

Anexo

Una estimación de los beneficios “caídos del cielo” (windfall profits) de las instalaciones nucleares e hidroeléctricas españolas en 1998-2013

Pablo Cotarelo Álvarez. Septiembre 2015.

Introducción

Hasta la entrada en vigor del Real Decreto 1538/1987 la tarifa eléctrica se fijaba como resultado de la negociación entre el Ministerio de Industria y Energía y las empresas eléctricas, utilizando como base los costes reales, que eran computados a partir de los datos contables de las propias empresas, y una previsión de la evolución de determinadas variables económicas (inflación, tipos de interés, demanda eléctrica, etc.). En contraste con el procedimiento anterior, el Marco Legal Estable (1988-1997) introdujo un sistema de retribución, para las empresas eléctricas, que incorporaba como novedad el concepto de “costes estándar”, obtenidos a partir de la modelización de los costes reales. De esta forma, a través de la tarifa, las empresas eléctricas, repercutían a los clientes el conjunto de costes estándar de generación y distribución -fijos y variables- reconocidos por el Ministerio de Industria y Energía.

Posteriormente, con la entrada en vigor de la Ley 54/1997 del sector eléctrico, desaparecen tanto los costes reales como los estándar, y el precio de la electricidad se determina en base al funcionamiento de un mercado marginalista, que establece un valor de la electricidad para cada hora del día (que luego es complementado con otros conceptos), que es el que terminan recibiendo todas las instalaciones de generación que entran a cubrir la demanda horaria.

Desde su inicio se sospechó que este sistema del mercado marginalista sufriría distorsiones por dos motivos fundamentales: obviar los costes reales de generación y mezclar en el mismo mecanismo instalaciones de generación con características muy diferentes. En él convivían instalaciones antiguas construidas incluso en la década de los 1930 (hidroeléctricas) con

unos costes de inversión muy elevados y unos costes variables reducidos, otras antiguas (nucleares) que tenían unos exorbitantes costes de inversión y unos costes variables reducidos, otras antiguas (térmicas) de costes de inversión elevados y costes variables significativos, unas instalaciones muy recientes (renovables) de grandes costes de inversión en comparación con los variables pero muy inferiores a los de las instalaciones anteriores, y otras instalaciones también recientes (ciclos combinados) de elevados costes de inversión y significativos costes variables. Retribuir a todas las instalaciones de la misma manera y por la oferta de la más cara, según entrasen o no a cubrir la demanda, estaba condenando al sistema a generar desequilibrios y, a que unas instalaciones consiguiesen una situación de ventaja que se tradujera en beneficios extraordinarios de difícil justificación. Las instalaciones beneficiadas serían las más antiguas que tuvieran costes variables no muy elevados, es decir, las nucleares y las hidroeléctricas. Estamos ante unas instalaciones que generan de media entre el 35 y el 40% de la electricidad, que en el caso de las nucleares entran a cubrir la demanda siempre que estén operativas y que en el caso de las hidroeléctricas juegan con las condiciones del mercado para conseguir maximizar beneficios en función de sus circunstancias.

Beneficios caídos del cielo

El Marco Legal Estable establecía los costes estándar de generación, según los cuales se retribuía a las empresas propietarias de las instalaciones con dichas cantidades, que se diseñaban para, al menos, satisfacer los costes físicos de generación y amortización más una remuneración que se calificaba de adecuada o razonable. A pesar de que no utilizaba los costes reales para fijar la tarifa, este sistema regulaba las retribuciones basándose en parámetros macroeconómicos y de generación eléctrica con la intención de evitar desequilibrios y no perjudicar a la ciudadanía con precios excesivamente elevados. Si aplicamos esta lógica al escenario actual, resulta que la diferencia entre esta cifra (retribución razonable) y lo percibido efectivamente mediante el mercado marginalista, se deberían considerar

ingresos extraordinarios. A este tipo de ingresos extraordinarios se les denominan beneficios “caídos del cielo” (o windfall profits, en inglés).

También es necesario recalcar que el método del **Marco Legal Estable** tampoco era perfecto y tenía defectos que **podían generar también ingresos extraordinarios para las empresas**. Por ejemplo, marcaba unos periodos llamados de **vida útil estándar de 25 años para las centrales térmicas (incluidas las nucleares) y de 65 años para las hidráulicas, y de ellos dependía en buena medida la retribución estándar por inversión**. Las instalaciones de generación nuclear han sido, por tanto, amortizadas en su totalidad mientras que únicamente una pequeña parte de las hidroeléctricas han corrido la misma suerte, lo cual no deja de ser muy discutible.

Metodología de cálculo según el MLE

Uno de los principios del Marco Legal Estable era garantizar la recuperación de los costes incurridos por las empresas en la prestación del servicio de suministro eléctrico y, entre ellos, los derivados de las inversiones en generación. Esta garantía de recuperación, al igual que para el resto de costes incurridos por las empresas, estaba referida a los costes estándar de inversión reconocidos, los cuales eran calculados, de acuerdo con la metodología expuesta a continuación, para cada una de los grupos de generación pertenecientes a las empresas eléctricas.

Para realizar la presente estimación de los costes de generación para el periodo 1998-2013 se ha tenido en cuenta la metodología de cálculo de los costes estándar de generación incluida en el Marco Legal Estable entre 1988 y 1997. Se distingue en ella **los costes estándar fijos y los costes estándar variables**. Dentro de los costes estándar fijos se encuentran los correspondientes a las inversiones realizadas en instalaciones de generación (amortización y retribución, coste de vida extendida, y complemento de coste), así como los necesarios para mantener operativas las instalaciones (costes de operación y mantenimiento fijos).

