

A n e x o 1 .
Energías alternativas

A n e x o 1

E n e r g í a s a l t e r n a t i v a s

Las energías alternativas son indispensables para garantizar la seguridad energética de un país. A continuación se muestran ventajas y desventajas de las principales alternativas y las tendencias de su uso en el panorama mundial:

Ventajas y desventajas de las energías alternativas

1. Energía hidráulica
2. Energía nuclear
3. Energía geotérmica
4. Energía eólica
5. Energía solar
6. Energía mareomotriz
7. Bioenergía

Energía hidráulica. Energía generada a partir del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente de ríos.

Energía nuclear. Energía obtenida a partir de fisión de átomos, generalmente se utiliza el uranio-235 y el plutonio-239. En este proceso el calor generado por la fisión nuclear es utilizado para elevar la presión del vapor que mueve una turbina acoplada a un generador eléctrico.

Energía geotérmica. Esta energía proviene de la extracción de calor que se genera en el interior de la Tierra para el funcionamiento de turbinas de vapor.

Energía eólica. Se obtiene a través del movimiento de aeroturbinas, mismo que es generado por las corrientes de aire y transformada en energía eléctrica.

Energía solar. Es obtenida a través de la captación de energía irradiada por el sol, ya sea como calor o como onda electromagnética.

Energía mareomotriz. Energía obtenida por el cambio en el nivel del mar generado por las mareas, este sistema es similar a los usados en las hidroeléctricas.

Bioenergía. Energía producida por la combustión de compuestos orgánicos.

Tabla 6. Ventajas y desventajas por tipo de tecnología

TECNOLOGÍA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
1. Energía hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> No requiere combustible Centrales de gran capacidad No hay emisiones de ningún tipo No contamina el agua 	<ul style="list-style-type: none"> Tarda en ser construida La inversión se recupera en un largo periodo Hay variaciones en el nivel del río y por tanto en el de generación. Cambio en el ecosistema del lugar donde se construye
2. Energía nuclear	<ul style="list-style-type: none"> No utiliza combustibles fósiles. 1kg de uranio equivale a 2800 toneladas de carbón. No tiene emisiones de GEI 	<ul style="list-style-type: none"> Riesgo de accidentes nucleares Elevado precio de construcción de la planta Disposición de residuos nucleares.
3. Energía geotérmica	<ul style="list-style-type: none"> No necesita combustibles fósiles Precios bajos de producción 	<ul style="list-style-type: none"> Se delimita a ciertas zonas geográficas Detrimento paisaje Ciertas emisiones de GEI
4. Energía eólica	<ul style="list-style-type: none"> No utiliza combustibles fósiles Cero emisión de GEI 	<ul style="list-style-type: none"> No es constante Solo se puede instalar en lugares donde el viento sea fuerte. Detrimento paisaje Ruido de los aerogeneradores
5. Energía solar	<ul style="list-style-type: none"> Cero emisiones contaminantes en la producción. No necesita combustibles 	<ul style="list-style-type: none"> Depende de las condiciones del estado del tiempo y del clima. Es poco eficiente, las celdas solares tienen alrededor de un 15% de eficiencia. Emisión en la construcción de la planta. El material para construir los paneles solares es caro.
6. Energía mareomotriz	No hay emisiones de GEI	<ul style="list-style-type: none"> Efectos sobre la biodiversidad del lugar. Contaminación visual Depende del nivel y amplitud de las mareas.
7. Bioenergía	<ul style="list-style-type: none"> Se puede obtener a partir de subproductos como: maíz, paja, frutos secos, productos orgánicos. Diferentes procesos de aprovechamiento: pirólisis, aprovechamiento directo, procesos de fermentación anaeróbica, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Problemas en emisión de gases de efecto invernadero por combustión incompleta. Daños a la salud por elevados niveles de contaminación por humo. Uso abundante de agua, fertilizantes, fungicidas y pesticidas.

En este sentido la energía nuclear es la que tiene más ventajas sobre las otras, podríamos decir que es la única alternativa que podría sustituir en generación eléctrica al petróleo, sin embargo se necesitarían construir 10,000 plantas de potencia nuclear para igualar el la potencia que actualmente obtenemos de los combustibles fósiles. Si consideráramos ahora al uranio nuestro combustible más importante, éste también entraría en una curva de detrimento durando entre 10 y

20 años²⁵.

