificación 2, por otro lado, significará que la variable se encuentra en la zona media del eje de importancia, haciendo que la decisión final de calificar la variable como más o menos importante, dependerá de los resultados de las demás calificaciones de expertos. Hay que recordar que, en esta distribución, el objetivo no es llegar a hacer un *ranking* de mayor a menor de todas las variables, pero si una clara separación de las variables más importantes de aquellas que no lo son.

Tabla 14. Resultados finales por experto - Eje de importancia

N°	Variable	Nivel de Importancia por Experto												
		Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	Ex. 5	Ex. 6	Ex. 7	Ex. 8	Ex. 9	Ex. 10	Ex. 11	Ex. 12	Ex. 13
1	Políticas para incrementar el margen de contribución de las ER	4	4	3	3	4	4	2	4	2	2	3	2	3
2	Políticas para promover el uso y construcción de redes de ER	3	4	4	3	4	4	4	4	3	2	3	3	3
3	Políticas en incentivo y soporte regulatorio para ER	4	4	3	3	4	4	4	4	1	2	4	2	4
4	Políticas en materia de descarbonización del planeta	4	3	3	3	4	4	4	3	2	2	2	3	4
5	Políticas en materia de seguridad y eficiencia energética	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3	3
6	Políticas en fijación de precios del carbono y fuentes combustibles	2	2	2	1	0	2	3	2	3	0	2	2	2
7	Nuevos proyectos de inversión en ER en países desarrollados	3	2	3	4	4	4	4	4	4	2	4	3	3
8	Nuevos proyectos de inversión en ER en países emergentes	4	1	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3
9	% de aporte de las ER al suministro energético global	4	2	2	2	4	4	2	3	2	2	4	3	3
10	% de aporte de las ER al PBI global	3	3	2	2	4	4	1	3	3	4	2	2	4
11	Precio del petróleo como fuente energética convencional	2	4	1	1	0	4	4	3	3	4	4	2	2
12	Costos de capital para proyectos de ER	3	3	2	3	3	4	4	3	2	4	4	4	3
13	Costos de producción de energía con fuentes renovables	3	2	2	3	2	4	4	3	3	4	4	3	4
14	Costos de operación y mantenimiento de proyectos de ER	3	2	3	3	3	4	2	3	3	4	4	3	3
15	Empresas que comercializan productos/servicios en el sector	2	1	3	3	4	4	2	3	2	4	4	1	3
16	Precio de la potencia instalada al consumidor final	3	3	4	3	4	4	2	3	2	4	4	3	4
17	Demanda global de energía eléctrica	2	3	3	3	4	4	4	2	3	4	4	2	4
18	Empleabilidad mundial en ER	3	1	2	3	4	3	2	4	2	4	3	3	4
19	% de participación de mujeres en la empleabilidad global de ER	3	1	1	4	1	2	2	2	1	0	2	1	3
20	Adaptabilidad social al uso de energías renovables	4	2	3	4	4	4	4	3	3	4	4	2	2
21	Disponibilidad de área para construcción de proyectos en ER	3	2	3	3	4	4	4	3	3	4	4	2	2
22	Proyectos de desarrollo social por empresas dentro del sector	1	1	2	3	4	3	2	3	2	4	4	3	3
23	Programas de educación técnica y universitaria en ER	3	2	4	3	4	4	4	3	2	4	3	3	4
24	Acceso a la energía eléctrica en zonas rurales y remotas	4	2	4	3	4	4	4	2	3	4	4	3	4
25	Bienestar poblacional por desarrollo de ER	3	1	4	3	4	4	4	3	2	4	4	3	4
26	Nuevas patentes e innovaciones en tecnologías de ER	2	1	4	4	4	4	4	3	2	2	4	3	3
27	Desarrollo de proyectos en energía solar fotovoltaica	4	2	4	4	0	4	3	2	3	2	4	3	3
28	Desarrollo de proyectos en energía eólica	4	2	2	4	3	4	3	2	1	0	4	3	3
29	Eficiencia energética de las fuentes renovables	3	2	4	4	2	4	3	3	1	4	4	3	3
30	Madurez tecnológica de las energías renovables	4	1	4	4	4	4	4	3	3	2	3	2	3
31	Desarrollo de tecnologías de almacenamiento eficaz de energía eléctrica	3	2	4	4	4	4	3	3	2	4	4	3	3
32	Desarrollo de tecnologías digitales en la gestión de ER	3	2	3	4	1	4	3	3	2	4	3	3	3
33	Desarrollo de proyectos en Energía Hidroeléctrica	3	1	2	4	4	4	3	2	3	2	4	2	4
34	Desarrollo de proyectos en Biomasa	4	1	4	4	4	4	2	3	2	2	4	3	4
35	Desarrollo de proyectos en Energía Geotérmica	4	2	3	4	4	4	3	2	2	2	4	3	4
36	Desarrollo de proyectos en Energía Marítima (uso del oleaje)	3	1	4	4	4	4	3	3	2	2	4	3	4
37	Contrucción de redes inteligentes para integrar las ER	4	2	3	4	4	4	3	3	2	2	4	3	3
38	Demanda de vehículos eléctricos	4	2	3	3	4	4	4	2	3	1	4	2	3
39	Emisión de gases contaminantes y efecto invernadero	3	4	2	2	4	4	4	3	3	4	4	4	4
40	Temperatura media del planeta	4	4	3	2	4	4	3	3	2	4	4	2	4

En función al consenso mayoritario evaluada para cada variable, según los resultados mostrados en la tabla 14, en la figura 63 se muestran los resultados de la distribución de variables sobre la parte superior e inferior del eje de importancia. El consenso mayoritario de los expertos, de acuerdo con las calificaciones de importancia obtenidas, indican que solo dos variables son consideradas como menos importantes respecto a las demás. Luego de esto será el turno de evaluar el grado de incertidumbre de las variables. Para la evaluación del grado de incertidumbre, la tabla 15 muestra el formato de encuesta usando una escala analógica verbal, donde se optó por evaluar los movimientos de cada variable para luego determinar los consensos entre los expertos encuestados sobre la probabilidad de ocurrencia de un movimiento respecto a los demás.

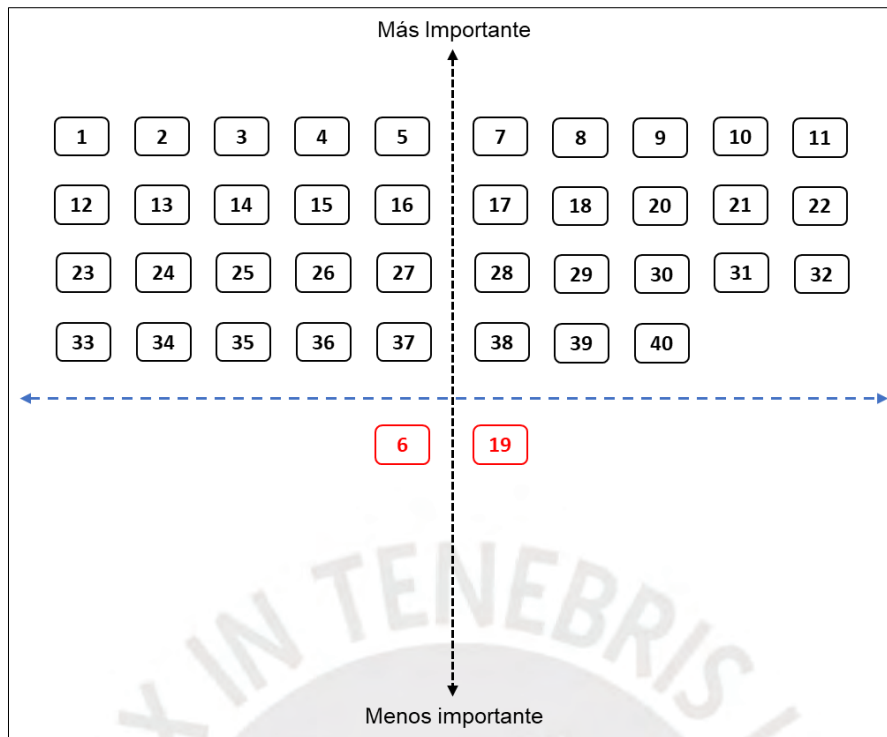


Figura 63. Distribución de variables según nivel de importancia

La solicitud de encuesta enviada a los expertos para la evaluación de incertidumbre se puede visualizar en el Anexo C. Para el llenado de la encuesta, el experto marcará con una “x” sobre el casillero que corresponde al movimiento de mayor probabilidad de ocurrencia, según su estimación de movimiento.

Como se observa, solo las variables que pertenecen a la clasificación “económico”, cuentan con tres movimientos (aumenta, se mantiene o disminuye); todas las demás variables cuentan con sólo dos movimientos posibles (aumenta o se mantiene).

La tabla 16 muestra los resultados finales de las respuestas obtenidas por los expertos para la evaluación del grado de incertidumbre de cada una de las variables, mostrando el conteo total del número de “x”, por movimiento, obtenido de las encuestas resueltas; es decir el conteo total del número de “x” por variable deberá sumar 13, que representa la cantidad de expertos encuestados para esta fase.

Como se mencionó anteriormente, las variables, donde al menos el 80% de los expertos opine de manera similar a favor de uno de los movimientos, serán consideradas como menos inciertas; caso opuesto, como más inciertas. La tabla 17 muestra los resultados de las respuestas del total de expertos expresados en porcentaje, que servirá para lograr una distribución efectiva de variables en función de su grado de incertidumbre.

Tabla 15. Formato de encuesta - Eje de incertidumbre

N°	Clasificación	Variable	Movimiento		
			Aumenta	Se mantiene	Disminuye
1	Política	Políticas para incrementar el margen de contribución de las ER			
2	Política	Políticas para promover el uso y construcción de redes de ER			
3	Política	Políticas en incentivo y soporte regulatorio para ER			
4	Política	Políticas en materia de descarbonización del planeta			
5	Política	Políticas en materia de seguridad y eficiencia energética			
6	Política	Políticas en fijación de precios del carbono y fuentes combustibles			
7	Social	Demanda global de energía eléctrica			
8	Social	Empleabilidad mundial en ER			
9	Social	% de participación de mujeres en la empleabilidad global de ER			
10	Social	Adaptabilidad social al uso de energías renovables			
11	Social	Disponibilidad de área para construcción de proyectos en ER			
12	Social	Proyectos de desarrollo social por empresas dentro del sector			
13	Social	Programas de educación técnica y universitaria en ER			
14	Social	Acceso a la energía eléctrica en zonas rurales y remotas			
15	Social	Bienestar poblacional por desarrollo de ER			
16	Tecnológica	Nuevas patentes e innovaciones en tecnologías de ER			
17	Tecnológica	Desarrollo de proyectos en energía solar fotovoltaica			
18	Tecnológica	Desarrollo de proyectos en energía eólica			
19	Tecnológica	Eficiencia energética de las fuentes renovables			
20	Tecnológica	Madurez tecnológica de las energías renovables			
21	Tecnológica	Desarrollo de tecnologías de almacenamiento eficaz de energía eléctrica			
22	Tecnológica	Desarrollo de tecnologías digitales en la gestión de ER			
23	Tecnológica	Desarrollo de proyectos en Energía Hidroeléctrica			
24	Tecnológica	Desarrollo de proyectos en Biomasa			
25	Tecnológica	Desarrollo de proyectos en Energía Geotérmica			
26	Tecnológica	Desarrollo de proyectos en Energía Marítima (uso del oleaje)			
27	Tecnológica	Contrucción de redes inteligentes para integrar las ER			
28	Tecnológica	Demanda de vehículos eléctricos			
29	Ambiental	Emisión de gases contaminantes y efecto invernadero			
30	Ambiental	Temperatura media del planeta			
			Aumenta	Se mantiene	Disminuye
31	Económico	Nuevos proyectos de inversion en ER en países desarrollados			
32	Económico	Nuevos proyectos de inversion en ER en países emergentes			
33	Económico	% de aporte de las ER al suministro energético global			
34	Económico	% de aporte de las ER al PBI global			
35	Económico	Precio del petróleo como fuente energética convencional			
36	Económico	Costos de capital para proyectos de ER			
37	Económico	Costos de producción de energía con fuentes renovables			
38	Económico	Costos de operación y mantenimiento de proyectos de ER			
39	Económico	Empresas que comercializan productos/servicios en el sector			
40	Económico	Precio de la potencia instalada al consumidor final			

Con estos resultados, sintetizados en porcentajes, la figura 64 muestra los resultados de la distribución de las variables, a la izquierda (menos incierto) o la derecha (más incierto) del eje de importancia.

Al finalizar esta segunda fase se tendrán los cuatro cuadrantes de Schwartz: Entorno, Base, Diversidad y Detalles; cada uno conformado por variables que contienen una combinación diferente de las dos dimensiones analizadas, importancia e incertidumbre. Esto se muestra en la figura 65.

Tabla 16. Conteo de respuestas de expertos - Eje de incertidumbre

N°	Variable	Conteo de respuestas de expertos			Total
		Aumenta	Se mantiene	Disminuye	
1	Políticas para incrementar el margen de contribución de las ER	11	2		13
2	Políticas para promover el uso y construcción de redes de ER	10	3		13
3	Políticas en incentivo y soporte regulatorio para ER	12	1		13
4	Políticas en materia de descarbonización del planeta	7	6		13
5	Políticas en materia de seguridad y eficiencia energética	10	3		13
6	Políticas en fijación de precios del carbono y fuentes combustibles	8	5		13
17	Demanda global de energía eléctrica	10	3		13
18	Empleabilidad mundial en ER	8	5		13
19	% de participación de mujeres en la empleabilidad global de ER	6	7		13
20	Adaptabilidad social al uso de energías renovables	12	1		13
21	Disponibilidad de área para construcción de proyectos en ER	13	0		13
22	Proyectos de desarrollo social por empresas dentro del sector	7	6		13
23	Programas de educación técnica y universitaria en ER	12	1		13
24	Acceso a la energía eléctrica en zonas rurales y remotas	10	3		13
25	Bienestar poblacional por desarrollo de ER	7	6		13
26	Nuevas patentes e innovaciones en tecnologías de ER	12	1		13
27	Desarrollo de proyectos en energía solar fotovoltaica	13	0		13
28	Desarrollo de proyectos en energía eólica	10	3		13
29	Eficiencia energética de las fuentes renovables	12	1		13
30	Madurez tecnológica de las energías renovables	11	2		13
31	Desarrollo de tecnologías de almacenamiento eficaz de energía eléctrica	10	3		13
32	Desarrollo de tecnologías digitales en la gestión de ER	13	0		13
33	Desarrollo de proyectos en Energía Hidroeléctrica	9	4		13
34	Desarrollo de proyectos en Biomasa	10	3		13
35	Desarrollo de proyectos en Energía Geotérmica	10	3		13
36	Desarrollo de proyectos en Energía Marítima (uso del oleaje)	12	1		13
37	Construcción de redes inteligentes para integrar las ER	11	2		13
38	Demanda de vehículos eléctricos	11	2		13
39	Emisión de gases contaminantes y efecto invernadero	7	6		13
40	Temperatura media del planeta	6	7		13
		Aumenta	Se mantiene	Disminuye	Total
7	Nuevos proyectos de inversión en ER en países desarrollados	10	3	0	13
8	Nuevos proyectos de inversión en ER en países emergentes	10	3	0	13
9	% de aporte de las ER al suministro energético global	11	2	0	13
10	% de aporte de las ER al PBI global	9	4	0	13
11	Precio del petróleo como fuente energética convencional	4	2	7	13
12	Costos de capital para proyectos de ER	6	3	4	13
13	Costos de producción de energía con fuentes renovables	4	4	5	13
14	Costos de operación y mantenimiento de proyectos de ER	4	6	3	13
15	Empresas que comercializan productos/servicios en el sector	10	2	1	13
16	Precio de la potencia instalada al consumidor final	5	4	4	13

En la figura 65 se observa que ninguna variable evaluada ha coincidido en el cuadrante del Entorno, caracterizado por la zona de variables menos inciertas e importantes. El cuadrante Base, por su lado, contiene a 14 de las 40 variables. Estas son variables más importantes y menos inciertas generarán los fundamentos para todos los escenarios futuros. Por otro lado, el cuadrante de la Diversidad, que es donde se diferencian los escenarios futuros, contiene a 24 de las 40 variables. Estas vienen a ser las llamadas variables clave, donde coinciden aquellas variables más importantes y más inciertas, y cuyos movimientos van a generar los escenarios diferenciados que se construirán más adelante.

Tabla 17. Conteo total de respuestas de expertos (%) - Eje de incertidumbre

N°	Variable	Conteo de respuestas de expertos			
		Aumenta	Se mantiene	Total	
1	Políticas para incrementar el margen de contribución de las ER	85%	15%	100%	
2	Políticas para promover el uso y construcción de redes de ER	77%	23%	100%	
3	Políticas en incentivo y soporte regulatorio para ER	92%	8%	100%	
4	Políticas en materia de descarbonización del planeta	54%	46%	100%	
5	Políticas en materia de seguridad y eficiencia energética	77%	23%	100%	
6	Políticas en fijación de precios del carbono y fuentes combustibles	62%	38%	100%	
17	Demanda global de energía eléctrica	77%	23%	100%	
18	Empleabilidad mundial en ER	62%	38%	100%	
19	% de participación de mujeres en la empleabilidad global de ER	46%	54%	100%	
20	Adaptabilidad social al uso de energías renovables	92%	8%	100%	
21	Disponibilidad de área para construcción de proyectos en ER	100%	0%	100%	
22	Proyectos de desarrollo social por empresas dentro del sector	54%	46%	100%	
23	Programas de educación técnica y universitaria en ER	92%	8%	100%	
24	Acceso a la energía eléctrica en zonas rurales y remotas	77%	23%	100%	
25	Bienestar poblacional por desarrollo de ER	54%	46%	100%	
26	Nuevas patentes e innovaciones en tecnologías de ER	92%	8%	100%	
27	Desarrollo de proyectos en energía solar fotovoltaica	100%	0%	100%	
28	Desarrollo de proyectos en energía eólica	77%	23%	100%	
29	Eficiencia energética de las fuentes renovables	92%	8%	100%	
30	Madurez tecnológica de las energías renovables	85%	15%	100%	
31	Desarrollo de tecnologías de almacenamiento eficaz de energía eléctrica	77%	23%	100%	
32	Desarrollo de tecnologías digitales en la gestión de ER	100%	0%	100%	
33	Desarrollo de proyectos en Energía Hidroeléctrica	69%	31%	100%	
34	Desarrollo de proyectos en Biomasa	77%	23%	100%	
35	Desarrollo de proyectos en Energía Geotérmica	77%	23%	100%	
36	Desarrollo de proyectos en Energía Marítima (uso del oleaje)	92%	8%	100%	
37	Construcción de redes inteligentes para integrar las ER	85%	15%	100%	
38	Demanda de vehículos eléctricos	85%	15%	100%	
39	Emisión de gases contaminantes y efecto invernadero	54%	46%	100%	
40	Temperatura media del planeta	46%	54%	100%	
		Aumenta	Se mantiene	Disminuye	Total
7	Nuevos proyectos de inversión en ER en países desarrollados	77%	23%	0%	100%
8	Nuevos proyectos de inversión en ER en países emergentes	77%	23%	0%	100%
9	% de aporte de las ER al suministro energético global	85%	15%	0%	100%
10	% de aporte de las ER al PBI global	69%	31%	0%	100%
11	Precio del petróleo como fuente energética convencional	31%	15%	54%	100%
12	Costos de capital para proyectos de ER	46%	23%	31%	100%
13	Costos de producción de energía con fuentes renovables	31%	31%	38%	100%
14	Costos de operación y mantenimiento de proyectos de ER	31%	46%	23%	100%
15	Empresas que comercializan productos/servicios en el sector	77%	15%	8%	100%
16	Precio de la potencia instalada al consumidor final	38%	31%	31%	100%

Finalmente, el cuadrante de los Detalles solo reúne a 2 de las 40 variables, consideradas las variables menos importantes y más inciertas. Estas variables podrían simplemente no ser consideradas, o en su defecto ser tomadas en cuenta, por recomendación del autor de la metodología; en particular, si se considera a la variable número 6, que describe el % de participación de mujeres en la empleabilidad global en el sector de las energías renovables, como una variable nueva que estaría ingresando al sistema, que, con el tiempo, podría migrar hacia otro cuadrante de mayor impacto para la elaboración de los escenarios futuros.

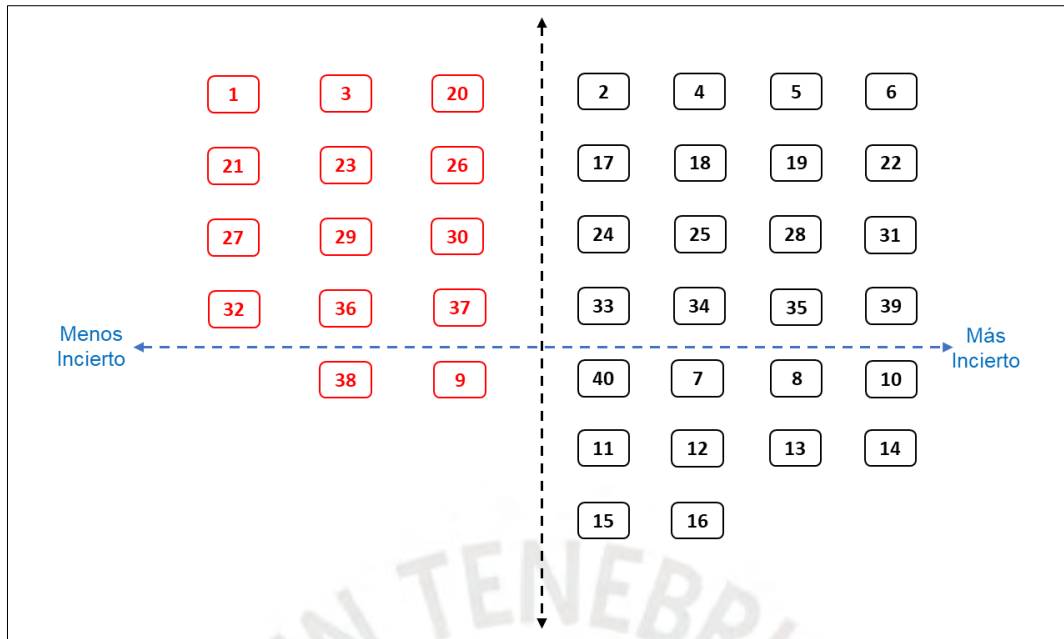


Figura 64. Distribución de variables según su incertidumbre

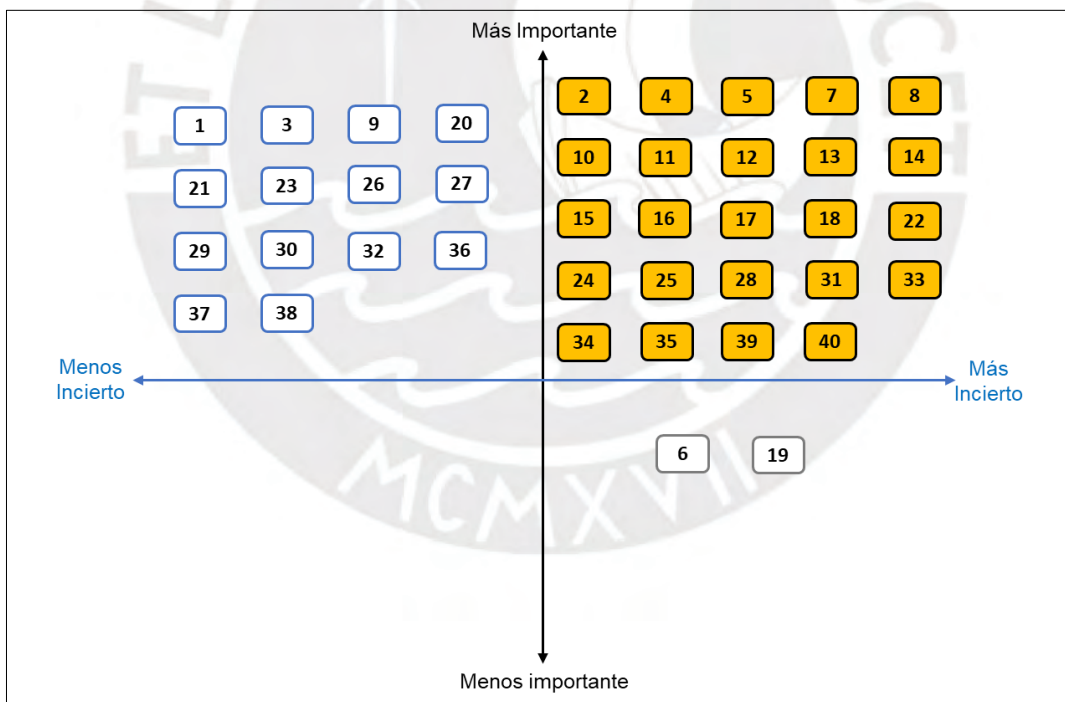


Figura 65. Distribución final de variables en los cuatro cuadrantes

A continuación, se analizará la estrategia de actores usando la herramienta MACTOR, cuyos resultados servirán para identificar aquellos actores principales del sistema que tendrán influencia sobre las variables clave o críticas identificadas con los ejes de Schwartz.

4.3. Juego de actores - MACTOR

Las variables más importantes obtenidas con los ejes de Schwartz se ven influenciadas por diversos actores. Con el método MACTOR se pretende validar e identificar cuáles son esos actores clave que serán determinantes para la construcción de los escenarios del futuro.

Para identificar a los actores principales, la aplicación del esquema de las cinco fuerzas de Porter sirvió para elaborar una lista preliminar de actores que se validó con las fuentes bibliográficas relacionadas al sector energético, que involucran instituciones académicas, organismos internacionales, institutos de investigación, gobiernos y demás organismos que controlan las variables clave identificadas.

La tabla 18 muestra el listado de actores a ser considerados para el análisis de juego de actores. Nótese que, este listado puede verse mejor definido como un listado de grupos de actores u organizaciones individuales; específicamente hablando del *ítem* 1 hasta el *ítem* 11, que describen más bien grupos de organizaciones involucradas y que pertenecen a las naciones de todo el mundo que promueven actualmente el desarrollo de las energías renovables.

Tabla 18. Listado de actores

Nº	Actores	Alias
1	Asociaciones Industriales	AI
2	Organismos no Gubernamentales	ONG
3	Empresas Privadas	EP
4	Gobiernos Nacionales	GN
5	Universidades e Institutos Técnicos	UI
6	Organizaciones Internacionales de Investigación	OI
7	Organizaciones Medioambientales	OM
8	Sociedad Civil - Consumidores	SC
9	Ministerios de Energía	ME
10	Grupos de Trabajadores	TR
11	Fabricantes y Proveedores	FP
12	Banco Mundial	BM
13	Naciones Unidas	NU

Seguidamente, resulta oportuno realizar una breve descripción de las características de cada uno de los actores identificados y presentados en el listado anterior.

Las asociaciones industriales (AI) en energías renovables son organizaciones que agrupan a empresas y entes de todo el mundo, cuyo objeto es el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía en todas sus formas. Entre sus principales objetivos buscan defender los intereses del sector proporcionando información específica sobre las energías renovables, así como brindando asesoramiento legal y criterios de actuación en todas sus formas. REN21 (2020) describe a algunas de estas organizaciones a continuación.

- Alianza para la Electrificación Rural (ARE, por sus siglas en inglés)
- Consejo Americano de Energías Renovables (ACORE, por sus siglas en inglés)
- Asociación China de Industrias de Energía Renovable (CREIA, por sus siglas en inglés)
- Consejo de Energía Limpia (CEC, por sus siglas en inglés)
- Federación Europea de Energías Renovables (EREF, por sus siglas en inglés)
- Consejo Global de Energía Eólica (GWEC, por sus siglas en inglés)
- Asociación Internacional de Geotermia (IGA, por sus siglas en inglés)
- Asociación Internacional de Energía Hidroeléctrica (IHA, por sus siglas en inglés)
- Asociación Mundial de Bioenergía (WBA, por sus siglas en inglés)
- Asociación Mundial de Energía Eólica (WWEA, por sus siglas en inglés)

Los organismos no gubernamentales (ONG) en energías renovables son organismos que facilitan el diálogo internacional sobre energía para el desarrollo sostenible teniendo en cuenta los desafíos e intereses de los países en desarrollo. El objetivo que persiguen estas organizaciones es el establecimiento de un sistema energético mundial sostenible desde una perspectiva social, económica y medioambiental. REN21 (2020) describe a algunas de estas organizaciones a continuación.

- Foro Global sobre Energía Sostenible (GFSE, por sus siglas en inglés)
- Instituto de Políticas Energéticas Sostenibles (ISEP, por sus siglas en inglés)
- Consejo Mundial de Energías Renovables (WCRE, por sus siglas en inglés)
- Consejo Mundial del Futuro (WFC, por sus siglas en inglés)
- Gobiernos locales para la sostenibilidad, Asia meridional
- Instituto de Energías Renovables
- Mali Folkecenter (MFC) / Ciudadanos unidos por las energías renovables y la sostenibilidad

Las empresas privadas (EP) en energías renovables son aquellas compañías representativas del sector energético, que con el tiempo se han convertido en los proveedores líderes de energías renovables en todo el mundo, construyendo parques eólicos, campos de energía solar e instalaciones de almacenamiento de baterías en las principales regiones del mundo. Estas empresas privadas incluyen

aquellas organizaciones que han convertido a la energía verde en su principal negocio. Statista (2018), portal de estadísticas en línea de origen alemán especialistas en estudios de mercado e indicadores económicos, publicó un listado de las principales empresas líderes en energías renovables estableciendo un *ranking* por volumen de ingresos al año 2017. La figura 66 muestra la infografía elaborada por Statista (2018), donde es importante resaltar que las muchas de las empresas que lideran este *ranking* proceden de Europa.

Los gobiernos nacionales (GN), representan a todos los países embarcados en la transición energética que buscan poner a las energías renovables al mismo nivel o incluso superar en consumo a las fuentes tradicionales como el carbón y el petróleo. El cambio hacia las energías renovables es una realidad, y aunque hay mucho camino por recorrer, los gobiernos nacionales serán siendo los protagonistas para impulsar este cambio en cada país desarrollado o en desarrollo.

Las universidades e institutos de formación técnica (UI) están conformados por aquellas instituciones académicas de enseñanza superior e investigación dedicada a formar profesionales de alta calidad científica, humanística y tecnológica con el fin que contribuyan al bienestar y desarrollo del mundo. Para el caso particular, las universidades e institutos de formación técnica en energías renovables tendrán como misión concientizar a los estudiantes sobre el cumplimiento de los requisitos de energía y proporcionar los sólidos conocimientos necesarios para aumentar el porcentaje de producción de energías renovables en la vigente transición energética mundial.

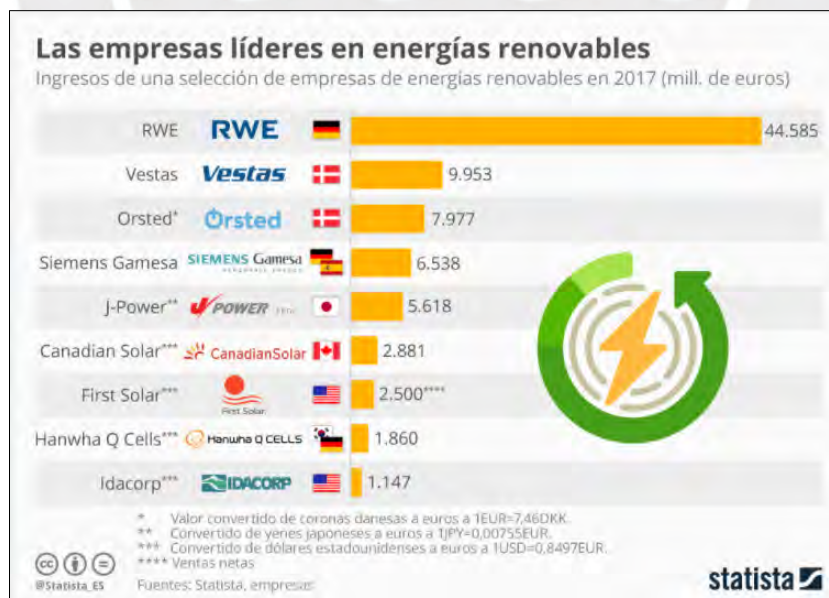


Figura 66. Empresas líderes en energías renovables, 2017

Fuente: Statista (2018)

Las organizaciones internacionales de investigación (OI) en energías renovables están compuestas por organismos que buscan apoyar a los países en su transición hacia un futuro energético sostenible y sirven como la principal plataforma para la cooperación internacional, como centros de excelencia académica, repositorio de políticas, tecnología, recursos y finanzas. Estas organizaciones promueven la adopción del uso sostenible de todas las formas de energía renovable y el crecimiento económico mundial con bajas emisiones de carbono. REN21 (2020) describe a algunas de estas organizaciones a continuación.

- Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés)
- Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA, por sus siglas en inglés)
- Centro Regional de Energías Renovables y Eficiencia Energética (RCREEE, por sus siglas en inglés)
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP, por sus siglas en inglés)
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO, por sus siglas en inglés)
- Centro de Energías Renovables y Eficiencia Energética (ECREEE, por sus siglas en inglés)

Las organizaciones medioambientales (OM), son asociaciones para la cooperación internacional con el objetivo de hacer frente a los problemas ambientales mundiales. Estas organizaciones buscan estudiar, monitorear y proteger el medio ambiente del mal uso o la degradación que causan las industrias; asimismo promueven nuevas tecnologías limpias, actividades económicas y el uso de energías renovables que sea amigables con el medio ambiente. A través de su apoyo a iniciativas de desarrollo sostenible, ofrecen financiamientos a proyectos relacionados con la biodiversidad, cambio climático, degradación de la tierra, daño de la capa de ozono, etc. REN21 (2020) describe a algunas de estas organizaciones a continuación.

- Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés)
- *Greenpeace* Internacional
- Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés)
- Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (UNEP, por sus siglas en inglés)
- Organización Mundial del Medio Ambiente (WNO, por sus siglas en inglés)

La sociedad civil y consumidores (SC) abarca a toda la diversidad de personas del mundo, que, con la categoría de ciudadanos, demandan los servicios del suministro eléctrico proporcionado por el productor o proveedor de tales bienes o servicios; en este caso particular, el consumo eléctrico está

representado por la cantidad de energía demandada por un determinado punto de suministro durante un plazo de tiempo determinado, denominado periodo de facturación.

Los ministerios de energía (ME) existente en cada país tienen como misión promover el desarrollo sostenible de las actividades energéticas impulsando a la economía nacional, en un marco global competitivo, para enfrentar los desafíos energéticos a nivel mundial, con sentido de largo plazo y que combine acciones participativas en conjunto con la sociedad de manera transparente. Uno de los principales objetivos de estas organizaciones es darle a cada país una plataforma energética con una matriz diversificada, equilibrada y sustentable que garantice los precios razonales que necesita cada nación, buscando la igualdad de precios para una sociedad civil de consumidores que demanda cada vez el mayor uso de energías limpias (Ministerio de Energía de Chile, 2020).

Los grupos de trabajadores (TR) están compuestos por aquella fuerza laboral que desempeña funciones profesionales y técnicas en las principales áreas funcionales de las empresas dedicadas a producir energía basada en fuentes renovables. Esta fuerza laboral dentro del sector de energías renovables representó aproximadamente 11.5 millones de personas, que trabajaron para el sector, tanto directa como indirectamente, en el año 2019, y que ha representado un crecimiento constante desde el año 2012, en que comenzó a ser medido (International Renewable Energy Agency, 2020).

Los fabricantes y proveedores (FP) están representados por las todas las empresas dedicadas a la fabricación, venta, instalación y mantenimiento de arquitectura energética, soluciones de red y servicios digitales que crean una propuesta de valor diferenciada contra sus competidores. Entre los principales equipos producidos dentro de la cadena de valor de los fabricantes se tiene a los módulos fotovoltaicos, paneles solares híbridos, *kits* solares fotovoltaicos, sistemas de fijación, inversores, sistemas de vigilancia para instalación fotovoltaica, paneles térmicos, calentadores de agua solares, *kits* solares térmicos, aerogeneradores, entre otros.

El Banco Mundial (BM) es una organización multinacional conformada por 189 países miembros, con personal en más de 170 países y oficinas en más de 130 lugares. Entre sus objetivos, esta organización busca reducir la pobreza mundial y generar prosperidad compartida en los países en desarrollo (Banco Mundial, 2020). El Banco Mundial ha logrado un compromiso con los países para implementar los enfoques que mejor se adecuen a sus necesidades, respaldando las innovaciones tecnológicas, financieras y normativas que pueden ayudar a acelerar la ampliación de servicios eléctricos que generen confiabilidad y en fácil acceso de las poblaciones más vulnerables para acabar con la pobreza energética en el mundo. El Banco Mundial (2020) describe algunas de las acciones más representativas dentro de su plan de erradicar la escasez energética y los esfuerzos dirigidos como parte de la transición hacia el desarrollo de energías limpias.

- Entre los ejercicios de 2014 y 2018, el Banco Mundial suministró más de 11 500 millones de dólares en financiamiento para proyectos nuevos en energías renovables y eficiencia energética, de los cuales, 5 000 millones de dólares estuvo destinado para programas de acceso a la energía.
- En ese periodo de tiempo contribuyó a mejorar el acceso a la electricidad de más de 45 millones de personas. Asimismo, en ese lapso financió en promedio un 25 % del total de proyectos de minirredes solares en países en desarrollo.

Las Naciones Unidas (UN), representa a la mayor organización humanitaria existente. Fundada en 1945 tiene como objetivos principales el mantenimiento de la paz, la protección de los derechos humanos y promover el desarrollo sostenible, a través de la cooperación internacional para poner solución a los problemas de carácter económico, social y cultural en todo el mundo (Naciones Unidas, 2020). Dentro de los objetivos de desarrollo sostenible, iniciativa impulsada por las Naciones Unidas en el 2015, para ser alcanzadas en los próximos 15 años, se propone el objetivo número 7 que plantea garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna. Adicionalmente, las Naciones Unidas plantea lograr al 2030 el aumento considerable de la proporción de energía renovable respecto al total de todas las fuentes energéticas; asimismo, se plantea también duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.

Considerando a los actores del listado de la tabla 17 se construirá el plano de influencias y dependencias de actores ingresando el listado de actores y la matriz de influencias entre los actores al *software* del MACTOR. Las relaciones de fuerza serán calculadas por el programa teniendo en cuenta los resultados de la matriz de doble entrada sobre la influencia directa e indirecta de un actor sobre el otro, es decir que un actor puede actuar sobre otro por intermediación de un tercero.

La tabla 19 siguiente muestra una matriz de doble entrada completa, con las relaciones de influencia, cuya calificación se realizó usando la escala propuesta por Godet y Durance (2011). Cada valor asignado debe responder sobre el nivel de influencia de un actor sobre el otro.

- a) 0 = “Sin influencia”
- b) 1 = Relación a nivel de procesos
- c) 2 = Relación a nivel de proyectos
- d) 3 = Relación a nivel de misión
- e) 4 = Relación a nivel de existencia

Las estimaciones para el llenado de la matriz de doble entrada fueron generadas a partir del material bibliográfico, que contienen una autoría privilegiada para cada investigación, entre ellos a las principales organizaciones y entes de todo el mundo, conformando las principales fuentes bibliográficas de la presente investigación y que también han sido nombrados en el listado de actores de la tabla 18. En este caso se prescindió de las encuestas a expertos, considerando su tiempo limitado y el hecho que este tiempo se estaba reservando para las encuestas de la cuarta etapa del estudio posterior al análisis MACTOR. Asimismo, se considera que el soporte bibliográfico será lo suficientemente concreto para determinar potenciales niveles de influencia entre cada uno de los actores, según la escala propuesta por Godet y Durance (2011).