1) Coste estándar fijo

a) La formulación de la anualidad de **inversión del coste estándar fijo** para un grupo generador, térmico o hidráulico, es la siguiente:

$$\begin{aligned} VNR_n &= VN_{n-1} * (1 + T_n) + I_n \\ A_n &= VNR_n / VRes_n \\ R_n &= VNR_n * TReal_n \\ VN_n &= VNR_n - A_n \end{aligned}$$

Donde:

VNn: Valor estándar neto en el año n.

VNRn: Valor estándar neto retribuable en el año n.

An: Amortización estándar en el año n.

Rn: Retribución estándar en el año n.

In: Inversiones adicionales y extraordinarias en el año n.

Tn: Tasa de actualización del año n.

TRealn: Tasa real de retribución del año n.

VResn: Vida residual de la instalación a 1 de enero del año n.

b) El cálculo del **coste fijo de operación y mantenimiento** se realiza en función de la potencia instalada y disponible, aplicando la siguiente fórmula :

$$C_{fzt} = K_{fzt} [jP_{nzt} + (1-j)P_{dzt}]$$

Donde:

Cfzt: Coste de operación y mantenimiento fijo estándar del año t para el tipo de instalación z.

Kfzt: Coste estándar unitario fijo del año t para el tipo de instalación z.

Pnzt: Potencia instalada en el año t para el tipo de instalación z.

Pdzt: Potencia disponible en el año t para el tipo de instalación z.

j: Coeficiente de ponderación de potencias.

2) Coste estándar variable

Dentro de los **costes variables** se han considerado los correspondientes al consumo de combustible (**Coste estándar de combustible neto**) empleado en la generación de energía y los correspondientes a la operación y al mantenimiento de las instalaciones (**Costes estándar de operación y mantenimiento**).

- a) Mientras que para las centrales nucleares el cálculo del **coste estándar de combustible neto** se realizaba a partir de un precio, expresado en PTA/kWh, publicado mediante Resolución de la Dirección General de Energía que se aplicaba a la energía generada por el grupo, para las hidroeléctricas se consideraba cero dicho coste.
- b) Los **costes variables de operación y mantenimiento estándar** generados durante la operación de la central se determinaban a partir de la potencia generada y disponible de la central de acuerdo con la siguiente expresión:

$$C_{vzt} = K_{vzt} \left[a P_{da} H_z \left(1 + \left(\frac{P_{da} - M}{r P_{da}} \right) \right) + b P_g \right]$$

Donde :

Cvzt: Coste de operación y mantenimiento variable estándar del año t para el tipo de instalación z .

Kvzt: Coste estándar unitario variable del año t para el tipo de instalación z (fijado por el Ministerio de Industria y Energía)

Pda: Potencia disponible acoplada y en horas de arranque.

Pg: Potencia generada.

M: Mínimo técnico estándar.

r: Coeficiente de ponderación de la potencia disponible acoplada y en horas de arranque.

a: Coeficiente de ponderación de la potencia disponible acoplada o en horas de arranque.

b: Coeficiente de ponderación de la potencia generada.

Hz: Horas de acoplamiento y arranque del tipo de instalación z.

Los coeficientes “a” y “b” eran diferentes según el tipo de tecnología. Estos valores eran tales que las centrales hidráulicas quedaban retribuidas exclusivamente por la potencia generada y las nucleares por la potencia disponible.

Resultados:

1) Coste estándar fijo:

El término de **amortización estándar** de los costes fijos, **An**, para las **centrales nucleares** arroja los siguientes resultados (M euros):

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
Almaraz 1	89.26	92.39	96.7	99.95	103.3	106.2	109.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	697
Almaraz 2	93.62	96.9	101.4	104.8	108.3	204.8	211.1	217.6	226.3	236.6	0	0	0	0	0	0	1,601
Ascó 1	144	149.1	156	161.3	166.7	171.4	176.7	182.1	189.4	0	0	0	0	0	0	0	1,497
Ascó 2	168.3	174.2	182.3	188.4	194.7	200.3	206.4	212.7	221.3	231.3	241.73	249	0	0	0	0	2,471
Cofrentes	154.1	159.5	167	172.6	178.4	183.4	189.1	194.9	202.7	211.9	221.4	0	0	0	0	0	2,035
Garoña	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J. Cabrera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trillo 1	223.6	231.4	242.2	250.3	258.7	266.1	274.2	282.6	294	307.3	321.14	330.7	340.6	350.7	0	0	3,974
Vandellós 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vandellós 2	197.4	204.4	213.9	221.1	228.5	235	242.2	249.6	259.7	271.4	283.64	292.1	300.8	309.8	0	0	3,510
TOTAL	1,070	1,108	1,159	1,198	1,239	1,367	1,409	1,339	1,394	1,259	1,068	872	641	661	0	0	15,784

El término de **retribución estándar** de los costes fijos, **Rn**, para las **centrales nucleares** arroja los siguientes resultados (M euros):