Por otro lado podríamos considerar también a la energía solar como un sustituto el problema es la eficiencia, tal como se menciona en la tabla es muy baja, lo que actualmente lo hace poco viable. Se necesitaría buscar elementos de baja emisividad y alta absorción.

Se espera también que en el futuro, las investigaciones sobre la fusión nuclear estén suficientemente desarrolladas para poder explotar este tipo de tecnología. Si bien se ha logrado ya la termofusión, no se ha logrado aún el control de la reacción nuclear. La fusión nuclear, es la fusión de dos átomos de hidrógeno, esta reacción nuclear es la que realiza el sol, dando origen al helio.

25 The end of the age of oil, David Goodstein, CalTech News, California Institute of Technology, 2004

Anexo 2.
Mejor energía
alternativa

A n e x o 2 M e j o r e n e r g í a a l t e r n a t i v a

A continuación se muestra un ejercicio para determinar ¿cuál es la planta para la generación eléctrica más sustentable?, el resultado se obtuvo mediante la utilización del método de Análisis Jerárquico de Procesos, AHP.

Se eligió este método gracias a las ventajas que tiene sobre otros tipos de análisis de decisión¹⁴ :

- Presenta un sustento matemático.
- Permite desglosar y analizar un problema por partes.
- Permite la participación de diferentes personas o grupos de interés y genera un consenso.
- Permite incorporar aspectos cualitativos que suelen quedarse fuera del análisis debido a su complejidad para ser medidos, pero que pueden ser relevantes en algunos casos.
- Permite verificar el índice de consistencia y hacer correcciones, si es necesario.
- Genera una síntesis y da la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad.
- Es de fácil aplicación y permite que su solución se pueda complementar con métodos matemáticos de optimización.

El problema y objetivos del análisis se resume en la siguiente tabla:

Tabla 7. Esquematización de problemática

Método de Análisis AHP para plantas de generación sustentables	
Problema:	Contaminación del medio ambiente debido a la generación de electricidad.
Objetivo:	Determinar el tipo de planta más sustentable.
Alternativas:	Plantas de generación: Turbogas y ciclo combinado, diesel, vapor, carbocelétrica, geotermocelétrica, eolocelétrica, nuclear, hidroeléctrica.
Indicadores:	Costo de generación, Fracción importada, Costo externalidades, Factor de planta.

Abreviatura de las centrales eléctricas analizadas:

T Turbogas y ciclo combinado
D Diesel

¹⁴ Análisis de expansión de sistemas eléctricos. M. Módulo 4. Análisis de Decisión, Cecilia Martín del Campo, Abril 2009.

- V Vapor (combustóleo)
- C Carboeléctrica y dual (Carbón y combustóleo)
- G Geotermoeléctrica
- E Eoloeléctrica
- N Nuclear
- H Generación hidroeléctrica

En la siguiente figura se muestran los criterios, indicadores y alternativas del estudio.