Tabla 19. Matriz de influencias entre actores

Actores	AI	ONG	EP	GN	UI	OI	OM	SC	ME	TR	FP	BM	NU
AI		0	2	1	2	1	1	1	2	4	3	1	0
ONG	1		1	2	2	0	2	3	2	3	0	1	1
EP	2	0		2	3	2	3	2	2	4	2	0	0
GN	2	1	2		3	1	1	2	4	4	2	0	0
UI	3	1	2	3		4	3	0	1	4	4	1	1
OI	0	0	2	1	2		0	0	1	2	2	1	1
OM	2	2	3	2	2	2		1	3	1	3	1	2
SC	1	2	4	2	3	3	1		1	0	1	3	3
ME	2	1	2	2	1	0	1	0		1	2	0	0
TR	3	3	2	3	3	2	2	0	1		2	3	3
FP	2	0	1	1	2	1	2	0	0	1		2	1
BM	0	1	0	2	0	2	2	2	0	2	0		0
NU	1	2	1	2	1	1	2	2	1	2	0	0	

En la tabla se muestra el número “0” treinta veces, que implica una nula o poca influencia entre algunos de los actores sobre las demás. Por otro lado, el número “1” se contabiliza 43 veces, que simboliza una notoria influencia entre los actores sobre sus procesos; por su lado, el número “2” se repite 52 veces, que representa una alta intensidad de influencia que puede poner en riesgo el éxito de los proyectos de algunos de los actores. Es importante resaltar que los números “3” y “4” se repiten 22 y 8 veces respectivamente, lo que significa que algunos de los actores tienen una influencia muy relevante sobre otros actores, que podría inclusive poner en riesgo la misión y existencia de varios de ellos.

A continuación, se presenta la figura 67, que muestra el plano de influencias/dependencias obtenidas por el *software* Lipsor MACTOR luego que se introdujeron los resultados de la matriz de influencias.

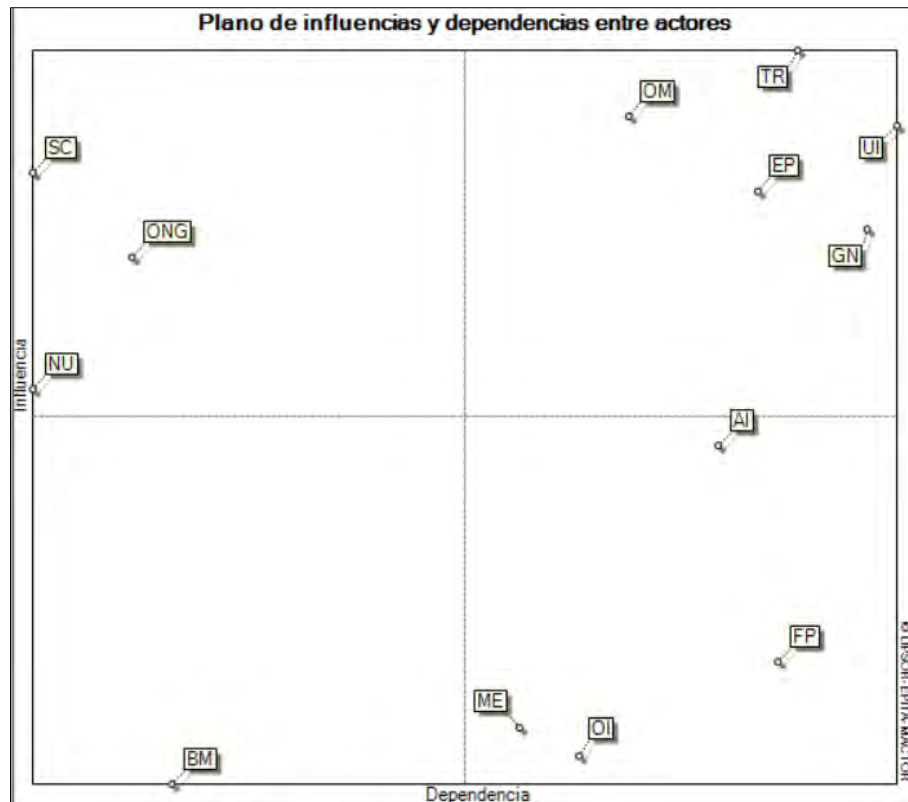


Figura 67. Plano de influencia-dependencia de actores usando el Lipsor MACTOR

Fuente: Lipsor - MACTOR

En el sector de los actores dominantes, es decir aquellos actores que ejercen mucha influencia y poca dependencia, se encuentran la “sociedad civil”, compuesto por los consumidores principalmente, “organismos no gubernamentales”, y a las “Naciones Unidas”. En el sector de los actores autónomos, aquellos que no son ni influyentes ni dependientes, se encuentra el “Banco Mundial”. Por su lado, en el sector de actores dominados, caracterizados por ser poco influyentes y muy dependientes, se ubican las “asociaciones industriales”, “fabricantes y proveedores”, “ministerios de energía” y “organizaciones internacionales de investigación”. Finalmente, en el cuadrante de los actores muy influyentes y muy dominantes, conocidos como actores de enlace, se encuentran los “grupos de trabajadores”, “organizaciones medioambientales”, “universidades e institutos técnicos”, “empresas privadas” y “gobiernos nacionales”. A partir de este análisis, y para el objetivo de esta investigación, se tomarán los actores de enlace como aquellos de mayor relevancia para poder formular las hipótesis que ayudarán luego a la construcción de los escenarios posibles, sin embargo, estos resultados no tienen que ser concluyentes y la formulación de hipótesis podría involucrar a algunos actores de otros sectores también, sustentando el razonamiento bajo una reflexión previa. Es en este caso, donde los actores dominantes, también jugarán un rol importante para efectos que las hipótesis formuladas puedan entregar los resultados fehacientes esperados.

4.4. Formulación de hipótesis y construcción de escenarios futuros – SMIC

A partir de las variables clave, obtenidas del análisis de los ejes de Schwartz, y los actores dominantes y de enlace, obtenidas del análisis de juego de actores, se dará inicio a la primera fase de esta etapa, que consiste en la formulación de seis hipótesis fundamentales. Se debe recordar que las características que se deben cumplir simultáneamente para cada una de las hipótesis formuladas son: pertinencia, coherencia, verosimilitud, importancia y transparencia (Godet, 2000).

La tabla 20 muestra el listado de actores dominantes y de enlace, que representan el conjunto de actores seleccionados para la formulación de las hipótesis y que se obtuvieron con los resultados del *software* Lipsor MACTOR.

Tabla 20. Listado de actores seleccionados para formulación de hipótesis

Nº	Actores	Alias
1	Asociaciones Industriales	AI
2	Organismos no Gubernamentales	ONG
3	Empresas Privadas	EP
4	Gobiernos Nacionales	GN
5	Universidades e Institutos Técnicos	UI
6	Organizaciones Medioambientales	OM
7	Sociedad civil - Consumidores	SC
8	Grupos de Trabajadores	TR
9	Naciones Unidas	NU

La tabla 21 muestra el listado de variables clave, obtenidas con el análisis de ejes de Schwartz, que servirán para la formulación de hipótesis. Para efectos de conservar el orden inicial del listado total de variables y hacer relaciones rápidas con las tablas anteriores del análisis de los ejes de Schwartz, cada variable del presente listado conservará su número correlativo de origen.

Seguidamente, la interacción entre dos o más variables clave de la tabla 21 con uno o más actores de influencia de la tabla 20 generará como resultado la formulación de las siguientes hipótesis para el sector de energías renovables. Es importante mencionar que la influencia de los grupos de actores de mayor influencia dará como resultado una hipótesis que cumpla con los requisitos que propone Godet (2000). En esta fase, el análisis PESTEL desarrollado anteriormente, será trascendental para el análisis y obtención de las hipótesis formuladas.

Tabla 21. Listado de variables clave

Nº	Clasificación	Variable
2	Política	Políticas para promover el uso y construcción de redes de ER
4	Política	Políticas en materia de descarbonización del planeta
5	Política	Políticas en materia de seguridad y eficiencia energética
7	Económico	Nuevos proyectos de inversión en ER en países desarrollados
8	Económico	Nuevos proyectos de inversión en ER en países emergentes
10	Económico	% de aporte de las ER al PBI global
11	Económico	Precio del petróleo como fuente energética convencional
12	Económico	Costos de capital para proyectos de ER
13	Económico	Costos de producción de energía con fuentes renovables
14	Económico	Costos de operación y mantenimiento de proyectos de ER
15	Económico	Empresas que comercializan productos/servicios en el sector
16	Económico	Precio de la potencia instalada al consumidor final
17	Social	Demanda global de energía eléctrica
18	Social	Empleabilidad mundial en ER
22	Social	Proyectos de desarrollo social por empresas dentro del sector
24	Social	Acceso a la energía eléctrica en zonas rurales y remotas
25	Social	Bienestar poblacional por desarrollo de ER
28	Tecnológica	Desarrollo de proyectos en energía eólica
31	Tecnológica	Desarrollo de tecnologías de almacenamiento eficaz de energía eléctrica
33	Tecnológica	Desarrollo de proyectos en Energía Hidroeléctrica
34	Tecnológica	Desarrollo de proyectos en Biomasa
35	Tecnológica	Desarrollo de proyectos en Energía Geotérmica
39	Ambiental	Emisión de gases contaminantes y efecto invernadero
40	Ambiental	Temperatura media del planeta

Seguidamente, se describen un conjunto de 8 hipótesis, obtenidas como resultado del análisis previo de información.

a) Hipótesis 1: Para el año 2050, el 70% de las emisiones globales de dióxido de carbono se reducirían, pasando de 34 gigatoneladas (Gt) de emisiones de CO₂, contabilizadas en el 2019, a unas 10 Gt para el horizonte planificado. Todo esto motivado por el uso de energías renovables y la reducción de la demanda de combustibles fósiles como el petróleo, gas natural y el carbón en un 60%. Esto también implicaría que para el 2050, las energías renovables y los logros en eficiencia energética ofrecerán juntos más del 90% en medidas de mitigación necesarias para reducir las emisiones de CO₂ necesarias y que ayudarán a mantener el incremento de la temperatura media del planeta por debajo de los 2°C.

b) Hipótesis 2: Para el año 2050, el indicador de bienestar global aumentaría 14% respecto al año actual, principalmente debido a una menor contaminación atmosférica con las consiguientes mejoras para la salud en todas las regiones. Este indicador de bienestar multidimensional refleja el bienestar humano, que abarca componentes económicos (consumo de hogares, inversión total, empleo), sociales (gasto en educación y salud) y medioambientales (emisión de gases de efecto invernadero y consumo de materiales).

c) Hipótesis 3: Para el año 2050, las regiones del Sudeste Asiático, América Latina, la Unión Europea y África Subsahariana estarán alcanzado mayores cuotas en el uso de energías renovables, entre el 70% y el 80%. Esto estaría motivado principalmente por el crecimiento de la energía solar y eólica, generando un incremento global de la participación de las renovables, pasando de un 25% cuantificado en el 2019 a un 85% para el 2050. Esta transición se traduciría también en que la proporción de energías renovables en los sectores de uso final (edificios, transporte, calefacción urbana, vehículos eléctricos, servicios ferroviarios) alcanzaría el 60% para el 2050.

d) Hipótesis 4: Para el año 2050, los sectores de industria, transporte y edificios utilizarán más energía renovable cambiando los modelos establecidos respecto a la flexibilidad del sistema energético. En la actualidad, la flexibilidad del sistema energético proviene sobre todo de la oferta, adaptando la capacidad de generación disponible a la demanda. Para el 2050 las innovaciones en el sector eléctrico permitirán que todo el sistema pueda ser flexible, no solo la oferta, sino también manejando la flexibilidad en la red y flexibilidad en la demanda. En este contexto, la capacidad de energía eólica y energía solar alcanzarían los 6000 GW y 8000 GW respectivamente al 2050, con los sistemas energéticos más flexibles e integrados que permitan maximizar el valor de las energías renovables variables de bajo costo, tanto solar como eólica.

e) Hipótesis 5: En pro de los intereses de lograr una transición energética, la inversión acumulada entre el 2021 y el 2050 alcanzaría los 100 billones de dólares, que incluiría inversiones en energía renovables, eficiencia energética, redes eléctricas y flexibilidad energética, entre otros recursos. Las inversiones acumuladas para incrementar la capacidad de generación de energía renovable alcanzarían los 25 billones de dólares contados desde el presente año. Respecto a la inversión acumulada en redes eléctricas y flexibilidad energética alcanzarían los 15 billones de dólares para el 2050. Por su lado, la inversión acumulada en buscar la mejor eficiencia energética habrá alcanzado un acumulado de 35 billones de dólares contados desde el presente año. Regionalmente, para el 2050, Asia Oriental registrará las mayores inversiones anuales en transformación energética, seguida por Norteamérica, registrando las inversiones más bajas en África Subsahariana y Oceanía.

f) Hipótesis 6: Para el año 2050, la transformación energética establecería alrededor de 75 millones de empleos que incluyen el ámbito de las energías renovables, la eficiencia energética, así como la mejora de las redes y la flexibilidad energética. Por otro lado, el sector de los combustibles fósiles atravesaría una pérdida de 8 millones de empleos, que serían compensados por la creación de nuevos empleos en el ámbito de las renovables. La cantidad de empleos, sólo dentro del sector de energías renovables, aumentaría a alrededor de 40 millones, considerando que en el 2018 se contabilizaron 11 millones de empleos a nivel global dentro del sector. Esto representaría también un incremento del 60% en todas las tecnologías asociadas, traduciéndose en un incremento del 14% sobre el empleo total en el sector energético. En términos generales, la industria de la energía representa una parte relativamente pequeña de la economía mundial (alrededor del 3% del empleo y el PIB), por lo que el porcentaje es bastante significativo, y por consiguiente la transición del sector energético para el 2050 se traduciría en una ganancia neta de 7 millones de empleos adicionales contemplando disminuciones y aumentos de nuevos empleos en todos los sectores de la economía.

g) Hipótesis 7: Para el año 2050, un nuevo sistema energético transformado generaría un aumento del número de vehículos eléctricos funcionando en el sector transporte, pasando de alrededor de 8 millones contabilizados en el 2019 a más de 1000 millones de vehículos eléctricos. En este ámbito, la electricidad se convertiría en el portador principal de energía, pasando de una participación actual del 20% del consumo final (industria, transporte, edificios) a casi 50% de participación, significando también aumentos de la participación de las energías renovables en la generación de energía eléctrica, pasando de un 26% actual a un 85% para el 2050. Este aumento se está acelerando por la disminución de los costos en el desarrollo de las renovables. Aproximadamente el 80% de la energía solar fotovoltaica y los proyectos eólicos que se pusieron en marcha a partir del 2020 producirán electricidad más barata que cualquier alternativa de combustible fósil.

h) Hipótesis 8: Para el 2050, la demanda global de energía primaria aumentaría de 600 exajoules (EJ), consumidos actualmente, a 700 EJ. En este ámbito, el consumo de combustibles fósiles se reduciría de 490 EJ, consumidos actualmente, a 200 EJ. La mayor reducción de consumo tendría lugar en el carbón, con una disminución del 80% respecto al presente año. El petróleo vería la segunda mayor reducción, con una disminución del 60%. Finalmente, el consumo de gas natural vería reducciones globales de 40% respecto al presente año.

Con las hipótesis formuladas, y para efectos del estudio metodológico, se procedió a seleccionar 6 hipótesis que combinen el análisis cuantitativo y cualitativo más relevante y que tendrían el mayor impacto de acuerdo con cada una de las dimensiones del análisis PESTEL desarrollado anteriormente.

La tabla 22, a continuación, muestra la selección de las hipótesis más relevantes, con una descripción sintetizada que resume la idea principal de cada hipótesis. Estas hipótesis sintetizadas servirán luego como insumo para la elaboración de encuestas como parte del procedimiento con el *software* SMIC.

Tabla 22. Listado de hipótesis seleccionados

N°	Hipótesis
H1	Para el año 2050, el 70% de las emisiones globales de dióxido de carbono se reducirían, pasando de 34 gigatoneladas (Gt) de emisiones de CO ₂ , contabilizadas en el 2019, a unas 10 Gt para el horizonte planificado.
H2	Para el año 2050, las regiones del Sudeste Asiático, América Latina, la Unión Europea y África Subsahariana estarán alcanzado mayores cuotas en el uso de energías renovables, entre el 70% y el 80%.
H3	La inversión acumulada entre el año 2021 y el año 2050 alcanzaría los 100 billones de dólares, que incluiría principalmente inversiones en energía renovables, eficiencia energética, redes eléctricas y flexibilidad energética.
H4	Para el año 2050, la transformación energética establecería alrededor de 75 millones de empleos que incluyen el ámbito de las energías renovables, la eficiencia energética, así como la mejora de las redes y la flexibilidad energética.
H5	Para el año 2050, un nuevo sistema energético transformado generaría un aumento del número de vehículos eléctricos funcionando en el sector transporte, pasando de alrededor de 8 millones contabilizados en el 2019 a más de 1000 millones de vehículos eléctricos.
H6	Para el año 2050, la demanda global de energía primaria aumentaría de 600 exajoules (EJ), consumidos actualmente, a 700 EJ. En este ámbito, el consumo de combustibles fósiles se reduciría de 490 EJ, consumidos actualmente, a 200 EJ.

Para efectos de la aplicación del *software* SMIC, la tabla 23 representa la descripción de título largo y título corto que se usó para la definición de cada una de las hipótesis antes de ser ingresado al *software*. Cada descripción del título largo está orientada a una probabilidad de ocurrencia al año 2050.

Seguidamente, las figuras 68, 69 y 70 representan el formato de las encuestas en hoja *Excel* y la escala analógica usada para la evaluación de probabilidades simples y cruzadas entre cada hipótesis, por cada etapa, que fueron enviadas al listado de encuestados. La solicitud de encuesta enviada a los expertos para la evaluación de probabilidades se puede visualizar en el Anexo D. Esto también fue acompañado de una llamada telefónica a cada uno de los especialistas referentes del sector para realizar una breve explicación y resolución de dudas que podrían haberse generado durante la resolución de las encuestas.

Tabla 23. Descripción de hipótesis para software SMIC

Nº	Título Largo	Título corto
1	Las emisiones globales de dióxido de carbono se reducirían en 70% para el año 2050.	Ambiental
2	El uso de energías renovables alcanzará cuotas entre el 70% y 80% para el año 2050.	Cuota
3	La inversión acumulada en la transición energética alcanzará los 100 billones de dólares para el año 2050.	Inversión
4	La transformación energética al año 2050 establecería alrededor de 75 millones de empleos relacionados al uso de energías renovables.	Empleo
5	El número de vehículos eléctricos funcionando en el sector transporte superaría los 1000 millones a nivel global para el año 2050.	Tecnología
6	La demanda global de energía primaria alcanzaría los 700 exajoules (EJ) para el año 2050.	Consumo

PROBABILIDADES SIMPLES	
HIPOTESIS	PROBABILIDADES
1. Ambiental	
2. Cuota	
3. Inversión	
4. Empleo	
5. Tecnología	
6. Consumo	

← COMPLETAR

La pregunta es : ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia de la hipótesis "i" para el 2050?

ESCALA A USAR				
MUY IMPROBABLE	POCO PROBABLE	DUDA	PROBABLE	MUY PROBABLE
0.1	0.3	0.5	0.7	0.9

Figura 68. Encuesta de probabilidades independientes

Luego, la tabla 24, muestra el listado de ingenieros especialistas encuestados. Debido a que el conjunto de expertos maneja un nivel equiparado de conocimiento dentro del sector de energías renovables, el peso que se le asignará a cada uno será el mismo, sin hacer mayor distinción o preponderancia de las respuestas de un especialista respecto a otro. Tener presente que parte de este listado de especialistas también tuvo participación en la encuesta de los ejes de Schwartz, lo que indica que el tema de investigación no era nuevo para la gran mayoría de encuestados durante esta etapa, generando un ambiente de comodidad, asertividad y congruencia para la resolución de las encuestas.

PROBABILIDADES COMBINADAS DE OCURRENCIA VS OCURRENCIA						
HIPOTESIS	1. Ambiental	2. Cuota	3. Inversión	4. Empleo	5. Tecnología	6. Consumo
1. Ambiental						
2. Cuota						
3. Inversión						
4. Empleo						
5. Tecnología						
6. Consumo						

ESCALA A USAR				
MUY IMPROBABLE	POCO PROBABLE	DUDA	PROBABLE	MUY PROBABLE
0.1	0.3	0.5	0.7	0.9

Aca se evalua la probabilidad de ocurrencia de una hipótesis con respecto a la ocurrencia de otra hipótesis.
 La pregunta es: Si en el 2050 ocurre la hipótesis "i" (columnas), ¿cuál es la probabilidad de ocurrencia de las siguientes hipótesis (filas)?

CELDAS RELLENADAS EN PLOMO NO SE CALIFICAN

Ejemplo
 ¿Si en el 2050 ocurre la hipótesis 3. Inversión, cual es la probabilidad de ocurrencia de la hipótesis 4. Empleo?
 Se rellena la celda con la probabilidad evaluada.

3.inversion
 ↓
 4.Empleo →

COMPLETAR ↑

Figura 69. Encuesta de probabilidades cruzadas – Ocurrencia vs Ocurrencia

PROBABILIDADES COMBINADAS DE OCURRENCIA VS OCURRENCIA						
HIPOTESIS	1. Ambiental	2. Cuota	3. Inversión	4. Empleo	5. Tecnología	6. Consumo
1. Ambiental						
2. Cuota						
3. Inversión						
4. Empleo						
5. Tecnología						
6. Consumo						

ESCALA A USAR				
MUY IMPROBABLE	POCO PROBABLE	DUDA	PROBABLE	MUY PROBABLE
0.1	0.3	0.5	0.7	0.9

Aca se evalua la probabilidad de ocurrencia de una hipótesis con respecto a la NO ocurrencia de otra hipótesis.
 La pregunta es: Si en el 2050 NO ocurre la hipótesis "i" (columnas), ¿cuál es la probabilidad de ocurrencia de las siguientes hipótesis (filas)?

CELDAS RELLENADAS EN PLOMO NO SE CALIFICAN

Ejemplo
 ¿Si en el 2050 NO ocurre la hipótesis 3. Inversión, cual es la probabilidad de ocurrencia de la hipótesis 4. Empleo?
 Se rellena la celda con la probabilidad evaluada.

3.inversion
 ↓
 4.Empleo →

COMPLETAR ↑

Figura 70. Encuesta de probabilidades cruzadas – Ocurrencia vs No Ocurrencia

Tabla 24. Lista de encuestados para procedimiento SMIC

N°	Apellido	Nombre	Grupo	Peso
1	Giraldo	Angel	Referente	1
2	Forttini	Fabricio	Referente	1
3	Canasa	Adrián	Referente	1
4	Almeyda	Julio	Referente	1
5	Heredia	Victor	Referente	1
6	Gutierrez	Julio	Referente	1
7	Agreda	Cristian	Referente	1
8	Figuroa	Mairon	Referente	1
9	Susanibar	Percy	Referente	1
10	Leith	Percy	Referente	1
11	Russo	Gabriel	Referente	1
12	Quinto	Luis	Referente	1

Una vez ingresados todos los *inputs* de información necesario al *software*, este brinda el listado de escenarios ordenados por la probabilidad de ocurrencia de mayor a menor donde se debe hacer un reconocimiento y separación de los escenarios probables de los improbables. La Figura 71 muestra un extracto del histograma de probabilidad de los escenarios de mayor probabilidad, para todo el conjunto de expertos, que se obtiene como resultado principal del *software* SMIC. El Anexo E mostrará todo el informe e histograma de probabilidad para el conjunto de expertos, emitido por el *software* SMIC.

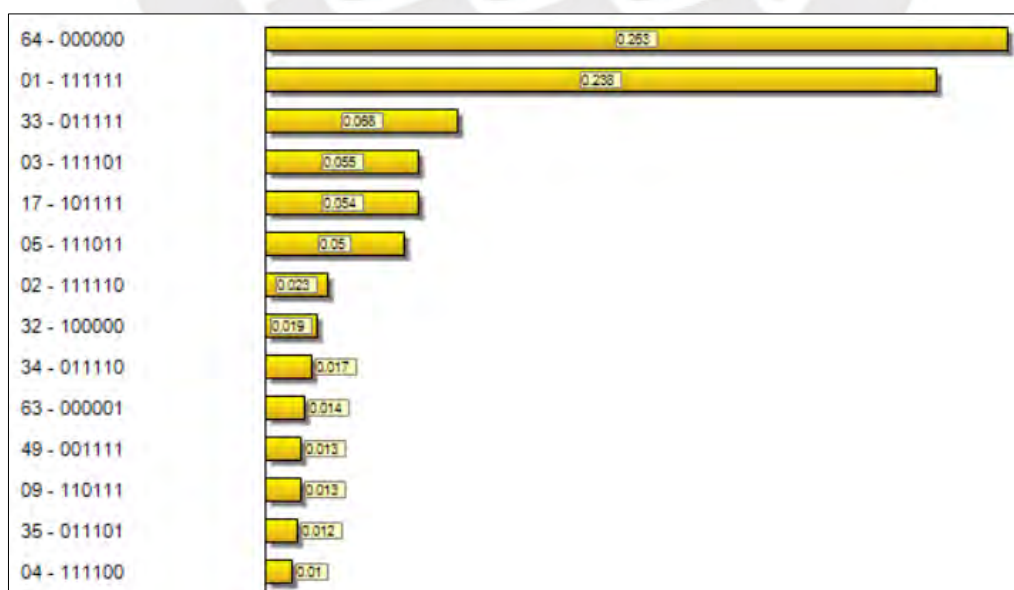


Figura 71. Extracto de histograma de probabilidad de escenarios

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

Al obtener los escenarios más probables bajo el orden jerárquico entregado por el *software* SMIC, el siguiente paso es analizar cada uno de ellos. Este nuevo proceso requiere del criterio y discernimiento del investigador para determinar cuántos y cuáles serán los escenarios tomados en cuenta. El resultado de esta selección conllevará a la redacción o escritura de los escenarios de mayor probabilidad. Antes de pasar al análisis de los escenarios obtenidos, la figura 72 presenta los gráficos de probabilidades simples que se obtienen del *software* SMIC. Cada barra indica los valores de porcentaje sobre el total de expertos que estuvieron de acuerdo con una determinada escala de calificación.

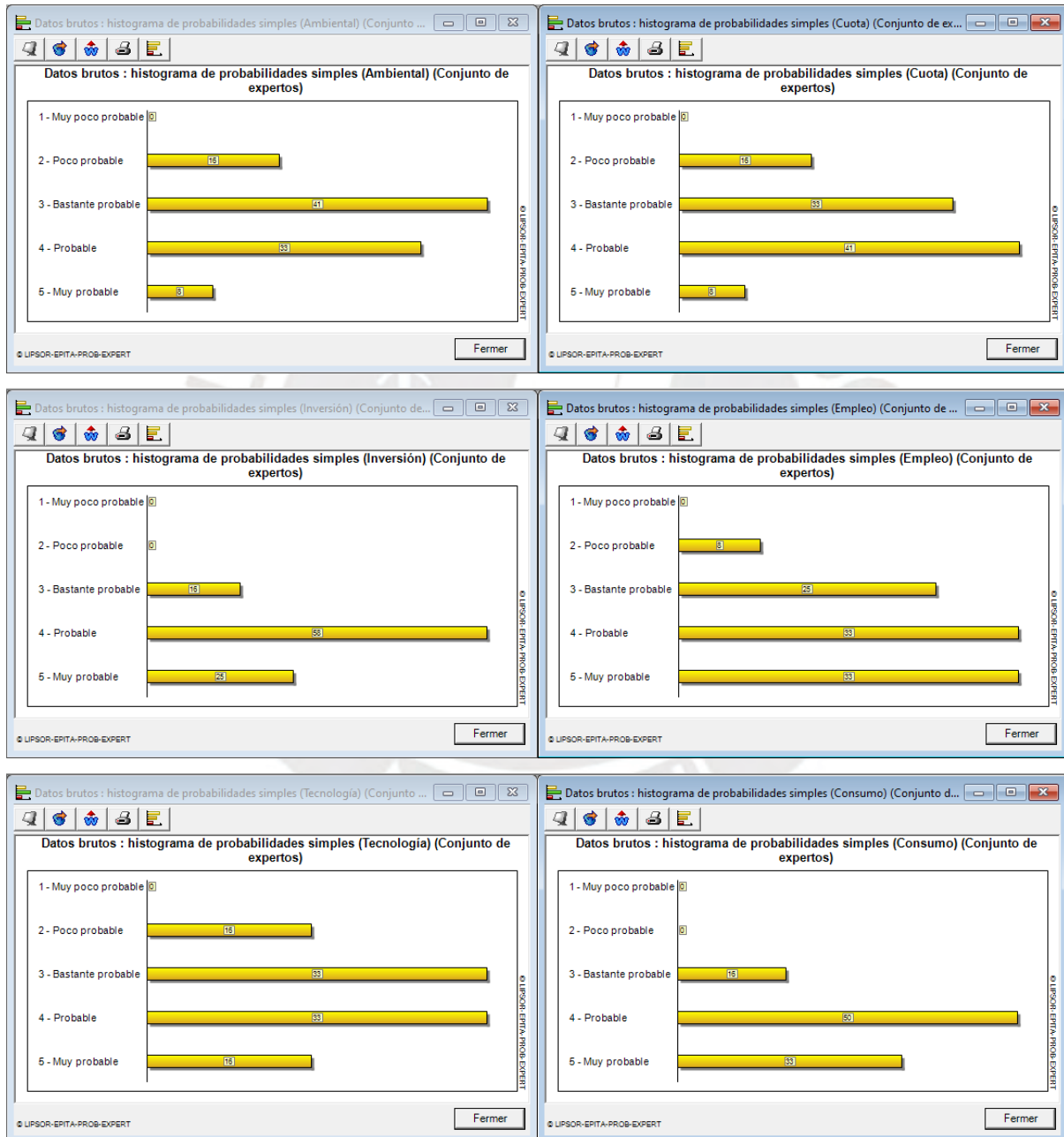


Figura 72. Histograma de probabilidades simples para cada hipótesis

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

Es importante mencionar que los gráficos de barras otorgados por el *software* SMIC denotan la escala “bastante probable”, que para nuestro análisis sería el equivalente a la escala “duda”. Estos gráficos servirán para sustentar los resultados de las probabilidades de ocurrencia que se obtuvieron por separado a través del *software* SMIC. A continuación, la tabla 25 muestra estos resultados.

Tabla 25. Probabilidad de ocurrencia de hipótesis para el año 2050

Hipótesis de Futuro	Probabilidad de Ocurrencia
La demanda global de energía primaria alcanzaría los 700 exajoules (EJ) para el año 2050.	60.5%
La inversión acumulada en la transición energética alcanzará los 100 billones de dólares para el año 2050	60.4%
La transformación energética al año 2050 establecería alrededor de 75 millones de empleos relacionados al uso de energías renovables.	57.6%
El uso de energías renovables alcanzará cuotas entre el 70% y 80% para el año 2050.	55.4%
Las emisiones globales de dióxido de carbono se reducirían en 70% para el año 2050.	54.6%
El número de vehículos eléctricos funcionando en el sector transporte superaría los 1000 millones a nivel global para el año 2050.	54.1%

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

Como se observa, la probabilidad de ocurrencia de las hipótesis de forma aislada, indica que la mayoría de los expertos estuvieron de acuerdo en que las hipótesis eran probables de ocurrencia, pues la mayor parte de las respuestas se encuentran en el rango de calificación de “duda” y “probable”. Solo un menor porcentaje de encuestados estuvieron fuera de ese rango. Es importante mencionar que la percepción de los expertos al momento de responder las encuestas estuvo validada por la investigación exhaustiva que se realizó para formular hipótesis de calidad, y que fueron elaboradas a partir de una literatura compuesta por datos estadísticas y opiniones bien definidas. Pasando al análisis de los escenarios obtenidos, la tabla 26, muestra el ordenamiento de los escenarios de mayor a menor probabilidad, en el cual se puede observar, que en solo los primeros cinco escenarios de mayor probabilidad se concentran más del 67.8% de la probabilidad de ocurrencia total, por ello, se utilizarán estos escenarios para la

toma de decisiones posteriores, con el fin que las empresas y organizaciones asociadas al sector de las energías renovables puedan desarrollar planes estratégicos que entreguen los rendimientos deseados.

Tabla 26. Listado de escenarios con mayor concentración de probabilidad

Escenario	Ensamble de expertos	Escenario	Ensamble de expertos
64 - 000000	26.3%	28 - 100100	0.3%
01 - 111111	23.8%	51 - 001101	0.3%
33 - 011111	6.8%	57 - 000111	0.3%
03 - 111101	5.5%	61 - 000011	0.3%
17 - 101111	5.4%	08 - 111000	0.2%
05 - 111011	5.0%	18 - 101110	0.2%
02 - 111110	2.3%	23 - 101001	0.2%
32 - 100000	1.9%	24 - 101000	0.2%
34 - 011110	1.7%	29 - 100011	0.2%
63 - 000001	1.4%	30 - 100010	0.2%
09 - 110111	1.3%	36 - 011100	0.2%
49 - 001111	1.3%	43 - 010101	0.2%
35 - 011101	1.2%	50 - 001110	0.2%
04 - 111100	1.0%	53 - 001011	0.2%
25 - 100111	1.0%	54 - 001010	0.2%
06 - 111010	0.9%	56 - 001000	0.2%
41 - 010111	0.9%	12 - 110100	0.1%
48 - 010000	0.9%	47 - 010001	0.1%
60 - 000100	0.9%	10 - 110110	0.0%
15 - 110001	0.8%	14 - 110010	0.0%
27 - 100101	0.7%	20 - 101100	0.0%
07 - 111001	0.6%	26 - 100110	0.0%
19 - 101101	0.6%	31 - 100001	0.0%
21 - 101011	0.6%	38 - 011010	0.0%
13 - 110011	0.5%	39 - 011001	0.0%
52 - 001100	0.5%	42 - 010110	0.0%
59 - 000101	0.5%	44 - 010100	0.0%
11 - 110101	0.4%	45 - 010011	0.0%
37 - 011011	0.4%	46 - 010010	0.0%
40 - 011000	0.4%	55 - 001001	0.0%
16 - 110000	0.3%	58 - 000110	0.0%
22 - 101010	0.3%	62 - 000010	0.0%

Fuente: *software Smic-Prob-Expert*

Seguidamente, la tabla 27 describe los escenarios más probables para el sector de Energías Renovables para el año 2050 y las hipótesis de futuro relacionadas que facilitan la descripción de dichos escenarios. Como se puede observar, el escenario más probable es el “64-000000”. Cada número “0” del código significa que la hipótesis no se cumple, siendo el primer “0” la primera hipótesis; es decir, se espera

que al 2050 las emisiones globales de dióxido de carbono no puedan alcanzar la reducción esperada del 70%. El segundo número “0” representa a la segunda hipótesis, el tercer “0” a la tercera hipótesis y así sucesivamente. De esta forma el escenario “64”, de mayor probabilidad, con código “000000”, es aquel donde no se cumplen ninguna de las hipótesis. Por otro lado, el segundo escenario de mayor probabilidad, “01”, con código 111111, es aquel donde se cumplen todas las hipótesis formuladas. Los 64 escenarios tienen un código y cada uno indica una realidad distinta para el futuro.

Tabla 27. Escenarios de mayor probabilidad para la toma de decisiones

Hipótesis de Futuro	Escenarios				
	64 - 000000	01 - 111111	33 - 011111	03 - 111101	17 - 101111
Las emisiones globales de dióxido de carbono se reducirían en 70% para el año 2050.	×	✓	×	✓	✓
El uso de energías renovables alcanzará cuotas entre el 70% y 80% para el año 2050.	×	✓	✓	✓	×
La inversión acumulada en la transición energética alcanzará los 100 billones de dólares para el año 2050.	×	✓	✓	✓	✓
La transformación energética al año 2050 establecería alrededor de 75 millones de empleos relacionados al uso de energías renovables.	×	✓	✓	✓	✓
El número de vehículos eléctricos funcionando en el sector transporte superaría los 1000 millones a nivel global para el año 2050.	×	✓	✓	×	✓
La demanda global de energía primaria alcanzaría los 700 exajoules (EJ) para el año 2050.	×	✓	✓	✓	✓
Probabilidad de Ocurrencia	26.3%	23.8%	6.8%	5.5%	5.4%

La escritura de los escenarios más probables se puede derivar del cuadro anterior. El escenario “64” con código “000000”, como se indicó antes, representa el escenario de mayor probabilidad, donde ninguna de las hipótesis formuladas se cumple. Este escenario denominado “*Tradicional*” es el reflejo de una alta influencia y dependencia que guardan las hipótesis entre sí, traduciéndose en la alta probabilidad de ocurrencia de una hipótesis respecto a la ocurrencia de otra hipótesis y de forma contraria la probabilidad muy baja que ocurra una hipótesis cuando no ocurra otra hipótesis. Combinando estas probabilidades condicionales con las estimaciones discretas presentadas en el cuadro de probabilidades de ocurrencia de hipótesis por separado, con estimaciones en el rango de “duda” y “probable” es razonable ver que el *software* Smic-Prob-Expert ha determinado este escenario como el más conservador, es decir aquel en donde ninguna de las hipótesis planteadas, que buscan un efecto positivo sobre el planeta a través de las energías renovables, puedan suceder, es decir que las hipótesis formuladas no alcancen para el año 2050 los objetivos deseados. Este escenario considera, como su nombre lo indica, una trayectoria tradicional de la transición energética y una baja o moderada penetración de las energías renovables dentro del sector energético. Este escenario solo persigue el despliegue de tendencias actuales en el campo de las energías renovables y no cumple con los niveles estadísticos que proponen alcanzar cada una de las hipótesis formuladas.

El segundo escenario más probable es el “01” con el código “111111”. Este escenario demuestra un efecto total contrario a lo esperado en el escenario “64”. Este escenario denominado “*Ideal*” es aquel que refleja un desarrollo atento y vigilante de la transición energética global, basado en la consolidación de las energías renovables como principal protagonista del cambio, y en donde la realización de todas las hipótesis formuladas suponen el gran avance deseado de las energías renovables al año 2050. Este escenario denota una alta penetración de las energías renovables, dando la posibilidad que las energías renovables se incorporen de manera óptima, minimizando costos totales del sistema eléctrico, desplegando más alternativas en recursos renovables junto a mayores inversiones y estableciendo millones de nuevos empleos; alcanzado también un mayor porcentaje de participación de la energía renovable en cada región del mundo, promoviendo una reducción notable de las emisiones globales de dióxido de carbono y generando la expansión del nuevo sistema energético, reflejado en el aumento del número de vehículos eléctricos funcionando dentro del sector transporte para el 2050.

El tercer escenario más probable es el “33” con el código “011111” es muy similar al escenario “01”, donde se cumplen la mayoría de supuestos formulados, sin embargo se rechaza la hipótesis Ambiental, es decir, que las emisiones globales de dióxido de carbono no alcancen para el año 2050 una reducción del 70% respecto a la emisiones generadas del presente año. Este escenario es denominado “*Caliente*”, puesto que el objetivo de alcanzar una reducción de emisiones de dióxido de carbono en ese rango de porcentaje ayudarían a mantener el incremento de la temperatura media del planeta por debajo de los 2°C, promovido en el Acuerdo de París del 2015, donde se establece un marco global para evitar un

cambio climático peligroso mateniendo el calentamiento global mateniendo su nivel de incremento a 1.5°C, y donde la tranformación energética basada en las energías renovables, jugaría un rol importante para el cumplimiento de dicho fin. Este escenario sigue atento y vigilante al desarrollo y cumplimiento de las demas hipótesis formuladas, pero el reforzamiento en la capacidad de los países para hacer frente a los efectos del cambió climático no sería suficiente.

A continuación, la figura 73 muestra, refuerza la ocurrencia de este escenario, mostrando el resultado del *software* SMIC para la evaluación de probabilidades simples, donde se observa que la mayoría de encuestados (42%) estimó como “duda” (equivalente para “bastante probable”, según nuestra escala usada), a la ocurrencia de la hipótesis Ambiental.