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
Almaraz 1	4.497	3.983	3.86	3.429	2.698	1.88	0.984	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
Almaraz 2	6.737	6.265	6.477	6.293	5.658	9.063	7.591	5.954	4.185	2.232	0	0	0	0	0	0	60
Ascó 1	9.327	8.567	8.718	8.297	7.253	6.068	4.764	3.322	1.751	0	0	0	0	0	0	0	58
Ascó 2	14.53	13.76	14.55	14.54	13.56	12.41	11.13	9.704	8.184	6.548	4.6337	2.438	0	0	0	0	126
Cofrentes	12.2	11.46	12	11.84	10.87	9.741	8.498	7.11	5.622	3.998	2.1221	0	0	0	0	0	95
Garoña	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J. Cabrera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trillo 1	22.52	21.61	23.2	23.61	22.52	21.19	19.72	18.05	16.31	14.5	12.312	9.719	6.753	3.484	0	0	236
Vandellós 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vandellós 2	19.89	19.09	20.49	20.86	19.89	18.72	17.42	15.94	14.41	12.81	10.874	8.584	5.964	3.077	0	0	208
TOTAL	89.71	84.74	89.3	88.87	82.45	79.07	70.11	60.08	50.46	40.08	29.94	20.74	12.72	6.56	0	0	805

El término del **coste fijo de operación y mantenimiento** para las **centrales nucleares, Cfzt**, arroja los siguientes resultados (M euros):

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
Almaraz 1	57.88	59.04	59.34	60.54	60.96	61.73	62.8	63.88	65.34	64.98	64.26	64.82	69.12	69.81	68.63	68.22	1,021
Almaraz 2	52.98	58.21	55.69	57.5	61.52	52.71	58.43	64.47	58.49	58.11	64.86	55.14	56.65	60.34	65.18	64.79	945
Ascó 1	54.52	58.69	57.3	58.98	64.01	58.71	60.18	60.68	60.68	62.27	59.42	44.95	64.46	54.78	68.16	67.76	956
Ascó 2	56.72	57.5	61.65	59.17	59.77	65.03	55.22	59.94	65.59	60.64	56.99	67.82	59.12	58.95	68.1	67.69	980
Cofrentes	58.9	54.05	55.45	62.05	58.05	58.21	63.77	52.1	66.49	46.5	59.31	59.41	68.45	59.59	67.96	67.56	958
Garroña	26.8	26.55	28.22	25.63	28.99	27.5	29.86	27.81	29.79	26.92	30.44	27.72	29.53	29.01	30.9	67.56	493
J. Cabrera	8.652	9.213	8.471	8.762	7.77	8.833	9.944	9.486	0	0	0	0	0	0	0	0	71
Trillo 1	62.33	64.03	61.24	60.43	60.04	63.31	63.5	65.44	65.57	65.43	62.6	59.59	62.79	65.43	70.68	70.26	1,023
Vandellós 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vandellós 2	59.12	62.72	59	67.5	61.7	63.94	67.98	38.14	60.89	44.31	56.66	43.4	68.6	58.58	72.07	71.65	956
TOTAL	437.9	450	446.4	460.6	462.8	460	471.7	441.9	472.8	429.2	454.5	422.8	478.7	456.5	511.7	545.5	7,403

El total del **coste fijo para las centrales nucleares** resulta como sigue (M euros):

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
Nuclear	1,598	1,643	1,695	1,748	1,784	1,906	1,951	1,841	1,917	1,728	1,552	1,315	1,133	1,124	512	546	23,992

El término de **inversión estándar** del coste fijo estándar para las **hidroeléctricas, An+Rn**, arroja el siguiente resultado (M euros):

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
Hidroeléctrica	591.8	432.6	723.2	916.7	378.7	1,214.4	553.5	439.1	938.1	999.0	831.5	947.7	1,571.4	1,147.3	828.6	1,491.2	14,004.84

El término del **coste fijo de operación y mantenimiento** para las **hidroeléctricas, Cfzt**, arroja los siguientes resultados (M euros):

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
Hidroeléctrica	93.4	95.7	96.2	98.5	99.2	100.9	102.6	104.4	112.2	111.6	110.7	111.6	112.1	113.2	111.3	110.7	1,684.49

El total del **coste fijo para las hidroeléctricas** resulta como sigue (M euros):

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
Hidroeléctrica	685.2	528.3	819.4	1,015.2	477.9	1,315.3	656.2	543.5	1,050.3	1,110.6	942.2	1,059.4	1,683.5	1,260.5	939.9	1,601.9	15,689.3

2) Coste estándar variable:

El término de **coste estándar de combustible neto del coste estándar variable** para las nucleares, **Ccomb**, da el siguiente resultado (M euros):

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
Almaraz 1	44.47	38.89	41.65	45.36	41.49	41.87	45.71	41.96	39.94	45.72	40.18	38.23	43.82	41.64	41.02	42.88	674.8
Almaraz 2	32.28	44.64	40.86	41.91	44.93	36.68	41.64	45.4	39.85	39.51	45.77	37.54	38.78	43.05	42.43	40.96	656.2
Ascó 1	39.91	44.32	41.92	42.49	46.01	41.42	42.25	41.95	40.66	41.42	40.25	29.61	43.71	36.56	40.48	47.37	660.3
Ascó 2	40.31	39.38	46.11	42.77	42.65	46.59	38.06	40.64	43.93	39.15	39.26	42.95	40.27	39.4	43.07	39.86	664.4
Cofrentes	47.55	43.62	43.3	48.19	45.96	46.55	51.34	39.46	51.74	35.03	45.78	45.17	53.59	44.34	52.62	46.72	741.0
Garoña	26.51	23.36	27.03	23.98	26.81	25.08	27.14	24.67	25.73	23.33	26.93	23.98	25.69	25.1	26.02	0	381.3
J. Cabrera	8.421	8.507	8.442	8.146	7.293	8.24	9.006	8.392	3.014	0	0	0	0	0	0	0	69.5
Trillo 1	35.81	37.08	44.58	43.02	42.66	44.26	43.58	44.13	42.08	43.47	42.29	39.37	42.08	42.8	43.3	39.78	670.3
Vandellós 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
Vandellós 2	45.58	39.37	43.42	49.02	43.67	44.57	46.76	25.59	38.27	28.92	37.85	28.18	46.4	38.41	42.05	42.2	640.3
TOTAL	320.9	319.2	337.3	344.9	341.5	335.3	345.5	312.2	325.2	296.5	318.3	285.0	334.3	311.3	331.0	299.8	5,158.1

