

De moratorias, creencias, adivinanzas y algún suceso feliz

E. Lorenzo
Grupo de investigación en sistemas fotovoltaicos
Instituto de Energía Solar
Universidad Politécnica de Madrid

Porque las injusticias se deben hacer todas a la vez a fin de que, por gustarlas menos, hagan menos daño, mientras que los favores se deben hacer poco a poco con el objetivo de que se saboreen mejor.

El Príncipe (VIII), Maquiavelo

Introducción

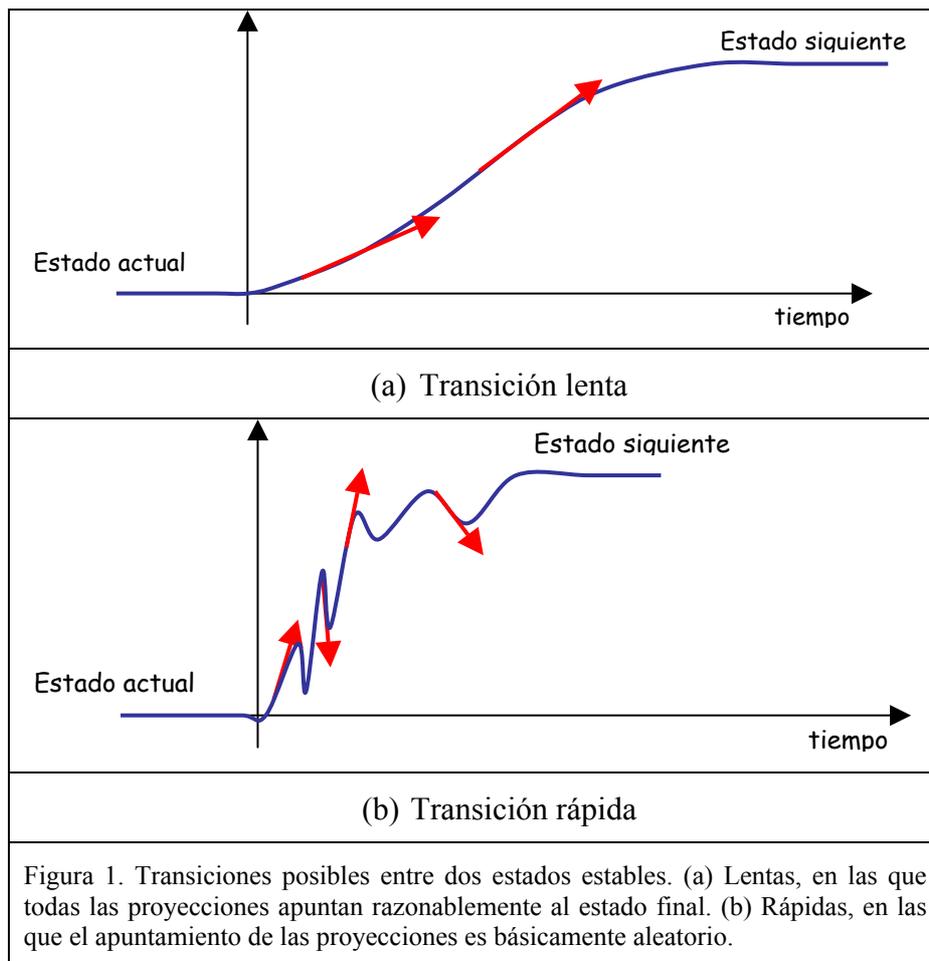
¡ZAS! Así, de golpe, llegó la moratoria a las energías renovables, impuesta por el Gobierno mediante el RDL 1/2012, poco tiempo después de iniciar su mandato. La imposición fue rápida, sin tan siquiera plegarse al trámite de cortesía de conversar antes con los representantes del sector. No hubo más señales previas que una petición por parte de algún responsable del sector del gas natural, de la que se hizo eco la letra pequeña de los periódicos, pocos días después de las elecciones. El guión se ajustó a la máxima de hacer todos los cambios al principio, para aprovechar que los posibles adversarios no han tenido tiempo de tomar posiciones. Tal máxima ha sido repetida muchas veces: la dicen los militares cuando hablan de explotar el triunfo en una batalla, la dijo Rodolfo Martín Villa cuando se empeñó en la privatización de ENDESA¹.