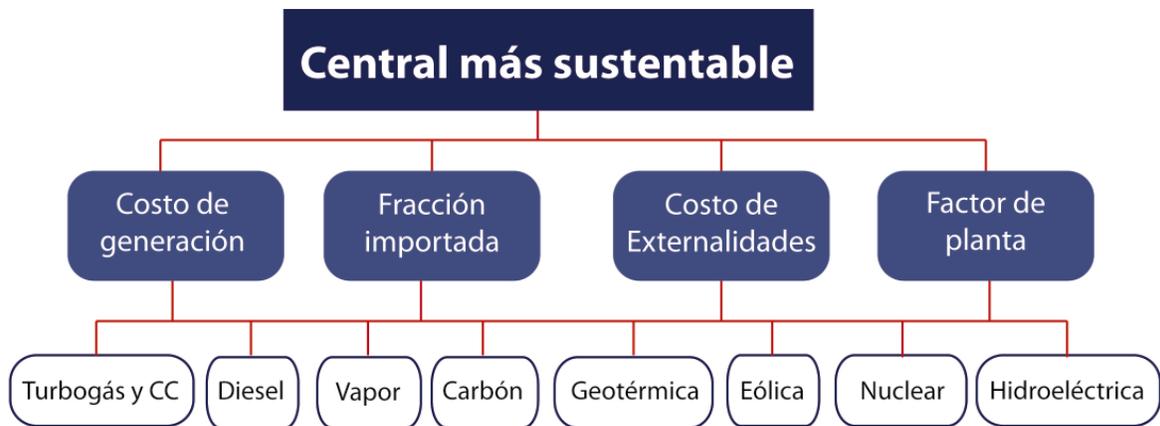


Figura 12. Esquema del método AHP

Costo de generación por tecnología:

Se analizará el costo de generación ya que además del cuidado del medio ambiente, la definición de sustentabilidad implica un bajo costo. En la siguiente tabla se muestra la tecnología y su correspondiente valor en pesos por Kwh.

Tabla 8. Costo de Generación por Tecnología

Tecnología	\$/Kwh
Turbogás y ciclo combinado	1.06
Diesel	4.81
Vapor (combustóleo)	1.06
Carboeléctrica y dual (Carbón y combustóleo)	0.67
Geotermoeléctrica	0.36

Eoloeléctrica	0.61
Nuclear	0.91
Generación hidroeléctrica	0.55

Fuente de información: Cédulas Trimestrales Costo Unitario por Proceso años 2000 - 2008. Costos y Parámetros de Referencia para la Formulación de Proyectos de Inversión en el Sector Eléctrico. Generación. 2008

El Costo de Generación incluye:

- Remuneraciones y prestaciones al personal
- Energéticos y Fuerza Comprada
- Mantenimiento y Servicios Generales por Contrato
- Materiales de Mantenimiento y Consumo
- Impuestos y Derechos
- Otros Gastos
- Costo de obligaciones laborales
- Depreciación
- Indirectos del Corporativo
- Aprovechamiento
- Costo Financiero

Nota: El incremento en el Costo Unitario se debe principalmente a que el Costo de Obligaciones Laborales tuvo un aumento muy significativo derivado de la circular No. XK000/GC-0199/08, referente a los cambios en el boletín D3 "Beneficios a los Empleados"

Fracción importada

La fracción importada es relevante en este estudio porque representa el grado de dependencia que se tiene de una tecnología, además es un parámetro para cuantificar el riesgo debido a la volatilidad de los precios de los combustibles o insumos necesarios para la generación eléctrica.

Tabla 9. Fracción importada. Precios medios 2007

Tecnología	Fracción importada
Turbogas y ciclo combinado	0.919
Diesel	0.913
Vapor (combustóleo)	0.336
Carboeléctrica y dual (Carbón y combustóleo)	0.456
Geotermoeléctrica	0.667

Eoloelétrica	0.667
Nuclear	0.422
Generación hidroeléctrica	0.279

Fuente de información: Cédulas Trimestrales Costo Unitario por Proceso años 2000 - 2008. Costos y Parámetros de Referencia para la Formulación de Proyectos de Inversión en el Sector Eléctrico. Generación. 2008

Externalidades

Las externalidades se definen como los costos ocasionados por efectos a la salud y al ambiente que re-sultan de la generación de electricidad.

Tabla 10. Externalidades

Tecnología	BAJO cEu/Kwh	ALTO cEu/Kwh
Turbogas y ciclo combinado	1.25	2.33
Diesel	4.4	7
Vapor (combustóleo)	4.4	7
Carboeléctrica y dual (Carbón y combustóleo)	4.08	7.33
Geotermoeléctrica	0.15	0.15
Eoloelétrica	0.125	0.166
Nuclear	0.39	0.39
Generación hidroeléctrica	0.38	0.48

Fuente: External Costs, Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport <http://www.externe.info/externpr.pdf>

Factor de planta

El factor de planta nos indicará la capacidad a la que en promedio cada instalación genera electricidad. Nótese que se trata de la capacidad a la que se trabaja y no de la capacidad máxima de la planta.