El término de **coste de operación y mantenimiento del coste estándar variable** para las nucleares, **Cvzt**, da el siguiente resultado (M euros):

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
Almaraz 1	7.68	7.81	7.39	8.02	7.54	7.60	8.13	7.58	7.30	8.10	6.97	6.63	7.80	7.45	8.13	8.08	122.23
Almaraz 2	7.05	7.12	7.26	7.43	7.97	6.72	7.38	7.98	7.17	7.05	7.79	6.56	8.05	894.54	7.52	7.48	1,005.08
Ascó 1	8.90	7.93	7.26	7.81	8.51	7.68	7.80	7.71	7.63	7.75	7.32	5.49	7.79	6.55	8.07	8.02	122.25
Ascó 2	7.65	7.68	7.67	7.75	7.86	8.41	7.07	7.53	8.15	7.46	6.94	8.18	7.06	6.97	7.97	7.92	122.28
Cofrentes	7.90	7.18	7.29	8.08	7.58	7.48	8.12	6.50	8.22	5.69	7.18	7.12	8.13	7.00	7.91	7.86	119.25
Garoña	3.68	3.61	3.80	3.42	3.88	3.62	3.89	3.55	3.77	3.37	3.77	3.40	3.59	3.49	3.68	3.66	58.17
J. Cabrera	1.21	1.27	1.16	1.19	1.06	1.31	1.32	2.24	0.00								10.74
Trillo 1	8.50	8.65	8.19	8.00	7.97	8.28	8.22	8.30	8.24	8.14	7.71	7.26	7.58	7.82	8.36	8.31	129.52
Vandellós 1																	0.00
Vandellós 2	8.28	8.69	8.10	9.17	8.41	8.58	9.03	4.97	7.85	5.66	7.16	5.43	8.50	7.19	8.75	8.70	124.48
TOTAL	60.85	59.94	58.11	60.86	60.78	59.68	60.97	56.36	58.34	53.22	54.85	50.08	58.50	941.01	60.39	60.04	1,814.00

El término de **coste de operación y mantenimiento del coste estándar variable** para las **hidroeléctricas**, **Cvzt**, arroja el siguiente resultado (M euros):

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
Hidroeléctrica	143.9	103.4	118.5	169.5	96.86	167.1	128.9	82.75	110.8	113.4	90.3	100.4	161.6	115.28	79.15	137.39	1,919.3

Los **costes anuales estándar de generación** terminan resultando en total (M euros):

COSTES ESTÁNDAR FIJOS	
Nuclear	23,992
Hidráulica	15,689
COSTES ESTÁNDAR VARIABLES	
COSTE COMBUSTIBLE	
Nuclear	5,158
COSTE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
Nuclear	1,814
Hidráulica	1,919
TOTAL	48,573

Ingresos obtenidos por las centrales nucleares e hidroeléctricas a través del mercado

A partir de los datos sobre la generación de electricidad de las instalaciones nucleares e hidroeléctricas y de los datos de los precios medios anuales del mercado diario de electricidad, se pueden calcular las retribuciones obtenidas por las instalaciones de dichas tecnologías en el periodo 1998-2013. El resultado anual, por tecnologías y total es el siguiente:

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
Precio medio retribución (€/MWh)	34.85	35.09	38.99	38.64	45.65	37.26	27.93	53.63	50.67	33.92	65.89	38.06	37.01	49.93	47.23	44.26	
Generación Nuclear (GWh)	59,003	58,852	62,206	63,708	63,016	61,875	63,606	57,539	60,126	55,102	58,973	52,761	61,990	57,731	61,470	56,378	
Ingresos Nuclear (M euros)	2,056	2,065	2,425	2,462	2,877	2,305	1,776	3,086	3,046	1,869	3,886	2,008	2,294	2,883	2,903	2,495	40,438
Generación Hidroeléctrica (GWh)	33,992	24,171	27,842	39,424	22,598	38,872	29,777	19,169	25,330	26,352	21,428	23,862	38,653	27,571	19,455	34,205	
Ingresos Hidroeléctrica (M euros)	1,185	848	1,086	1,523	1,032	1,448	832	1,028	1,283	894	1,412	908	1,431	1,377	919	1,514	18,719
																	59,156

Ahora bien, sería necesario actualizar el valor del dinero para cada uno de los años utilizando el Índice de Precios de Consumo Armonizado. Realizando esta actualización al valor del dinero de 2013, el resultado anual y total sería el siguiente:

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL (M euros)
Ingresos Nuclear	2.056	2.065	2.425	2.462	2.877	2.305	1.776	3.086	3.046	1.869	3.886	2.008	2.294	2.883	2.903	2.495	40.438
Ingresos Hidroeléctrica	1.185	848	1.086	1.523	1.032	1.448	832	1.028	1.283	894	1.412	908	1.431	1.377	919	1.514	18.719
TOTAL	3.241	2.913	3.511	3.985	3.908	3.754	2.608	4.114	4.330	2.763	5.298	2.916	3.725	4.259	3.822	4.009	59.156
ACTUALIZADO 2013	4.846	4.239	4.912	5.438	5.127	4.796	3.226	4.907	5.027	3.076	5.814	3.172	3.939	4.400	3.834	4.009	70.762

Resultados: Beneficios caídos del cielo (“windfall profits”)

Tras realizar los cálculos señalados anteriormente se está en disposición de conocer los beneficios caídos del cielo para ambas tecnologías: nuclear e hidroeléctrica.

En el caso de las centrales nucleares, que en su totalidad cumplieron el periodo de vida útil (25 años) establecido en el Marco Legal Estable antes de 2013, el beneficio de más obtenido en 1998-2013 asciende a **17.343 millones de euros**. Para las instalaciones hidroeléctricas, de las cuales una pequeña parte concluyeron su extenso periodo de vida útil (65 años) según marcaba el Marco Legal Estable antes de 2013, el beneficio de más obtenido en 1998-2013 asciende a **4.846 millones de euros**. El hecho de que la vida útil de las instalaciones hidroeléctricas fuera tan extenso influye directamente en el cálculo del coste estándar fijo, que es el mayor de entre todos los términos que conforman los costes estándar de generación fijos y variables. De hecho, en el periodo de vigencia del Marco Legal Estable, **el promedio del coste estándar fijo de generación es 6 veces mayor que el variable, siendo el término de inversión el 90% de dicho coste fijo**.

En cualquier caso, la estimación de los beneficios extraordinarios conjuntos percibidos por los propietarios de las instalaciones nucleares e hidroeléctricas en el periodo 1998-2013, respecto al marco legal de retribución anterior, asciende a **22.190 millones de euros**.

Conclusiones

A pesar de que ya el Marco Legal Estable, vigente entre 1988 y 1997, se olvidaba de considerar los costes reales de generación eléctrica, estipulaba una serie de ingresos a las empresas propietarias de las instalaciones de generación, a través de una metodología que fijaba unos estándares, que les permitía cubrir los costes de inversión y obtener una retribución razonable por su actividad dentro del sistema eléctrico, en condiciones ventajosas.

A continuación, la elaboración de la Ley 54/1997 del Sector eléctrico trajo consigo modificaciones muy significativas, tanto de fondo como de configuración y funcionamiento del sector. Entre ellas encontramos un sistema de retribución a las instalaciones de generación basado en un

mercado marginalista y la creación de una especie de garantía o seguro para las empresas, en el caso de no ingresar lo esperado a través del nuevo sistema, y que se dio en llamar Costes de Transición a la Competencia.

A partir del presente estudio de estimación de los costes de las instalaciones más antiguas, se puede concluir que el nuevo sistema de retribución a la generación eléctrica produce unos ingresos a las empresas significativamente superiores a los que hubieran recibido bajo el Marco Legal Estable (1988-1997). Dicha diferencia entre los ingresos obtenidos bajo el mercado marginalista y los establecidos por los estándares del marco anterior, habría resultado incluso mayor de **22.190 millones de euros** de no haberse considerado un periodo de vida útil de las instalaciones hidroeléctricas tan anómalamente extenso (65 años), lo que provocaba unas obligaciones de retribución por inversión muy elevadas, siguiendo la metodología del Marco Legal Estable. Además de estos beneficios extraordinarios, las empresas eléctricas se han beneficiado de la no devolución de **3.400 millones de euros** provenientes de los Costes de Transición a la Competencia que legalmente no les correspondían¹.

La suma de los anteriores ingresos extraordinarios por parte de las empresas eléctricas supone la cifra de **25.590 millones de euros**, que es más del 68% de lo que se ha denominado “**déficit de tarifa**” reconocido del sector eléctrico².

¹ En noviembre de 2014 la Fiscalía anticorrupción inicia la investigación para aclarar por qué el gobierno no reclamó la devolución de los mismos, tras una denuncia presentada por la Plataforma por un Nuevo Modelo Energético en julio de 2013.

² En total el llamado déficit de tarifa asciende a 37.401,3 millones de euros a finales de 2013.

ANEXO: DESARROLLO DEL CÁLCULO DE LOS COSTES ESTÁNDAR DE GENERACIÓN SEGÚN EL MARCO LEGAL ESTABLE (1988-1997), PARA EL PERIODO 1998-2013

1) Costes de inversión estándar:

La formulación de la anualidad de **inversión del coste estándar fijo** para un grupo generador, térmico o hidráulico, es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{VNR}_n &= \text{VN}_{n-1} \cdot (1 + T_n) + I_n \\ A_n &= \text{VNR}_n / \text{VRes}_n \\ R_n &= \text{VNR}_n \cdot T_{\text{Real}_n} \\ \text{VN}_n &= \text{VNR}_n - A_n \end{aligned}$$

Donde:

VN_n: Valor estándar neto en el año n.

VNR_n: Valor estándar neto retribuable en el año n.