A la vista de la costumbre peleona, que se mantiene incólume en España desde, al menos, el golpe de estado que dio Fernando VII en 1813 para restaurar el absolutismo, algún lector pensará que la introducción hecha en el párrafo anterior es fácil crítica al gobierno de turno. Y sin embargo, no es así. Las críticas a posteriori y sin haber salido a la arena con anterioridad al desenlace de lo criticado se me antojan pataletas, cuya expresión pública no conviene a la condición de quienes hace ya tiempo que peinamos canas. Lo que verdaderamente pretendo traer a colación aquí es una reflexión sobre procesos transitorios, que se me antoja útil para entender lo que está pasando con el fotovoltaico, y para entender también que la mucha incertidumbre aun será la tónica en un buen tramo del futuro.

El asunto es que cuando un sistema en general precisa variar su orden, cambiando desde un estado actual a otro siguiente, supuestos ambos estables, es preciso que trascurra un tiempo de transición, durante el cual el sistema va haciendo las modificaciones necesarias para cambiar su organización. Cuando el transitorio es largo, los mecanismos de realimentación logran mantener al sistema bajo control, dando en una transición suave (o, si el lector prefiere, lenta) de la que ahora importa entender que cualquier proyección del pasado cercano apunta razonablemente al estado final (Figura 1-a). Esto hace que sea relativamente fácil modelar la evolución por el transitorio y, con ello, que también lo sea predecir el futuro. Aquí aciertan casi todos: consultores, agencias de prospectiva, etc. Por el contrario, cuando el transitorio es corto, los mecanismos de realimentación se ven superados y el sistema se descontrola, dando en una transición caracterizada por

¹ Esto me lo contó un buen amigo, cuyo nombre no quiero desvelar, que estuvo presente en una reunión de prebostes, inmediatamente posterior al triunfo de Aznar en las elecciones de 1996.

sucesivos altibajos, en la que las proyecciones del pasado apuntan a situaciones casi aleatorias, que generalmente están muy alejadas del estado final (Figura 1-b). Ahora, el descontrol dificulta el modelado y la norma es que las predicciones se equivoquen, por más prolijos que sean los estudios de la realidad que les sirven de base. El que un tránsito sea largo o corto depende de la relación entre el tiempo disponible y el grado de novedad, entendido como la diferencia entre los estados inicial y final. Así, cuanto menos sea el tiempo y más lo que hay que cambiar, más descontrolado se vuelve el tránsito y más improbable es acertar en las predicciones de por dónde evolucionará. La teoría también explica que cuando el vaivén es mucho conlleva riesgo de colapso. Pero insistir aquí en ello podría sonar a cuento para meter miedo. Y ya hay bastante miedo suelto por la calle, como para que sea oportuno alimentarlo. Así que me limitaré a señalar que uno de los cambios de orden más sustanciales que puede acometer un sistema es el que afecta a sus actores. Una compañía de teatro puede servir de símil: podrá cambiar sin mucha dificultad la obra que representa mientras mantenga los mismos actores (no tendrá que hacer más que cambios de decorado y vestuario, y varios ensayos antes del estreno); pero si también debe cambiar de actores, los que ya están intentarían defender su cocido, aunque para ello tengan que recurrir a maniobras de incordio y desprestigio de los nuevos candidatos.



La moratoria como etapa de tránsito

Ocurre que nuestro sistema energético, azuzado por la creciente percepción de dificultades en el suministro de su componente fósil, está transitando desde un estado en el que ese componente fósil tenía el papel preponderante hacia otro estado del que lo único que se puede decir con certeza es que esa preponderancia disminuirá, puesto que los combustibles fósiles están cada vez más profundos y su extracción es cada vez menos rentable (en términos de energía obtenida dividido por energía invertida), por más que las máquinas para ello sean auténticas virguerías. También se puede afirmar que el tránsito es de tipo rápido (o, si prefiere el lector, brusco), por un lado, porque así han sido todos los tránsitos energéticos del pasado²; y, por otro lado, porque así lo enseñan las cifras de lo que ya va acontecido en el actual, por ejemplo, el número de Reales Decretos de aplicación a las energías renovables en los últimos 5 años. Y en los tránsitos rápidos, ya se dijo, la norma es que las predicciones yerren.