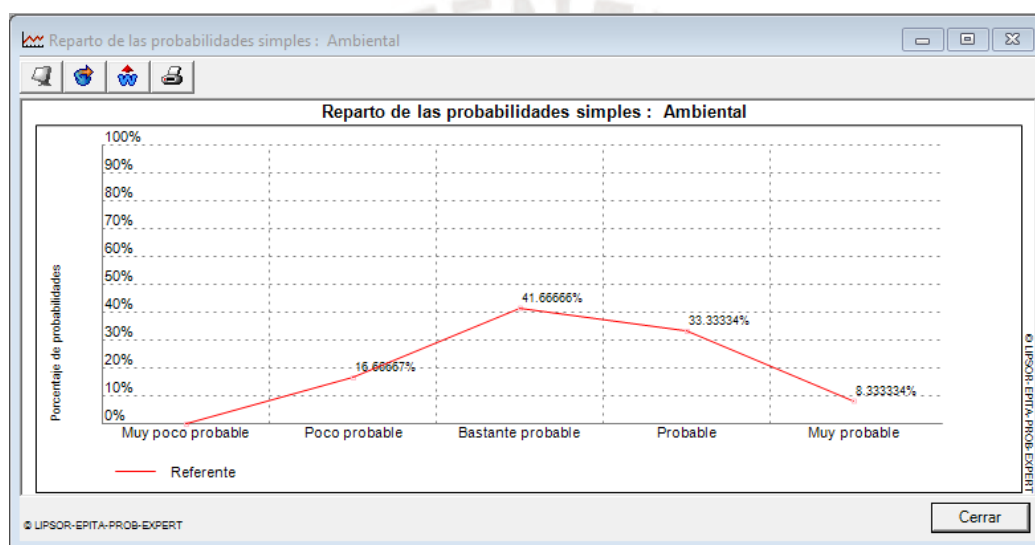


Figura 73. Reparto de probabilidades simples para hipótesis Ambiental

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

Por otro lado el histograma de sensibilidad de influencias otorgado por el *software* SMIC, mostrado en la figura 74, indica que la hipótesis Inversión es la más influyente y la hipótesis Ambiental es la menos influyente. Esto no servirá para analizar el impacto de la no ocurrencia de la hipótesis Ambiental respecto a la ocurrencia de las demás hipótesis. Lo que se esperaría a primera instancia es que al no realizarse la hipótesis Ambiental, los histogramas demuestran que existe una alta independencia respecto a los otros escenarios. Tener presente que en las figuras a continuación, la barra de categoría “independiente” hace referencia a la cantidad de encuestados que consideraron que entre ambas hipótesis no existe relación o influencia. El *software* Smic-Prob-Expert, considera esta inexistencia de relación o influencia para aquellas calificaciones de probabilidad en la que la probabilidad estimada es igual a la probabilidad simple de cada hipótesis.



Figura 74. Histograma de Sensibilidad de Influencias

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

A continuación, las figuras 75, 76, 77, 78 y 79 muestra los histogramas de probabilidades condicionales de la no realización de la hipótesis Ambiental, respecto a las demás hipótesis, para analizar el comportamiento de independencia y dependencia.

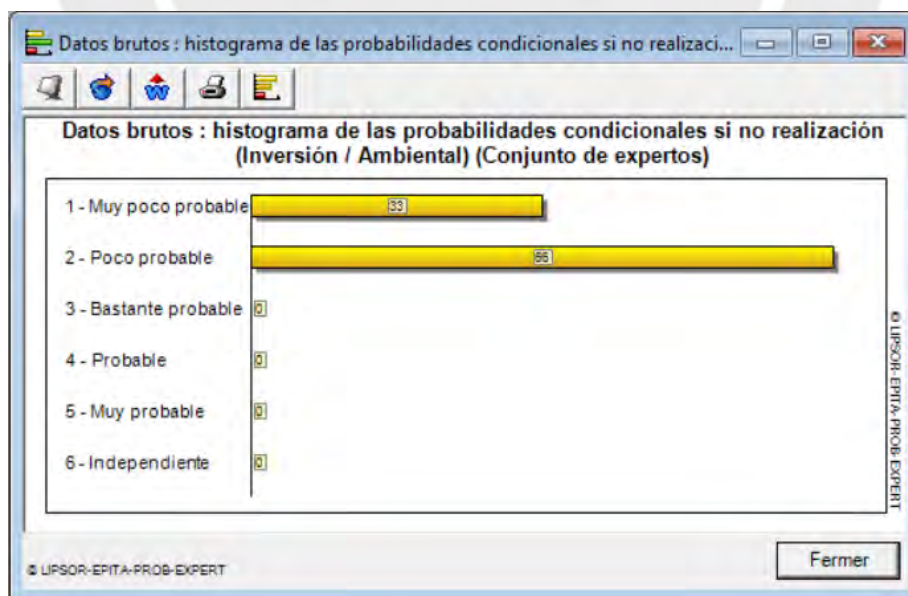


Figura 75. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Inversión-Ambiental)

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

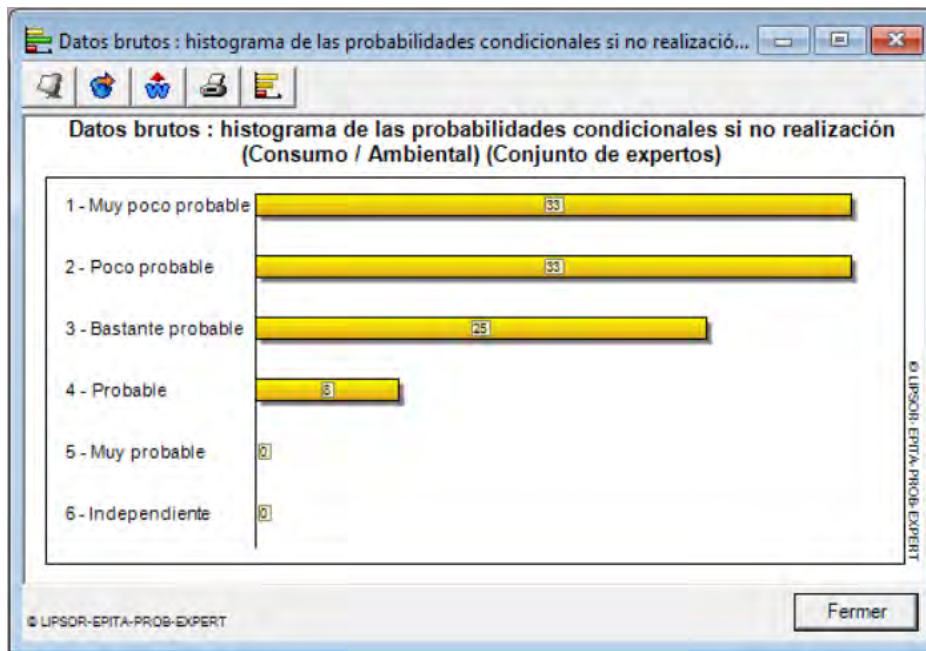


Figura 76. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Consumo-Ambiental)

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

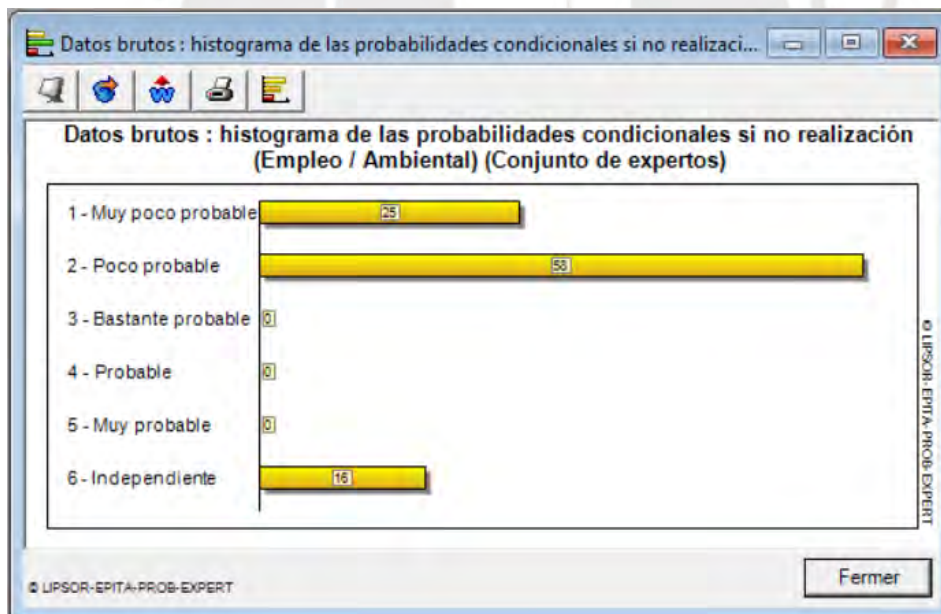


Figura 77. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Empleo-Ambiental)

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

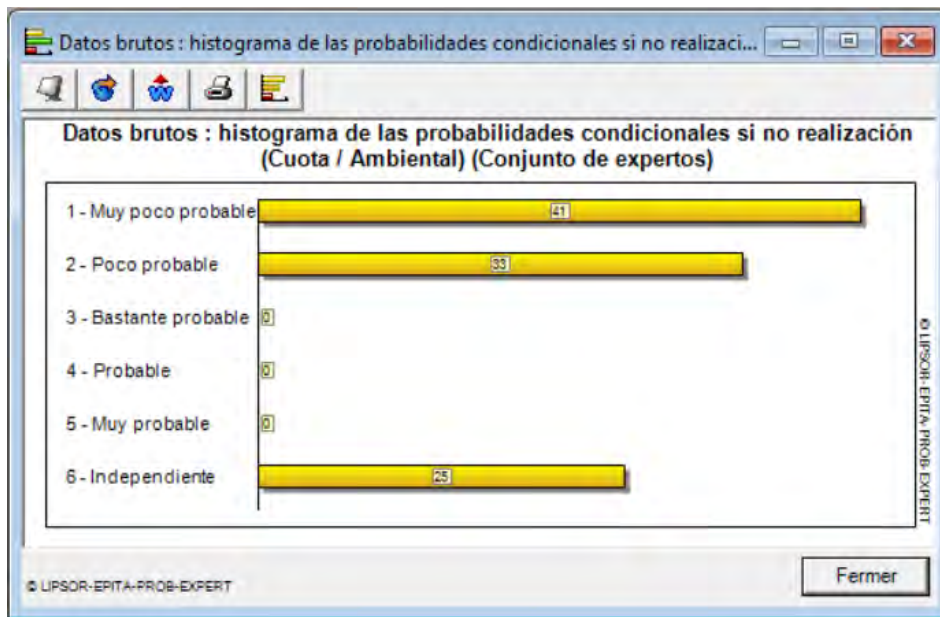


Figura 78. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Cuota-Ambiental)

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

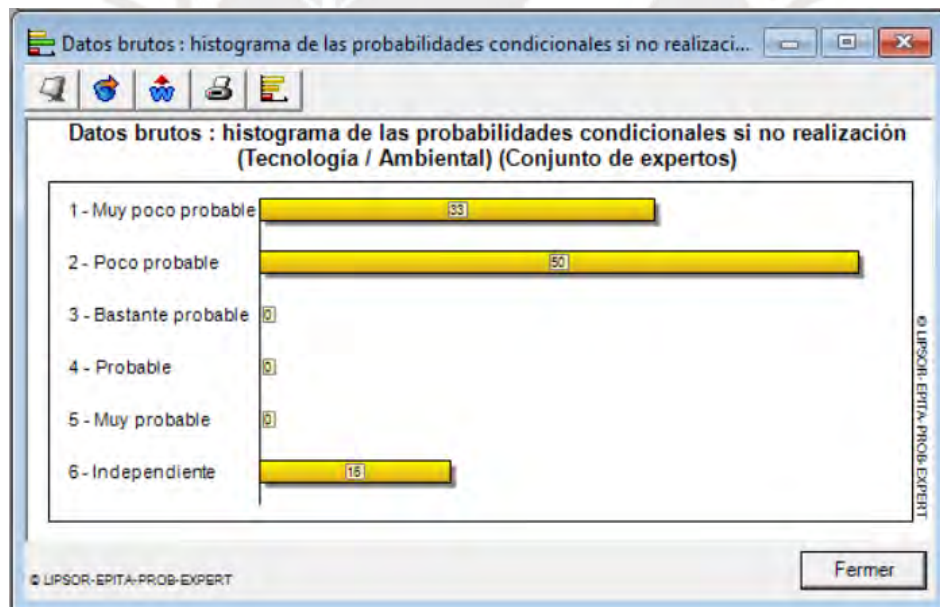


Figura 79. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Tecnología-Ambiental)

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

Dada la no realización de “Ambiental”, se aprecia que los resultados de independencia son bajas, es decir, si existe un nivel de impacto sobre la realización de las demás hipótesis. Se explica entonces que la hipótesis Ambiental influye tan poco, que dado su valor de “0” en el escenario “33”, reduce la probabilidad de ocurrencia de las demás hipótesis, pero no en gran magnitud, haciendo a este el tercer escenario más probable. Es importante mencionar que en el sistema binario del *software* Smic-Prob-

Expert, si la probabilidad de ocurrencia de una hipótesis esta por encima del 0.5 el sistema lo toma como 1; esto no significa que la hipótesis se hace realidad al 100%; de igual forma si esta por debajo del 0.5 de probabilidad, el sistema lo convierte en 0 y tampoco significa que no se va hacer realidad al 100; todo esto poniendo en manifiesto los términos probabilísticos con los que trabaja el *software* Smic-Prob-Expert

Visto por otro lado, esto ayuda a inducir también, basados en las hipótesis de mayor influencia, que en el escenario “Caliente”, las inversiones acumuladas para desarrollar un cambio energético no alcanzarían los 100 billones de dólares esperados, así como el aumento del consumo energético y el aumento de la participación de las renovables para el 2050 tampoco se alcanzaría exactamente en la proporción descrita en cada hipótesis, haciendo que se siga dependiendo de una proporción importante de combustibles fósiles que eviten reducir las emisiones globales de dióxido de carbono en 70%, poniendo por debajo del 0.5 la probabilidad de ocurrencia de la hipótesis Ambiental, siendo convertida a “0” por el *software* Smic-Prob-Expert para este escenario.

Seguidamente, se tiene al cuarto escenario mas probable, “03”, con el código “111101”, muy similar tambien al escenario “01”, donde la mayoría de las hipótesis se cumplen, sin embargo en este caso, no se cumple la hipótesis Tecnología, es decir que el sector transporte a nivel global aun no alcanzaría el incremento y desarrollo del número de vehículos eléctricos como lo define la hipótesis. Este escenario es denominado “*Combustión*” debido a que el parque automotor y el sector transporte en general aun sería manejado de forma paralela por el uso de motores de combustión interna y que en el mejor de los casos, para este escenario se desarrolle un gran despliegue y comercialización de los vehículos híbridos en todo el mundo, sin dejar a los combustibles convencionales, como el gas, gasolinas y diesel, como alternativas de uso para su funcionamiento.

Para sustentar más este resultado, la figuras 80, 81, 82, 83 y 84 muestran los histogramas de probabilidades condicionales de la no realización de la hipótesis Tecnología, respecto a las demás hipótesis, para analizar el comportamiento de independencia y dependencia. Con estos histogramas se observa que dada la no realización de la hipótesis Tecnología, se aprecia que los resultados de independencia respecto a la ocurrencia de las demás hipótesis, a excepción de la hipótesis Cuota, también son bajas, es decir, si existe un nivel de impacto sobre la realización de las demás hipótesis. Se concluye también para este escenario, que que la hipótesis Tecnología influye tan poco sobre las demás, que dado su valor de “0” en el escenario “03”, reduce la probabilidad de ocurrencia de las demás hipótesis, pero no en gran escala, sino manteniendo la probabilidad de ocurrencia de los demás por encima de 0.5, convirtiéndolas en “1”, de acuerdo al sistema binario del *software* Smic-Prob-Expert.

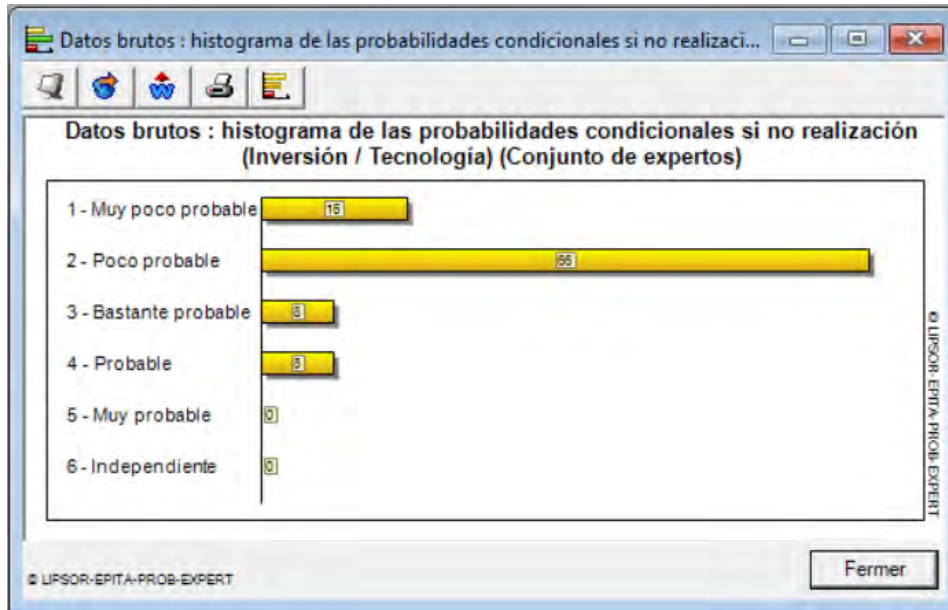


Figura 80. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Inversión/Tecnología)

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

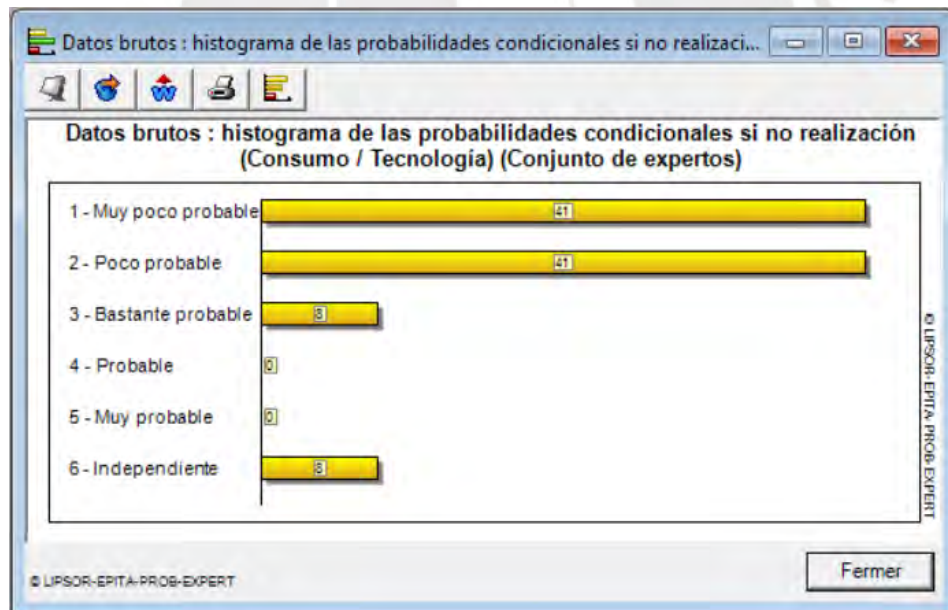


Figura 81. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Consumo/Tecnología)

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

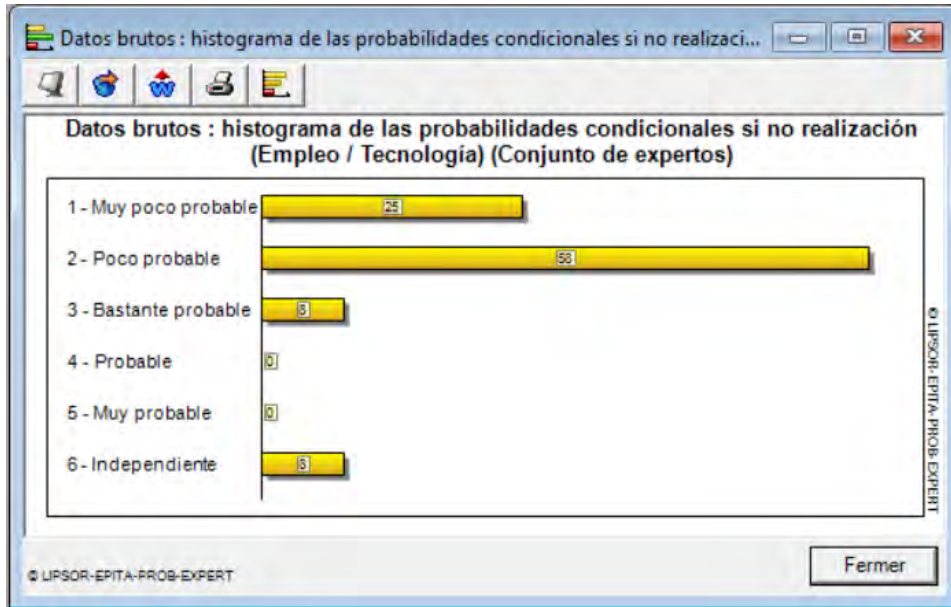


Figura 82. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Empleo/Tecnología)

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

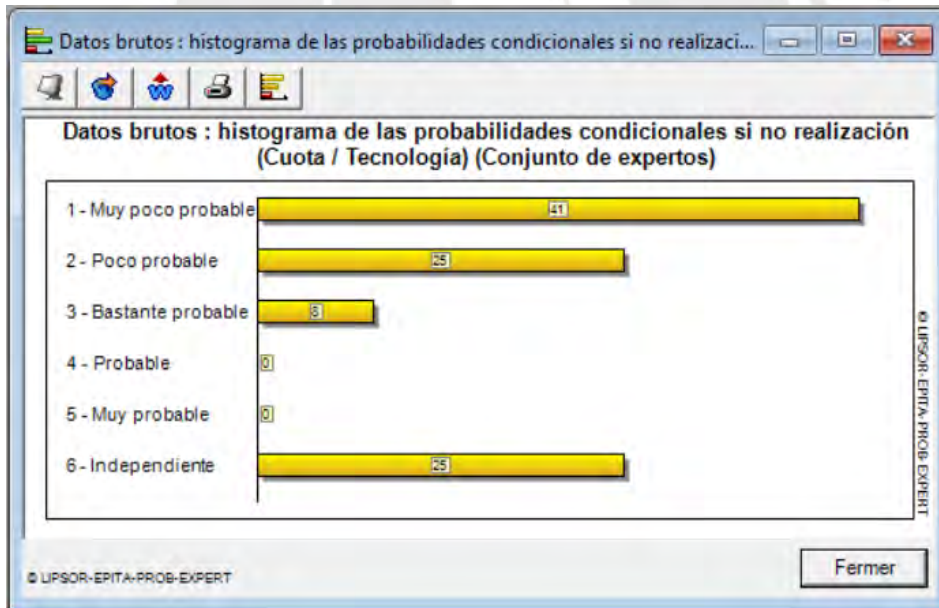


Figura 83. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Cuota/Tecnología)

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

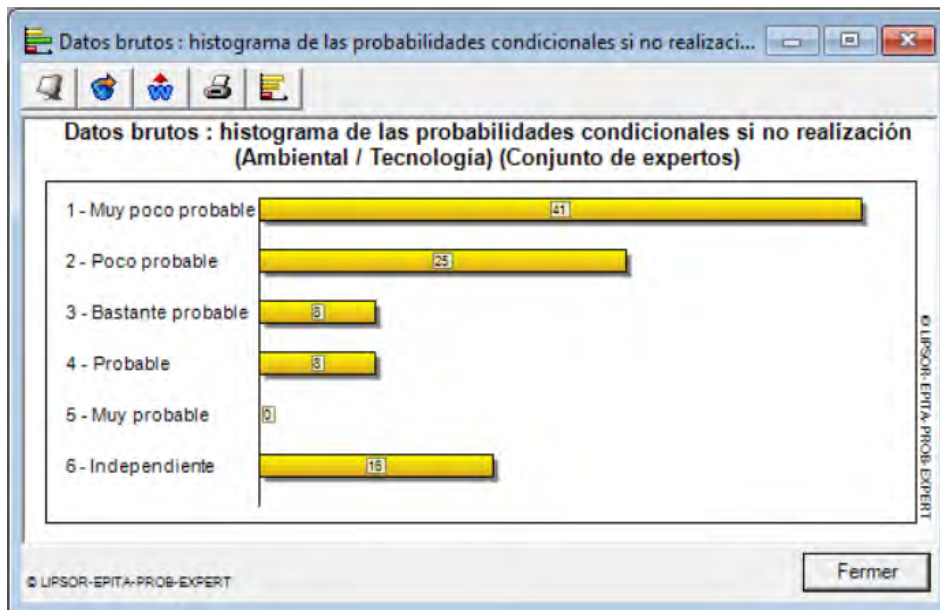


Figura 84. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Ambiental/Tecnología)

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

Por otro lado, basados en la hipótesis de mayor influencia, también se puede inducir que los niveles de inversión no alcanzaron el monto esperado, haciendo que la cantidad de vehículos eléctricos aumente, pero por debajo de lo esperado, calificando a la probabilidad de ocurrencia de esta hipótesis con un valor menor a 0.5, que en el sistema binario del *software* Smic-Prob-Expert se convierte en “0”, rechazando a la ocurrencia de la hipótesis Tecnología para el escenario “Combustión”.

Finalmente, el quinto escenario es el “17” con código “101111”. En este escenario, al igual que los dos anteriores, se cumplen la mayoría de supuestos, sin embargo en este caso se rechaza la hipótesis Cuota, es decir, se espera que las energías renovables no puedan alcanzar las cuotas esperadas, dentro del rango de 70% a 80% para el año 2050. Este escenario será denominado “Menor Cuota”, pues no deja de mostrar características beneficiosas y supuestos alcanzados en lucha de una transición energética de alto rendimiento, sustentado en el uso paralelo de las energías renovables, que superan a una trayectoria tradicional y que se mantiene superando desafíos que son determinantes para lograr una nueva matriz energética moderna donde las energías renovables tengan cada vez mayor participación. Posiblemente, en este escenario las energías renovables ya hayan alcanzado cuotas de participación del 40% al 50% en cada región del mundo, equiparando los recursos convencionales basados en combustibles fósiles y superando las expectativas de un escenario conservador que no tenga a las energías renovables como epicentro del nuevo despliegue energético.

Para soportar más este escenario, las figuras 85, 86, 87, 88 y 89 muestran los histogramas de probabilidades condicionales de la no realización de la hipótesis Cuota, respecto a las demás hipótesis, para analizar el comportamiento de independencia y dependencia.

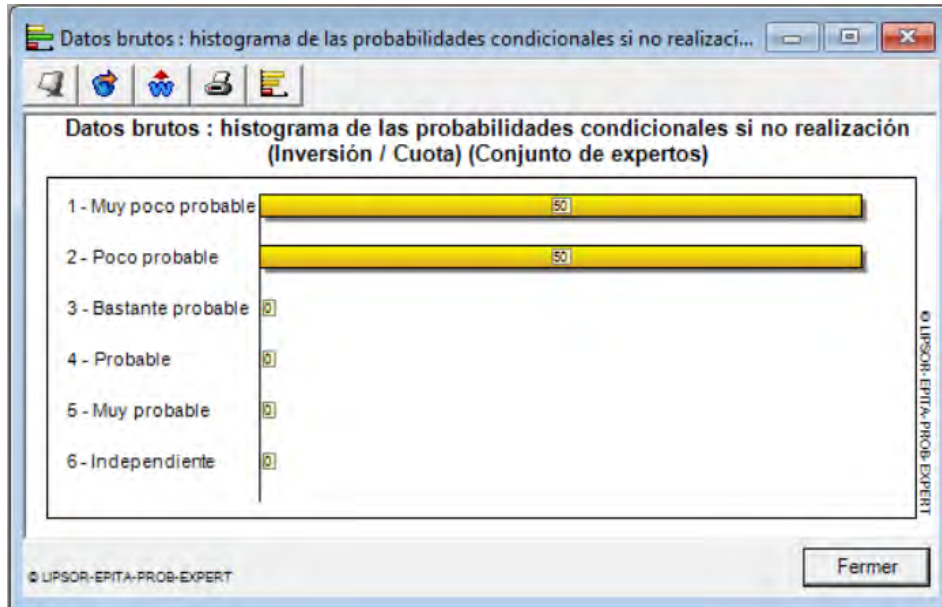


Figura 85. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Inversión/Cuota)

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

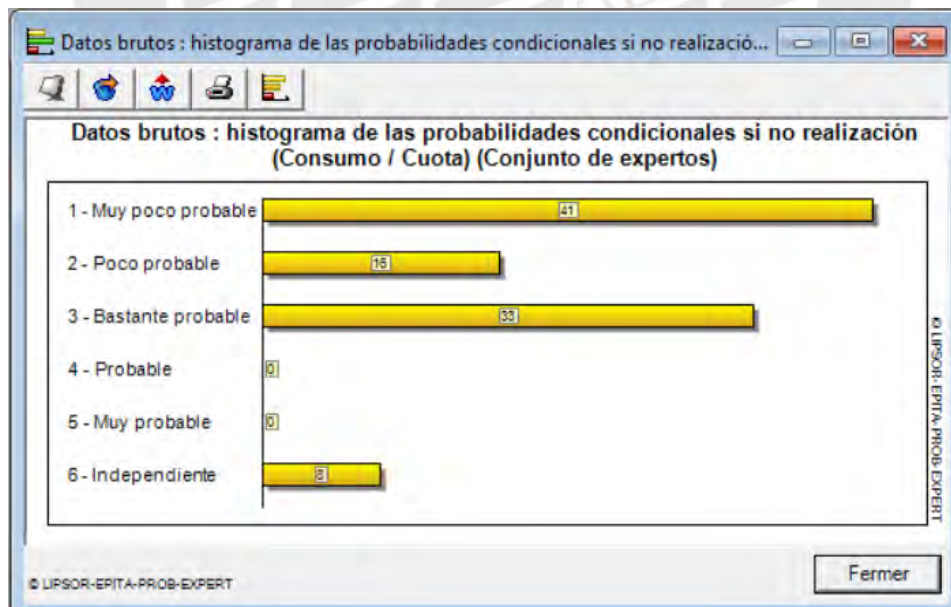


Figura 86. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Consumo/Cuota)

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

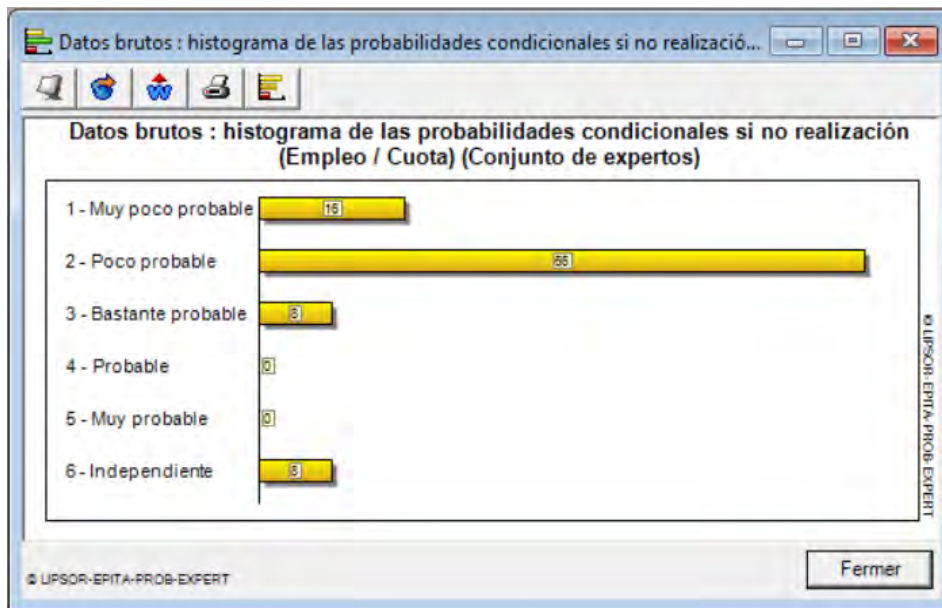


Figura 87. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Empleo/Cuota)

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

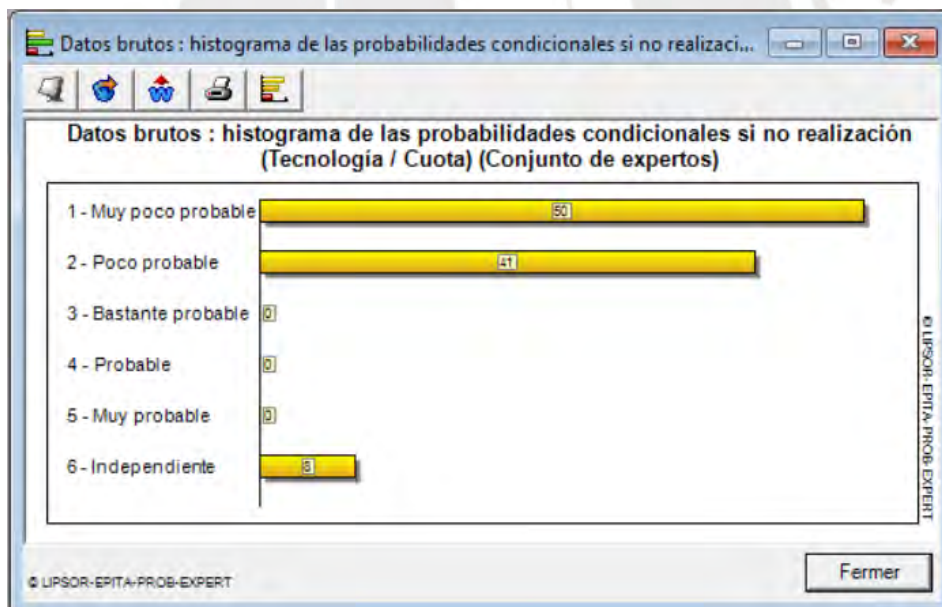


Figura 88. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Tecnología/Cuota)

Fuente: *software* Smic-Prob-Expert

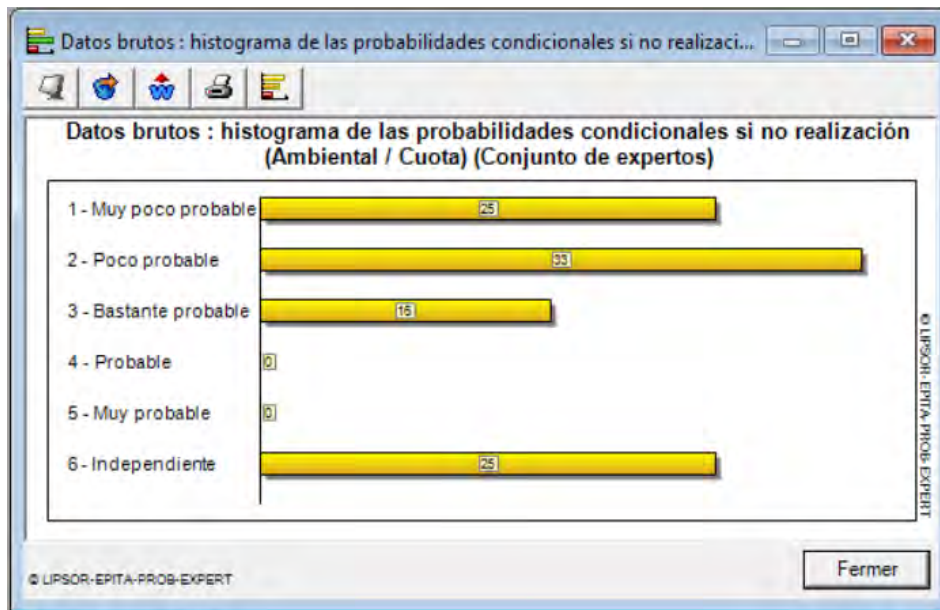


Figura 89. Histograma de probabilidades condicionales No realización (Ambiental/Cuota)

Fuente: *software Smic-Prob-Expert*

Con los histogramas anteriores se observa que dada la no realización de la hipótesis Cuota, se aprecia que los resultados de independencia respecto a la ocurrencia de las demás hipótesis, a excepción de la hipótesis Ambiental, también son muy bajas, es decir, que si existe un nivel de impacto sobre la realización de las demás hipótesis. Se concluye también para este escenario, que la no realización de la hipótesis Cuota influye tan poco sobre las demás, que dado su valor de “0” en el escenario “17”, reduce la probabilidad de ocurrencia de las demás hipótesis, pero no en gran escala, sino manteniendo la probabilidad de ocurrencia de las demás hipótesis por encima de 0.5, convirtiéndolos en “1”, de acuerdo al sistema binario del *software Smic-Prob-Expert*.

Por otro lado, es claro notar también el gran nivel de influencia de desarrollar el máximo nivel de inversión en la transición energética que moverá al futuro del planeta, para poder lograr un incremento notable de la participación de las energías renovables para el año 2050. Al no alcanzar los niveles superiores de inversión acumulada en cada región, la probabilidad de ocurrencia de lograr niveles de participación de las renovables por encima del 70% estará por debajo del 0.5, haciendo que el *software Smic-Prob-Expert* lo convierta a “0” en su sistema binario para este escenario.

A continuación, en el próximo apartado, se desplegará un conjunto de acciones coherentes y compatibles con los escenarios de mayor probabilidad, identificados en el apartado anterior. del sector, a partir de un árbol de pertinencias

4.5. Árbol de pertinencias y opciones estratégicas

El árbol de pertinencias que se presenta a continuación tiene como objetivo ayudar a la selección de acciones elementales para satisfacer los objetivos generales a plantear. Para el presente estudio de investigación, se ha determinado que el objetivo general al que apuntan todos los escenarios de mayor probabilidad es promover una transformación energética sostenible al año 2050, que satisfaga principalmente los incrementos de energía en el tiempo y preserve el cuidado del medio ambiente, reduciendo las emisiones globales de dióxido de carbono, y que esté sustentado por un incremento de la participación de las energías renovables.

Por tanto, las figuras a continuación describen el árbol de pertinencias, cuyo objetivo general busca lograr una transformación energética limpia y sostenible que esté basada en fuentes renovables. Se ha diseñado el árbol de pertinencias en forma matricial, usando tablas con el objetivo de exponer fácilmente el conjunto de acciones pasando de un nivel general a un nivel particular.

A continuación, la tabla 28 muestra al objetivo general como el nivel superior del árbol y los subobjetivos que la componen como el nivel inferior inmediato.

Tabla 28. Árbol de pertinencias. Objetivo general y subobjetivos

Objetivo General	Subobjetivos
Alcanzar una transformación energética limpia y sostenible basada en fuentes renovables	Electrificación, descentralización y digitalización para el desarrollo de energías limpias tradicionales (hidroeléctrica) y no tradicionales (eólica, solar, entre otras)
	Campañas de información, educación y difusión de la problemática del cambio climático
	Políticas locales de inversión y desarrollo nacional para la promoción de energías limpias
	Cultura organizacional de los gobiernos locales en cada región
	Movilidad baja en carbono
	Fin de la deforestación

Es importante esclarecer, que existen medios de acción definidos para el cumplimiento de subobjetivos y que, por la naturaleza de las características del medio de la acción, estaría otorgando las funciones propias de una acción elemental, es por esto que algunas celdas de las columnas con el título “Acciones Elementales” de las siguientes tablas no llevarán contenido alguno.

Seguidamente, la tabla 29, muestra los medios de acción y acciones elementales para el primer subobjetivo propuesto.

Tabla 29. Medios de acción y acciones elementales para el subobjetivo 1

Subobjetivos	Medios de Acción	Acciones Elementales
Electrificación, descentralización y digitalización para el desarrollo de energías limpias tradicionales (hidroeléctrica) y no tradicionales (eólica, solar, entre otras)	Tecnologías facilitadoras	Construcción de <i>Smart Grids</i> (redes eléctricas inteligentes)
		Desarrollo de tecnologías de conversión de energía renovable a calor
		Inteligencia Artificial y " <i>Big Data</i> "
	Nuevos modelos de negocio	Implementación del comercio de electricidad "peer2peer" (redes conectadas que funcionan sin clientes ni servidores fijos)
		Implementación del modelo de pago por uso (" <i>pay-as-you-go</i> ")
	Diseño de nuevos mercados tecnológicos	Participación de las energías renovables variables en los mercados mayoristas y minoristas
	Operación y monitoreo de nuevos sistemas eléctricos	Pronóstico avanzado de la demanda y generación de energía renovables variable
Mano de obra y profesionales especializados	Capacitaciones técnicas locales e internacionales para profesionales de países emergentes	

Por otro lado, la tabla 30, muestra los medios de acción y acciones elementales para el segundo subobjetivo propuesto.