A_n: Amortización estándar en el año n.

R_n: Retribución estándar en el año n.

I_n: Inversiones adicionales y extraordinarias en el año n.

T_n: Tasa de actualización del año n.

T_{Real_n}: Tasa real de retribución del año n.

VRes_n: Vida residual de la instalación a 1 de enero del año n.

Debido a las dificultades para encontrar datos fiables y a no considerarse significativo, el término I_n, correspondiente al VNR_n, no se tiene en cuenta en los cálculos siguientes.

a) Nucleares:

Para calcular los VNR_n se acude al VN₁₉₉₇ y al $T_{1998} = [(1 + TM_{1998}) / (1 + TR_{1998})] - 1$.

1. El VN₁₉₉₇ proviene de los datos históricos que aparecen en el documento del Marco Legal Estable (REE), traducidos a euros. Así, $\text{VNR}_{1997} = A_{1997} \cdot \text{Vres}$, donde Vres es la vida residual de cada central, es decir, los años que le restan para llegar a los 25 de vida útil establecidos. A₁₉₉₇ es el dato que

aparece en las tablas del Marco Legal Estable. Finalmente, el VN_{1997} es el resultado de $VNR_{1997} - A_{1997}$.

El TM_{1998} es la tasa monetaria (INE), y el $TR_{1998} = (Tr_{1998} + Tr_{1997} + Tr_{1996} + Tr_{1995})/4$, siendo los $Tr_n = (1 + TM_n) / [1 + (IPC_n + IPRI_n)/2]$. El IPC y el IPRI (índice de precios industriales) provienen también de los datos del INE.

El $VN_{1998} = VNR_{1998} - A_{1998}$. Para el cálculo de A_{1998} se recurre a VNR_{1998} / V_{res} .

Para la retribución R_n los cálculos son el resultado de la utilización de la fórmula correspondiente.

En el cálculo del **coste fijo de operación y mantenimiento**, que se realiza con la fórmula

$$C_{fzt} = K_{fzt} [jP_{nzt} + (1-j)P_{dzt}]$$

donde:

C_{fzt} : Coste de operación y mantenimiento fijo estándar del año t para el tipo de instalación z.

K_{fzt} : Coste estándar unitario fijo del año t para el tipo de instalación z.

P_{nzt} : Potencia instalada en el año t para el tipo de instalación z.

P_{dzt} : Potencia disponible en el año t para el tipo de instalación z.

j: Coeficiente de ponderación de potencias.

se considera la opción más conservadora (que maximiza el coste) utilizando la unidad como valor del coeficiente j. Esta simplificación se toma en el cálculo de este coste para las instalaciones nucleares e hidroeléctricas.

Para el cálculo de K_{fzt} , se comienza calculando $K_{vz_{1988}}$ a partir del valor del $K_{vz_{1987}}^3$, y se actualiza entre 1988 y 1995 con el IPC, y entre 1996 y 2013 con el IPC-2%.

³ Orden del Ministerio de Industria y Energía de 29 de diciembre de 1987 (BOE, 30 de diciembre de 1987). Anexo I.

Los resultados se pueden encontrar en el documento principal. A continuación se muestran las tablas con los resultados intermedios de la utilización de los pasos descritos anteriormente.

VNR	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Almaraz 1	103,722	92,022	80,262	66,369	51,445	35,270	18,177	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Almaraz 2	155,401	144,765	134,683	121,811	107,908	169,991	140,172	108,346	75,147	39,270	0	0	0	0	0	0
Ascó 1	215,147	197,947	181,283	160,612	138,327	113,805	87,977	60,446	31,443	0	0	0	0	0	0	0
Ascó 2	335,192	318,033	302,607	281,507	258,612	232,712	205,598	176,574	146,963	115,198	80,253	41,327	0	0	0	0
Cofrentes	281,427	264,813	249,449	229,191	207,261	182,697	156,927	129,383	100,956	70,342	36,753	0	0	0	0	0
Garroña	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J. Cabrera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trillo 1	519,533	499,339	482,428	457,100	429,468	397,498	364,191	328,418	292,869	255,074	213,238	164,713	113,080	58,223	0	0
Vandellós 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vandellós 2	458,866	441,030	426,094	403,724	379,318	351,081	321,664	290,068	258,670	225,288	188,338	145,479	99,875	51,424	0	0
TOTAL	2,069,287	1,957,950	1,856,804	1,720,314	1,572,339	1,483,053	1,294,705	1,093,234	906,048	705,171	518,583	351,518	212,955	109,648	0	0

Tn	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
	0.04746	0.03506	0.04664	0.03364	0.0335	0.0284	0.03073	0.0306	0.04038	0.04514	0.04498	0.02991	0.02979	0.02977	0.0313	0.03323

VN	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Almaraz 1	88,904	76,685	64,209	49,777	34,296	17,635	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Almaraz 2	139,861	128,680	117,847	104,410	89,923	135,993	105,129	72,231	37,574	0	0	0	0	0	0	0
Ascó 1	191,241	173,204	155,385	133,843	110,662	85,353	58,651	30,223	0	0	0	0	0	0	0	0
Ascó 2	307,259	289,121	272,346	250,228	226,285	199,467	171,331	141,259	110,222	76,799	40,127	0	0	0	0	0
Cofrentes	255,843	238,332	221,732	200,542	177,652	152,248	125,541	97,037	67,304	35,171	0	0	0	0	0	0
Garroña	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J. Cabrera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trillo 1	482,423	460,928	442,226	415,546	386,521	353,332	318,667	281,501	244,057	204,059	159,929	109,808	56,540	0	0	0
Vandellós 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vandellós 2	426,090	407,105	390,586	367,022	341,387	312,072	281,456	248,629	215,558	180,230	141,254	96,986	49,938	0	0	0