Tabla 11. Factor de planta

Tecnología	Factor de planta
------------	------------------

Turbogas y ciclo combinado	0.800
Diesel	0.650
Vapor (combustóleo)	0.650
Carboeléctrica y dual (Carbón y combustóleo)	0.800
Geotermoeléctrica	0.850
Eoloeléctrica	0.300
Nuclear	0.850
Generación hidroeléctrica	0.253-0.527

Fuente de información: Cédulas Trimestrales Costo Unitario por Proceso años 2000 - 2008. Costos y Parámetros de Referencia para la Formulación de Proyectos de Inversión en el Sector Eléctrico. Generación. 2008

Desarrollo método:

La tabla de valores considerados para el método se resume a continuación, el precio que se considerará para las externalidades en este estudio es el alto ya que se pretende considerar el peor de los casos.

Tabla 12. Valores de comparación

Tecnología	Costo Generación \$/Kwh	Fracción importada	Externalidades		Factor de planta
			BAJO cEu/Kwh	ALTO cEu/Kwh	
Turbogas y ciclo combinado	1.06	0.919	1.25	2.33	0.800
Diesel	4.81	0.913	4.4	7	0.650
Vapor (combustóleo)	1.06	0.336	4.4	7	0.650
Carboeléctrica y dual (Carbón y combustóleo)	0.67	0.456	4.08	7.33	0.800
Geotermoeléctrica	0.36	0.667	0.15	0.15	0.850
Eoloeléctrica	0.61	0.667	0.125	0.166	0.300
Nuclear	0.91	0.422	0.39	0.39	0.850
Generación hidroeléctrica	0.55	0.279	0.38	0.48	0.253-0.527

Matriz de comparaciones.

Selección de la planta más sustentable en términos de 4 indicadores: Costo de Generación (C.G.), Fracción importada, Costo de Externalidades (C.E.) y Factor de planta

Este método requiere de la elaboración de matrices de comparación de los indicadores considerados, de manera que se califican con la escala de Saaty 1/9-9.

Para determinar el grado de consistencia de la matriz a la que se le asignaron las prioridades, se hace el cálculo del índice de consistencia. Se considera una buena elección en los valores de los criterios si el índice de consistencia es menor a 0.1.

Cálculo del Índice de Consistencia de la matriz

Ecuación 1. Cálculo Consistencia

$$IC = \frac{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{i - \text{ésimo elemento en AwT}}{i - \text{ésimo elemento en wT}} \right) - n}{n - 1}$$

IC deberá ser menor de 0.1 para considerar válida a la matriz de prioridades.

Tabla 13. Índice Aleatorio de Consistencia

N° de Elementos que se comparan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice Aleatorio de Consistencia (IA)	0	0	0.58	0.89	1.11	1.24	1.32	1.40	1.45	1.49

Matriz de criterios

Planta sustentable				
	C.G	Fracción importada	C.E	Factor de planta
C.G	1	2	1	4
Fracción importada	1/2	1	1/2	3
C.E	1	2	1	4
Factor de planta	1/4	1/3	1/4	1

Cálculo del Índice de Consistencia

A=	1	2	1	4
	1/2	1	1/2	3
	1	2	1	4
	1/4	1/3	1/4	1
suma	2,75	5,33	2,75	12,00

Anorm=	0.3636	0.3750	0.3636	0.3333	0.3589
	0.1818	0.1875	0.1818	0.2500	0.2003
	0.3636	0.3750	0.3636	0.3333	0.3589
	0.0909	0.0625	0.0909	0.0833	0.0819

		AW/W	
wi=	0.3589	1.44602	4.029023747
	0.2003	0.80492	4.01891253
	0.3589	1.44602	4.029023747
	0.0819	0.32813	4.005780347
			Σ= 16.08274037

INDICE DE CONSISTENCIA

IC= 0.007

RAZÓN DE CONSISTENCIA

IC/IA= 0.008

Si IC/IA<0.1 es aceptable la consistencia

Para el cálculo del vector de prioridades de las alternativas se hizo una matriz de comparación por indicador y se tomó el valor obtenido en el vector de prioridades de cada uno de los indicadores.