Tabla 30. Medios de acción y acciones elementales para el subobjetivo 2

Subobjetivos	Medios de Acción	Acciones Elementales
Campañas de información, educación y difusión de la problemática del cambio climático	Mayor difusión de información a través de medios de comunicación del estado	Mostrar la problemática al sector residencial y crear un nuevo nicho de mercado de energías verdes
	Mayor penetración por parte de escuelas privadas y nacionales para el desarrollo de las renovables	
	Convenios internacionales entre países	Programas de capacitación sobre potencial de mercados verdes
	Apoyo de sectores involucrados	Participación en diseño y construcción que faciliten la implementación de energías limpias a nivel residencial

A continuación, la tabla 31, muestra los medios de acción y acciones elementales para el tercer subobjetivo propuesto.

Tabla 31. Medios de acción y acciones elementales para el subobjetivo 3

Subobjetivos	Medios de Acción	Acciones Elementales
Políticas locales de inversión y desarrollo nacional para la promoción de energías limpias	Regulación nacional del uso racional de energía	Ministerios que apoyan el desarrollo tecnológico de cada país en materia de energías renovables
	Creación de programas para promoción de empresas con base en tecnologías verdes	Apoyo al desarrollo de nuevos proyectos de temática ambiental
	Leyes de fortalecimiento de organizaciones en pro de las tecnologías verdes	Establecimiento de políticas que premien el desarrollo de energías verdes en el sector privado
	Normativas locales para el cuidado del medio ambiente en cada país de desarrollo	Utilizar los recursos renovables para impulsar y desarrollar una matriz energética limpia

La tabla 32, muestra los medios de acción y acciones elementales para el cuarto subobjetivo propuesto.

Tabla 32. Medios de acción y acciones elementales para el subobjetivo 4

Subobjetivos	Medios de Acción	Acciones Elementales
Cultura organizacional de los gobiernos locales en cada región	Capacitación para acelerar programas administrativos en energías verdes	
	Implementación de recursos digitales para agilizar procesos de apoyo	
	Soluciones ágiles para aprobaciones y reducción de tiempos de espera para ejecución de proyectos	
	Cultura de financiamiento a medianas y grandes empresas que promuevan tecnologías verdes	Subsidios del gobierno a empresas para iniciativas de ahorro y eficiencia energética
	Involucramiento de los gobiernos en ser el principal consumidor de energías renovables en sus organizaciones estatales	

A continuación, la tabla 33, muestra los medios de acción y acciones elementales para el quinto subobjetivo propuesto.

Tabla 33. Medios de acción y acciones elementales para el subobjetivo 5

Subobjetivos	Medios de Acción	Acciones Elementales
Movilidad baja en carbono	Acceso universal a infraestructura y movilidad baja en carbono	Uso de tecnologías verdes que permitan usar cada vez menos los recursos convencionales fósiles para el parque automotor
	Mejora del transporte nacional impulsada por políticas públicas	Construcción de nuevas vías de tránsito que promuevan el uso de vehículos eléctricos
		Desarrollo de proyectos para infraestructura de recarga eléctrica de vehículos eléctricos particulares
	Nuevas normativas sobre el consumo de combustibles fósiles y energías renovables aplicadas al sector transporte	Promoción y funcionamiento de vehículos eléctricos en el sector de transporte público y privado

Finalmente, la tabla 34, muestra los medios de acción y acciones elementales para el sexto subobjetivo propuesto.

Tabla 34. Medios de acción y acciones elementales para el subobjetivo 6

Subobjetivos	Medios de Acción	Acciones Elementales
Fin de la deforestación	Aumento de políticas para protección de bosques y la producción silvícola eficiente	
	Impulsar el progreso anti-deforestación mediante incentivos contra emisiones de carbono	
	Capacitación y sistemas de inclusión a los campesinos para evitar la quema de bosques	Mayor difusión e inversión en los Programas Nacionales de Conservación de Bosques a nivel global
	Promoción de alternativas de desarrollo económico e inclusión social a la población campesina para una producción silvícola diferente	Mayor investigación y desarrollo agrónomo Formación de agricultores

Las tablas descritas, son bastante específicas y objetivas en cuanto a la descripción de acciones para poder conseguir cada subobjetivo propuesto, representando a los núcleos para diferentes opciones estratégicas dentro del sector, que en conjunto puedan dar paso al cumplimiento del objetivo general descrito. Los medios de acción y acciones elementales tienen la fuente compartida que fue utilizada para poder realizar el análisis PESTEL para la presente investigación, es decir que los planteamientos en cada acción están soportados por una combinación de opiniones proporcionados por expertos y académicos de las energías renovables.

En este capítulo, se ha puesto en manifiesto los resultados obtenidos poniendo en práctica cada una de las etapas del del diseño metodológico para la presente investigación. Se comenzó por la selección de variables críticas, como resultado de una selección dentro de un banco inicial de 40 variables usando los ejes de Schwartz, como una de las herramientas principales para la construcción de escenarios. Seguidamente las variables críticas fueron usadas para la formulación de hipótesis que luego sirvieron como insumo para la construcción de escenarios, usando el *software* Smic-Prob-Expert. Luego se generó la selección de los escenarios de mayor probabilidad para el análisis y escritura de aquellos que concentraban el mayor porcentaje de probabilidad de ocurrencia. Finalmente se desarrolló un árbol de pertinencias, que permita definir un conjunto de acciones coherentes y compatibles para la futura elaboración de estrategias con el fin de lograr una transición energética sostenible al año 2050.

CONCLUSIONES

A continuación, se presentan las principales conclusiones que se han podido obtener a lo largo de la presente investigación. Estas están orientadas, tanto para la metodología como para los resultados obtenidos.

A continuación, se muestran las conclusiones relacionadas con la metodología:

- El enfoque prospectivo usado para el presente estudio representa la metodología ideal y necesaria para poder para construir escenarios y definir planes de acción, que permitan ir del porvenir hacia el presente, y así poder alcanzar el futuro deseado.
- No existe un método estándar de escenarios, es por ello por lo que la metodología usada buscó combinar un conjunto formal de técnicas y herramientas que sirvieron luego para realizar un análisis sistemático de los futuros posibles que orientarán las acciones estratégicas de las empresas y demás actores del sector de las energías renovables para alcanzar una transición energética sostenible hacia el año 2050.
- El árbol de competencias del diseño metodológico marcó la pauta inicial para el reconocimiento del sector que se iba a analizar, entre ellos el nivel de las competencias técnicas de las organizaciones relacionadas, las líneas de diferentes productos y servicios; y sobre todo el potencial tecnológico-industrial que permitirá un correcto desempeño de las energías renovables en la transición energética al 2050.
- El análisis PESTEL fue uno de los apartados más relevantes que se desarrolló en esta investigación y fue determinante para conocer a profundidad los diferentes aspectos y factores externos que moverán el sector energético en el futuro, así como el impacto que estos pueden generar dentro del sistema estudiado. De todo este estudio se pudo extraer el banco de variables para dar lugar luego al proceso de selección de variables clave.
- El aspecto político del análisis PESTEL marcó una pauta importante dentro de todo este análisis, pues permitió conocer la evaluación global de mecanismos políticos existentes, en materia de normativas y regulaciones políticas que permite comparar el progreso de un país para alcanzar el acceso a una energía sostenible, segura y moderna para todos, y sobre todo que basada en energías renovables. Es evidente inducir que, sin un marco normativo y político, sería imposible alcanzar los escenarios obtenidos en la presente investigación.

- El método de los ejes de Schwartz, para la selección de variables críticas o claves, pudo determinar que los consensos mayoritarios distribuyeron el 95% de las variables en la zona superior y el 5% restante en la zona inferior. Esta distribución solo es la manifestación del nivel de importancia estimado, por cada experto encuestado, para cada una de las 38 variables ubicadas en la parte superior, haciendo notar desde un comienzo, que se está analizando un sector donde cada una de las variables involucradas marca un nivel de injerencia de mucha jerarquía, y que la gran mayoría de estas no pueden ser indiferentes para la consecución de un cambio energético sostenible basado en energías nuevas y limpias.
- No fue necesario llegar a una segunda ronda para la encuesta del eje de importancia de Schwartz, debido a que los consensos mayoritarios obtenidos en la primera ronda fueron claros para lograr una correcta distribución de acuerdo con el nivel de importancia de cada una de las variables.
- El análisis MACTOR o juego de actores determinó a las principales organizaciones que agrupan a empresas y entes de todo el mundo, con un único objetivo principal, que es el promover el desarrollo de las energías renovables y reducir la contaminación del medio ambiente en el planeta. Asimismo, la sociedad civil juega un rol preponderante para el cumplimiento de esta misión, pues representa al núcleo consumidor, que le da sentido a los objetivos del futuro deseado.

A continuación, se muestran las conclusiones relacionadas con los resultados:

- De acuerdo con las probabilidades de ocurrencia simples o aisladas, para cada hipótesis formulada se observa que las seis hipótesis mantienen una probabilidad de ocurrencia que supera el 50% en cada caso, lo que indica un nivel de coherencia relevante entre las estimaciones de los expertos encuestados.
- Los escenarios futuros al 2050 con mayor probabilidad de ocurrencia estuvieron representados por cinco de un total de sesenta y cuatro, concentrando entre ellos más del 67.8% de probabilidad total de ocurrencia. Estos escenarios fueron usados para un análisis más profundo del horizonte de estudio propuesto y se le asignó un nombre propio a cada uno: “Tradicional”, “Ideal”, “Caliente”, “Combustión” y “Menor Cuota”.
- De los cinco escenarios descritos anteriormente, el primero niega la ocurrencia de todas las hipótesis. Esto implica que la probabilidad más alta de ocurrencia describe un escenario

conservador donde cada una de las hipótesis, de acuerdo con el sistema binario del *software* Smic-Prob-Expert, mantendría una probabilidad de ocurrencia por debajo de 0.5, convirtiendo a “0” cada hipótesis formulada del escenario “64”.

- Por otro lado, los cuatro escenarios restantes señalan que las hipótesis H3 (Inversión), H4(Empleo), y H6 (Consumo) siempre ocurrirán; que según el sistema binario del *software* Smic-Prob-Expert, alcanzarían cada uno probabilidades de realización mayores a 0.5, es decir que de acuerdo con la estimación de los expertos la demanda global de energía primaria alcanzará o superará los 700 exajoules para el año 2050. Asimismo, la inversión acumulada en la transición energética para el 2050 alcanzaría los 100 billones de dólares, y que implicaría conseguir también alrededor de 75 millones de empleos relacionados a las energías renovables para dicho periodo. Esto refleja y se constata con el histograma de sensibilidad de influencias de la figura 74, donde se muestra en efecto, que las hipótesis H3, H4 y H6 son las de mayor influencia respecto a las demás.
- Así también, los mismos cuatro escenarios descritos anteriormente, demuestran que las hipótesis H1 (Ambiental), H2 (Cuota) y H5 (Tecnología) se niegan una vez cada uno en los escenarios “33”, “03” y “17” respectivamente. Estas hipótesis serían señaladas por el análisis del *software* Smic-Prob-Expert como los de mayor dependencia y menor influencia, es decir demandan una alta probabilidad de ocurrencia de las demás hipótesis (H3, H4 y H6), para que estas puedan ocurrir, como lo establece por ejemplo el escenario “01”. En el sentido inverso esto también se comprueba por el mínimo nivel de influencia de estas hipótesis sobre las hipótesis que siempre ocurren, pues como se observa en los escenarios “33”, “03” y “17”, la no realización de ellos afecta tan poco, que las hipótesis restantes para cada escenario siguen manteniendo su nivel de ocurrencia.
- Finalmente, la adaptación de los escenarios a la búsqueda de estrategias innovadoras para el sector estará muy asociados a la asignación de recursos y al despliegue de los planes de acción descritos en el árbol de pertinencias elaborado. Todo esto orientado a un solo objetivo principal, que es lograr una transformación energética limpia y sostenible basada en fuentes renovables.

RECOMENDACIONES

Este último apartado busca poner en manifiesto algunas recomendaciones para futuras investigaciones de estudio prospectivo, así como recomendaciones sobre las acciones estratégicas de las empresas del sector.

- La metodología de investigación reconoció como elementos principales de aplicación la caja de herramientas de Godet y las herramientas del proceso prospectivo de Ortega (2016). La combinación de estos ha resultado en un proceso metodológico original, sin embargo, se recomienda que, para estudios posteriores, estas puedan ser combinadas con otras herramientas de calidad como las mostradas en el Diamante de Popper de la figura 7.
- Para la identificación de las variables críticas se usó las técnicas de los ejes de Schwartz, sin embargo, para un posterior estudio, se podría añadir un apartado con los resultados de variables críticas usando la herramienta de Matriz de Impactos Cruzados – Multiplicación Aplicada para una Clasificación (MICMAC) de Godet, que también recurre a un procedimiento de encuestas a expertos, y que permita hacer un balance de resultados, tomando con mayor certeza el conjunto adecuado de variables críticas para la posterior secuencia metodológica.
- Para la selección de variables críticas se usó un banco inicial de 40 variables identificadas, dentro del sector de energías renovables. Para un siguiente estudio podrían identificarse una mayor cantidad de variables que permitan involucrar más tópicos de acción, apoyados por encuestas adicionales previas con grupos de expertos relacionado al sector.
- Las encuestas de los ejes de Schwartz ayudaron a encontrar conclusiones claras y concretas respecto a la selección de variables críticas, sin embargo, se recomienda que un próximo estudio, tanto para el eje de importancia como para el eje de incertidumbre, estos primeros resultados puedan ser discutidos en tiempo real en una segunda ronda de consultas con los expertos, de tal manera de poner en mesa el amplio rango de temas y factores vinculados a las energías renovables. El componente tiempo y la disponibilidad de los encuestados fue un limitante para este tipo de extensiones dentro de la investigación.
- El proceso metodológico descrito fue aplicado para un estudio de prospectiva dentro del sector de energías renovables. Por la naturaleza de las principales herramientas usadas y el soporte del software usado, que permite llegar a conclusiones reales a partir de las estimaciones de los

expertos del medio, se puede recomendar la utilización de este método para estudios de investigación prospectiva en otros sectores de interés.

- De acuerdo con las tablas del árbol de pertinencias descrito, para alcanzar el objetivo general de una transformación energética limpia y basada en energías renovables, el impulso y la promoción de una movilidad industrial baja en carbono es determinante. Esta transformación energética baja en carbono también será alcanzada a través de la construcción de redes eléctricas inteligentes y el mayor funcionamiento de vehículos eléctricos dentro del sector de transporte público y privado, que permitan contribuir a la reducción del uso de combustibles fósiles de forma progresiva, bastante demandado aún por la gran cantidad de flota vehicular en las calles y avenidas de todo el mundo.
- Se recomienda que el desarrollo de las energías renovables sea motivado principalmente por el crecimiento de políticas de desarrollo en cada país y programas para promoción de empresas privadas a través de leyes de fortalecimiento para fomentar el uso de las tecnologías verdes en pro de un cambio sostenible a través del tiempo que permita el acceso universal a la energía, llegando a los lugares donde actualmente, por la condición social y geográfica, hacen aún difícil la viabilidad técnica. He aquí donde los gobiernos de cada país jugarán un rol clave para generar una mejor calidad de vida a las poblaciones de menos recursos.
- Se recomienda que las principales organizaciones del sector continúen fortaleciendo las campañas de difusión de la problemática actual medioambiental y que propongan al uso de las energías renovables como principal medida de solución. Penetrar en las escuelas privadas y estatales, universidades e institutos con programas de difusión, capacitación y becas de estudio fortalecerá este objetivo, sentando las bases en los más jóvenes desde su etapa inicial de formación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acciona. (2020). *Acciona Business as Unusual*. Obtenido de Acciona Business as Unusual: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/>
- Ackoff, R. (1970). *A concept of corporate planning*. New York: Limusa.
- Ackoff, R. (1973). *Méthodes de planification dans l'entreprise*. París: Les Editions d'organization.
- Akella, A., Saini, R., & Sharma, M. (2009). Social, Economical and Environmental Impacts of Renewable Energy Systems. *Renewable Energy*, 390-396.
- Alles, M. (2003). *Gestión por Competencias*. Buenos Aires: Ediciones Gránica S.A.
- Andrews, K. (1971). *The concept of corporate strategy*. Dow-Jones-Irwin.
- Ansoff, H. (1965). *Corporate Strategy*. New York: Mc Graw Hill.
- Arbaiza, L., Cánepa, M., Cortez, Ó., & Lévano, G. (2014). *Análisis Prospectivo del sector de comida rápida en Lima:2014-2030*. Lima: ESAN. Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/publicaciones/2014/11/06/Comida%20rapida%20para%20web.pdf>
- Banco Mundial. (2018). *Policy Matters. Regulatory Indicators for Sustainable Energy*. Washington DC.
- Banco Mundial. (2019). *Banco Mundial_Desarrollo y Comercio Internacional*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/>
- Banco Mundial. (2020). *Banco Mundial, Energía*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/who-we-are>
- Beinstein, J. (2016). *Manual de Prospectiva. Guía para el diseño e implementación de estudios prospectivos*. Buenos Aires, Argentina.
- Berger, G. (1964). *Phénoménologie du temps et prospective*. París: Presses Universitaires de France.
- BloombergNEF. (28 de Enero de 2020). *Corporate clean energy buying leapt 44% in 2019, sets new record*. Obtenido de <https://about.bnef.com/blog/corporate-clean-energy-buying-leapt-44-in-2019-sets-new-record/>
- Bradfield, R., Wright, G., Burt, G., Carins, G., & Van der Heijden, K. (2005). *The Origins and Evolution of Escenario Techniques in Long Range Business Planning*. Futures.
- Cabrera, J., Ribas, P., & Cuesta, M. (2011). *Informe de Prospectiva de Energías Renovables*. Madrid.
- Carta, J., Calero, R., Colmenar, A., & Castro, M. (2009). *Centrales de Energías Renovables: Generación Eléctrica con energías renovables*. Madrid: Pearson.
- Cerdá, E. (2012). *Energía obtenida a partir de biomasa*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Chamorro, C. (2009). Energía eléctrica a partir de recursos geotérmicos: estado actual y perspectivas a nivel mundial. *Revista de Ingeniería Dyna*, 44-51.
- Chandler, A. (1962). *Strategy and Structure: Chapters in the history of the American Industria Enterprise*. Cambridge: MIT Press.
- Chung, A. (2009). *Prospectiva Estratégica: Mas allá del Plan Estratégico*.

- Dawes, J. (2012). *Case Study Research for Business*. Los Ángeles: SAGE.
- Deloitte Insights. (2018). *Tendencias Globales de las Energías Renovables*.
- Deloitte Insights. (2018). *Tendencias Globales de las Energías Renovables*.
- European Foresight Monitoring Network (EFMN). (2009). *Mapping foresight. Revealing how Europe and world regions navigate into the future*. Bruselas: European Commission.
- European Foresight Monitoring Network. (2009). *Mapping foresight. Revealing how Europe and other world regions navigate into the future*. Bruselas.
- Fenercom. (2018). *Las energías Renovables en la Comunidad de Madrid*. Madrid: Mares Ideas Publicitarias.
- Fuentes Zenón, A., & Sánchez Guerrero, G. (1995). *Metodología de Planeación Normativa*. México.
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. (2011). *Informe de Prospectiva de Energías Renovables*.
- Gallego, J. (2018). *Principales técnicas de conversión de la energía solar térmica*. Madrid.
- García, R. (2008). *Sistemas Complejos*. Barcelona.
- Gerstein, M. (1996). *Pensamiento Estratégico*. Santiago de Chile: Cepal-Clades.
- Godet, M. (1977). *Crise de la prévision, essor de la prospective. Exemple et méthodes*.
- Godet, M. (1986). *Introduction to la prospective: Seven key ideas and one scenario method*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0016328786900947>
- Godet, M. (1993). *De la anticipación a la acción*. Barcelona, España.
- Godet, M. (2000). *La caja de herramientas de la Prospectiva Estratégica*.
- Godet, M. (2001). *Creating Futures. Scenario planning as a Strategic Management Tool*. Londres.
- Godet, M. (2007). *Prospectiva Estratégica: Problemas y Métodos*.
- Godet, M., & Durance, P. (2011). *La Prospectiva Estratégica para las Empresas y los Territorios*.
- Grinell, R. (1997). *Social Work Research & Evaluation: Quantitative and Qualitative Approaches*. Illinois.
- Hamel, G., & Prahalad, C. (2005). *La conquête du futur. Construire l'avenir de son entreprise plutôt que le subir*. Dunod, 3ª edición.
- Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. México.
- Hill, C., & Jones, G. (2011). *Administración Estratégica*. México D.F.
- Indacochea, A. (2014). *La Prospectiva Estratégica: Los Nuevos Métodos. Strategia*.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2018). *Special Report on Global Warming of 1.5°C*. Geneva.
- International Energy Agency. (11 de Febrero de 2020). *Global CO2 emissions in 2019*. Obtenido de <https://www.iea.org/articles/global-co2-emissions-in-2019>
- International Renewable Energy Agency. (2015). *ID + D Para las Tecnologías de Energías Renovables*. Abu Dhabi.

- International Renewable Energy Agency. (2016). *Renewable Energy Benefits. Measurement the Economics*. Abu Dhabi.
- International Renewable Energy Agency. (2017). *Rethinking Energy 2017: Accelerating the global energy transformation*. Abu Dhabi.
- International Renewable Energy Agency. (2019). *Innovation Landscape for a Renewable-Powered Future: Solutions to Integrate Variable Renewables*. Abu Dhabi.
- International Renewable Energy Agency. (2020a). *Global Renewables Outlook*. Abu Dhabi.
- International Renewable Energy Agency. (2020b). *Renewable Energy and Jobs. Annual Review 2020*. Abu Dhabi.
- Jiménez, S., & Rodríguez, P. (2012). *Visión de Futuro para el Sector de la Energía 2025*. España: Fundación OPTI.
- Kahn, H., & Wiener, A. (1968). *L'an 2000. Un canevas de spéculations pour les 32 prochaines années*. Robert Laffont.
- Kaplan, R., & Norton, D. (2008). *The execution premium. Integrando la estrategia y las operaciones para lograr ventajas competitivas*. Barcelona: Deusto.
- Llaxacondor, A., & Mendoza, J. (2016). El estudio de caso en la investigación sobre la gestión de organizaciones. *Revista de Ciencias de la Gestión*, 150-171.
- Llopis, G., & Rodrigo, V. (2008). *Guía de la Energía Geotérmica*. Madrid: Fenercom.
- Marsh, N., McAllum, M., & Purcell, D. (2002). *Strategic Foresight. The power of standing in the future*. Australia.
- Martínez, D., & Milla, A. (2005). *La Elaboración del Plan Estratégico y su Implantación a través del cuadro de mando integral*. España: Díaz de Santos.
- Massé, P. (1965). *Le plan ou l'anti-hasard*. París.
- Medina, J. (2000). *La Construcción social del futuro. Anotaciones desde la previsión humana y social*. La Habana: Universidad de la Habana.
- Melo, M. (1977). *Incrementalismo Articulado*.
- Melo, M. (1982). *Sistema de Planeamento, pesquisa e ação*.
- Melo, M. (1986). *Uma Estratégia de Planeamento Adaptativo Não sinóptico*.
- Melo, M. (1987). *O planeamento para acelerar o processo*.
- Merello, A. (1973). *Prospectiva. Teoría y Práctica*. Buenos Aires.
- Miklos, T., & Arroyo, M. (2011). *Planeamiento prospectivo y estratégico*. Barcelona: Eureka Media, SL.
- Miklos, T., & Tello, E. (2007). *Planeación Prospectiva*. México: Limusa.
- Ministerio de Energía de Chile. (2020). *El Ministerio de Energía*. Obtenido de <https://energia.gob.cl/sobre-el-ministerio>
- Mintzberg, H. (1994). *The rise and fall of strategic planning*. New York: Prentice Hall.

- Mintzberg, H., Ahlstrand, B., & Lampel, J. (1999). *Safari a la estrategia. Una visita guiada por la jungla del management estratégico*. Buenos Aires: Ediciones Gránica S.A.
- Mkilos, T., Jiménez, E., & Arroyo, M. (2008). *Prospectiva, gobernabilidad y riesgo político. Instrumentos para la acción*. México D.F.: Limusa.
- Mojica, F. (2006). *Concepto y Aplicación de la Prospectiva Estratégica*.
- Montero, J., & Calvo, J. (2013). Energía mareomotriz: perspectiva histórica y estado actual. *Revista Técnica Industrial*, 54-60.
- Moura, P. (1994). *Construyendo o futuro. O Impacto global do novo paradigma*. Río de Janeiro: Mauad Editorial.
- Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. New York.
- Naciones Unidas. (Octubre de 2020). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Ortega, F. (2016). *Prospectiva Empresarial. Manual de Corporate Foresight para America Latina*. Lima, Perú.
- Osinermin. (2009). *Prospectiva del Sector Eléctrico 2009-2018*. Lima: IPAE.
- Osinermin. (2017). *La Industria de la Energía Renovable en el Perú*. Lima.
- Osinermin. (2019). *Energías Renovables. Experiencia y Perspectivas en la Ruta del Perú hacia la Transición Energética*. Lima.
- Our World in Data. (Septiembre de 2020). *Emissions by Sector*. Obtenido de <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector#sector-by-sector-where-do-global-greenhouse-gas-emissions-come-from>
- Peláez, M., & Espinoza, J. (2015). Eficiencia energética y ahorro de energía en el Ecuador. En *Energías renovables en el Ecuador* (págs. 212-255). Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Pérez, R., & Massoni, S. (2008). *Hacia una teoría general de la estrategia. El cambio de paradigma en el comportamiento humano, la sociedad y las instituciones*. Barcelona.
- Popper, R. (2008). How are foresight methods selected? *Foresight*, Vol.10, 62-89.
- Porter, M. (1980). *Estrategia Competitiva*. México: Compañía Editorial Continental S.A. de C.V.
- Porter, M. (1985). *Ventaja competitiva. Creación y sostenimiento de un desempeño superior*. México: Compañía Editorial Continental S.A. de C.V.
- Porter, M. (1996). ¿What is strategy? *Harvard Business Review*, 61-78.
- Porter, M. (1999). *L'Avantage concurrentiel*. France: Dunod.
- Porter, M. (2009). *Estrategia Competitiva. Técnicas para el análisis de la empresa y sus competidores*. Madrid: Pirámide.
- Red Eléctrica de España. (2019). *Red Eléctrica y la Integración de Renovables*. Madrid: Red Eléctrica.
- REN21. (2020). *Renewables 2020 Global Status Report*. París.
- Ringland, G. (2006). *Scenario Planning. Managing for the future*.
- Román, O. (2011). *La estrategia como un proceso mental*. Cali: Universidad de San Buenaventura.

- Sachs, W. (1980). *Diseño de un futuro para un futuro*. México: Fundación Javier Barros Sierra.
- Salvador Escoda S.A. (2017). *Libro de las Energías Renovables*. Barcelona. Obtenido de https://www.salvadorescoda.com/tecnico/solar/Libro_Blanco_E_Renovables_Salvador_Escoda_18.1.pdf
- Sanders, I. (1998). *Strategic Thinking and the new Science*. New York.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2007). *Research Methods for Business Students*. Pearson.
- Secretaria de Energía. (2008). *Energías Renovables 2008 - Energía Biomasa*. Argentina.
- Shafiee, S., & Topal, E. (2008). An Econometrics view of worldwide fossil fuel consumption and the role of US. *Energy Policy*, 775-786.
- Valenzuela, F. (2011). Energía geotérmica y su implementación en Chile. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*, 1-9.
- Vásquez, A., Tamayo, J., & Salvador, J. (2017). *La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático*. Lima.



ANEXO A

Estimado (a):

La presente encuesta es realizada por el alumno de la Maestría de Ingeniería Industrial, Christian Castañeda Ruiz, quien está llevando a cabo la siguiente investigación: “Orientación del plan estratégico a través de la identificación de escenarios futuros, usando las técnicas y herramientas de prospectiva estratégica, en el sector de energías renovables y la transformación energética mundial al 2050”. En esta sesión se busca conocer cuáles son las variables más importantes y menos importantes para la industria de las energías renovables. Para ello se aplica una encuesta que no tomará más de 10 minutos en ser completada.

Acompañada a esta solicitud de encuesta, se adjunta un archivo *Excel* que presenta una tabla con 40 variables identificadas para el sector de energías renovables y una columna para estimar el nivel de importancia de cada variable, que esta desglosada en cinco columnas, según una escala analógica numérica del 0 al 4 con el siguiente significado:

- a) 4 = “muy importante”
- b) 3 = “importante”
- c) 2 = “poco importante”
- d) 1 = “casi no importante”
- e) 0 = “nada importante”

Se debe marcar con una “x” en cada celda o casillero, perteneciente a la fila de la variable a evaluar, de acuerdo con el valor numérico que el encuestado considere, según la escala descrita.

Ejemplo: Si usted considera que la variable 1, “Políticas para incrementar el margen de contribución de las ER”, es una variable muy importante, deberá marcar con “x” la celda perteneciente a la columna con el número 4.

Si tuviera alguna duda sobre el significado de algunas de las variables, puede omitir su respuesta para la variable de dicha fila o enviar directamente su consulta al tesista o encuestador.

ANEXO B

Estimado (a):

La presente encuesta es realizada por el alumno de la Maestría de Ingeniería Industrial, Christian Castañeda Ruiz, quien está llevando a cabo la siguiente investigación: “Orientación del plan estratégico a través de la identificación de escenarios futuros, usando las técnicas y herramientas de prospectiva estratégica, en el sector de energías renovables y la transformación energética mundial al 2050”.

En esta segunda ronda de evaluación del nivel de importancia de las variables, se busca llegar a un consenso, debido a la diversidad de opiniones y respuestas que se ha obtenido para un conjunto particular de variables, cuya nueva estimación es muy importante para realizar la correcta distribución en el eje de importancia. Para tal efecto, acompañada a esta solicitud de encuesta, se adjunta una hoja *Excel* con el mismo formato de encuesta del Anexo A, pero solo con las variables que necesitan esta segunda revisión. Adicional a este documento, se añade una hoja con descripción más profunda del significado de la variable para que pueda ser evaluada.

Esta encuesta tomará menos tiempo en ser completada que el tiempo dispuesto para la encuesta de la primera ronda, por representar una cantidad reducida de variables.

No obstante, he de aclarar que, al ser un estudio prospectivo, el objetivo no es hacer un *ranking* o clasificación de mayor a menor de las variables, tampoco hacer promedios con las calificaciones obtenidas, sino que la calificación de “más importante” o “menos importante” sea el resultado de un consenso entre los encuestados.

ANEXO C

Estimado (a):

La presente encuesta es realizada por el alumno de la Maestría de Ingeniería Industrial, Christian Castañeda Ruiz, quien está llevando a cabo la siguiente investigación: “Orientación del plan estratégico a través de la identificación de escenarios futuros, usando las técnicas y herramientas de prospectiva estratégica, en el sector de energías renovables y la transformación energética mundial al 2050”. En esta sesión se busca conocer el grado de incertidumbre de cada una de las variables. Para ello se aplica una encuesta que no tomará más de 10 minutos en ser completada.

Acompañada a esta solicitud de encuesta, se adjunta un archivo *Excel* que presenta una tabla con 40 variables identificadas para el sector de energías renovables y una columna llamada “movimiento” que está asociado a los eventos que cada variable podría atravesar, cuyo periodo de ocurrencia se encuentre comprendido entre el presente y el año 2050.

Los movimientos descritos son:

- a) Aumenta
- b) Se mantiene
- c) Disminuye

Para el llenado de la encuesta, el experto marcará con una “x” sobre el casillero que corresponde al movimiento de mayor probabilidad de ocurrencia, según su consideración. Como se observa, solo las variables que pertenecen a la clasificación “económico”, cuentan con tres movimientos (aumenta, se mantiene o disminuye); todas las demás variables cuentan con sólo dos movimientos posibles (aumenta o se mantiene).

Ejemplo: Si usted considera que la variable 1, “Políticas para incrementar el margen de contribución de las ER”, aumentarán hacia el año 2050, deberá marcar con “x” la celda perteneciente a la columna aumenta.

Si tuviera alguna duda sobre el significado de algunas de las variables, puede omitir su respuesta para la variable de dicha fila o enviar directamente su consulta al tesista o encuestador.

ANEXO D

Estimado (a):

La presente encuesta es realizada por el alumno de la Maestría de Ingeniería Industrial, Christian Castañeda Ruiz, quien está llevando a cabo la siguiente investigación: “Orientación del plan estratégico a través de la identificación de escenarios futuros, usando las técnicas y herramientas de prospectiva estratégica, en el sector de energías renovables y la transformación energética mundial al 2050”. En esta sesión se busca conocer la probabilidad de ocurrencia individual y combinada de un conjunto de hipótesis, usando la herramienta SMIC (Sistemas y Matrices de Impactos Cruzados) para la identificación de los escenarios más probables. Para ello se aplica una encuesta que no tomará más de 15 minutos en ser completada. Acompañada a esta solicitud de encuesta, se adjunta un archivo *Excel* de 4 hojas, que corresponden a la descripción sintetizada para las 6 hipótesis y las encuestas para evaluar las probabilidades de ocurrencia de cada una al año 2050, tanto de manera aislada o independiente, así como la probabilidad combinada de la ocurrencia de una hipótesis con respecto a las otras.

- Para la encuesta de probabilidades independientes, la pregunta a responder sería: ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia de la hipótesis “i” para el año 2050?
- Para la encuesta de probabilidades cruzadas (Ocurrencia vs Ocurrencia), la pregunta a responder sería: ¿Si en el año 2050 ocurre la hipótesis “i” (columnas), ¿cuál es la probabilidad de ocurrencia de las siguientes hipótesis (filas)?
- Para la encuesta de probabilidades cruzadas (Ocurrencia vs No Ocurrencia), la pregunta a responder sería: ¿Si en el año 2050 No ocurre la hipótesis “i” (columnas), ¿cuál es la probabilidad de ocurrencia las siguientes hipótesis (filas)?

La escala porcentual por usar para la solución de las encuestas denotará las siguientes alternativas de calificación:

- a) 0.9 = “muy probable”
- b) 0.7 = “probable”
- c) 0.5 = “duda”
- d) 0.3 = “poco probable”
- e) 0.1 = “muy improbable”

Si tuviera alguna duda sobre el significado de algunas de las hipótesis, no dude en consultarlo directamente con el tesista o encuestador.

ANEXO E

En las siguientes páginas se muestra el informe obtenido del software Smic – Prob – Expert



Smic ProbExpert - Método actualizado por © Michel Godet. Aplicativo gratuito financiado por el Círculo de Acción Prospectiva (CAP prospectiva) y 3IE EPITA



Informe Smic-Prob-Expert
Escenarios Tesis



I. LAS HIPOTESIS

1. LISTA DE HIPOTESIS

- Las emisiones globales de dióxido de carbono se reducirían en 70% para el año 2050. (Ambiental)
- El uso de energías renovables alcanzará cuotas entre el 70% y 80% para el año 2050. (Cuota)
- La inversión acumulada en la transición energética alcanzará los 100 billones de USD para el año 2050. (Inversión)
- La transformación energética al año 2050 establecería alrededor de 75 millones de empleos relacionados al uso de energías renovables. (Empleo)
- El número de vehículos eléctricos funcionando en el sector transporte superaría los 1000 millones a nivel global para el año 2050. (Tecnología)
- La demanda global de energía primaria alcanzaría los 700 exajoules (EJ) para el año 2050. (Consumo)

2. DESCRIPCION DE LAS HIPOTESIS

1. Las emisiones globales de dióxido de carbono se reducirían en 70% para el año 2050. (Ambiental)

Descripción : Para el año 2050, el 70% de las emisiones globales de dióxido de carbono se reducirían, pasando de 34 gigatoneladas (Gt) de emisiones de CO₂, contabilizadas en el 2019, a unas 10 Gt para el horizonte planificado.

2. El uso de energías renovables alcanzará cuotas entre el 70% y 80% para el año 2050. (Cuota)

Descripción : Para el año 2050, las regiones del Sudeste Asiático, América Latina, la Unión Europea y África Subsahariana estarán alcanzado mayores cuotas en el uso de energías renovables, entre el 70% y el 80%.

3. La inversión acumulada en la transición energética alcanzará los 100 billones de USD para el año 2050. (Inversión)

Descripción : La inversión acumulada entre el año 2021 y el año 2050 alcanzaría los 100 billones de USD, que incluiría principalmente inversiones en energía renovables, eficiencia energética, redes eléctricas y flexibilidad energética.

4. La transformación energética al año 2050 establecería alrededor de 75 millones de empleos relacionados al uso de energías renovables. (Empleo)

Descripción : Para el año 2050, la transformación energética establecería alrededor de 75 millones de empleos que incluyen el ámbito de las energías renovables, la eficiencia energética, así como la mejora de las redes y la flexibilidad energética.

5. El número de vehículos eléctricos funcionando en el sector transporte superaría los 1000 millones a nivel global para el año 2050. (Tecnología)

Descripción : Para el año 2050, un nuevo sistema energético transformado generaría un aumento del número de vehículos eléctricos funcionando en el sector transporte, pasando de alrededor de 8 millones contabilizados en el 2019 a más de 1000 millones de vehículos eléctricos.

6. La demanda global de energía primaria alcanzaría los 700 exajoules (EJ) para el año 2050. (Consumo)

Descripción : Para el año 2050, la demanda global de energía primaria aumentaría de 600 exajoules (EJ), consumidos actualmente, a 700 EJ. En este ámbito, el consumo de combustibles fósiles se reduciría de 490 EJ, consumidos actualmente, a 200 EJ.

II. LOS EXPERTOS

1. LISTA DE GRUPOS DE EXPERTOS

- Referente

2. LISTA DE EXPERTOS

Referente

- Angel Giraldo
- Fabricio Forttini
- Adrian Canasa
- Julio Almeyda
- Victor Heredia
- Julio Gutierrez
- Cristian Ágreda
- Mairón Figueroa
- Percy Susanibar
- Percy Leith
- Gabriel Russo
- Luis Quinto

3. DESCRIPCION DE LOS EXPERTOS

1. Angel Giraldo

Grupo de expertos : Referente

Peso : 1

2. Fabricio Forttini

Grupo de expertos : Referente

Peso : 1

3. Adrian Canasa

Grupo de expertos : Referente

Peso : 1

4. Julio Almeyda

Grupo de expertos : Referente

Peso : 1

5. Victor Heredia

Grupo de expertos : Referente

Peso : 1

6. Julio Gutierrez

Grupo de expertos : Referente

Peso : 1

7. Cristian Ágreda

Grupo de expertos : Referente
Peso : 1

8. Mairón Figueroa

Grupo de expertos : Referente
Peso : 1

9. Percy Susanibar

Grupo de expertos : Referente
Peso : 1

10. Percy Leith

Grupo de expertos : Referente
Peso : 1

11. Gabriel Russo

Grupo de expertos : Referente
Peso : 1

12. Luis Quinto

Grupo de expertos : Referente
Peso : 1

III. EL ESTUDIO SMIC-PROB-EXPERT

1. REFERENTE

1. Angel (Giraldo)

a) Los datos brutos

(1) Datos brutos : probabilidades simples (Angel)

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

(2) Datos brutos : probabilidades condicionales si no realización (Angel)

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

b) Los datos netos

(1) Datos netos : probabilidades condicionales si no realización (Angel)

Los valores expresan las probabilidades condicionales netas si no realización

c) Análisis de los efectos de hipótesis entre ellas

(1) Matriz de efectos de hipótesis realizadas (Angel)

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/j) - P(i)$.