Así, erraron quienes en 2008 proyectaron las cifras del trienio para anunciar que las mieles no tenían vuelta atrás³, obviando que el mucho crecimiento es más bien síntoma de descontrol que buena noticia, y olvidando que, más tarde o más temprano, provoca el indefectible despertar de los mecanismos de realimentación negativa. Y también yerran ahora los que pronostican que la dichosa moratoria matará al fotovoltaico en España para siempre jamás (frases como "...da la puntilla al desarrollo del sector de las renovables..."⁴, se leen con frecuencia estos días).

Ya está anunciado el próximo envite, en forma de lo que ha dado en llamarse autoconsumo o balance neto. El principio, que ya ha sido consagrado en un RD, consiste en instalar un sistema fotovoltaico conectado a la red en la propia vivienda y hacer la cuenta de la diferencia entre la energía consumida en la vivienda y la generada por el sistema fotovoltaico. Si la primera es mayor que la segunda, el usuario paga por la diferencia, al precio estipulado para el kWh normal de la red. Si la segunda es mayor que la primera, la diferencia se convierte en un crédito de energía que el usuario puede utilizar en cualquier momento de un cierto periodo, por ejemplo, un año. En cualquier caso, el usuario paga a la compañía distribuidora un peaje en concepto de transporte por su red. Este sistema no contempla prima alguna, por lo que, sobre el papel, pudiera

² Por ejemplo, el anterior, entre un sistema energético en el que la predominancia era ostentada por la biomasa y el actual en el que la predominancia la tienen los fósiles, transcurrió entre mediados del siglo XVIII y mediados del siglo XX. La primera fecha corresponde a la puesta a punto de la tecnología para desulfurar carbón mineral y poder utilizarlo como elemento reductor en la fabricación del hierro, lo que, a lomos de algún mecanismo de realimentación positivo (por ejemplo, la abundancia de carbón mineral llevó a la del hierro, y ésta a la fabricación de trenes que, a su vez, consumían más carbón y permitían transportar aun más carbón a centros de consumo alejados de las minas...) condujo al proceso que dio en llamarse Revolución Industrial, caracterizado por el predominio del carbón. La segunda fecha corresponde al final de la Segunda Guerra Mundial, cuando el petróleo llegó a ser el principal recurso energético de nuestra sociedad. El grado de novedad entre el estado biomásico y el estado fósil fue ciertamente muy grande. Por ejemplo, hubo que sustituir el llamado Antiguo Régimen, cuya organización social estaba íntimamente ligado a la gestión de la biomasa (entonces le llamaban el pan nuestro de cada día, que suena mejor), por los sistemas parlamentarios de ideología liberal, cuya organización social resultó más adaptada a las necesidades de concentración de capital que supuso el sistema industrial. Dos siglos parecen mucho, pero no lo fueron para tanta novedad, así que el sistema asistió a continuos sobresaltos. En España, sin ir más lejos, hubo hambrunas a finales del XVIII; la invasión de los ejércitos de Napoleón y la consecuente Guerra de la Independencia, a comienzos del XIX; las Guerras Carlistas, a mediados del mismo siglo; la emancipación de los territorios de Ultramar; la Guerra de Marruecos, con la guinda de la Semana Trágica; y la Guerra Civil.

³ Las cifras de la potencia instalada, en MW por año, fueron así: 24,6 (2005), 100 (2006), 542 (2007), 2700 (2008)

⁴ www.energias-renovables.com/miércoles 8 de febrero de 2012

parecer que no tiene repercusión alguna sobre el precio de la electricidad. Así, una vez alcanzada la paridad de precios (que el coste del kWh fotovoltaico sea igual al precio del kWh en la red) deberíamos asistir a un desarrollo automático del mercado y con muy pocas necesidades de regulación.