Vector de prioridades de las Alternativas propuestas

ALTERNATIVAS				
PLANTA	C.G	F.I	C.E	F.P
T	1.06	0.919	2.33	0.8
D	4.81	0.913	7	0.65
V	1.06	0.336	7	0.65
C	0.67	0.456	7.33	0.8
G	0.36	0.667	0.15	0.85
E	0.61	0.667	0.166	0.3
N	0.91	0.422	0.39	0.85
H	0.55	0.279	0.48	0.527

Normalización: 1/9-9

Matriz Costo de Generación:

C.G	T	D	V	C	G	E	N	H
T	1	2	1	1/4	1/6	1/5	1/2	1/6
D	1/2	1	1/2	1/5	1/8	1/6	1/4	1/7
V	1	2	1	1/4	1/6	1/5	1/2	1/6
C	4	5	4	1	1/5	1/2	3	1/2
G	6	8	6	5	1	4	3	2
E	5	6	5	2	1/4	1	2	1/2
N	2	4	2	1/3	1/3	1/2	1	1/3
H	6	7	6	2	1/2	2	3	1
suma	25.500	35.000	25.500	11.033	2.742	8.567	13.250	4.810

$$C = \begin{vmatrix} 0.0392 & 0.0571 & 0.0392 & 0.0227 & 0.0608 & 0.0233 & 0.0377 & 0.0347 \\ 0.0196 & 0.0286 & 0.0143 & 0.0181 & 0.0456 & 0.0195 & 0.0189 & 0.0297 \\ 0.0392 & 0.0571 & 0.0286 & 0.0227 & 0.0608 & 0.0233 & 0.0377 & 0.0347 \\ 0.1569 & 0.1429 & 0.1143 & 0.0906 & 0.0729 & 0.0584 & 0.2264 & 0.1040 \\ 0.2353 & 0.2286 & 0.1714 & 0.4532 & 0.3647 & 0.4669 & 0.2264 & 0.4158 \\ 0.1961 & 0.1714 & 0.1429 & 0.1813 & 0.0912 & 0.1167 & 0.1509 & 0.1040 \\ 0.0784 & 0.1143 & 0.0571 & 0.0302 & 0.1216 & 0.0584 & 0.0755 & 0.0693 \\ 0.2353 & 0.2000 & 0.1714 & 0.1813 & 0.1824 & 0.2335 & 0.2264 & 0.2079 \end{vmatrix} = \begin{matrix} \text{prom} \\ 0.0393 \\ 0.0243 \\ 0.0380 \\ 0.1208 \\ 0.3203 \\ 0.1443 \\ 0.0756 \\ 0.2048 \end{matrix} = \begin{vmatrix} 0.3103 & 7.8862 \\ 0.1994 & 8.2119 \\ 0.3103 & 8.1622 \\ 1.0170 & 8.4195 \\ 2.7962 & 8.7299 \\ 1.2520 & 8.6760 \\ 0.6149 & 8.1332 \\ 1.7560 & 8.5755 \end{vmatrix}$$

prom= 8.3493

IC= 0.0499

RC= 0.0356

Matriz de Fracción importada:

F.I	T	D	V	C	G	E	N	H
T	1	1/2	1/7	1/5	1/4	1/4	1/6	1/8
D	2	1	1/6	1/4	1/3	1/3	1/5	1/7
V	7	6	1	3	5	5	2	1/2
C	5	4	1/3	1	3	3	1/2	1/4
G	4	3	1/5	1/3	1	1	1/4	1/6
E	4	3	1/5	1/3	1	1	1/4	1/6
N	6	5	1/2	2	4	4	1	1/3
H	8	7	2	4	6	6	3	1
suma	37.000	29.500	4.543	11.117	20.583	20.583	7.367	2.685