(2) *Matriz de efectos de hipótesis no realizadas (Angel)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/\text{non } j) - P(i)$.

d) Análisis de sensibilidad

(1) *Matriz de impactos brutos (Angel)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(2) *Matrice d'élasticité (Angel)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(3) *Histograma de sensibilidad de las dependencias (Angel)*

e) Análisis de las soluciones contrastadas

(1) *Histograma de los extremums (Angel)*

2. Fabricio (Forttini)

3.

a) Los datos brutos

(1) *Datos brutos : probabilidades simples (Fabricio)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

(2) *Datos brutos : probabilidades condicionales si no realización (Fabricio)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

b) Los datos netos

(1) *Datos netos : probabilidades condicionales si no realización (Fabricio)*

Los valores expresan las probabilidades condicionales netas si no realización

c) Análisis de los efectos de hipótesis entre ellas

(1) *Matriz de efectos de hipótesis realizadas (Fabricio)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/j) - P(i)$.

(2) *Matriz de efectos de hipótesis no realizadas (Fabricio)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/\text{non } j) - P(i)$.

d) Análisis de sensibilidad

(1) *Matriz de impactos brutos (Fabricio)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(2) *Matrice d'élasticité (Fabricio)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(3) *Histograma de sensibilidad de las dependencias (Fabricio)*

e) Análisis de las soluciones contrastadas

(1) *Histograma de los extremums (Fabricio)*

4. Adrian (Canasa)

5.

a) Los datos brutos

(1) *Datos brutos : probabilidades simples (Adrian)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

(2) *Datos brutos : probabilidades condicionales si no realización (Adrian)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

b) Los datos netos

(1) *Datos netos : probabilidades condicionales si no realización (Adrian)*

Los valores expresan las probabilidades condicionales netas si no realización

c) Análisis de los efectos de hipótesis entre ellas

(1) *Matriz de efectos de hipótesis realizadas (Adrian)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/j) - P(i)$.

(2) *Matriz de efectos de hipótesis no realizadas (Adrian)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/\text{non } j) - P(i)$.

d) Análisis de sensibilidad

(1) *Matriz de impactos brutos (Adrian)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(2) *Matrice d'élasticité (Adrian)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(3) *Histograma de sensibilidad de las dependencias (Adrian)*

e) Análisis de las soluciones contrastadas

(1) *Histograma de los extremums (Adrian)*

6. Julio (Almeyda)

7.

a) Los datos brutos

(1) *Datos brutos : probabilidades simples (Julio)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

(2) *Datos brutos : probabilidades condicionales si no realización (Julio)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

b) Los datos netos

(1) *Datos netos : probabilidades condicionales si no realización (Julio)*

Los valores expresan las probabilidades condicionales netas si no realización

c) Análisis de los efectos de hipótesis entre ellas

(1) *Matriz de efectos de hipótesis realizadas (Julio)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/j) - P(i)$.

(2) *Matriz de efectos de hipótesis no realizadas (Julio)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/\text{non } j) - P(i)$.

d) Análisis de sensibilidad

(1) *Matriz de impactos brutos (Julio)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(2) *Matrice d'élasticité (Julio)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(3) *Histograma de sensibilidad de las dependencias (Julio)*

e) Análisis de las soluciones contrastadas

(1) *Histograma de los extremums (Julio)*

8. Victor (Heredia)

9.

a) Los datos brutos

(1) *Datos brutos : probabilidades simples (Victor)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

(2) *Datos brutos : probabilidades condicionales si no realización (Victor)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

b) Los datos netos

(1) *Datos netos : probabilidades condicionales si no realización (Victor)*

Los valores expresan las probabilidades condicionales netas si no realización

c) Análisis de los efectos de hipótesis entre ellas

(1) *Matriz de efectos de hipótesis realizadas (Victor)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/j) - P(i)$.

(2) *Matriz de efectos de hipótesis no realizadas (Victor)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/\text{non } j) - P(i)$.

d) Análisis de sensibilidad

(1) *Matriz de impactos brutos (Victor)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(2) *Matrice d'élasticité (Victor)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(3) *Histograma de sensibilidad de las dependencias (Victor)*

e) Análisis de las soluciones contrastadas

(1) *Histograma de los extremums (Victor)*

10. Julio (Gutierrez)

11.

a) Los datos brutos

(1) *Datos brutos : probabilidades simples (Julio)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

(2) *Datos brutos : probabilidades condicionales si no realización (Julio)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

b) Los datos netos

(1) *Datos netos : probabilidades condicionales si no realización (Julio)*

Los valores expresan las probabilidades condicionales netas si no realización

c) Análisis de los efectos de hipótesis entre ellas

(1) *Matriz de efectos de hipótesis realizadas (Julio)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/j) - P(i)$.

(2) *Matriz de efectos de hipótesis no realizadas (Julio)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/\text{non } j) - P(i)$.

d) Análisis de sensibilidad

(1) *Matriz de impactos brutos (Julio)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(2) *Matrice d'élasticité (Julio)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(3) *Histograma de sensibilidad de las dependencias (Julio)*

e) Análisis de las soluciones contrastadas

(1) *Histograma de los extremums (Julio)*

12. Cristian (Ágreda)

13.

a) Los datos brutos

(1) *Datos brutos : probabilidades simples (Cristian)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

(2) *Datos brutos : probabilidades condicionales si no realización (Cristian)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

b) Los datos netos

(1) *Datos netos : probabilidades condicionales si no realización (Cristian)*

Los valores expresan las probabilidades condicionales netas si no realización

c) Análisis de los efectos de hipótesis entre ellas

(1) *Matriz de efectos de hipótesis realizadas (Cristian)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/j) - P(i)$.

(2) *Matriz de efectos de hipótesis no realizadas (Cristian)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/\text{non } j) - P(i)$.

d) Análisis de sensibilidad

(1) *Matriz de impactos brutos (Cristian)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(2) *Matrice d'élasticité (Cristian)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(3) *Histograma de sensibilidad de las dependencias (Cristian)*

e) Análisis de las soluciones contrastadas

(1) *Histograma de los extremums (Cristian)*

14. Mairón (Figueroa)

15.

a) Los datos brutos

(1) *Datos brutos : probabilidades simples (Mairón)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

(2) *Datos brutos : probabilidades condicionales si no realización (Mairón)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

b) Los datos netos

(1) *Datos netos : probabilidades condicionales si no realización (Mairón)*

Los valores expresan las probabilidades condicionales netas si no realización

c) Análisis de los efectos de hipótesis entre ellas

(1) *Matriz de efectos de hipótesis realizadas (Mairón)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/j) - P(i)$.

(2) *Matriz de efectos de hipótesis no realizadas (Mairón)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/\text{non } j) - P(i)$.

d) Análisis de sensibilidad

(1) *Matriz de impactos brutos (Mairón)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(2) *Matrice d'élasticité (Mairón)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(3) *Histograma de sensibilidad de las dependencias (Mairón)*

e) Análisis de las soluciones contrastadas

(1) *Histograma de los extremums (Mairón)*

16. Percy (Susanibar)

17.

a) Los datos brutos

(1) *Datos brutos : probabilidades simples (Percy)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

(2) *Datos brutos : probabilidades condicionales si no realización (Percy)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

b) Los datos netos

(1) *Datos netos : probabilidades condicionales si no realización (Percy)*

Los valores expresan las probabilidades condicionales netas si no realización

c) Análisis de los efectos de hipótesis entre ellas

(1) *Matriz de efectos de hipótesis realizadas (Percy)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/j) - P(i)$.

(2) *Matriz de efectos de hipótesis no realizadas (Percy)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/\text{non } j) - P(i)$.

d) Análisis de sensibilidad

(1) *Matriz de impactos brutos (Percy)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(2) *Matrice d'élasticité (Percy)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(3) *Histograma de sensibilidad de las dependencias (Percy)*

e) Análisis de las soluciones contrastadas

(1) *Histograma de los extremums (Percy)*

18. Percy (Leith)

19.

a) Los datos brutos

(1) *Datos brutos : probabilidades simples (Percy)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

(2) *Datos brutos : probabilidades condicionales si no realización (Percy)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

b) Los datos netos

(1) *Datos netos : probabilidades condicionales si no realización (Percy)*

Los valores expresan las probabilidades condicionales netas si no realización

c) Análisis de los efectos de hipótesis entre ellas

(1) *Matriz de efectos de hipótesis realizadas (Percy)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/j) - P(i)$.

(2) *Matriz de efectos de hipótesis no realizadas (Percy)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/\text{non } j) - P(i)$.

d) Análisis de sensibilidad

(1) *Matriz de impactos brutos (Percy)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(2) *Matrice d'élasticité (Percy)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(3) *Histograma de sensibilidad de las dependencias (Percy)*

e) Análisis de las soluciones contrastadas

(1) *Histograma de los extremums (Percy)*

20. Gabriel (Russo)

21.

a) Los datos brutos

(1) *Datos brutos : probabilidades simples (Gabriel)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

(2) *Datos brutos : probabilidades condicionales si no realización (Gabriel)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

b) Los datos netos

(1) *Datos netos : probabilidades condicionales si no realización (Gabriel)*

Los valores expresan las probabilidades condicionales netas si no realización

c) Análisis de los efectos de hipótesis entre ellas

(1) *Matriz de efectos de hipótesis realizadas (Gabriel)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/j) - P(i)$.

(2) *Matriz de efectos de hipótesis no realizadas (Gabriel)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/\text{non } j) - P(i)$.

d) Análisis de sensibilidad

(1) *Matriz de impactos brutos (Gabriel)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(2) *Matrice d'élasticité (Gabriel)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(3) *Histograma de sensibilidad de las dependencias (Gabriel)*

e) Análisis de las soluciones contrastadas

(1) *Histograma de los extremums (Gabriel)*

22. Luis (Quinto)

23.

a) Los datos brutos

(1) *Datos brutos : probabilidades simples (Luis)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

(2) *Datos brutos : probabilidades condicionales si no realización (Luis)*

Los valores están comprendidos entre 0 y 1.

b) Los datos netos

(1) *Datos netos : probabilidades condicionales si no realización (Luis)*

Los valores expresan las probabilidades condicionales netas si no realización

c) Análisis de los efectos de hipótesis entre ellas

(1) *Matriz de efectos de hipótesis realizadas (Luis)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/j) - P(i)$.

(2) *Matriz de efectos de hipótesis no realizadas (Luis)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/\text{non } j) - P(i)$.

d) Análisis de sensibilidad

(1) *Matriz de impactos brutos (Luis)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(2) *Matrice d'élasticité (Luis)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(3) *Histograma de sensibilidad de las dependencias (Luis)*

e) Análisis de las soluciones contrastadas

(1) *Histograma de los extremums (Luis)*

24. Synthèse du groupe : Referente

25.

a) Análisis de los efectos de hipótesis entre ellas

(1) *Matriz de efectos de hipótesis realizadas (Referente)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/j) - P(i)$.

(2) *Matriz de efectos de hipótesis no realizadas (Referente)*

Los valores corresponden a la sustracción de los datos netos $P(i/\text{non } j) - P(i)$.

b) Análisis de sensibilidad

(1) *Matriz de impactos brutos (Referente)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(2) *Matrice d'élasticité (Referente)*

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

(3) *Histograma de sensibilidad de las dependencias (Referente)*

c) Análisis de las soluciones contrastadas

(1) *Histograma de los extremums (Referente)*

2. SYNTHÈSE SUR L'ENSEMBLE DES EXPERTS

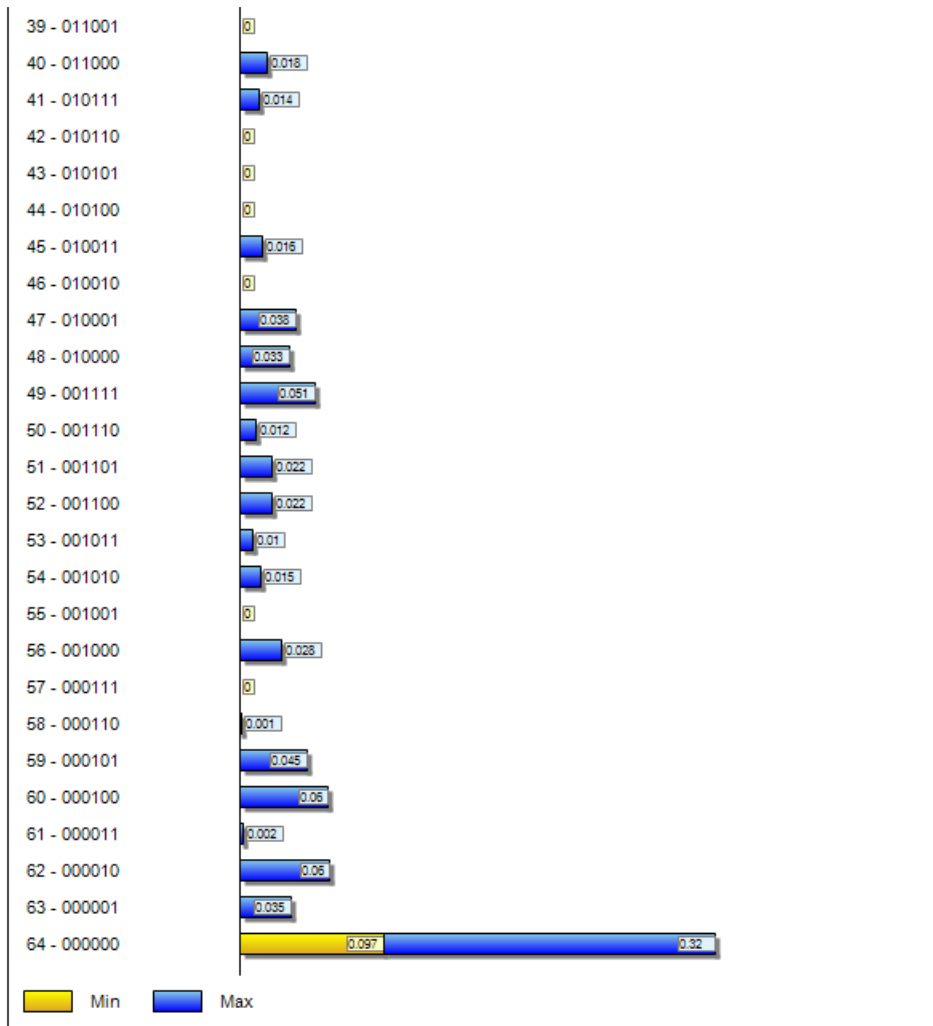
3.

a) Análisis de las soluciones contrastadas

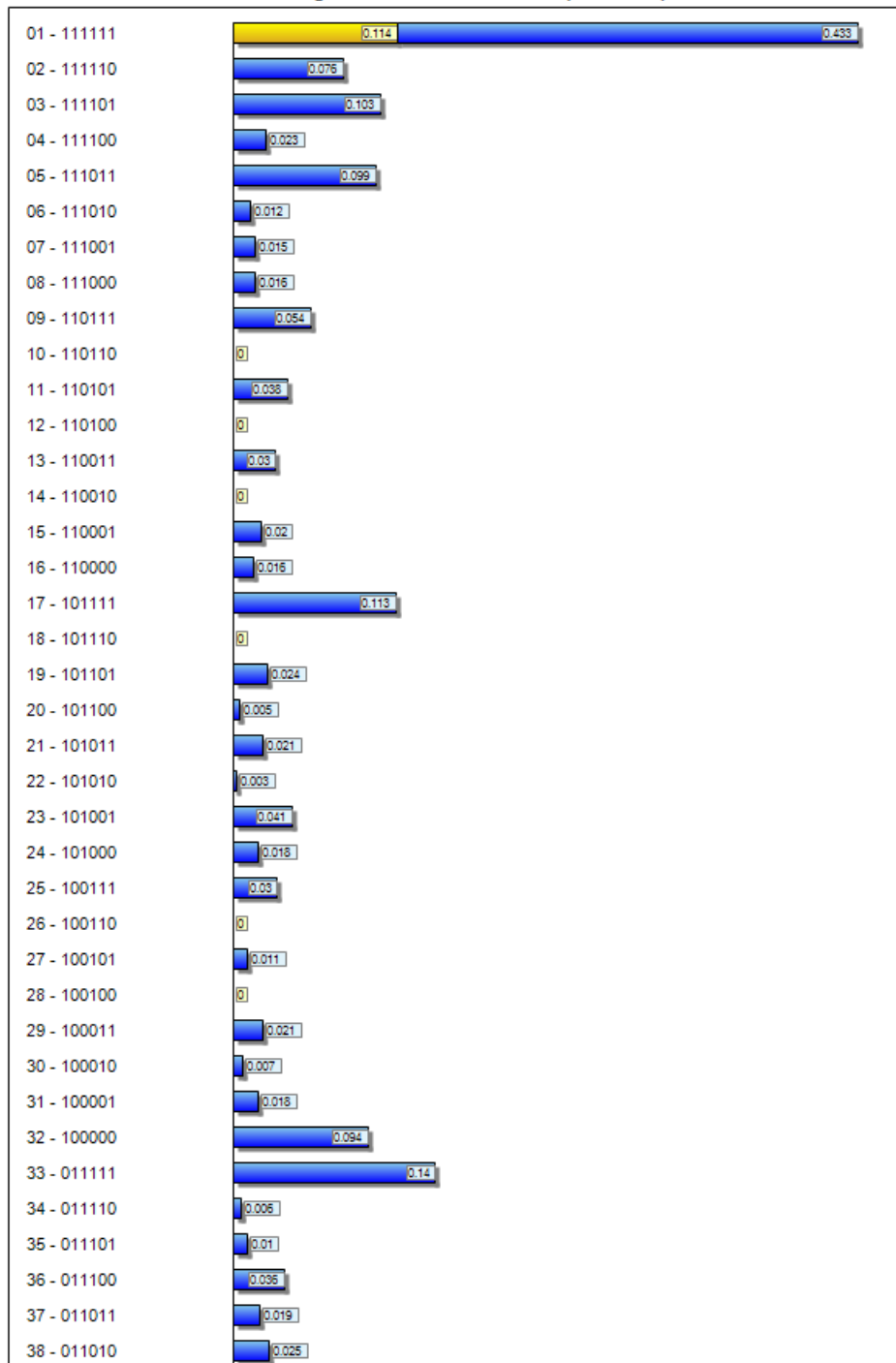
(1) *Plano de proximidades entre expertos y escenarios sobre las soluciones más contrastadas*

(2) *Plano de proximidades entre grupos y escenarios sobre las soluciones más contrastadas*

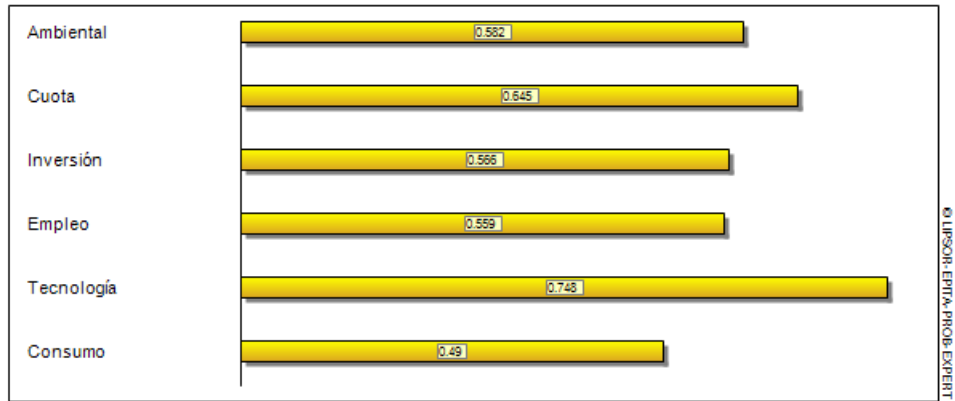




Histograma de los extremums (Referente)



Histograma de sensibilidad de las dependencias (Referente)

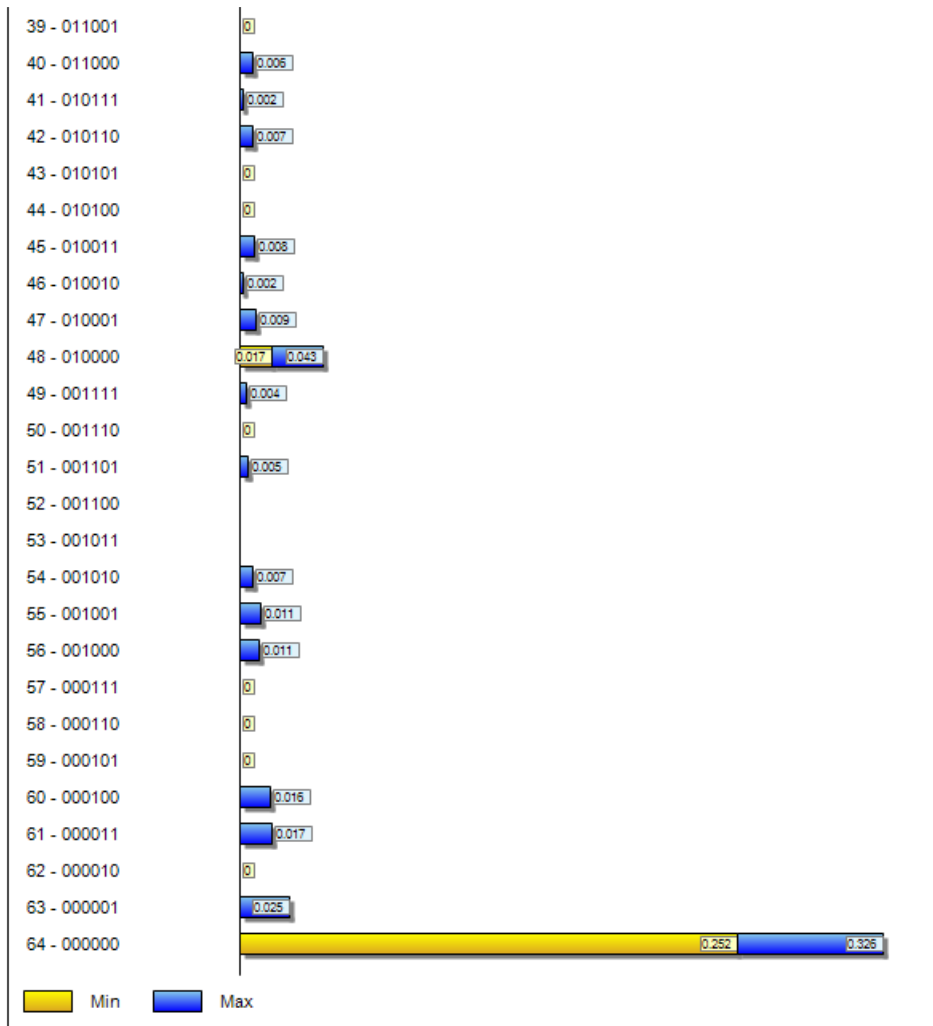


	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo	Suma absoluta
1 : Ambiental	1	0.067	0.065	0.038	0.069	0.055	0.294
2 : Cuota	0.087	1	0.125	0.09	0.125	0.082	0.508
3 : Inversión	0.169	0.212	1	0.19	0.229	0.151	0.95
4 : Empleo	0.073	0.116	0.124	1	0.134	0.105	0.552
5 : Tecnología	0.102	0.098	0.107	0.081	1	0.098	0.486
6 : Consumo	0.151	0.152	0.146	0.159	0.192	1	0.8
7 : Suma absoluta	0.582	0.645	0.566	0.559	0.748	0.49	-

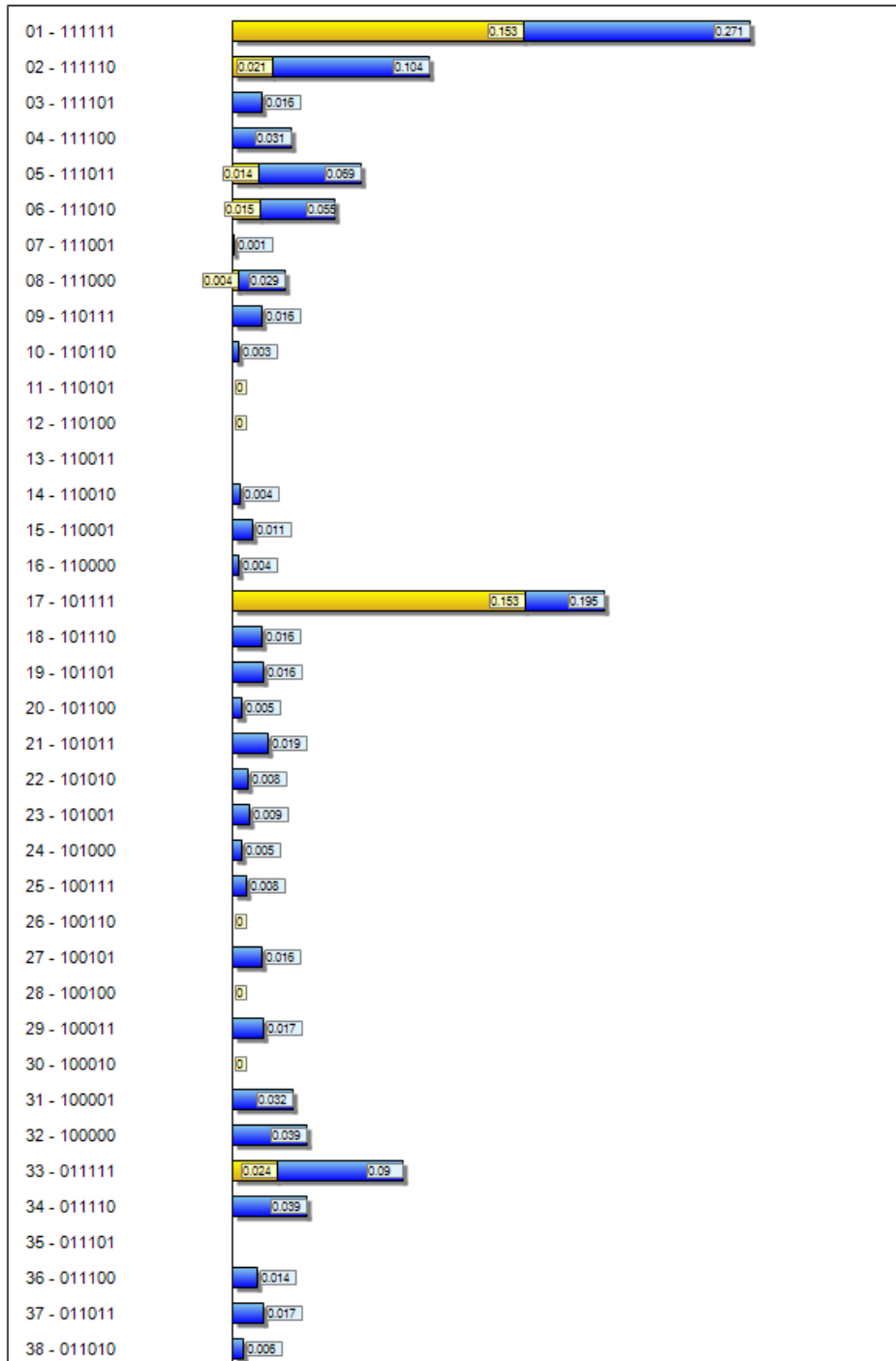
	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0.371	0.025	0.024	0.014	0.026	0.02
2 : Cuota	0.033	0.38	0.047	0.034	0.047	0.031
3 : Inversión	0.059	0.074	0.352	0.067	0.081	0.053
4 : Empleo	0.026	0.042	0.045	0.361	0.048	0.038
5 : Tecnología	0.038	0.037	0.04	0.031	0.376	0.037
6 : Consumo	0.052	0.053	0.051	0.055	0.067	0.348

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	-0.546	-0.276	-0.349	-0.262	-0.265	-0.341
2 : Cuota	-0.271	-0.554	-0.415	-0.317	-0.297	-0.35
3 : Inversión	-0.304	-0.368	-0.604	-0.381	-0.362	-0.388
4 : Empleo	-0.245	-0.301	-0.408	-0.576	-0.304	-0.39
5 : Tecnología	-0.268	-0.305	-0.42	-0.329	-0.541	-0.388
6 : Consumo	-0.296	-0.31	-0.388	-0.363	-0.333	-0.605

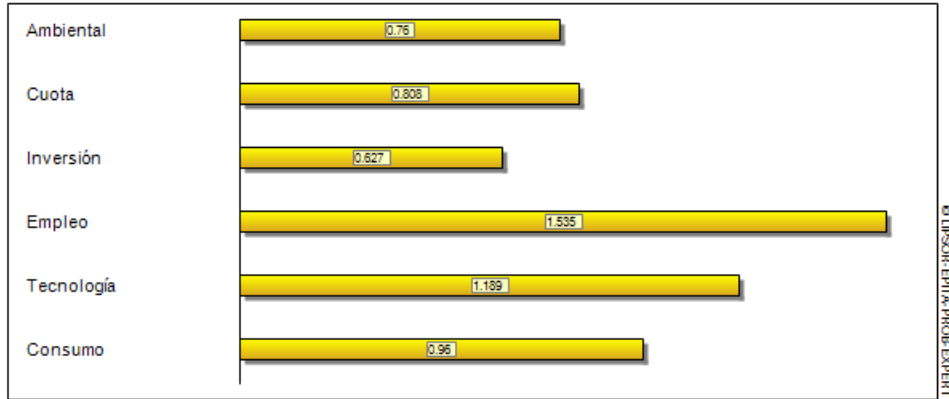
	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.223	0.228	0.193	0.225	0.222
2 : Cuota	0.226	0	0.272	0.234	0.252	0.229
3 : Inversión	0.253	0.297	0	0.281	0.307	0.254
4 : Empleo	0.204	0.243	0.267	0	0.259	0.254
5 : Tecnología	0.223	0.246	0.275	0.243	0	0.253
6 : Consumo	0.246	0.25	0.254	0.267	0.283	0



Histograma de los extremums (Luis)



Histograma de sensibilidad de las dependencias (Luis)



	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo	Suma absoluta
1 : Ambiental	1	0.091	0.163	0.179	0.171	0.151	0.755
2 : Cuota	-0.005	1	0.04	0.029	0.046	-0.02	0.14
3 : Inversión	0.362	0.39	1	0.778	0.706	0.376	2.611
4 : Empleo	0.091	0.079	0.1	1	0.133	0.142	0.546
5 : Tecnología	0.223	0.229	0.24	0.399	1	0.271	1.362
6 : Consumo	0.08	0.019	0.083	0.149	0.134	1	0.465
7 : Suma absoluta	0.76	0.808	0.627	1.535	1.189	0.96	-

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0.354	0.032	0.058	0.063	0.06	0.053
2 : Cuota	-0.002	0.391	0.016	0.011	0.018	-0.008
3 : Inversión	0.121	0.13	0.334	0.26	0.236	0.125
4 : Empleo	0.036	0.032	0.04	0.4	0.053	0.057
5 : Tecnología	0.09	0.092	0.096	0.16	0.402	0.109
6 : Consumo	0.03	0.007	0.031	0.057	0.051	0.38

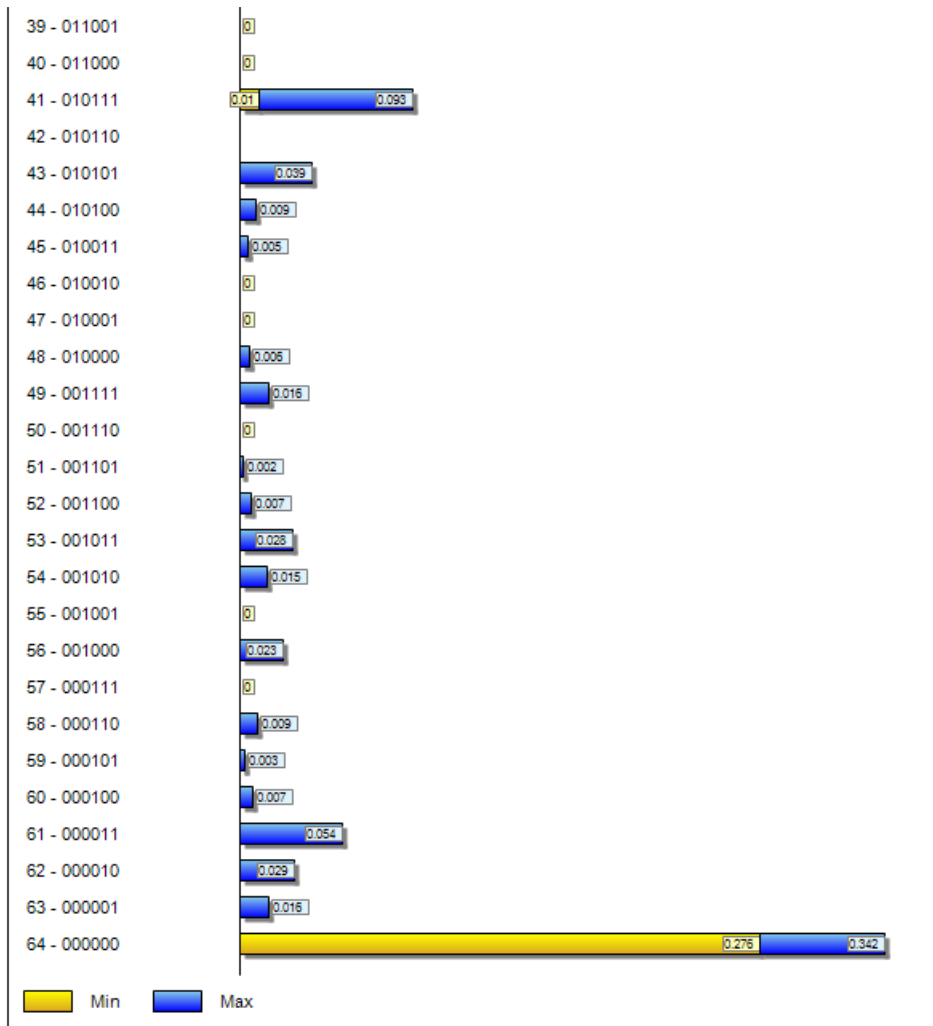
	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	-0.577	-0.168	-0.512	-0.311	-0.447	-0.289
2 : Cuota	-0.208	-0.475	-0.401	-0.202	-0.334	-0.129
3 : Inversión	-0.436	-0.275	-0.64	-0.397	-0.552	-0.339
4 : Empleo	-0.35	-0.183	-0.524	-0.524	-0.482	-0.34
5 : Tecnología	-0.416	-0.251	-0.604	-0.399	-0.606	-0.376
6 : Consumo	-0.327	-0.118	-0.45	-0.342	-0.457	-0.522

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.185	0.289	0.282	0.29	0.265
2 : Cuota	0.153	0	0.226	0.183	0.217	0.118
3 : Inversión	0.32	0.304	0	0.36	0.359	0.311
4 : Empleo	0.256	0.202	0.295	0	0.313	0.312
5 : Tecnología	0.305	0.277	0.34	0.362	0	0.345
6 : Consumo	0.24	0.13	0.253	0.311	0.297	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.409	0.064	0.266	0.13	0.288
2 : Cuota	0.267	0	0.075	0.274	0.142	0.346
3 : Inversión	0.203	0.365	0	0.243	0.087	0.301
4 : Empleo	0.175	0.341	0	0	0.042	0.184
5 : Tecnología	0.19	0.355	0.002	0.207	0	0.23
6 : Consumo	0.195	0.404	0.072	0.179	0.064	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3
2 : Cuota	0.3	0	0.1	0.1	0.3	0.5
3 : Inversión	0.1	0.1	0	0.1	0.3	0.5
4 : Empleo	0.1	0.1	0.3	0	0.1	0.1
5 : Tecnología	0.1	0.1	0.3	0.3	0	0.1
6 : Consumo	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0

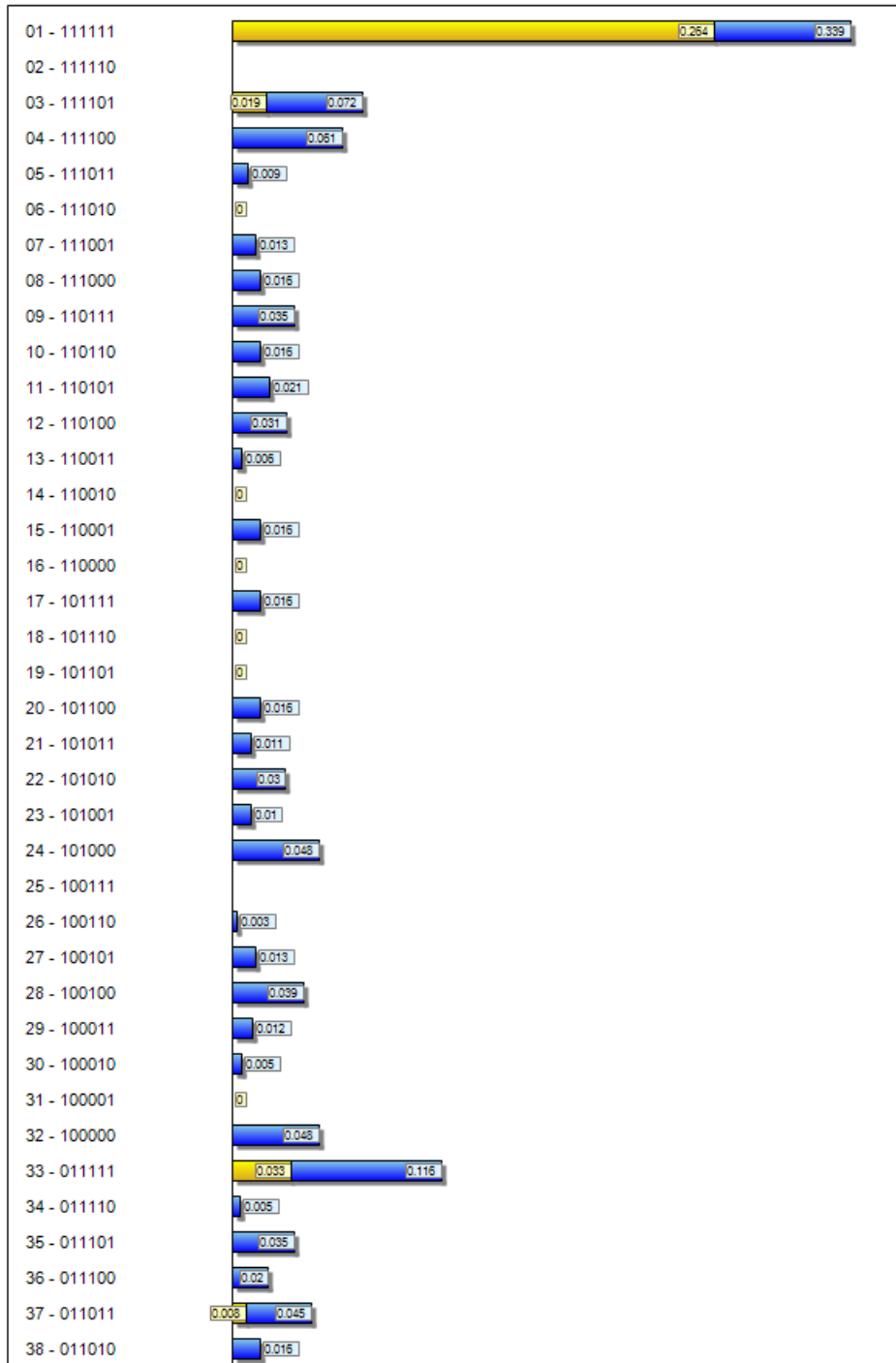
	Probabilidades
1 : Ambiental	0.7
2 : Cuota	0.3
3 : Inversión	0.9
4 : Empleo	0.5
5 : Tecnología	0.7
6 : Consumo	0.5



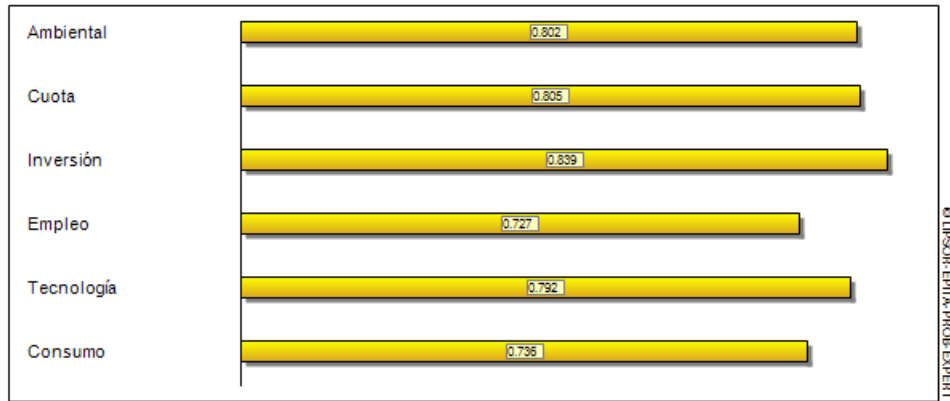
© LIPSOH-ERTPA-PROJEK EXPERT



Histograma de los extremums (Gabriel)