Y probablemente será así en una primera etapa, hasta que la potencia instalada supere unos cientos de MW. Entonces saldrá a relucir que algunas peculiaridades de esta tecnología, como, por ejemplo, el carácter aleatorio de su generación, obligan a otros actores del sistema eléctrico a prestar servicios de acumulación y reserva, por los que, naturalmente querrán cobrar. Y habrá peleas para establecer el justiprecio, que serán tanto más enconadas cuanto más desviados de la realidad estén los escenarios mentales de los púgiles. A mi entender, sería deseable que el siguiente RD, sea cual sea la solución reglamentaria que imponga, se elabore desde la consideración de la realidad. Y ésta es que el fotovoltaico es barato pero no autónomo. Precisamente lo contrario de la idea que parece subyacer detrás de la palabra “autoconsumo”, que parece más un guiño al ansia de independencia subyacente en todos nosotros, que una descripción, siquiera aproximada, de la realidad.

Creencias y adivinanzas

Sin duda el lector habrá asistido alguna vez a esos entretenimientos que comienzan cuando alguien dice: “Adivina, adivinanza”, y siguen con un juego de palabras cuya correcta interpretación es la clave para descifrar un enigma. Por ejemplo, “oro parece, plata no es, ¿Qué es?”. La solución se encuentra mirando bien la frase y observando que “plata no es” es similar en dicción a “plátano es”. Y la dificultad no reside en entender “plátano es” sino en dejar de entender “plata no es”, porque el lenguaje relaciona palabras con apriorismos mentales, de los que es muy difícil sustraerse para entender bien. Y esto debe servir para señalar que el apego a los apriorismos es causa frecuente de errores en la predicción.

Bertrand Russell advirtió, en sus magníficos *Ensayos escépticos*, de la dificultad de evitar el perjuicio que las creencias producen en el entendimiento. Explicó que las creencias se basan mucho menos de lo que el creyente piensa en pruebas constatables, y más de lo que cree en justificar, aun inconscientemente, su comportamiento actual; que las creencias son apriorismos que impiden mirar objetivamente la realidad, de tal manera que hasta los científicos más consagrados llegan a rechazar las evidencias cuando se oponen a sus creencias. Explicó también que las creencias suelen tener consecuencias prácticas nefastas, y, en consecuencia, recomendó que toda dieta intelectual incluyera buenas dosis de incredulidad.

Aquí, deseo tratar sobre la creencia de que la tecnología fotovoltaica convencional, basada en el silicio cristalino, sería siempre tan cara que nunca llegaría a representar una alternativa de peso en la generación de electricidad. “El silicio es muy caro y sin remedio”, es el credo que rezan sus muchos creyentes. Que esto viene siendo un credo y no una reflexión informada se ve por el contraste entre los muchísimos que lo repiten y los muy pocos que verdaderamente saben algo, que no sea de oídas, sobre la metalurgia del silicio cristalino. Sin embargo, a base de martillar con citas de unos estudios a otros⁵,

⁵ El peligro de confundir citas a autoridades con certeza viene de lejos. Cervantes, en el prólogo del Quijote, lo señaló así: “...En lo de citar en las márgenes los libros y autores de donde sacáredes las sentencias y dichos que pusiéredes en vuestra historia, no hay más sino hacer, de manera que venga a

la creencia se instauró hasta el punto de fundamentar actuaciones que han tenido consecuencias prácticas indeseables. Veamos algunas:

El caso de las primas

Sirvió de fundamento a los Reales Decretos que sustentaron el *boom* fotovoltaico español del 2008, haciendo que la cuantía de las primas se estableciera sin contemplar la posibilidad de que los precios bajaran de forma significativa. Pero la creencia se demostró falsa, los precios bajaron mucho⁶, el sistema se descontroló, resultando en un montón de cadáveres (¿Quién no conoce a un trabajador fotovoltaico que ha perdido su trabajo?), y en enconos poco favorables a la concordia democrática. Así, el ministro de antes fomentó la difusión de descaradas mentiras (¿Recuerdan las acusaciones de inyectar por la noche?), el de ahora no se para a hablar con el sector; hay empresas que han declarado públicamente la guerra al ministro⁷. En palabras de un amigo del pueblo: ¡Buenos estamos, para ir a la batalla con esta tropa! Mi amigo es gallego y se llama Manolo, como Fraga (q.e.p.d), pero nunca tuvo ocasión de relacionarse con él. Mi abuelo materno se llamaba Plácido, también era gallego y tampoco tuvo relación con Fraga. Siendo yo niño, me dijo una vez: “Eduardiño, procura pelearte poco; pero si te peleas que sea para ganar”. Ni mi amigo ni mi abuelo tuvieron jamás que ver con el fotovoltaico; pero sirven aquí para justificar un punto y aparte, que siempre relaja la lectura.