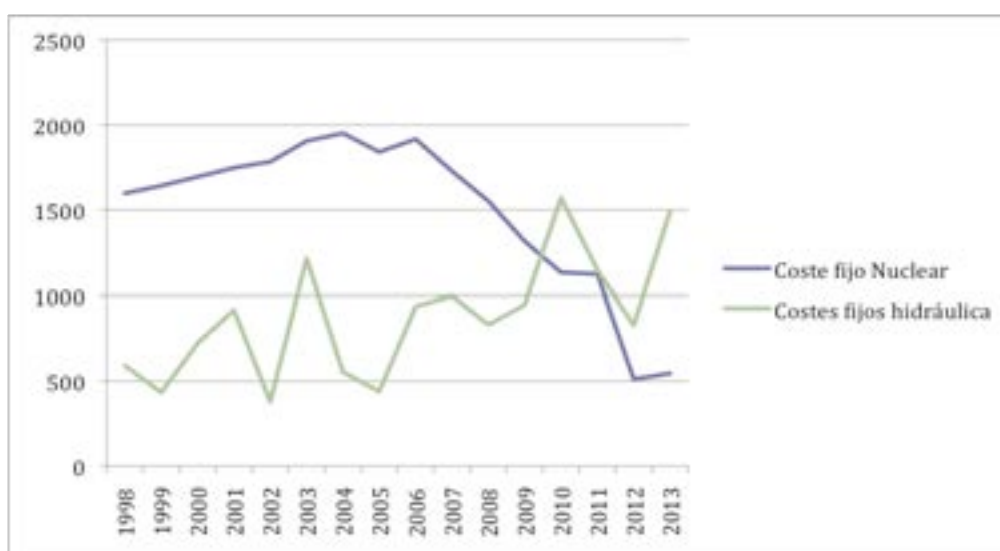
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Kfzt (euros)	42,498	45,281	47,783	50,339	52,818	55,109	57,489	59,335	59,344	58,963	59,422	60,614	60,922	62,157	62,583	63,382	64,473	65,583	67,082	66,716	65,978	66,546	66,783	67,449	66,306	65,914

b) Hidroeléctricas:

La ausencia de datos pormenorizados sobre las instalaciones hidroeléctricas obliga a hacer un ejercicio de extrapolación con los datos disponibles. Así, se tiene en cuenta por una parte la relación entre el coste de inversión estándar fijo entre las nucleares y las hidroeléctricas en el periodo 1988-1997, que es de media de 2,7 a 1. Por otra parte, sin embargo, el perfil del coste de inversión en el periodo 1998-2013 sigue una tendencia de crecimiento desde el inicio hasta 2006, y a partir de 2007 decrece significativamente, como efecto de la paulatina desaparición de la vida residual de las nucleares con el paso del tiempo. Este hecho no ocurre de manera tan acusada en el caso de las hidroeléctricas, con lo que se ha estimado que la diferencia de 2,7 a 1 se mantiene en todo el periodo suponiendo que la tasa de crecimiento de las nucleares permanece constante. Dicha tasa de crecimiento resulta ser de 1,024 cada año. También se tiene en cuenta que la producción de las hidroeléctricas varía significativamente cada año, con lo que se introduce también un factor que incluye la relación entre la generación de un año y el anterior.

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
Coste fijo Nuclear (M euros)	1598	1643	1695	1748	1784	1906	1951	1841	1917	1728	1552	1315	1133	1124	511.7	545.5	
Tasa crecimiento anual Nuclear		1.028	1.032	1.031	1.021	1.069	1.024	0.944	1.041	1.024	Media						
Coste fijo Hidroeléctrica (M euros)	591.8	432.6	723.2	916.7	378.7	1,214.4	553.5	439.1	938.1	999.0	831.5	947.7	1,571.4	1,147.3	828.6	1,491.2	14,004.84

El resultado de los cálculos realizados en las tablas se puede observar gráficamente a continuación.



2) Costes estándar variables

Dentro de los costes variables se han considerado los correspondientes al consumo de combustible (Coste estándar de combustible neto) empleado en la generación de energía y los correspondientes al mantenimiento de las instalaciones (Costes estándar de operación y mantenimiento).

2.1) Coste estándar de combustible neto

En el Marco Legal Estable se distinguía entre los diferentes tipos de tecnología, quedando como particularidad las centrales hidráulicas a quienes se les consideró un coste de combustible nulo. Para las centrales nucleares el cálculo se realizaba a partir de un precio, expresado en PTA/kWh, publicado mediante Resolución de la Dirección General de Energía que se aplicaba a la energía generada por el grupo.

En la presente estimación se ha tomado la media de los costes unitarios publicados los tres últimos años del periodo anterior (traducido a euros/kWh) para cada central, que posteriormente se multiplica por la generación anual, que da como resultado los datos de la tabla que se encuentra en el texto principal.