Histograma de sensibilidad de las dependencias (Gabriel)



	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo	Suma absoluta
1 : Ambiental	1	0.056	0.09	0.081	0.011	0.012	0.249
2 : Cuota	0.195	1	0.217	0.24	0.201	0.219	1.072
3 : Inversión	0.184	0.156	1	0.124	0.16	0.142	0.767
4 : Empleo	0.231	0.245	0.179	1	0.162	0.184	1
5 : Tecnología	0.059	0.13	0.148	0.097	1	0.178	0.612
6 : Consumo	0.133	0.218	0.205	0.185	0.259	1	1
7 : Suma absoluta	0.802	0.805	0.839	0.727	0.792	0.736	-

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0.391	0.022	0.035	0.031	0.004	0.005
2 : Cuota	0.087	0.448	0.097	0.107	0.09	0.098
3 : Inversión	0.071	0.061	0.389	0.048	0.062	0.055
4 : Empleo	0.094	0.1	0.073	0.407	0.066	0.075
5 : Tecnología	0.022	0.049	0.055	0.036	0.373	0.066
6 : Consumo	0.056	0.092	0.086	0.078	0.109	0.421

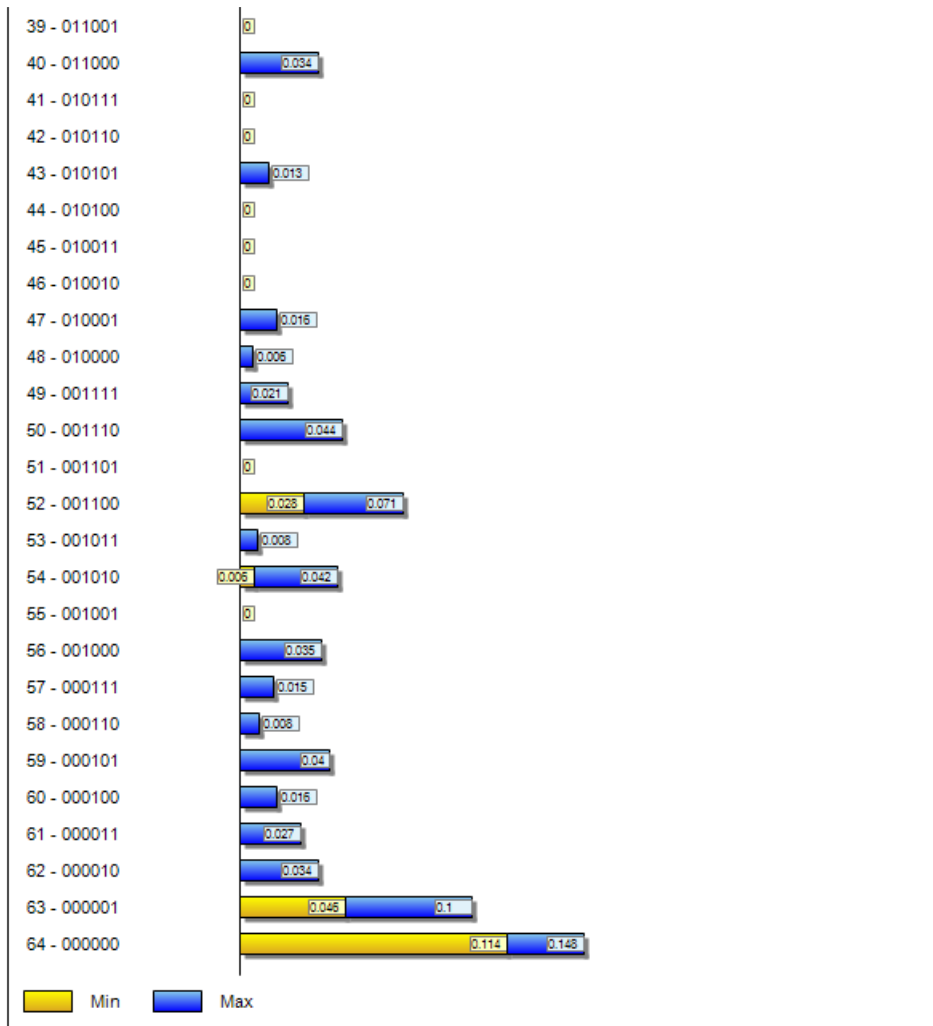
	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	-0.465	-0.314	-0.324	-0.37	-0.165	-0.231
2 : Cuota	-0.246	-0.581	-0.38	-0.513	-0.345	-0.476
3 : Inversión	-0.282	-0.422	-0.535	-0.356	-0.334	-0.4
4 : Empleo	-0.294	-0.52	-0.325	-0.575	-0.291	-0.416
5 : Tecnología	-0.146	-0.39	-0.34	-0.324	-0.526	-0.482
6 : Consumo	-0.184	-0.483	-0.366	-0.416	-0.433	-0.575

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.227	0.282	0.273	0.149	0.171
2 : Cuota	0.283	0	0.33	0.379	0.311	0.352
3 : Inversión	0.325	0.304	0	0.263	0.301	0.296
4 : Empleo	0.338	0.376	0.283	0	0.262	0.308
5 : Tecnología	0.169	0.281	0.296	0.24	0	0.357
6 : Consumo	0.212	0.349	0.318	0.308	0.39	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.151	0.14	0.095	0.299	0.233
2 : Cuota	0.335	0	0.2	0.068	0.236	0.105
3 : Inversión	0.253	0.113	0	0.179	0.201	0.136
4 : Empleo	0.281	0.055	0.25	0	0.284	0.159
5 : Tecnología	0.38	0.136	0.186	0.202	0	0.044
6 : Consumo	0.391	0.092	0.209	0.158	0.142	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.3	0.1	0.3	0.3	0.1
2 : Cuota	0.3	0	0.1	0.3	0.1	0.3
3 : Inversión	0.3	0.1	0	0.3	0.1	0.3
4 : Empleo	0.1	0.3	0.1	0	0.3	0.5
5 : Tecnología	0.5	0.1	0.1	0.3	0	0.1
6 : Consumo	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0

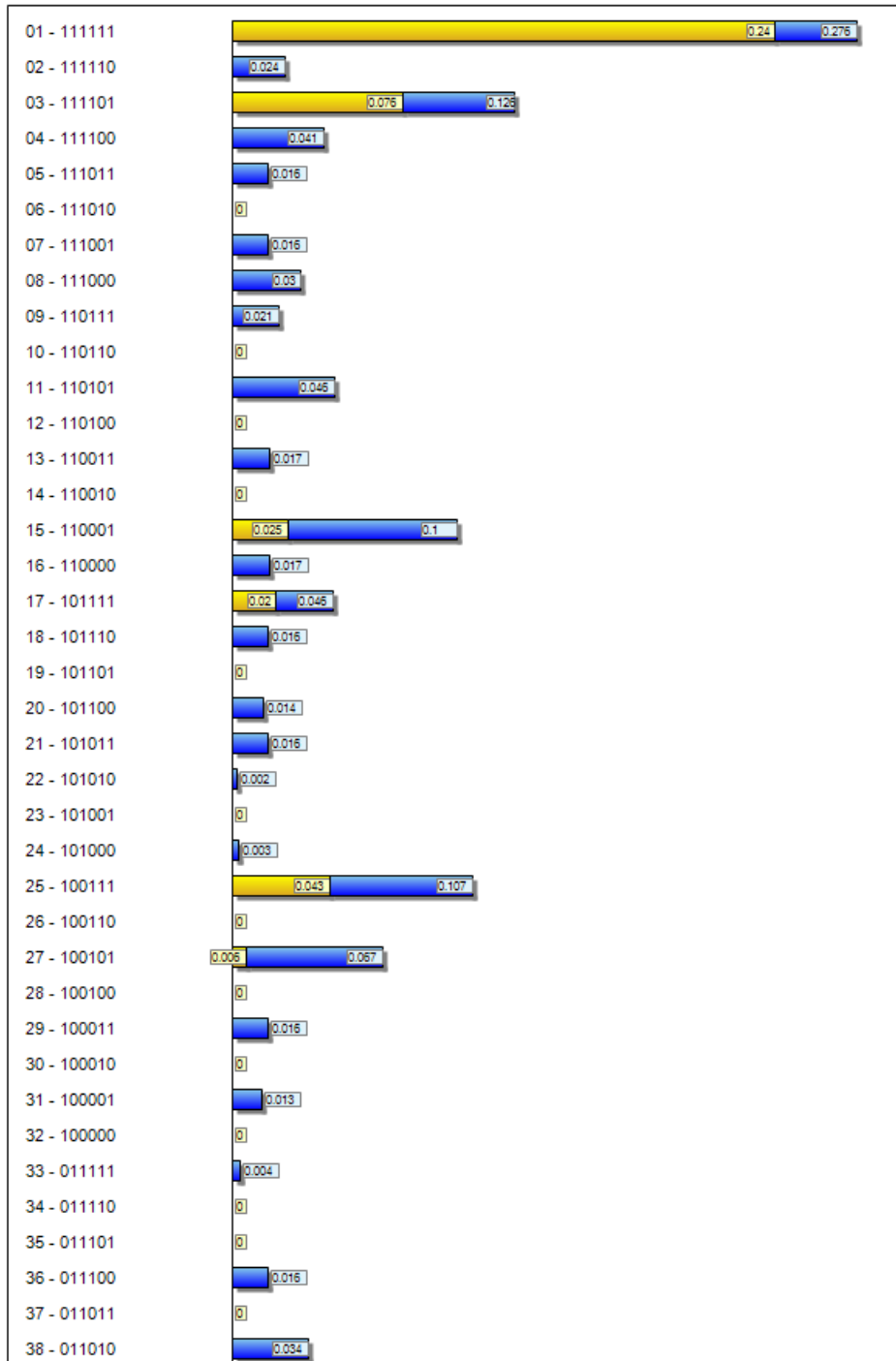
Probabilidades	
1 : Ambiental	0.5
2 : Cuota	0.7
3 : Inversión	0.5
4 : Empleo	0.7
5 : Tecnología	0.5
6 : Consumo	0.7



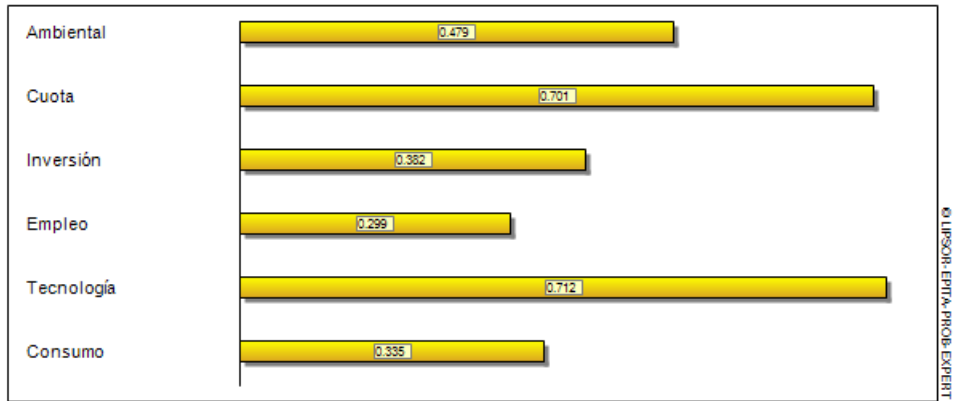
© LIPSON-ERTPA-PROJEK-EXPERT



Histograma de los extremums (Percy)



Histograma de sensibilidad de las dependencias (Percy)



	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo	Suma absoluta
1 : Ambiental	1	0.249	0.062	0.117	0.169	0.095	0.692
2 : Cuota	0.047	1	0.048	-0.028	0.006	-0.038	0.166
3 : Inversión	-0.035	0.132	1	0.043	0.109	-0.13	0.448
4 : Empleo	0.127	0.059	0.141	1	0.181	0.02	0.526
5 : Tecnología	-0.022	-0.028	-0.001	-0.003	1	-0.053	0.106
6 : Consumo	0.249	0.234	-0.13	0.108	0.248	1	0.968
7 : Suma absoluta	0.479	0.701	0.382	0.299	0.712	0.335	1

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0.448	0.111	0.028	0.052	0.076	0.043
2 : Cuota	0.02	0.418	0.02	-0.012	0.002	-0.016
3 : Inversión	-0.013	0.05	0.383	0.016	0.042	-0.05
4 : Empleo	0.051	0.024	0.057	0.407	0.074	0.008
5 : Tecnología	-0.009	-0.012	0	-0.001	0.43	-0.023
6 : Consumo	0.078	0.073	-0.041	0.034	0.078	0.313

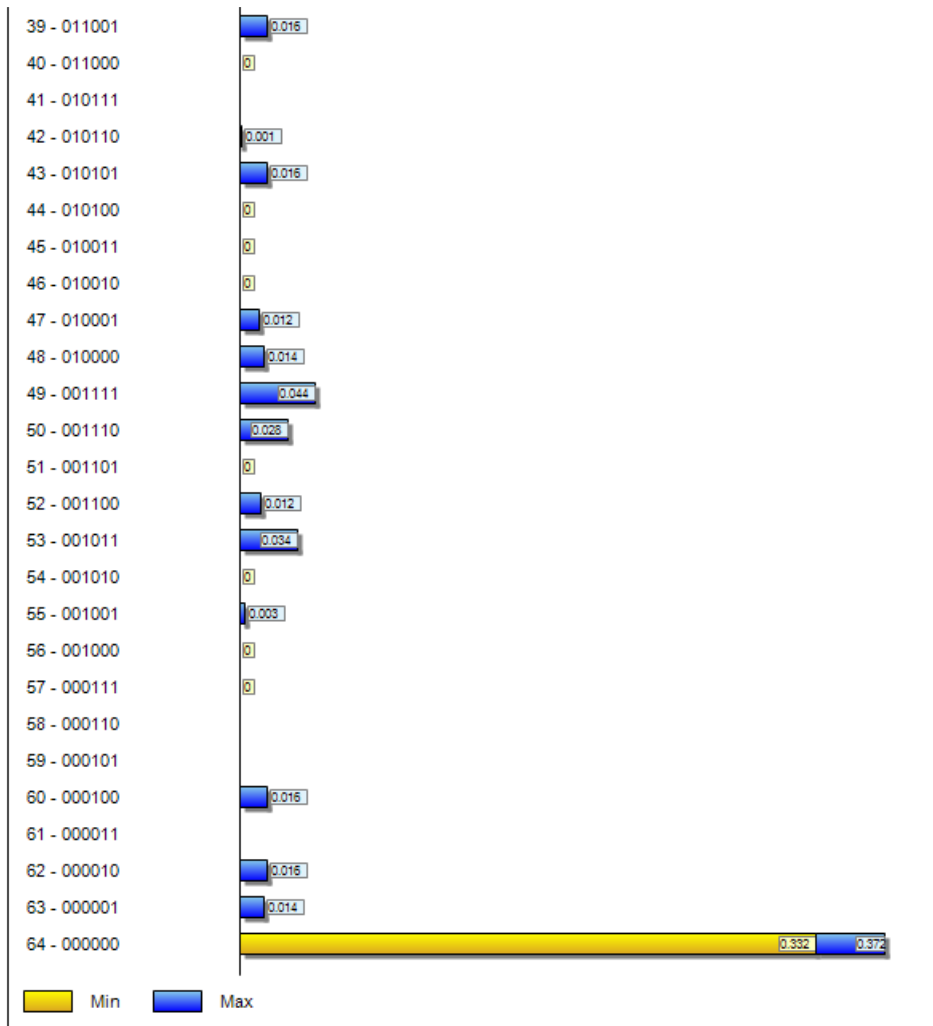
	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	-0.652	-0.314	-0.169	-0.407	-0.163	-0.553
2 : Cuota	-0.45	-0.501	-0.303	-0.204	-0.072	-0.337
3 : Inversión	-0.216	-0.27	-0.555	-0.377	-0.186	-0.04
4 : Empleo	-0.401	-0.141	-0.291	-0.656	-0.198	-0.366
5 : Tecnología	-0.263	-0.081	-0.234	-0.323	-0.438	-0.282
6 : Consumo	-0.432	-0.184	-0.024	-0.29	-0.137	-0.728

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.313	0.135	0.213	0.209	0.207
2 : Cuota	0.241	0	0.243	0.107	0.092	0.126
3 : Inversión	0.115	0.269	0	0.197	0.238	0.015
4 : Empleo	0.214	0.14	0.233	0	0.253	0.137
5 : Tecnología	0.14	0.081	0.188	0.169	0	0.106
6 : Consumo	0.231	0.183	0.02	0.152	0.175	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.337	0.483	0.245	0.489	0.099
2 : Cuota	0.051	0	0.198	0.297	0.429	0.164
3 : Inversión	0.34	0.285	0	0.178	0.37	0.515
4 : Empleo	0.255	0.516	0.365	0	0.459	0.29
5 : Tecnología	0.176	0.357	0.204	0.116	0	0.156
6 : Consumo	0.296	0.544	0.703	0.438	0.591	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.1	0.3	0.7	0.7	0.3
2 : Cuota	0.1	0	0.3	0.5	0.5	0.1
3 : Inversión	0.3	0.3	0	0.5	0.7	0.3
4 : Empleo	0.3	0.5	0.5	0	0.3	0.5
5 : Tecnología	0.3	0.3	0.3	0.5	0	0.1
6 : Consumo	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0

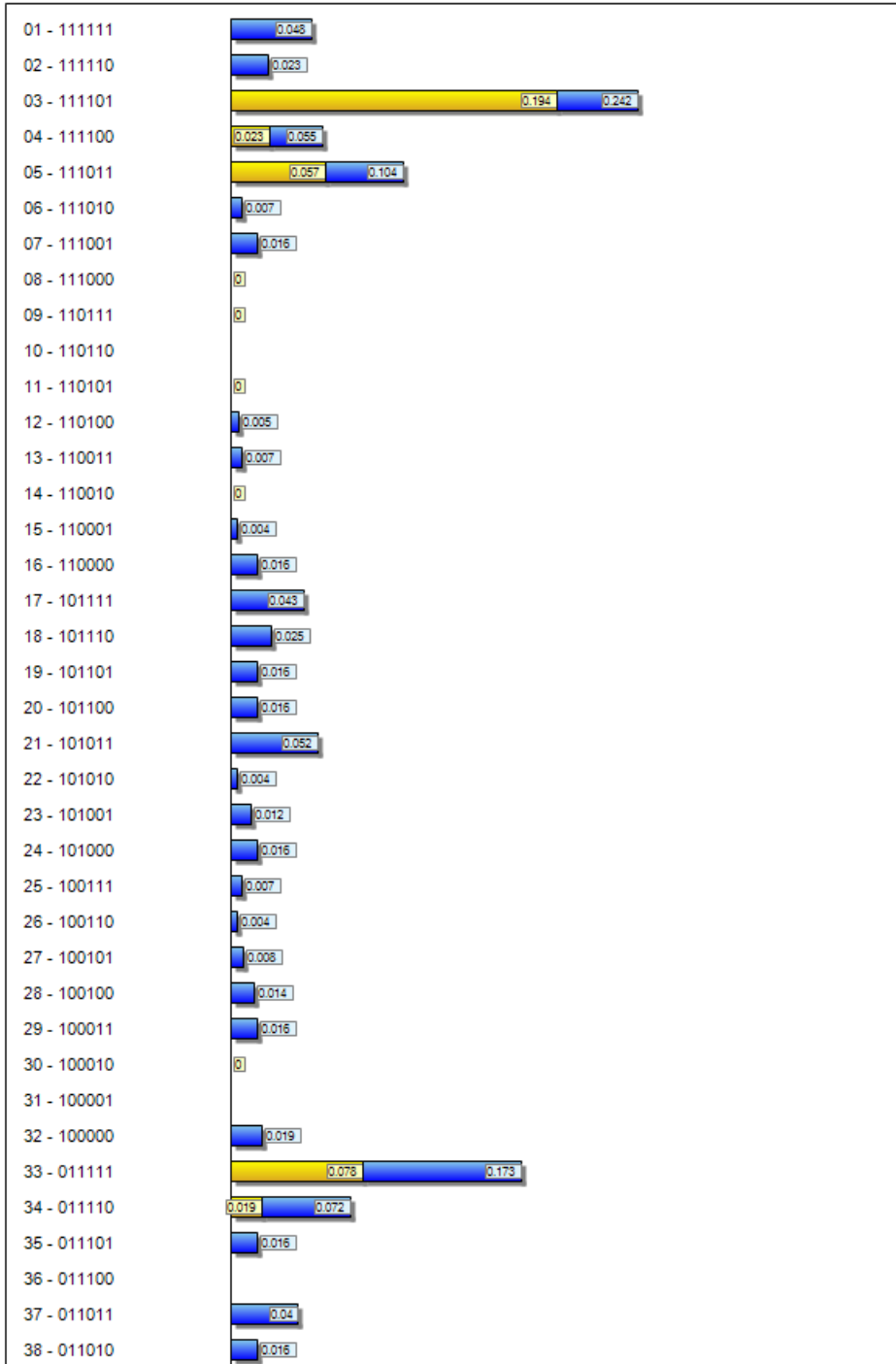
	Probabilidades
1 : Ambiental	0.9
2 : Cuota	0.5
3 : Inversión	0.5
4 : Empleo	0.9
5 : Tecnología	0.5
6 : Consumo	0.7



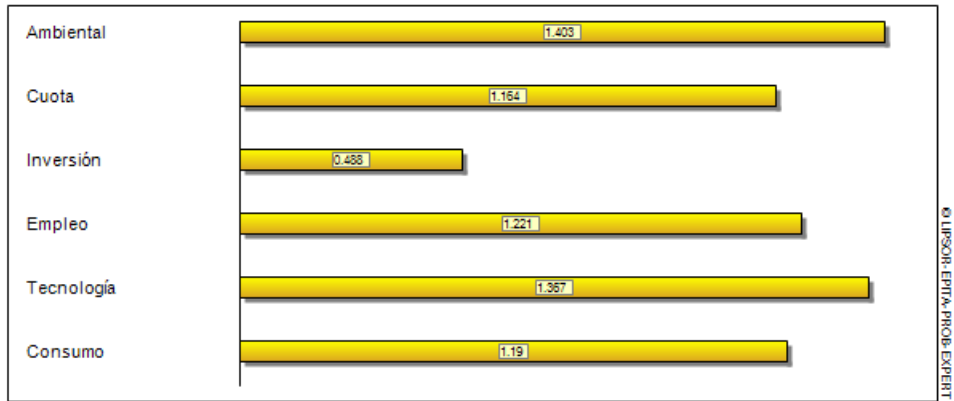
© LIPSON-ERTLA-PROJEK-EXPERT



Histograma de los extremums (Percy)



Histograma de sensibilidad de las dependencias (Percy)



	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo	Suma absoluta
1 : Ambiental	1	0.035	0.071	0.018	-0.066	0.054	0.243
2 : Cuota	0.198	1	0.163	0.209	0.147	0.179	0.896
3 : Inversión	0.834	0.847	1	0.859	0.928	0.861	4.33
4 : Empleo	0.099	0.134	0.115	1	0.055	0.088	0.49
5 : Tecnología	-0.078	-0.01	0.031	-0.023	1	0.009	0.15
6 : Consumo	0.194	0.138	0.109	0.112	0.171	1	0.725
7 : Suma absoluta	1.403	1.164	0.488	1.221	1.367	1.19	-

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0.378	0.013	0.027	0.007	-0.025	0.02
2 : Cuota	0.071	0.357	0.058	0.075	0.052	0.064
3 : Inversión	0.218	0.221	0.261	0.225	0.242	0.225
4 : Empleo	0.036	0.049	0.042	0.367	0.02	0.032
5 : Tecnología	-0.03	-0.004	0.012	-0.009	0.391	0.003
6 : Consumo	0.072	0.052	0.041	0.042	0.064	0.373

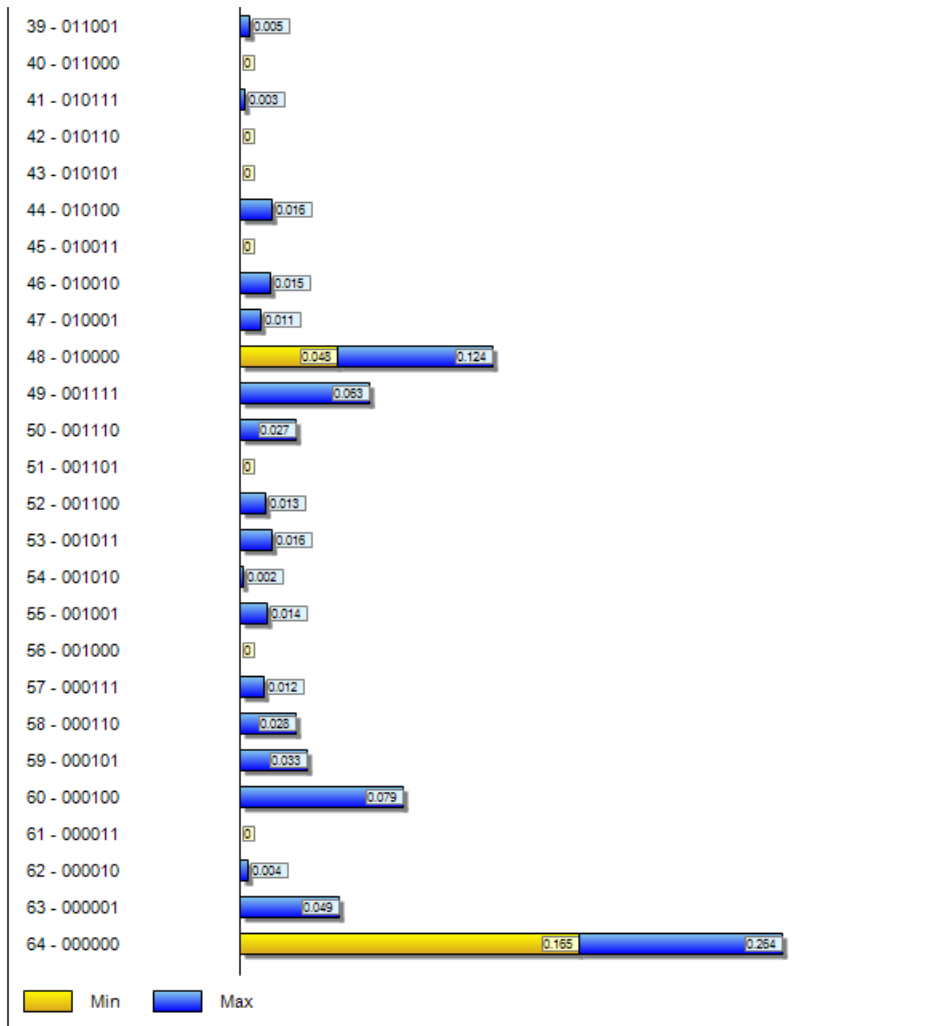
	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	-0.406	-0.261	-0.399	-0.182	0.021	-0.276
2 : Cuota	-0.199	-0.547	-0.547	-0.351	-0.123	-0.343
3 : Inversión	-0.243	-0.437	-0.638	-0.371	-0.215	-0.396
4 : Empleo	-0.151	-0.383	-0.506	-0.506	-0.082	-0.264
5 : Tecnología	0.023	-0.171	-0.372	-0.105	-0.372	-0.213
6 : Consumo	-0.222	-0.361	-0.522	-0.255	-0.162	-0.522

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.216	0.226	0.178	-0.036	0.253
2 : Cuota	0.291	0	0.311	0.343	0.208	0.313
3 : Inversión	0.356	0.362	0	0.362	0.362	0.362
4 : Empleo	0.221	0.318	0.287	0	0.139	0.241
5 : Tecnología	-0.033	0.142	0.211	0.102	0	0.195
6 : Consumo	0.325	0.299	0.297	0.249	0.273	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.145	0.008	0.224	0.428	0.13
2 : Cuota	0.347	0	0	0.195	0.423	0.204
3 : Inversión	0.395	0.201	0	0.267	0.423	0.242
4 : Empleo	0.354	0.122	0	0	0.423	0.242
5 : Tecnología	0.395	0.201	0	0.267	0	0.159
6 : Consumo	0.3	0.161	0	0.267	0.36	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3
2 : Cuota	0.3	0	0.3	0.5	0.3	0.3
3 : Inversión	0.3	0.3	0	0.5	0.3	0.3
4 : Empleo	0.3	0.3	0.3	0	0.3	0.5
5 : Tecnología	0.3	0.3	0.3	0.5	0	0.5
6 : Consumo	0.1	0.5	0.5	0.3	0.3	0

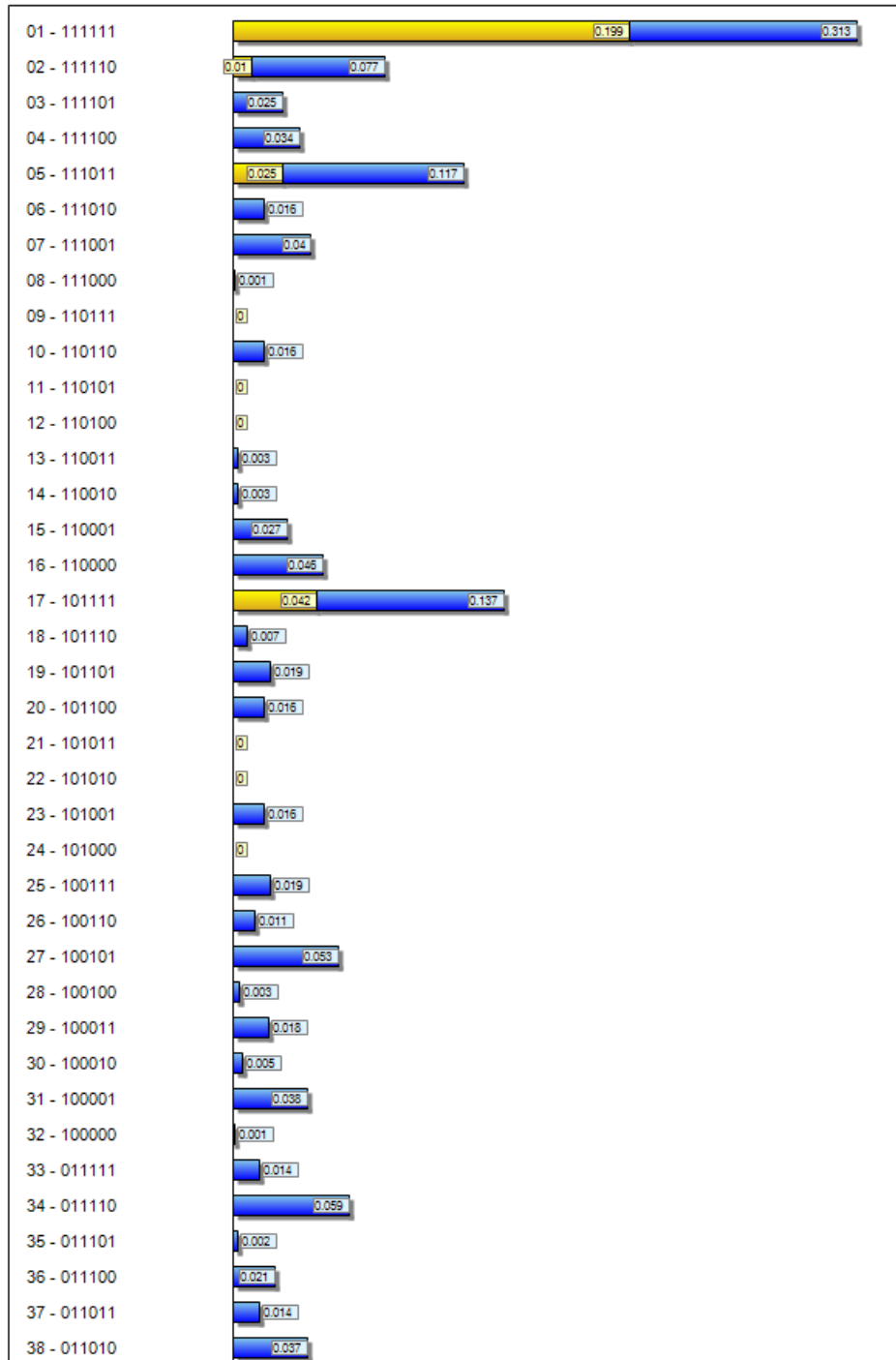
	Probabilidades
1 : Ambiental	0.3
2 : Cuota	0.7
3 : Inversión	0.9
4 : Empleo	0.7
5 : Tecnología	0.3
6 : Consumo	0.9



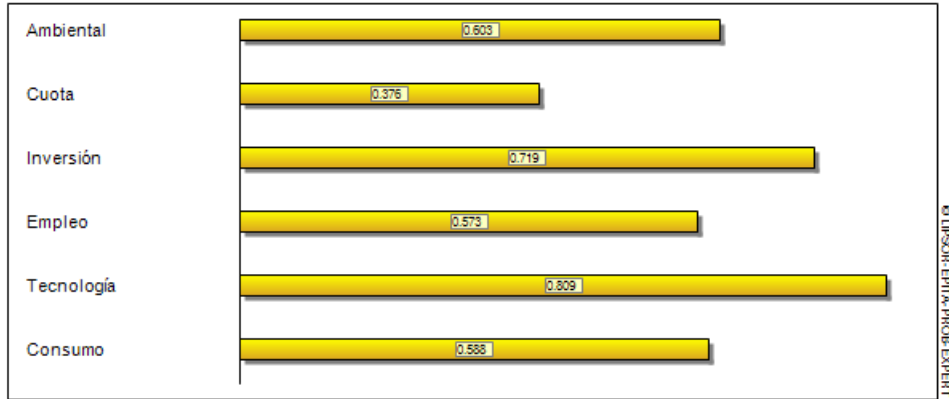
© LIPSOB-ERTPA-PROJEK EXPERT



Histograma de los extremums (Mairón)



Histograma de sensibilidad de las dependencias (Mairón)



	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo	Suma absoluta
1 : Ambiental	1	0.1	0.179	0.12	0.164	0.197	0.76
2 : Cuota	0.062	1	0.081	-0.055	0.05	-0.032	0.28
3 : Inversión	0.179	0.126	1	0.176	0.326	0.173	0.979
4 : Empleo	0.059	-0.051	0.106	1	0.122	0.047	0.386
5 : Tecnología	0.141	0.071	0.212	0.157	1	0.14	0.721
6 : Consumo	0.161	-0.028	0.14	0.066	0.147	1	0.542
7 : Suma absoluta	0.603	0.376	0.719	0.573	0.809	0.588	-

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0.408	0.041	0.073	0.049	0.067	0.08
2 : Cuota	0.022	0.356	0.029	-0.019	0.018	-0.012
3 : Inversión	0.079	0.056	0.445	0.078	0.145	0.077
4 : Empleo	0.022	-0.019	0.04	0.373	0.046	0.017
5 : Tecnología	0.057	0.029	0.085	0.063	0.401	0.056
6 : Consumo	0.058	-0.01	0.051	0.024	0.053	0.361

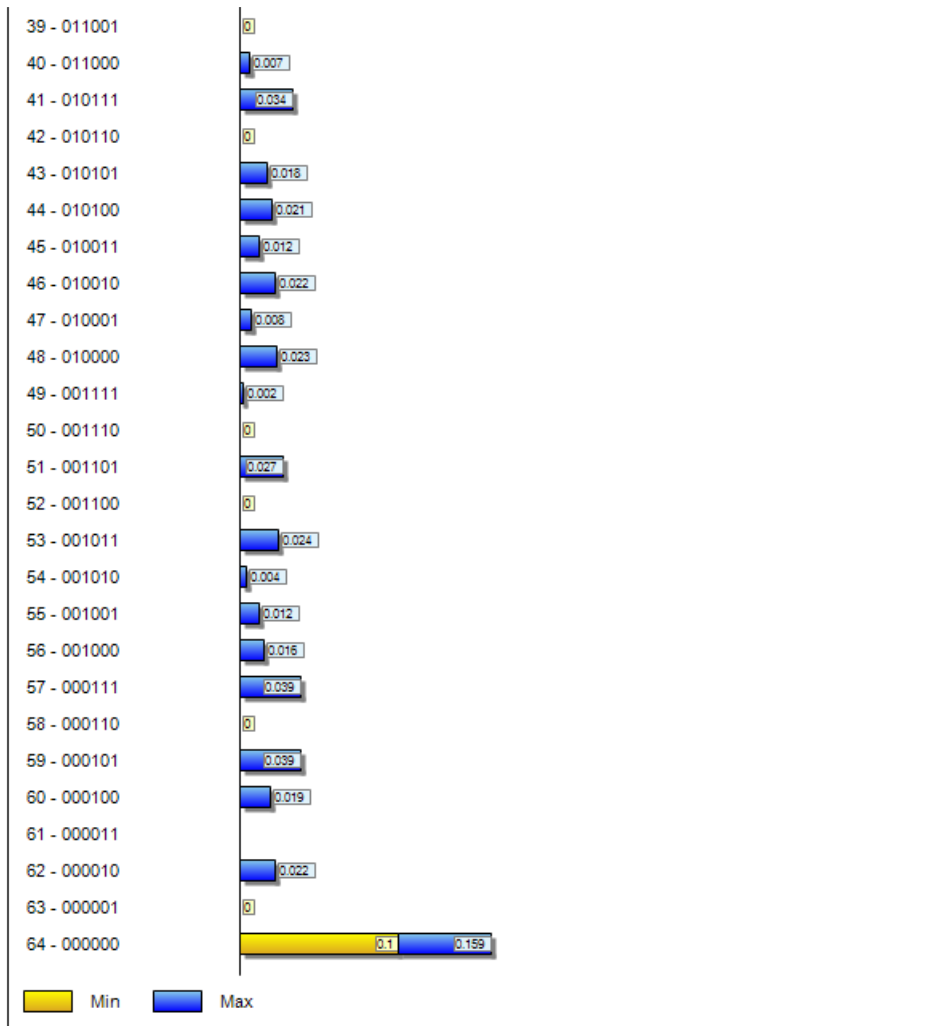
	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	-0.571	-0.273	-0.405	-0.251	-0.336	-0.406
2 : Cuota	-0.284	-0.555	-0.305	-0.082	-0.237	-0.134
3 : Inversión	-0.408	-0.296	-0.568	-0.319	-0.478	-0.359
4 : Empleo	-0.282	-0.088	-0.356	-0.518	-0.346	-0.239
5 : Tecnología	-0.361	-0.244	-0.509	-0.331	-0.54	-0.344
6 : Consumo	-0.431	-0.137	-0.378	-0.226	-0.34	-0.545

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.219	0.308	0.233	0.286	0.339
2 : Cuota	0.213	0	0.232	0.076	0.202	0.112
3 : Inversión	0.306	0.238	0	0.296	0.407	0.3
4 : Empleo	0.211	0.071	0.27	0	0.295	0.2
5 : Tecnología	0.271	0.196	0.387	0.307	0	0.287
6 : Consumo	0.323	0.11	0.287	0.21	0.29	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.298	0.166	0.321	0.235	0.166
2 : Cuota	0.271	0	0.249	0.473	0.318	0.421
3 : Inversión	0.16	0.272	0	0.249	0.09	0.21
4 : Empleo	0.236	0.43	0.163	0	0.172	0.279
5 : Tecnología	0.179	0.296	0.031	0.209	0	0.196
6 : Consumo	0.114	0.408	0.167	0.319	0.204	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.1	0.1	0.3	0.5	0.5
2 : Cuota	0.5	0	0.3	0.5	0.5	0.5
3 : Inversión	0.3	0.1	0	0.3	0.3	0.1
4 : Empleo	0.5	0.3	0.3	0	0.3	0.3
5 : Tecnología	0.3	0.3	0.1	0.1	0	0.3
6 : Consumo	0.3	0.5	0.1	0.3	0.1	0