Que yo sepa, ningún político ni funcionario ha reconocido nunca la responsabilidad de ese error. En vez de ello, se han despachado denostando al fotovoltaico con cosas ajenas a ellos como, por ejemplo, que el proceso no se había traducido en desarrollo tecnológico patrio. A mi entender, pretender que un error en el diseño de las primas se traduzca en desarrollo tecnológico es equivalente a pensar que la especulación inmobiliaria (otro descontrol del que nadie asume la responsabilidad) sirve para mejorar la tecnología de la construcción. Y de ahí a pensar que mi amigo tiene razón hay poco trecho. En uno de los antes mentados Ensayos Escépticos se lee: “La actividad de los funcionarios encierra un especial peligro, dado que estos trabajan, por regla general, en despachos muy alejados de las personas cuyas vidas controlan”⁸. La frase fue escrita en la década de 1920, pero conserva todo su valor. Y me parece que la de mi abuelo, aunque nunca alcanzó la fama de Bertrand Russel, también.

El caso de las capas delgadas

Sirvió también de fundamento a fuertes inversiones en fábricas de silicio amorfo, auténtico becerro de oro de una de las ramas de la creencia que nos ocupa. Así, se hicieron dos estupendas fábricas (tuve la oportunidad de visitar una de ellas, pudiendo constatar su excelencia) con inversiones superiores a 100 millones de euros en cada una. Aquí la creencia resultó en que las fábricas están ahora cerradas, porque si bien su producto es de buena calidad⁹ y su coste, del orden de 1 €/W, el previsto en los proyectos; resulta que,

pelo, algunas sentencias o latines que vos sepáis de memoria, o, a lo menos, que os cuente poco trabajo el buscallo... Y luego, en el margen, citar a Horacio o a quien lo dijo”.

⁶ El precio actual de los módulos de silicio cristalino es unas 10 veces inferior a lo que era en 2007, cuando se elaboraron esos decretos.

⁷ www.energías-renovables.com, del 31 de enero de 2012.

⁸ Bertrand Russel, *La libertad en sociedad. Ensayos escépticos*, Ed RBA, pg 205 (2011).

⁹ El IES-UPM ha medido varias centrales fotovoltaicas, hasta un total de 20 MW, con módulos de silicio amorfo fabricados en España, comprobando que la potencia real daba cumplida satisfacción a las expectativas.

por ser el silicio cristalino todavía más barato, no tiene mercado, con el consecuente quebranto económico y frustración de quienes pusieron sus ilusiones en estas inversiones; el despilfarro del mucho dinero público con que las apoyaron los gobiernos de turno; y la dudosa validez de la garantía que cubre la vida útil de los módulos. Aquí, por relajar el discurso, que reconozco algo pesado, contaré una anécdota chistosa.