$$C = \begin{pmatrix} 0.0270 & 0.0169 & 0.0314 & 0.0180 & 0.0121 & 0.0121 & 0.0226 & 0.0466 \\ 0.0541 & 0.0339 & 0.0056 & 0.0225 & 0.0162 & 0.0162 & 0.0271 & 0.0532 \\ 0.1892 & 0.2034 & 0.0339 & 0.2699 & 0.2429 & 0.2429 & 0.2715 & 0.1863 \\ 0.1351 & 0.1356 & 0.0113 & 0.0900 & 0.1457 & 0.1457 & 0.0679 & 0.0931 \\ 0.1081 & 0.1017 & 0.0068 & 0.0300 & 0.0486 & 0.0486 & 0.0339 & 0.0621 \\ 0.1081 & 0.1017 & 0.0068 & 0.0300 & 0.0486 & 0.0486 & 0.0339 & 0.0621 \\ 0.1622 & 0.1695 & 0.0169 & 0.1799 & 0.1943 & 0.1943 & 0.1357 & 0.1242 \\ 0.2162 & 0.2373 & 0.0678 & 0.3598 & 0.2915 & 0.2915 & 0.4072 & 0.3725 \end{pmatrix} = \begin{matrix} \text{prom} \\ 0.0234 \\ 0.0286 \\ 0.2050 \\ 0.1031 \\ 0.0550 \\ 0.0550 \\ 0.1471 \\ 0.2805 \end{matrix} = \begin{matrix} 0.1746 \\ 0.2414 \\ 1.8335 \\ 0.8761 \\ 0.4481 \\ 0.4481 \\ 1.2722 \\ 2.5909 \end{matrix} \begin{matrix} 7.4750 \\ 8.4390 \\ 8.9446 \\ 8.5011 \\ 8.1515 \\ 8.1515 \\ 8.6464 \\ 9.2372 \end{matrix}$$

prom 8.4433

IC= 0.0633

RC= 0.0452

Matriz de Costos de Externalidades:

C.E.	T	D	V	C	G	E	N	H
T	1	4	4	3	1/9	1/8	1/6	1/5
D	1/7	1	1	2	1/8	1/7	1/6	1/5
V	1/7	1	1	2	1/8	1/7	1/6	1/5

C	1/7	1/2	1/2	1	1/9	1/8	1/6	1/5
G	5	6	6	9	1	2	3	4
E	4	5	5	8	1/2	1	2	3
N	3	6	6	7	1/4	1/3	1	2
H	4	5	5	6	1/4	1/3	1/2	1
suma	17.429	28.500	28.500	38.000	2.472	4.202	7.167	10.800

$$C = \begin{pmatrix} 0.0574 & 0.1404 & 0.1404 & 0.0789 & 0.0449 & 0.0297 & 0.0233 & 0.0185 \\ 0.0082 & 0.0351 & 0.0351 & 0.0526 & 0.0506 & 0.0340 & 0.0233 & 0.0185 \\ 0.0082 & 0.0351 & 0.0351 & 0.0526 & 0.0506 & 0.0340 & 0.0233 & 0.0185 \\ 0.0082 & 0.0175 & 0.0175 & 0.0263 & 0.0449 & 0.0297 & 0.0233 & 0.0185 \\ 0.2869 & 0.2105 & 0.2105 & 0.2368 & 0.4045 & 0.4759 & 0.4186 & 0.3704 \\ 0.2295 & 0.1754 & 0.1754 & 0.2105 & 0.2022 & 0.2380 & 0.2791 & 0.2778 \\ 0.1721 & 0.2105 & 0.2105 & 0.1842 & 0.1011 & 0.0793 & 0.1395 & 0.1852 \\ 0.2295 & 0.1754 & 0.1754 & 0.1579 & 0.1011 & 0.0793 & 0.0698 & 0.0926 \end{pmatrix} = \begin{matrix} \text{prom} \\ 0.0667 \\ 0.0322 \\ 0.0322 \\ 0.0233 \\ 0.3268 \\ 0.2235 \\ 0.1603 \\ 0.1351 \end{matrix} = \begin{matrix} 0.5118 & 7.6745 \\ 0.2469 & 7.6755 \\ 0.2469 & 7.6755 \\ 0.1829 & 7.8658 \\ 2.7240 & 8.3362 \\ 1.8874 & 8.4449 \\ 1.3356 & 8.3311 \\ 1.0994 & 8.1359 \end{matrix}$$

prom= 8.0174

IC= 0.0025

RC= 0.0018

Matriz de Factor de planta:

F.P	T	D	V	C	G	E	N	H
T	1	4	4	1	1/2	6	1/2	3
D	1/4	1	1	1/4	1/6	5	1/6	2
V	1/4	1	1	1/4	1/6	5	1/6	2
C	1	4	4	1	1/2	6	1/2	3
G	2	6	6	2	1	6	1	6
E	1/6	1/5	1/5	1/6	1/6	1	1/7	1/3
N	2	6	6	2	1	7	1	6
H	1/3	1/2	1/2	1/3	1/6	3	1/6	1
suma	7.000	22.700	22.700	7.000	3.667	39.000	3.643	23.333

$$C = \begin{pmatrix} 0.1429 & 0.1762 & 0.1762 & 0.1429 & 0.1364 & 0.1538 & 0.1373 & 0.1286 \\ 0.0357 & 0.0441 & 0.0441 & 0.0357 & 0.0455 & 0.1282 & 0.0458 & 0.0857 \end{pmatrix} = \begin{matrix} \text{prom} \\ 0.1493 \\ 0.0581 \end{matrix} = \begin{matrix} 1.2958 & 8.6810 \\ 0.4833 & 8.3212 \end{matrix}$$

$$\begin{array}{cccccccc|c|cc}
 0.0357 & 0.0441 & 0.0441 & 0.0357 & 0.0455 & 0.1282 & 0.0458 & 0.0857 & 0.0581 & 0.4833 & 8.3212 \\
 0.1429 & 0.1762 & 0.1762 & 0.1429 & 0.1364 & 0.1538 & 0.1373 & 0.1286 & 0.1493 & 1.2958 & 8.6810 \\
 0.2857 & 0.2643 & 0.2643 & 0.2857 & 0.2727 & 0.1538 & 0.2745 & 0.2571 & 0.2573 & 2.2169 & 8.6166 \\
 0.0238 & 0.0088 & 0.0088 & 0.0238 & 0.0455 & 0.0256 & 0.0392 & 0.0143 & 0.0237 & 0.1914 & 8.0662 \\
 0.2857 & 0.2643 & 0.2643 & 0.2857 & 0.2727 & 0.1795 & 0.2745 & 0.2571 & 0.2605 & 2.2407 & 8.6017 \\
 0.0476 & 0.0220 & 0.0220 & 0.0476 & 0.0455 & 0.0769 & 0.0458 & 0.0429 & 0.0438 & 0.3589 & 8.1962 \\
 \hline
 & & & & & & & & & \text{prom=} & 8.4356
 \end{array}$$

IC= 0.0622

RC= 0.0445

Vector de prioridades de alternativas				
PLANTA	C.G	F.I	C.E	F.P
T	0.039	0.023	0.067	0.149
D	0.024	0.029	0.032	0.058
V	0.038	0.205	0.032	0.058
C	0.121	0.103	0.023	0.149
G	0.320	0.055	0.327	0.257
E	0.144	0.055	0.223	0.024
N	0.076	0.147	0.160	0.260
H	0.205	0.280	0.135	0.044

Para finalizar con el análisis se multiplica el vector de prioridades de las alternativas por el vector obtenido de los criterios en razón de la búsqueda del plan más sustentable:

T 0.055
 D 0.031
 V 0.071
 C 0.085
G 0.264
 E 0.145
 N 0.135
 H 0.182

Los resultados nos muestran la siguiente jerarquía de plantas según los indicadores considerados:

1. Geotermoeléctrica
2. Hidroeléctrica
3. Eoloeléctrica
4. Nuclear
5. Carboeléctrica
6. Vapor (combustóleo)
7. Turbogas y Ciclo combinado
8. Diesel

Como se observa en el vector obtenido, el valor de G que corresponde al de la central geotermoeléctrica es de acuerdo a los indicadores especificados en este análisis el que mejor cumple con los requerimientos, es decir el más sustentable. Nótese que para encontrar valores más reales y más precisos es necesario considerar más indicadores como por ejemplo el tiempo de vida de las plantas, el tiempo de años para su construcción y la disponibilidad de los recursos o combustibles que necesita la planta para su operación.

Para garantizar la seguridad energética es necesario diversificar los planes de expansión del sistema eléctrico considerando especialmente las centrales cuya generación además de depender menos del extranjero, sea menos agresiva con el ambiente y que posea el costo de generación más barato.