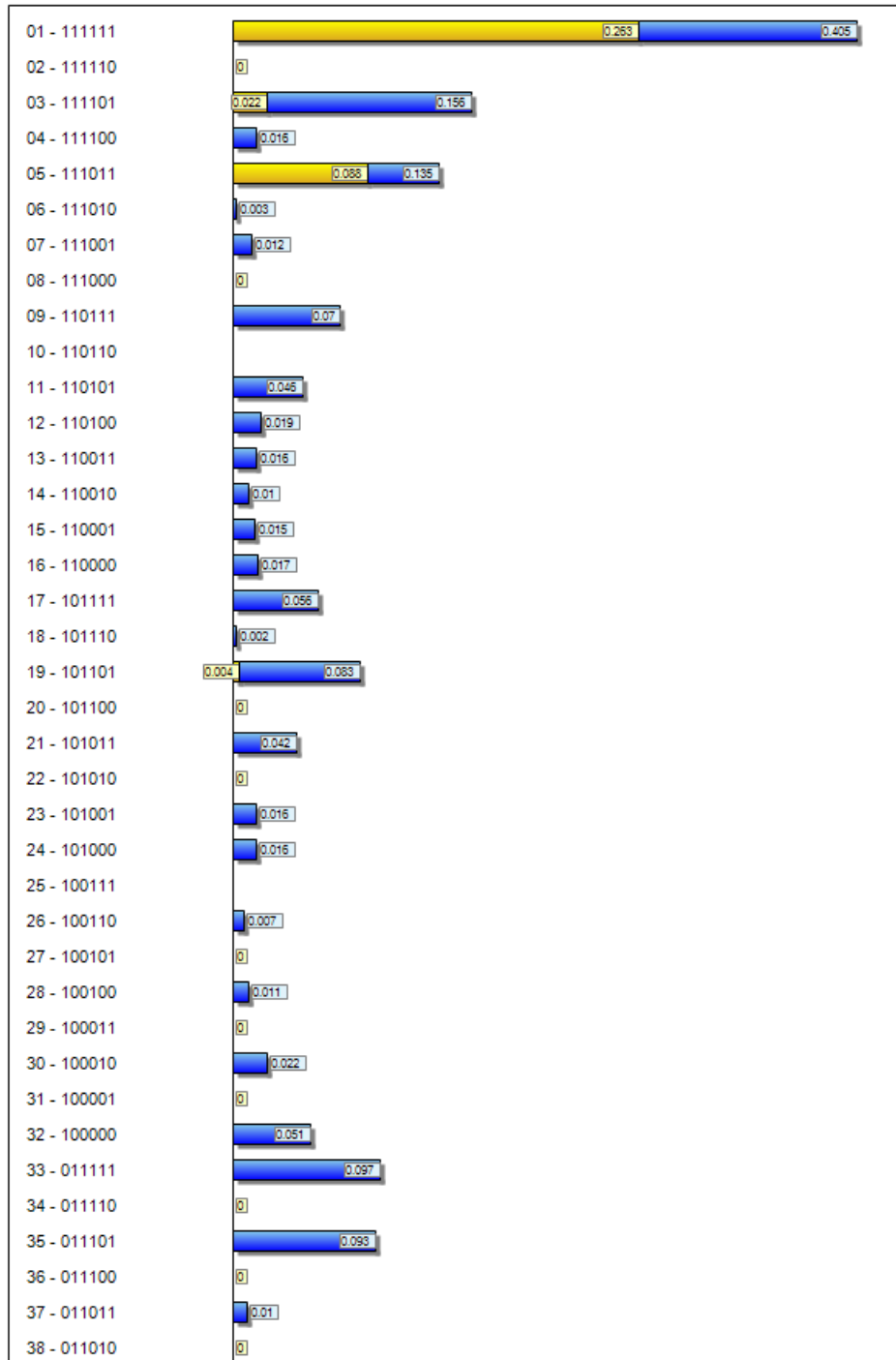
	Probabilidades
1 : Ambiental	0.7
2 : Cuota	0.5
3 : Inversión	0.7
4 : Empleo	0.5
5 : Tecnología	0.7
6 : Consumo	0.7



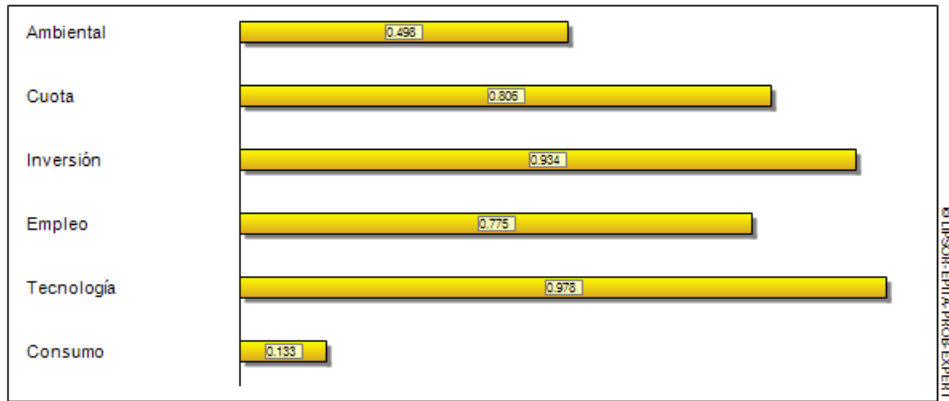
© LIPSOB - EPTA - PROIB. EXPERT



Histograma de los extremums (Cristian)



Histograma de sensibilidad de las dependencias (Cristian)



	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo	Suma absoluta
1 : Ambiental	1	0.021	0.045	-0.056	0.05	-0.027	0.199
2 : Cuota	0.035	1	0.058	0.048	0.124	0.03	0.296
3 : Inversión	0.064	0.062	1	0.022	0.066	0.033	0.248
4 : Empleo	-0.065	0.018	-0.008	1	-0.052	0.022	0.165
5 : Tecnología	-0.022	0.012	-0.018	-0.063	1	-0.02	0.135
6 : Consumo	0.312	0.693	0.805	0.587	0.686	1	3.082
7 : Suma absoluta	0.498	0.806	0.934	0.775	0.978	0.133	-

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0.414	0.008	0.018	-0.023	0.021	-0.011
2 : Cuota	0.015	0.413	0.024	0.02	0.051	0.013
3 : Inversión	0.027	0.027	0.425	0.009	0.028	0.014
4 : Empleo	-0.028	0.008	-0.003	0.426	-0.022	0.009
5 : Tecnología	-0.01	0.006	-0.008	-0.029	0.46	-0.009
6 : Consumo	0.095	0.211	0.245	0.179	0.209	0.305

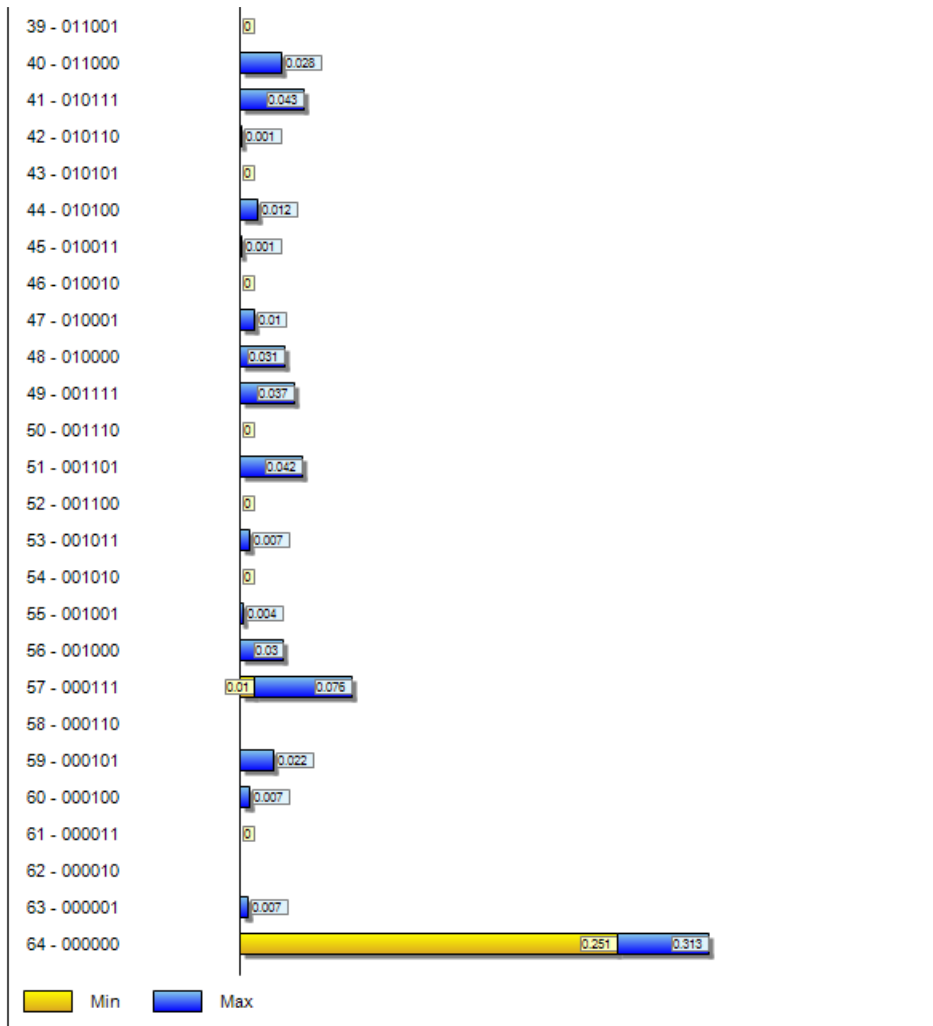
	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	-0.696	-0.32	-0.386	-0.167	-0.228	-0.497
2 : Cuota	-0.312	-0.704	-0.374	-0.316	-0.283	-0.662
3 : Inversión	-0.365	-0.364	-0.712	-0.265	-0.215	-0.712
4 : Empleo	-0.172	-0.334	-0.289	-0.687	-0.104	-0.661
5 : Tecnología	-0.301	-0.384	-0.299	-0.133	-0.599	-0.565
6 : Consumo	-0.291	-0.398	-0.44	-0.376	-0.251	-0.822

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.135	0.156	0.076	0.153	0.108
2 : Cuota	0.136	0	0.151	0.144	0.19	0.143
3 : Inversión	0.16	0.153	0	0.121	0.144	0.154
4 : Empleo	0.075	0.14	0.117	0	0.07	0.143
5 : Tecnología	0.131	0.161	0.121	0.061	0	0.122
6 : Consumo	0.127	0.167	0.178	0.171	0.168	0

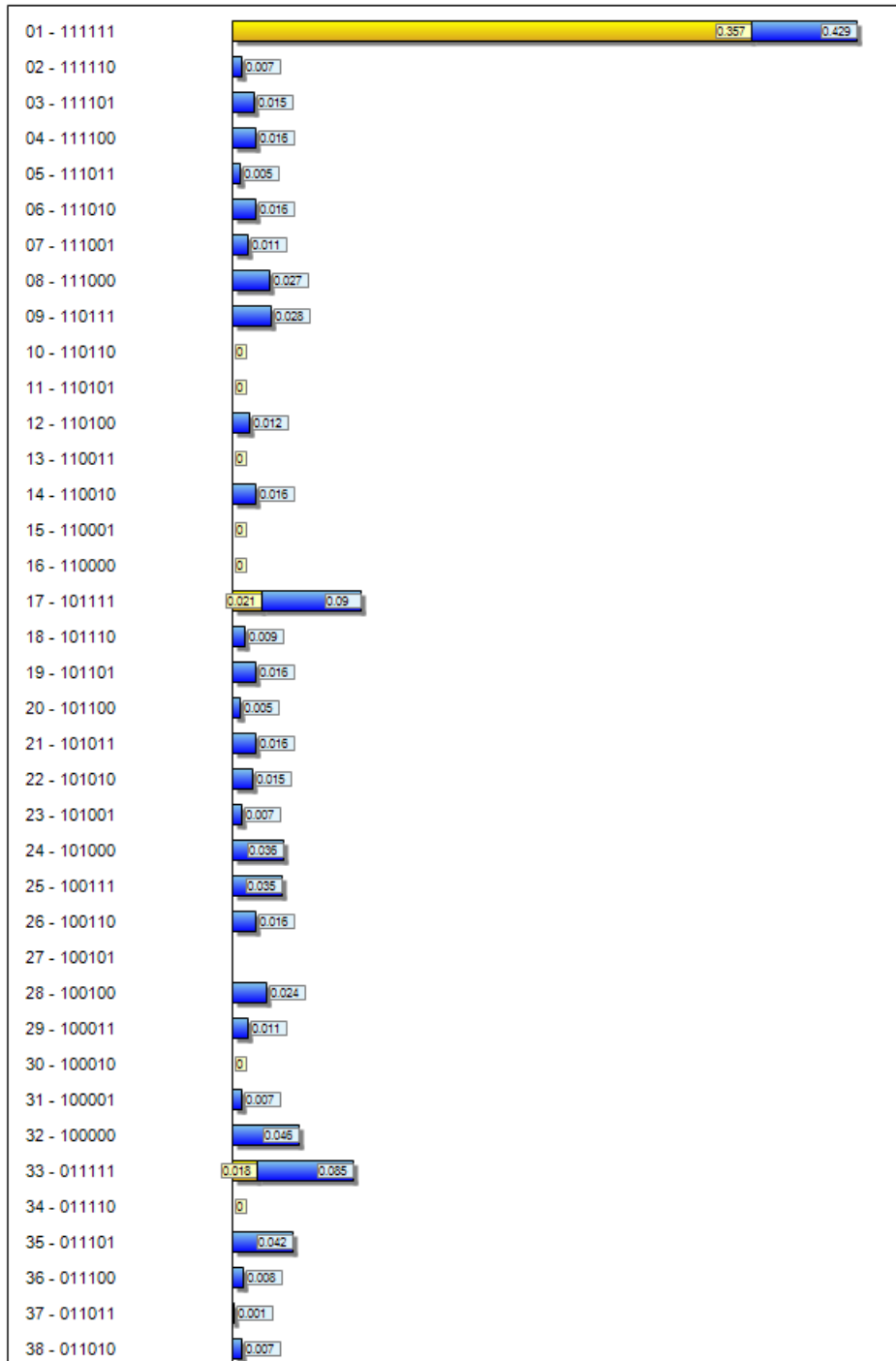
	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.376	0.31	0.529	0.468	0.199
2 : Cuota	0.392	0	0.33	0.388	0.42	0.042
3 : Inversión	0.347	0.348	0	0.446	0.497	0
4 : Empleo	0.515	0.353	0.398	0	0.583	0.026
5 : Tecnología	0.298	0.216	0.3	0.466	0	0.034
6 : Consumo	0.531	0.424	0.382	0.446	0.571	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.3	0.5	0.5	0.3	0.5
2 : Cuota	0.3	0	0.5	0.3	0.3	0.3
3 : Inversión	0.3	0.3	0	0.3	0.5	0.1
4 : Empleo	0.3	0.3	0.5	0	0.5	0.3
5 : Tecnología	0.3	0.3	0.3	0.3	0	0.3
6 : Consumo	0.3	0.5	0.3	0.5	0.5	0

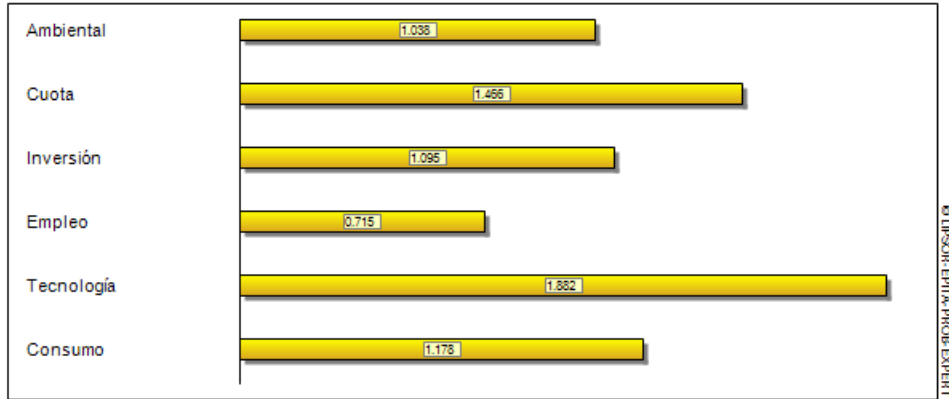
	Probabilidades
1 : Ambiental	0.7
2 : Cuota	0.7
3 : Inversión	0.7
4 : Empleo	0.7
5 : Tecnología	0.5
6 : Consumo	0.9



Histograma de los extremums (Julio)



Histograma de sensibilidad de las dependencias (Julio)



	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo	Suma absoluta
1 : Ambiental	1	0.138	0.139	0.061	0.126	0.072	0.536
2 : Cuota	0.091	1	0.132	0.068	0.122	0.089	0.502
3 : Inversión	0.208	0.265	1	0.133	0.189	0.166	0.96
4 : Empleo	0.334	0.515	0.368	1	0.802	0.664	2.683
5 : Tecnología	0.178	0.218	0.165	0.163	1	0.188	0.913
6 : Consumo	0.227	0.33	0.291	0.288	0.643	1	1.78
7 : Suma absoluta	1.038	1.466	1.095	0.715	1.882	1.178	-

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0.395	0.054	0.055	0.024	0.05	0.028
2 : Cuota	0.038	0.419	0.055	0.029	0.051	0.037
3 : Inversión	0.082	0.105	0.397	0.053	0.075	0.066
4 : Empleo	0.105	0.162	0.116	0.315	0.252	0.209
5 : Tecnología	0.078	0.096	0.073	0.072	0.44	0.083
6 : Consumo	0.088	0.128	0.113	0.112	0.25	0.388

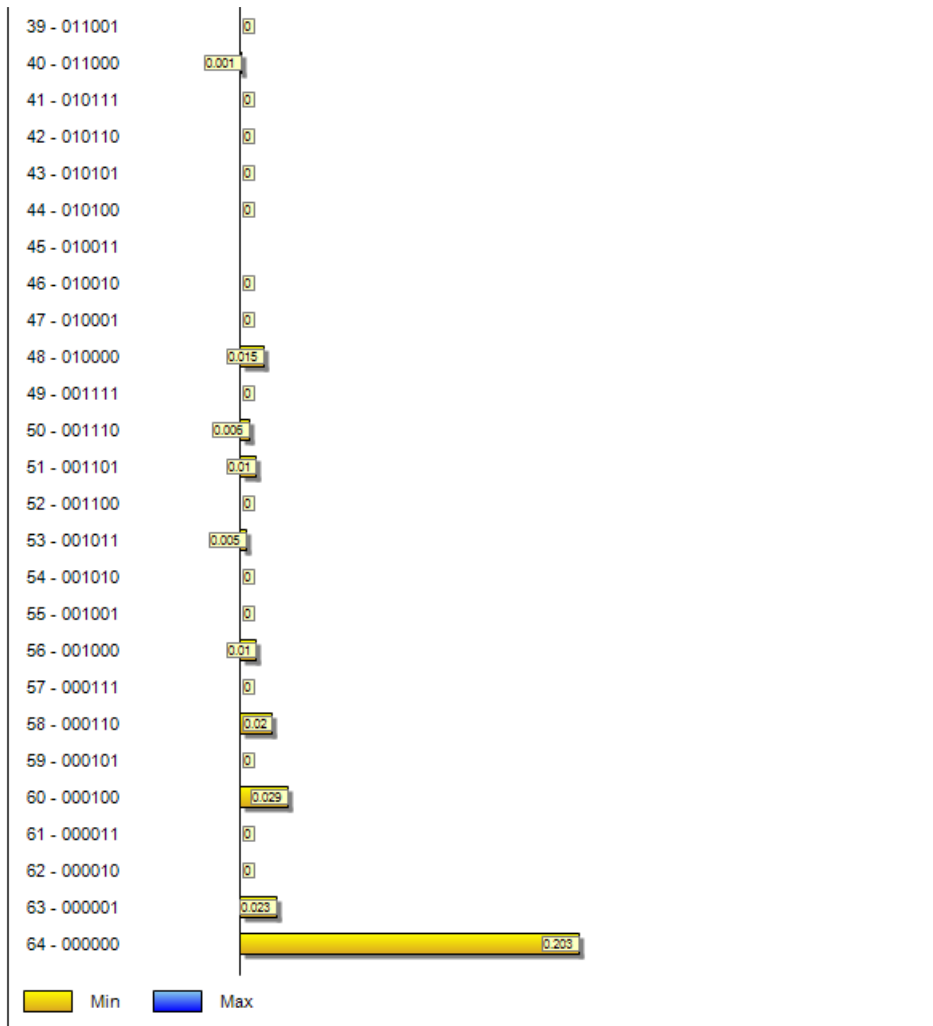
	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	-0.54	-0.28	-0.422	-0.405	-0.385	-0.362
2 : Cuota	-0.297	-0.512	-0.445	-0.466	-0.395	-0.448
3 : Inversión	-0.375	-0.373	-0.591	-0.491	-0.396	-0.496
4 : Empleo	-0.302	-0.327	-0.412	-0.657	-0.486	-0.608
5 : Tecnología	-0.346	-0.335	-0.401	-0.586	-0.586	-0.586
6 : Consumo	-0.284	-0.332	-0.438	-0.639	-0.511	-0.639

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.267	0.292	0.212	0.272	0.205
2 : Cuota	0.253	0	0.308	0.243	0.279	0.253
3 : Inversión	0.319	0.356	0	0.257	0.28	0.28
4 : Empleo	0.257	0.312	0.285	0	0.343	0.343
5 : Tecnología	0.295	0.319	0.277	0.306	0	0.331
6 : Consumo	0.242	0.316	0.303	0.334	0.361	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.26	0.119	0.135	0.155	0.178
2 : Cuota	0.215	0	0.067	0.046	0.117	0.064
3 : Inversión	0.216	0.218	0	0.1	0.195	0.095
4 : Empleo	0.355	0.329	0.245	0	0.171	0.049
5 : Tecnología	0.24	0.251	0.186	0	0	0
6 : Consumo	0.355	0.307	0.201	0	0.128	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.3	0.3	0.5	0.1	0.3
2 : Cuota	0.1	0	0.3	0.1	0.1	0.3
3 : Inversión	0.3	0.1	0	0.1	0.3	0.5
4 : Empleo	0.3	0.3	0.1	0	0.3	0.1
5 : Tecnología	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0.3
6 : Consumo	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0

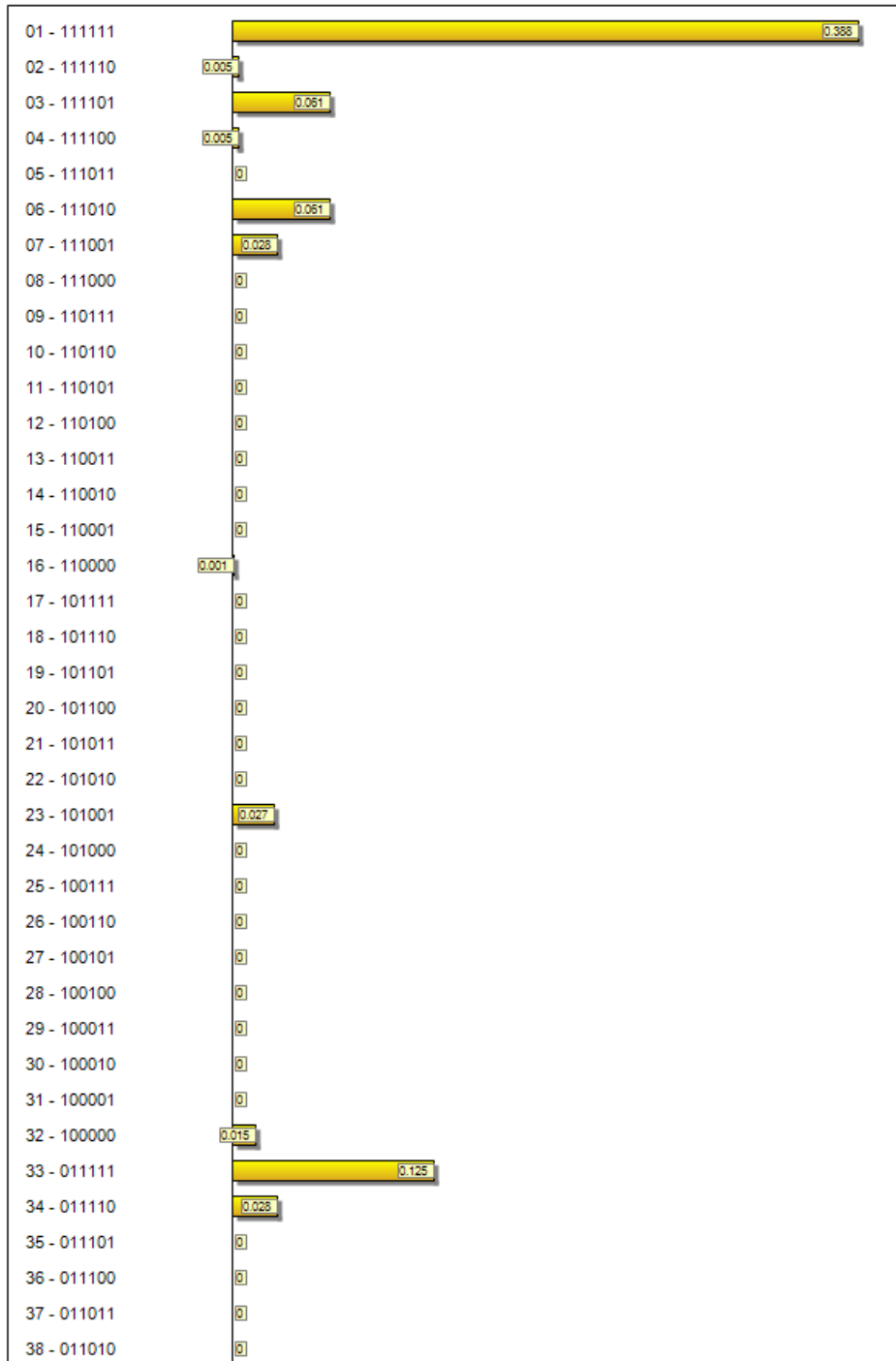
	Probabilidades
1 : Ambiental	0.5
2 : Cuota	0.5
3 : Inversión	0.7
4 : Empleo	0.9
5 : Tecnología	0.7
6 : Consumo	0.9



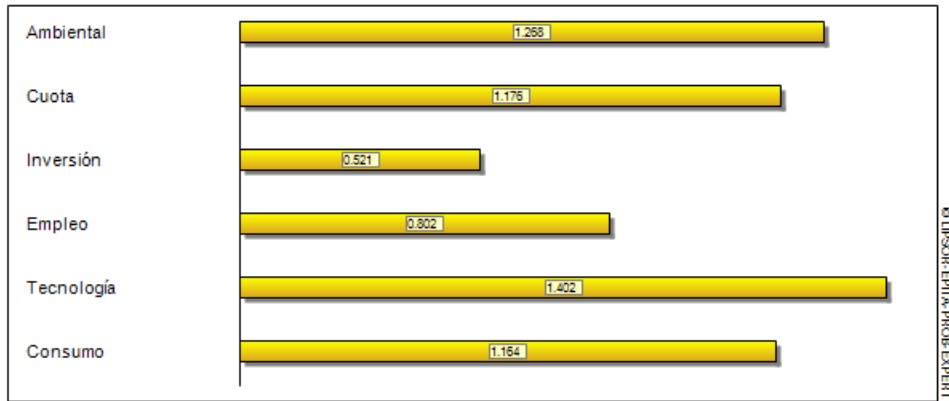
© LIPSOH-ERTPA-PROJEK EXPERT



Histograma de los extremums (Victor)



Histograma de sensibilidad de las dependencias (Victor)



	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo	Suma absoluta
1 : Ambiental	1	0.061	0.033	-0.01	0.035	0.064	0.203
2 : Cuota	0.256	1	0.198	0.192	0.311	0.212	1.169
3 : Inversión	0.706	0.724	1	0.348	0.676	0.572	3.025
4 : Empleo	0.072	0.145	0.104	1	0.268	0.237	0.825
5 : Tecnología	0.077	0.125	0.079	0.117	1	0.08	0.479
6 : Consumo	0.157	0.121	0.108	0.134	0.112	1	0.631
7 : Suma absoluta	1.268	1.176	0.521	0.802	1.402	1.164	-

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0.44	0.027	0.014	-0.004	0.015	0.028
2 : Cuota	0.114	0.444	0.088	0.085	0.138	0.094
3 : Inversión	0.233	0.239	0.33	0.115	0.223	0.189
4 : Empleo	0.027	0.055	0.039	0.379	0.102	0.09
5 : Tecnología	0.032	0.052	0.033	0.048	0.413	0.033
6 : Consumo	0.064	0.05	0.044	0.055	0.046	0.412

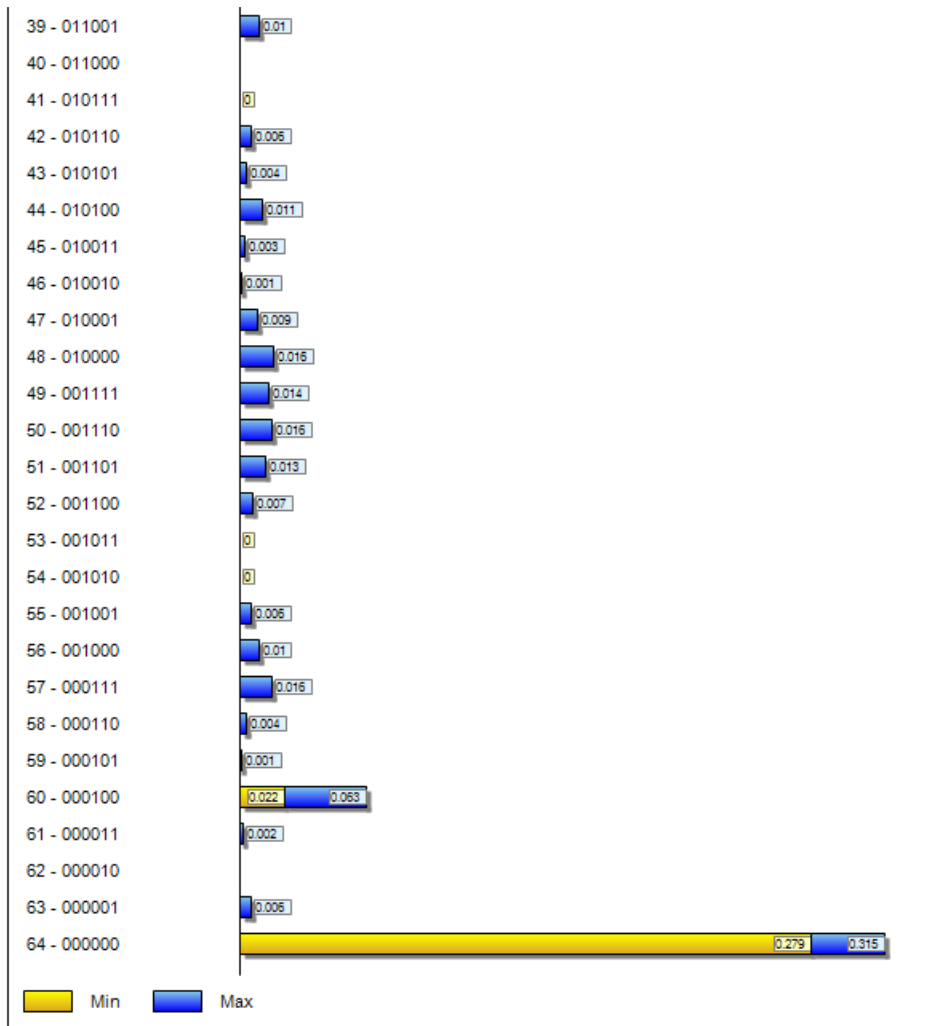
	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	-0.557	-0.475	-0.557	-0.233	-0.253	-0.366
2 : Cuota	-0.339	-0.684	-0.684	-0.433	-0.446	-0.414
3 : Inversión	-0.345	-0.594	-0.726	-0.402	-0.409	-0.456
4 : Empleo	-0.187	-0.489	-0.522	-0.644	-0.42	-0.435
5 : Tecnología	-0.226	-0.559	-0.59	-0.466	-0.604	-0.324
6 : Consumo	-0.303	-0.481	-0.609	-0.448	-0.3	-0.633

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.219	0.21	0.129	0.166	0.212
2 : Cuota	0.269	0	0.259	0.24	0.292	0.24
3 : Inversión	0.274	0.274	0	0.223	0.268	0.264
4 : Empleo	0.149	0.225	0.197	0	0.275	0.252
5 : Tecnología	0.18	0.258	0.223	0.258	0	0.188
6 : Consumo	0.241	0.222	0.23	0.248	0.196	0

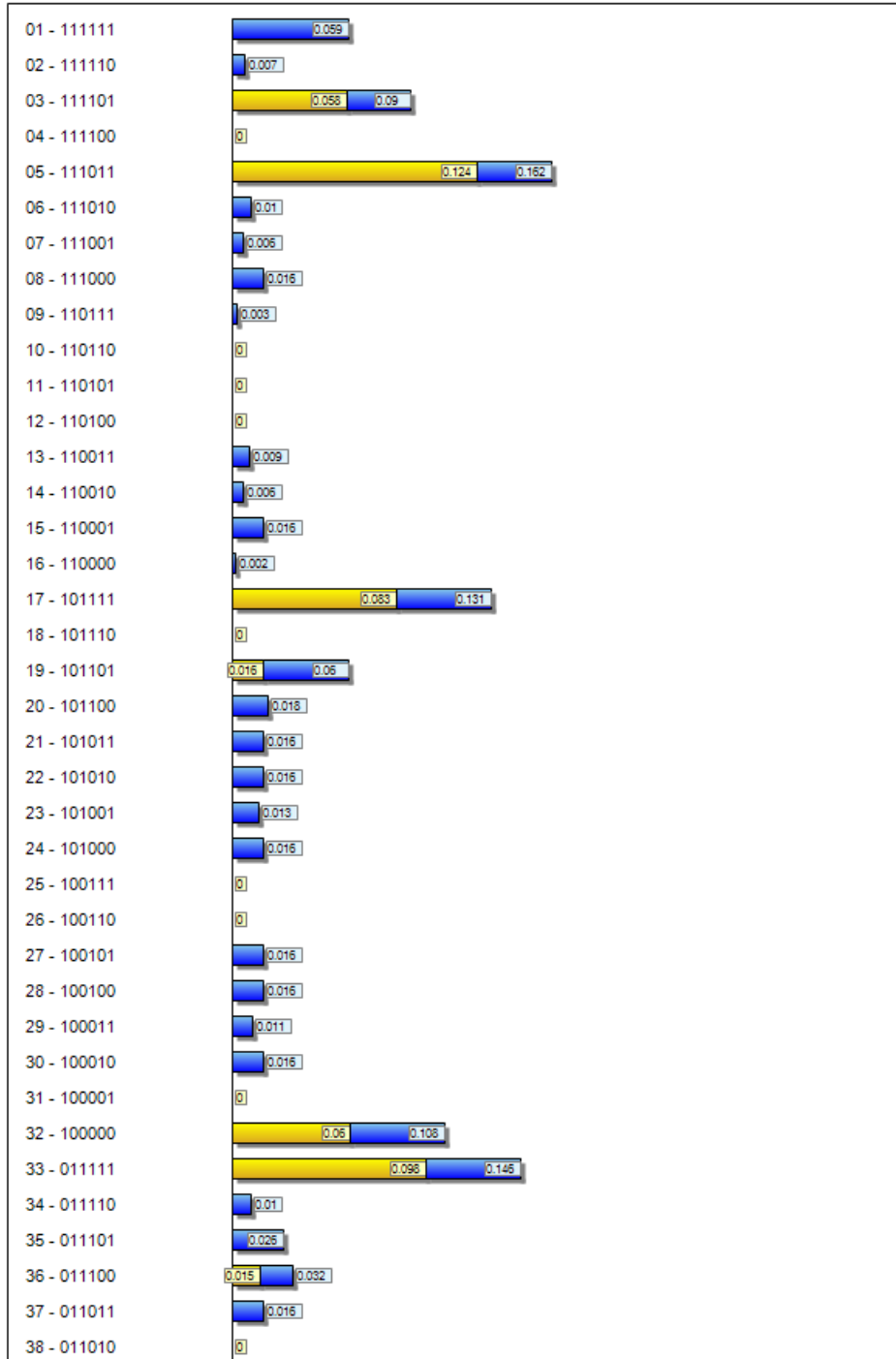
	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.082	0	0.324	0.304	0.191
2 : Cuota	0.346	0	0	0.251	0.238	0.27
3 : Inversión	0.381	0.131	0	0.324	0.317	0.27
4 : Empleo	0.456	0.155	0.121	0	0.224	0.209
5 : Tecnología	0.378	0.046	0.014	0.138	0	0.281
6 : Consumo	0.33	0.152	0.024	0.185	0.333	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.1	0.1	0.5	0.3	0.1
2 : Cuota	0.1	0	0.1	0.1	0.5	0.3
3 : Inversión	0.3	0.3	0	0.1	0.3	0.5
4 : Empleo	0.3	0.3	0.3	0	0.3	0.5
5 : Tecnología	0.3	0.1	0.3	0.1	0	0.3
6 : Consumo	0.3	0.1	0.3	0.3	0.3	0

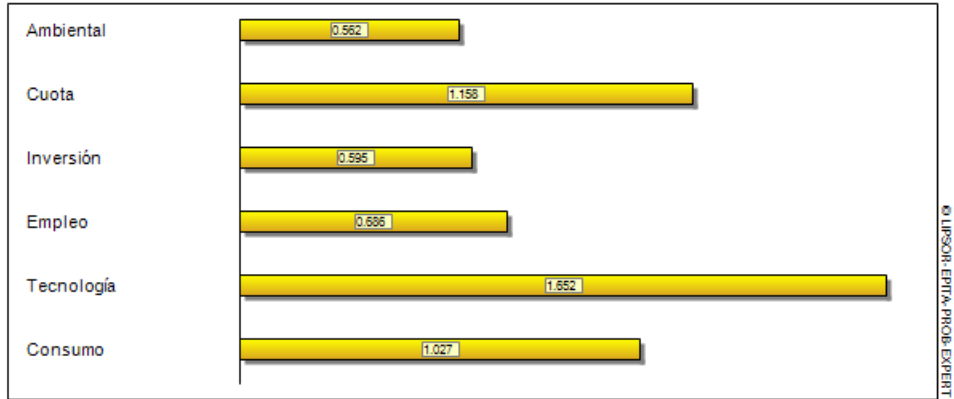
	Probabilidades
1 : Ambiental	0.5
2 : Cuota	0.9
3 : Inversión	0.9
4 : Empleo	0.7
5 : Tecnología	0.7
6 : Consumo	0.7



Histograma de los extremums (Julio)



Histograma de sensibilidad de las dependencias (Julio)



	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo	Suma absoluta
1 : Ambiental	1	-0.044	0.054	-0.085	0.045	0.077	0.305
2 : Cuota	-0.036	1	0.091	0.015	0.112	0.09	0.345
3 : Inversión	0.247	0.67	1	0.346	0.819	0.664	2.745
4 : Empleo	-0.075	0.031	0.101	1	0.033	0.089	0.33
5 : Tecnología	0.02	0.108	0.086	0.023	1	0.106	0.344
6 : Consumo	0.183	0.305	0.264	0.215	0.644	1	1.611
7 : Suma absoluta	0.562	1.158	0.595	0.686	1.652	1.027	-

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0.319	-0.014	0.017	-0.027	0.014	0.025
2 : Cuota	-0.013	0.366	0.033	0.006	0.041	0.033
3 : Inversión	0.079	0.214	0.32	0.111	0.262	0.212
4 : Empleo	-0.025	0.01	0.034	0.331	0.011	0.03
5 : Tecnología	0.008	0.043	0.034	0.009	0.401	0.043
6 : Consumo	0.071	0.118	0.102	0.083	0.249	0.387