Coste unitario Comb.	1995	1996	1997	Media
Almaraz 1	0.006	0.005	0.005	0.005
Almaraz 2	0.006	0.883	0.005	0.298
Ascó 1	0.006	0.005	0.005	0.005
Ascó 2	0.006	0.856	0.005	0.289
Cofrentes	0.006	0.006	0.005	0.006
Garoña	0.007	0.007	0.006	0.007
J. Cabrera	0.007	0.007	0.007	0.007
Trillo 1	0.006	0.005	0.005	0.005
Vandellós 1				
Vandellós 2	0.006	0.005	0.005	0.005

2.2) Costes variables de operación y mantenimiento

Estos costes se calculan de acuerdo con la siguiente expresión:

$$C_{vzt} = K_{vzt} \left[aP_{da} H_z \left(1 + \left(\frac{P_{da} - M}{rP_{da}} \right) \right) + bP_g \right]$$

Donde :

C_{vzt} : Coste de operación y mantenimiento variable estándar del año t para el tipo de instalación z .

K_{vzt} : Coste estándar unitario variable del año t para el tipo de instalación z (fijado por el Ministerio de Industria y Energía)

P_{da} : Potencia disponible acoplada y en horas de arranque.

P_g : Potencia generada.

M: Mínimo técnico estándar.

r: Coeficiente de ponderación de la potencia disponible acoplada y en horas de arranque.

a: Coeficiente de ponderación de la potencia disponible acoplada o en horas de arranque.

b: Coeficiente de ponderación de la potencia generada.

H_z : Horas de acoplamiento y arranque del tipo de instalación z.

a) Nucleares

Las centrales nucleares quedaban retribuidas por la potencia disponible, a lo que hay que añadir que el ministerio estipulaba que el término del paréntesis

$$\left(\frac{P_{da} - M}{r P_{da}} \right)$$

es igual a la unidad para las instalaciones nucleares⁴, con lo que la fórmula para su cálculo quedaría de la siguiente manera: $C_{vzt} = K_{vzt} \cdot a \cdot P_{da} \cdot H_z \cdot 2$. Para el cálculo de los K_{vzt} , se comienza utilizando el $K_{vz1987} = 0,65$ euros/MWh⁵, y se actualiza para cada año usando el IPC entre 1988 y 1995, y el IPC-3% desde 1996 hasta 2013.

K_{vzt}	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997						
	0.69	0.74	0.78	0.82	0.86	0.9	0.94	0.97	0.96	0.94						
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
	0.94	0.95	0.95	0.96	0.97	0.96	0.97	0.97	0.98	0.97	0.95	0.94	0.94	0.94	0.91	0.91

Para poder calcular el coste C_{vzt} se debe estimar el valor de $a \cdot H_z$, que es desconocido, para cada instalación. Para ello se utiliza la media de los

⁴ Orden del Ministerio de Industria y Energía de 29 de diciembre de 1987 (BOE, 30 de diciembre de 1987). Anexo II.

⁵ Orden del Ministerio de Industria y Energía de 29 de diciembre de 1987 (BOE, 30 de diciembre de 1987). Anexo I.

valores obtenidos de los cálculos para los años 1996 y 1997, resultantes de $a \cdot H_z = C_{vzt} / K_{vzt} \cdot P_{da}$. Los valores de $a \cdot H_z$ para cada central se pueden encontrar en la siguiente tabla.

	1996	1997	Media
Almaraz	0.0086	0.0086	0.009
Almaraz	0.0084	0.0084	0.008
Ascó 1	0.0085	0.0087	0.009
Ascó 2	0.0084	0.0087	0.009
Cofrentes	0.0084	0.0085	0.008
Garroña	0.0087	0.0086	0.009
J. Cabrer	0.0088	0.0087	0.009
Trillo 1	0.0086	0.0086	0.009
Vandellós 1			
Vandellós	0.0089	0.0087	0.009

Con estos valores y con los datos de P_{da} incluidos en los informes anuales de REE se puede calcular el coste variable de operación y mantenimiento para las nucleares que se encuentra en el texto principal.

b) Hidroeléctricas

Estas instalaciones quedaban retribuidas según la potencia generada, con lo que el cálculo de este coste responde a la fórmula $C_{vzt} = K_{vzt} \cdot b \cdot P_g$. Para el cálculo de los K_{vzt} , se comienza utilizando el $K_{vz1987} = 2,92$ euros/MWh⁶, y se actualiza para cada año usando el IPC entre 1988 y 1995, y el IPC-3% desde 1996 hasta 2013.

Kvzt	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997						
	3.121	3.326	3.509	3.697	3.879	4.047	4.222	4.358	4.315	4.244						
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
	4.235	4.277	4.256	4.3	4.286	4.298	4.329	4.317	4.372	4.305	4.214	4.208	4.181	4.181	4.068	4.044

Para calcular el valor de este coste para el conjunto de las instalaciones hidroeléctricas es conocer el coeficiente b . Se puede conocer el producto $b \cdot P_g$, ya que es igual a C_{vzt} / K_{vzt} en el periodo 1988-1997.

$b \cdot P_g$	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
	33.87	19.47	26.97	28.86	21.87	26.1	28.67	24.75	38.45	34.19

⁶ Orden del Ministerio de Industria y Energía de 29 de diciembre de 1987 (BOE, 30 de diciembre de 1987). Anexo I.

De este resultado se puede extraer el valor medio de b del periodo 1991-1997 (del que existen datos de generación), como solución del cociente entre el valor anterior ($b \cdot P_g$) y el de P_g .

b	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Media
	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

El valor de este coste se puede encontrar en la tabla del texto principal.