En cierta ocasión, hará ya seis años, vino a mi despacho uno de los creyentes, asesor de profesión, quien, al parecer, había tenido un papel muy destacado en la extensión de la creencia que nos ocupa al grupo de personas que finalmente tomó la decisión de ir adelante con una de esas dos fábricas. Este creyente-asesor, pretendiendo tratar sobre posibles colaboraciones entre su empresa y mi universidad, comenzó por extender sobre mi mesa un plano de la ingeniería de detalle de lo que iba a ser la fábrica. El plano tenía más de un metro de largo y describía una espectacular maraña (eso sí, muy ordenada) de tubos y cables que, a juzgar por lo decidido del gesto al extender el plano, parecía al creyente prueba irrefutable de la verdad de su fe. ¡Un plano tan aparatoso no puede ser más que portavoz de la verdad!, parecía decir. A mí, la verdad, es que el plano me dejó más bien frío y, para su perplejidad, le expliqué que mis creencias sobre el silicio no eran tan firmes como la suyas, que yo más bien tenía muchas dudas, y me descolgué con la broma de que, por aquello de echar una mano, había colocado en mi despacho un módulo de silicio amorfo junto a un amuleto de buena suerte. La foto de la figura 2 muestra al módulo y al amuleto que, por cierto, aun siguen allí. El módulo se fabricó en Francia hace más de 20 años, en lo que fue, creo, el primer intento europeo de industrializar esta tecnología (aquí cabe una reflexión sobre la tendencia a la persistencia que, una vez asentadas, exhiben las creencias) y el amuleto es una colección de figuras de miga de pan que, como cosa típica, se venden en San Andrés de Teixido, afamado santuario gallego, cercano al cabo Ortegal, que goza de mucho predicamento como milagroso, y del que dice un refrán que allí “vai de morto o que non foi de vivo”. Que módulo y amuleto estuvieran juntos no era más que una casualidad; y mentarlos en conjunto no era más que remedar a Riobaldo, el delicioso personaje de “Gran Sertón: Veredas” (un libro que es algo así como el Quijote en España: porque imponen su lectura a los niños en la escuela, casi todos lo detestan...hasta que, de mayores, algunos deciden leerlo y pasan a contar maravillas de él) quien, después de confesarse agnóstico, explica al letrado que le sirve de interlocutor que, por prudencia frente a la posibilidad de que él estuviera equivocado y Dios existiese de verdad, había llenado su casa de innumerables tallas representando a la mayoría de los santorales católico y del vudú. El creyente-asesor no le vio la gracia; pero a mí, enfrentado a su mucha fe, no se me ocurrió otra cosa que hacer. Hace ya mucho tiempo que sé que intentar sembrar dudas en los creyentes no es más que arte de perder el tiempo.