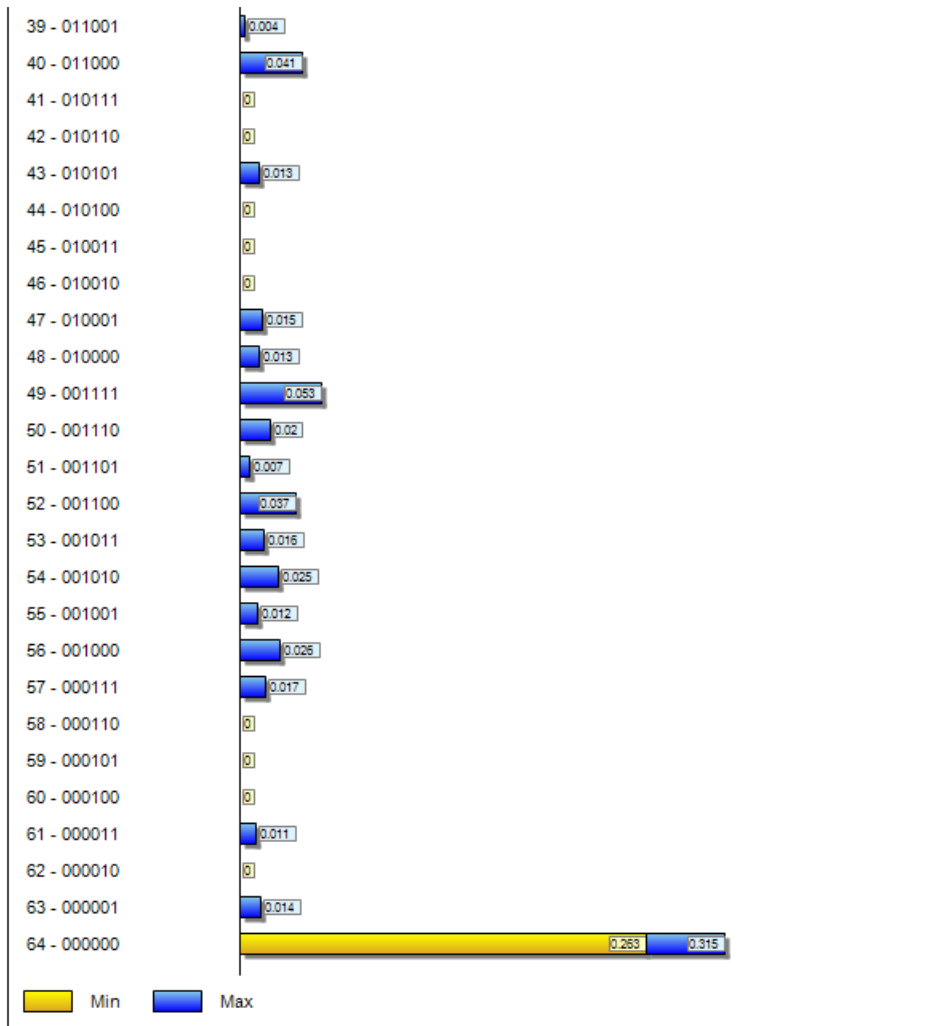
	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	-0.484	-0.06	-0.274	-0.041	-0.129	-0.282
2 : Cuota	-0.069	-0.404	-0.395	-0.132	-0.208	-0.342
3 : Inversión	-0.233	-0.29	-0.562	-0.291	-0.294	-0.494
4 : Empleo	-0.043	-0.119	-0.357	-0.463	-0.117	-0.303
5 : Tecnología	-0.15	-0.209	-0.402	-0.131	-0.402	-0.402
6 : Consumo	-0.255	-0.268	-0.526	-0.263	-0.313	-0.534

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.088	0.213	0.048	0.192	0.246
2 : Cuota	0.073	0	0.307	0.153	0.309	0.298
3 : Inversión	0.248	0.427	0	0.337	0.438	0.43
4 : Empleo	0.046	0.175	0.278	0	0.174	0.264
5 : Tecnología	0.16	0.307	0.313	0.151	0	0.35
6 : Consumo	0.271	0.394	0.409	0.305	0.466	0

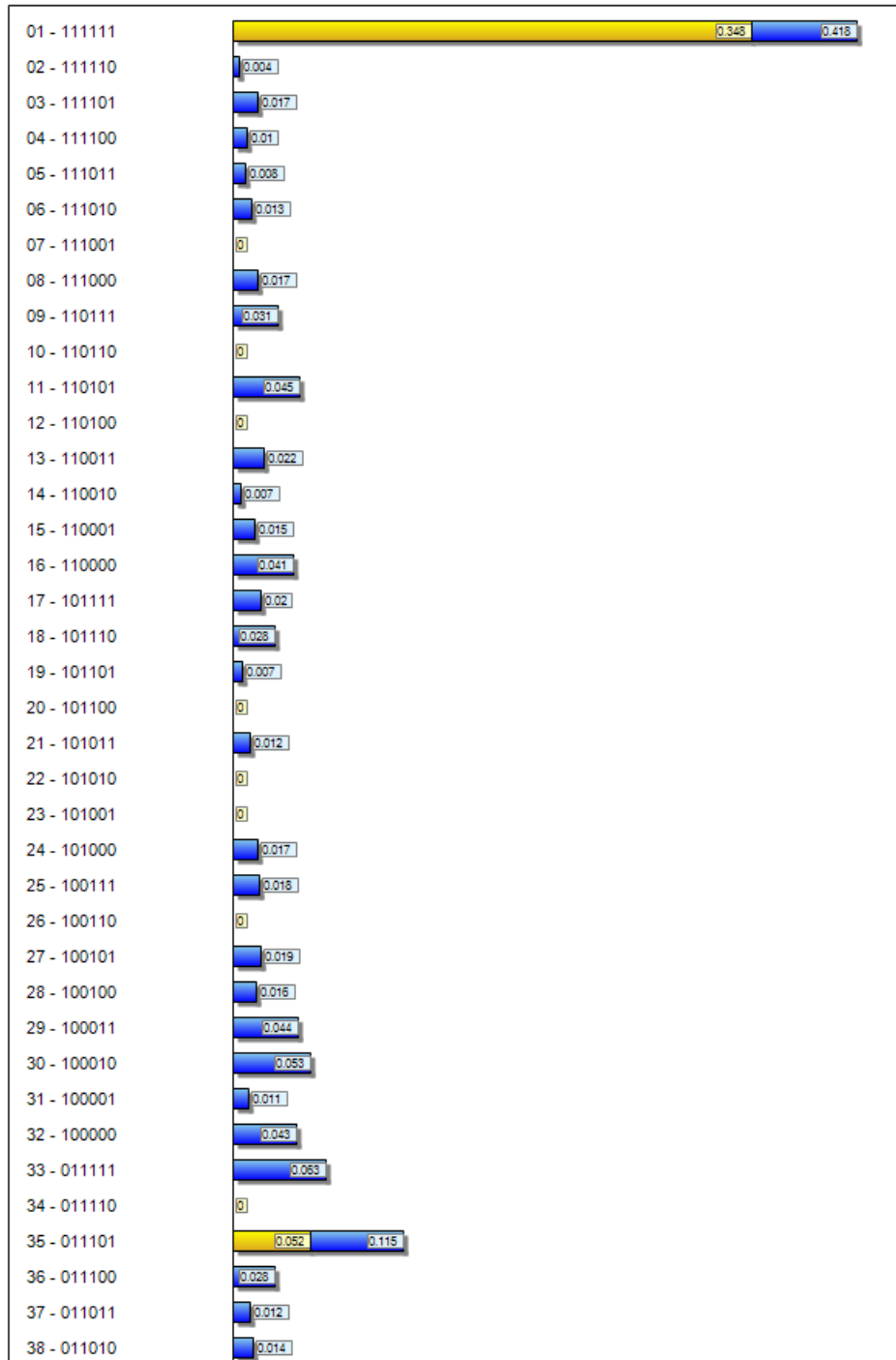
	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.425	0.21	0.443	0.355	0.202
2 : Cuota	0.336	0	0.01	0.272	0.197	0.062
3 : Inversión	0.33	0.272	0	0.272	0.268	0.068
4 : Empleo	0.42	0.344	0.107	0	0.346	0.16
5 : Tecnología	0.252	0.193	0	0.272	0	0
6 : Consumo	0.279	0.267	0.009	0.272	0.221	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.5	0.3	0.3	0.3	0.1
2 : Cuota	0.3	0	0.1	0.1	0.1	0.3
3 : Inversión	0.1	0.1	0	0.1	0.3	0.3
4 : Empleo	0.3	0.3	0.1	0	0.3	0.3
5 : Tecnología	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0.1
6 : Consumo	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0

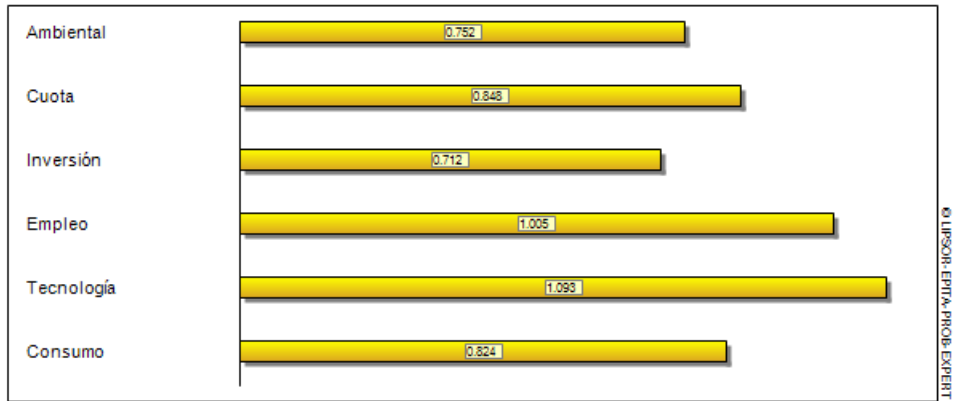
	Probabilidades
1 : Ambiental	0.3
2 : Cuota	0.3
3 : Inversión	0.7
4 : Empleo	0.3
5 : Tecnología	0.3
6 : Consumo	0.7



Histograma de los extremums (Adrian)



Histograma de sensibilidad de las dependencias (Adrian)



	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo	Suma absoluta
1 : Ambiental	1	0.096	0.03	0.086	0.206	0.091	0.509
2 : Cuota	0.16	1	0.184	0.234	0.191	0.217	0.985
3 : Inversión	0.1	0.219	1	0.275	0.24	0.192	1.026
4 : Empleo	0.138	0.201	0.203	1	0.193	0.208	0.943
5 : Tecnología	0.166	0.085	0.107	0.118	1	0.117	0.592
6 : Consumo	0.189	0.247	0.188	0.291	0.263	1	1.178
7 : Suma absoluta	0.752	0.848	0.712	1.005	1.093	0.824	-

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0.38	0.037	0.011	0.033	0.078	0.035
2 : Cuota	0.061	0.381	0.07	0.089	0.073	0.083
3 : Inversión	0.036	0.079	0.359	0.099	0.086	0.069
4 : Empleo	0.06	0.087	0.088	0.434	0.084	0.09
5 : Tecnología	0.075	0.038	0.048	0.053	0.45	0.052
6 : Consumo	0.078	0.102	0.078	0.12	0.108	0.412

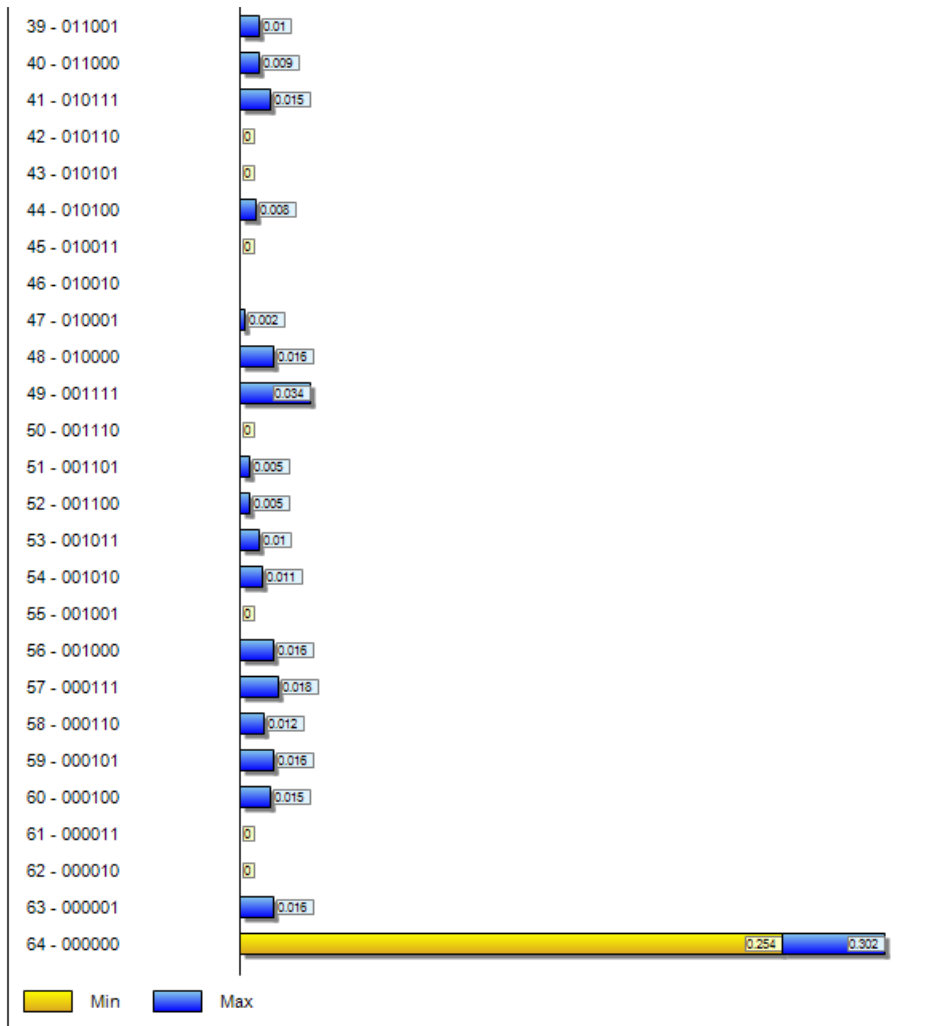
	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	-0.522	-0.336	-0.236	-0.291	-0.388	-0.357
2 : Cuota	-0.297	-0.577	-0.435	-0.449	-0.265	-0.487
3 : Inversión	-0.207	-0.431	-0.581	-0.483	-0.325	-0.426
4 : Empleo	-0.263	-0.459	-0.499	-0.567	-0.318	-0.517
5 : Tecnología	-0.397	-0.306	-0.379	-0.359	-0.511	-0.421
6 : Consumo	-0.304	-0.468	-0.413	-0.485	-0.349	-0.594

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.246	0.17	0.222	0.371	0.244
2 : Cuota	0.272	0	0.314	0.342	0.254	0.333
3 : Inversión	0.19	0.316	0	0.368	0.311	0.291
4 : Empleo	0.241	0.337	0.359	0	0.304	0.354
5 : Tecnología	0.363	0.224	0.273	0.274	0	0.288
6 : Consumo	0.278	0.343	0.298	0.37	0.334	0

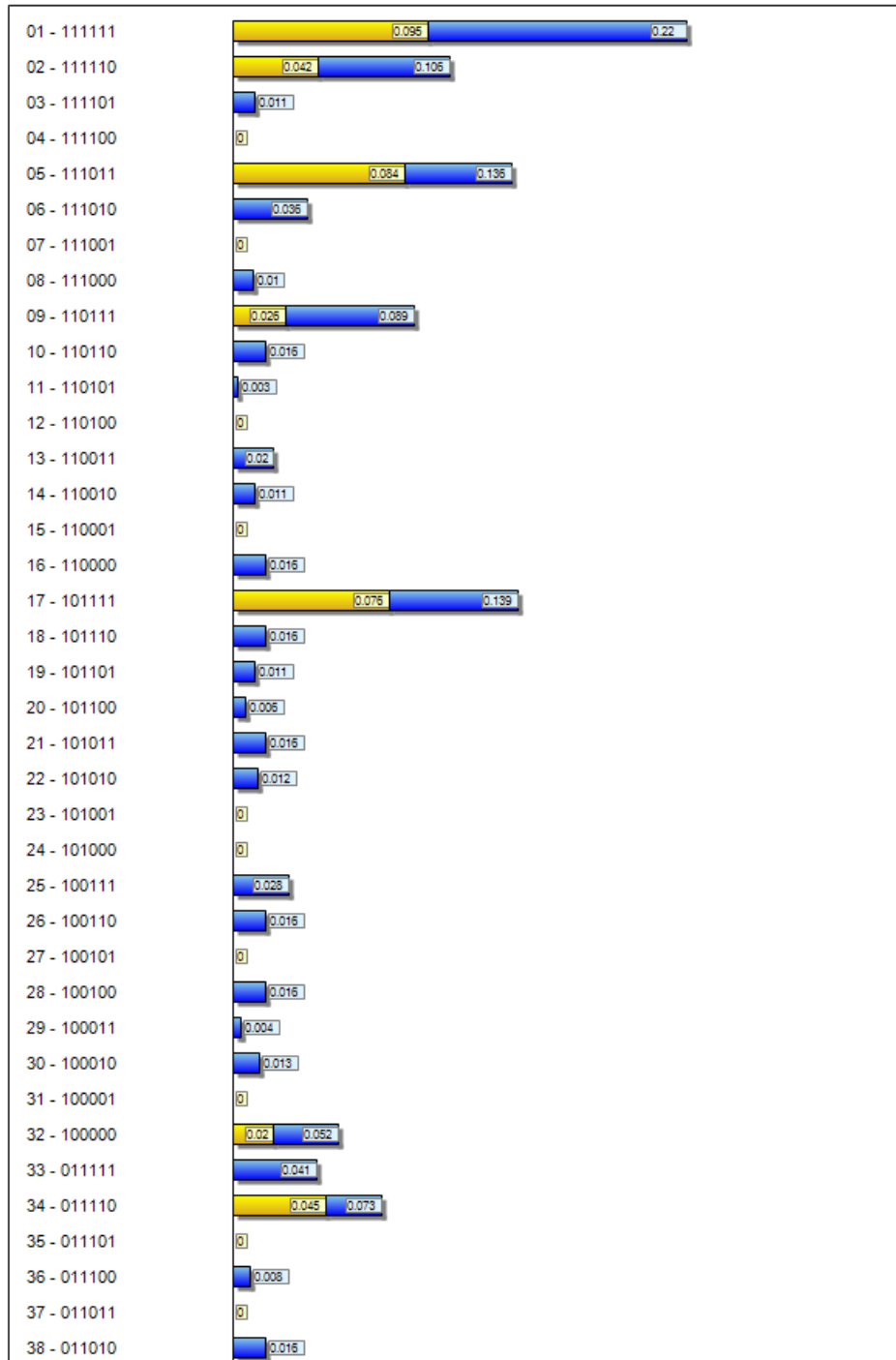
	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.186	0.285	0.231	0.134	0.165
2 : Cuota	0.28	0	0.142	0.128	0.312	0.089
3 : Inversión	0.374	0.15	0	0.098	0.257	0.155
4 : Empleo	0.304	0.109	0.069	0	0.25	0.051
5 : Tecnología	0.114	0.205	0.131	0.151	0	0.09
6 : Consumo	0.29	0.126	0.181	0.108	0.245	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.5	0.3	0.5	0.1	0.3
2 : Cuota	0.3	0	0.1	0.1	0.3	0.3
3 : Inversión	0.3	0.1	0	0.5	0.3	0.3
4 : Empleo	0.1	0.1	0.3	0	0.3	0.1
5 : Tecnología	0.1	0.3	0.3	0.3	0	0.1
6 : Consumo	0.1	0.1	0.5	0.5	0.3	0

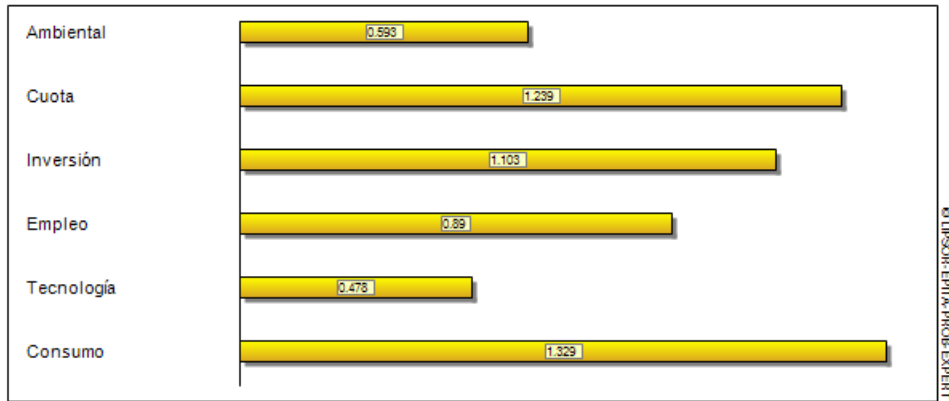
Probabilidades	
1 : Ambiental	0.5
2 : Cuota	0.7
3 : Inversión	0.7
4 : Empleo	0.9
5 : Tecnología	0.5
6 : Consumo	0.7



Histograma de los extremums (Fabricio)



Histograma de sensibilidad de las dependencias (Fabricio)



	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo	Suma absoluta
1 : Ambiental	1	0.133	0.109	0.078	0.122	0.195	0.637
2 : Cuota	0.035	1	0.068	0.034	0.069	0.039	0.246
3 : Inversión	0.087	0.151	1	0.127	0.129	0.133	0.626
4 : Empleo	0.019	0.057	0.073	1	0.096	0.085	0.33
5 : Tecnología	0.387	0.865	0.805	0.598	1	0.877	3.532
6 : Consumo	0.066	0.035	0.047	0.053	0.062	1	0.262
7 : Suma absoluta	0.593	1.239	1.103	0.89	0.478	1.329	-

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0.353	0.047	0.038	0.028	0.043	0.069
2 : Cuota	0.014	0.405	0.028	0.014	0.028	0.016
3 : Inversión	0.033	0.058	0.383	0.049	0.049	0.051
4 : Empleo	0.007	0.022	0.028	0.38	0.037	0.032
5 : Tecnología	0.115	0.258	0.24	0.178	0.298	0.261
6 : Consumo	0.027	0.014	0.019	0.022	0.026	0.412

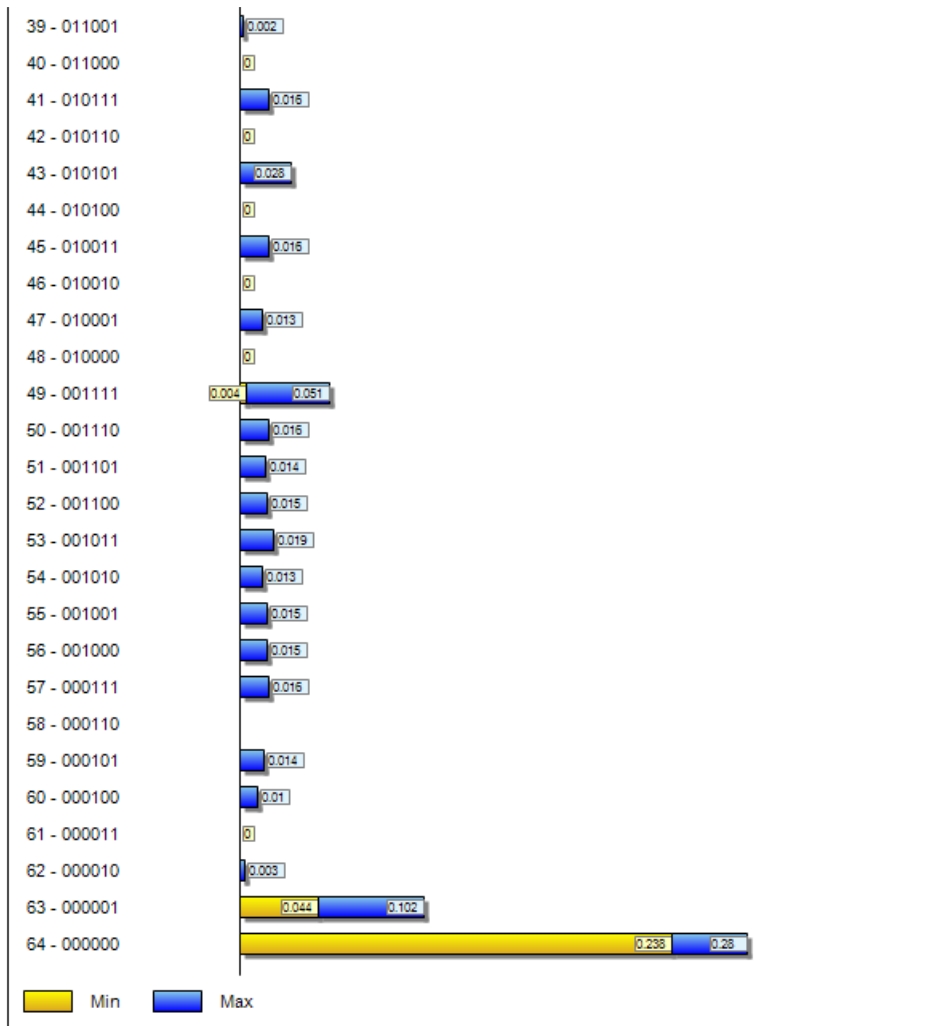
	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	-0.597	-0.248	-0.305	-0.215	-0.486	-0.301
2 : Cuota	-0.298	-0.516	-0.333	-0.213	-0.516	-0.177
3 : Inversión	-0.316	-0.288	-0.581	-0.286	-0.581	-0.242
4 : Empleo	-0.247	-0.203	-0.316	-0.538	-0.523	-0.23
5 : Tecnología	-0.394	-0.348	-0.453	-0.37	-0.673	-0.335
6 : Consumo	-0.368	-0.181	-0.286	-0.247	-0.506	-0.506

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.233	0.22	0.185	0.236	0.294
2 : Cuota	0.201	0	0.24	0.183	0.25	0.173
3 : Inversión	0.214	0.27	0	0.246	0.282	0.237
4 : Empleo	0.167	0.19	0.228	0	0.254	0.225
5 : Tecnología	0.266	0.327	0.327	0.317	0	0.327
6 : Consumo	0.249	0.17	0.206	0.212	0.246	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.348	0.292	0.381	0.11	0.296
2 : Cuota	0.218	0	0.183	0.303	0	0.339
3 : Inversión	0.264	0.293	0	0.295	0	0.339
4 : Empleo	0.291	0.335	0.223	0	0.015	0.308
5 : Tecnología	0.279	0.325	0.22	0.303	0	0.339
6 : Consumo	0.137	0.325	0.22	0.259	0	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.5	0.3	0.3	0.1	0.3
2 : Cuota	0.1	0	0.1	0.3	0.1	0.3
3 : Inversión	0.1	0.3	0	0.1	0.3	0.5
4 : Empleo	0.3	0.3	0.1	0	0.1	0.5
5 : Tecnología	0.3	0.3	0.3	0.1	0	0.1
6 : Consumo	0.3	0.3	0.3	0.1	0.3	0

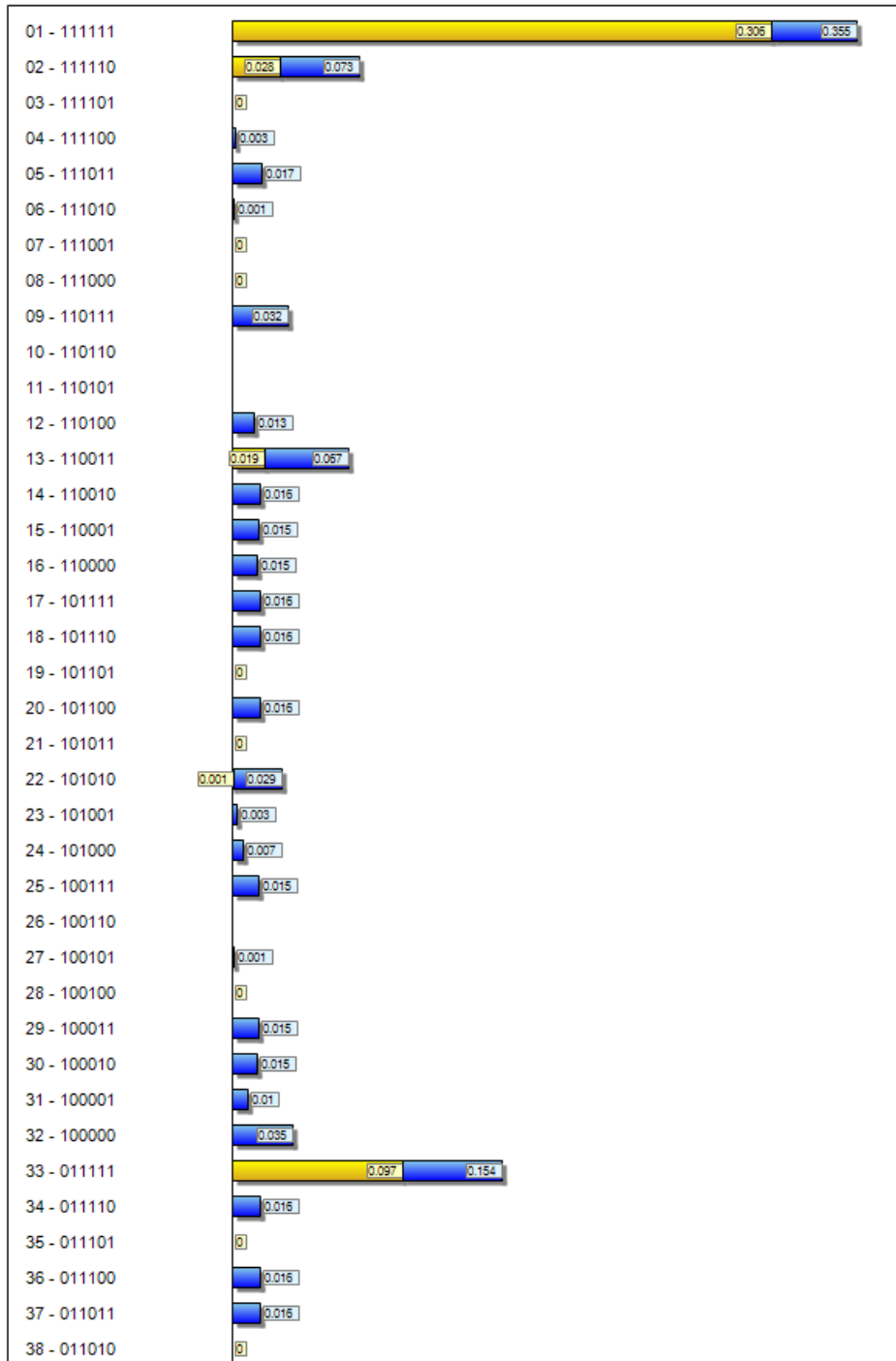
	Probabilidades
1 : Ambiental	0.7
2 : Cuota	0.5
3 : Inversión	0.7
4 : Empleo	0.5
5 : Tecnología	0.9
6 : Consumo	0.5



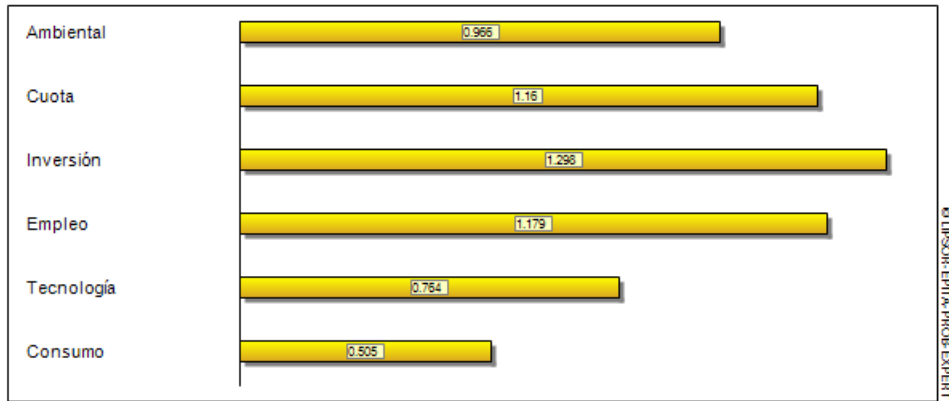
© LIPSON-ERTVA-PROJEKTI EXPERT



Histograma de los extremums (Angel)



Histograma de sensibilidad de las dependencias (Angel)



	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo	Suma absoluta
1 : Ambiental	1	0.089	0.061	0.055	0.069	-0.02	0.294
2 : Cuota	0.225	1	0.204	0.228	0.188	0.117	0.962
3 : Inversión	0.144	0.169	1	0.233	0.175	0.069	0.79
4 : Empleo	0.144	0.207	0.24	1	0.167	0.098	0.855
5 : Tecnología	0.359	0.488	0.629	0.463	1	0.202	2.141
6 : Consumo	0.094	0.207	0.164	0.2	0.165	1	0.83
7 : Suma absoluta	0.966	1.16	1.298	1.179	0.764	0.505	-

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0.41	0.037	0.025	0.022	0.028	-0.008
2 : Cuota	0.1	0.442	0.09	0.101	0.083	0.052
3 : Inversión	0.06	0.071	0.418	0.097	0.073	0.029
4 : Empleo	0.065	0.093	0.108	0.452	0.075	0.044
5 : Tecnología	0.135	0.184	0.237	0.174	0.376	0.076
6 : Consumo	0.032	0.07	0.055	0.068	0.056	0.338

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	-0.486	-0.394	-0.284	-0.278	-0.434	-0.221
2 : Cuota	-0.317	-0.586	-0.404	-0.467	-0.553	-0.427
3 : Inversión	-0.242	-0.429	-0.561	-0.514	-0.561	-0.355
4 : Empleo	-0.232	-0.485	-0.503	-0.571	-0.535	-0.409
5 : Tecnología	-0.312	-0.494	-0.473	-0.46	-0.631	-0.419
6 : Consumo	-0.154	-0.371	-0.291	-0.342	-0.408	-0.641

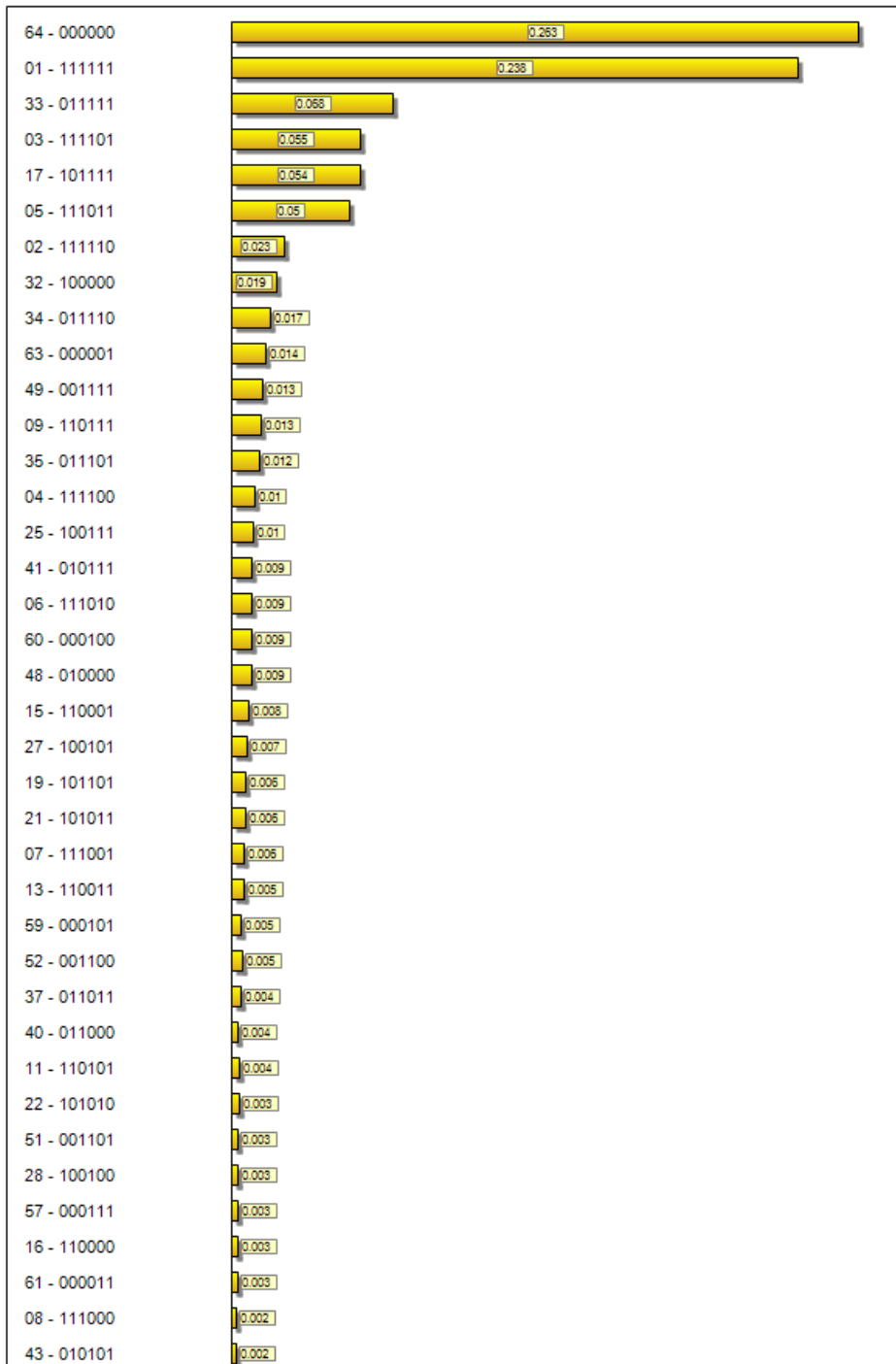
	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.278	0.222	0.209	0.254	0.124
2 : Cuota	0.336	0	0.316	0.351	0.324	0.24
3 : Inversión	0.257	0.302	0	0.387	0.329	0.199
4 : Empleo	0.246	0.342	0.393	0	0.313	0.229
5 : Tecnología	0.33	0.348	0.369	0.346	0	0.235
6 : Consumo	0.163	0.262	0.227	0.258	0.239	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.092	0.202	0.208	0.052	0.265
2 : Cuota	0.269	0	0.182	0.119	0.033	0.159
3 : Inversión	0.319	0.133	0	0.047	0	0.207
4 : Empleo	0.338	0.086	0.067	0	0.036	0.162
5 : Tecnología	0.319	0.137	0.158	0.171	0	0.212
6 : Consumo	0.486	0.27	0.35	0.298	0.233	0

	Ambiental	Cuota	Inversión	Empleo	Tecnología	Consumo
1 : Ambiental	0	0.5	0.3	0.5	0.1	0.3
2 : Cuota	0.1	0	0.1	0.3	0.1	0.3
3 : Inversión	0.1	0.3	0	0.3	0.1	0.5
4 : Empleo	0.3	0.3	0.1	0	0.1	0.3
5 : Tecnología	0.3	0.1	0.1	0.5	0	0.1
6 : Consumo	0.7	0.5	0.5	0.5	0.3	0

	Probabilidades
1 : Ambiental	0.5
2 : Cuota	0.7
3 : Inversión	0.7
4 : Empleo	0.9
5 : Tecnología	0.9
6 : Consumo	0.9

Histograma de probabilidad des los escenarios (Conjunto de expertos)



36 - 011100	0.002
30 - 100010	0.002
24 - 101000	0.002
29 - 100011	0.002
54 - 001010	0.002
23 - 101001	0.002
53 - 001011	0.002
18 - 101110	0.002
56 - 001000	0.002
50 - 001110	0.002
12 - 110100	0.001
47 - 010001	
38 - 011010	
31 - 100001	
58 - 000110	
46 - 010010	
20 - 101100	
10 - 110110	0
42 - 010110	0
26 - 100110	0
44 - 010100	0
45 - 010011	0
39 - 011001	0
62 - 000010	0
14 - 110010	0
55 - 001001	0

© LIPSON-EPITA-PROFIL-EXPERT