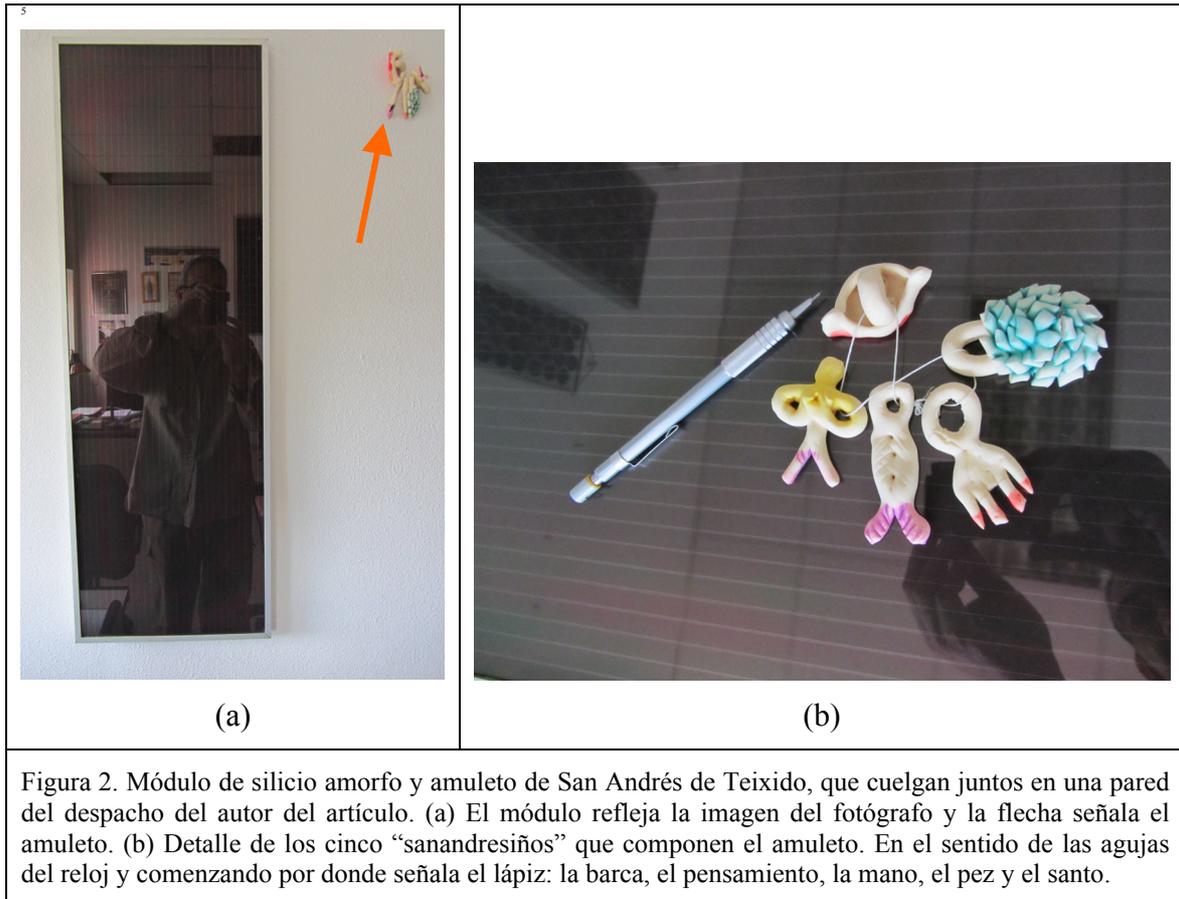


Figura 2. Módulo de silicio amorfo y amuleto de San Andrés de Teixido, que cuelgan juntos en una pared del despacho del autor del artículo. (a) El módulo refleja la imagen del fotógrafo y la flecha señala el amuleto. (b) Detalle de los cinco “sanandresiños” que componen el amuleto. En el sentido de las agujas del reloj y comenzando por donde señala el lápiz: la barca, el pensamiento, la mano, el pez y el santo.

Unos años antes, había publicado yo un artículo¹⁰, el tercero de esta misma colección de retratos, muy crítico con el proceder de los autores de otro artículo, titulado “Comparación directa de once tecnologías fotovoltaicas en dos situaciones diferentes”¹¹ quienes, sobre una base empírica que, a mi entender era escasa, poco rigurosa y mal interpretada, concluían anunciando poco menos que el fin del silicio cristalino era cosas de días, y que el enterrador sería el éxito, que daban por seguro, de las capas delgadas. Pues bien, hay un foro en Internet, jumanjisolar.com, que tiene a bien publicar mis artículos y promover polémica sobre ellos. Y hubo un tal “Solarboreas” que, seis años más tarde, publicó una réplica¹² a mi artículo en la que, siguiendo una larga tradición de muchos creyentes de anatematizar a los incrédulos, me acusaba de ignorante y malintencionado, diciendo cosas como estas: “Hago énfasis en el desconocimiento absoluto del mercado de la capa delgada actual y de sus soluciones industriales que muestra el autor del presente artículo [por mi], que trata de desprestigiar la capa delgada frente a los resultados de éxito totalmente objetivos que...” y, más adelante y refiriéndose a un comentario concreto de mi artículo, se pregunta “¿es un chiste?”. Nunca participo en estas polémicas (ya he dicho que discutir con creyentes me parece arte de perder el tiempo), pero no me guardaré las ganas de contestar ahora. ¡No, hombre, no! Ni eran chistes lo que escribí entonces, ni lo son lo que escribo ahora. Ocurre sólo que no profeso la fe que

¹⁰ E. Lorenzo, Retratos de la conexión fotovoltaica a la red (III) “Silicio cristalino versus capas delgadas”, ERA SOLAR 117, pg 8-14, 2003.

¹¹ Christian N. Jardine, Gavin J Conibeer y Kevin Lane, Comparación directa de once tecnologías fotovoltaicas en dos situaciones diferentes. ERA SOLAR 115, pg 40-49, 2003.

¹² Se puede consultar íntegra en <http://jumanjisolar.com/2009/03/comentarios-al-articulo-de-eduardo.html>

profesas tú, ni ninguna otra. No paso de un escepticismo que me esfuerzo en vivir con alegría y esperanza. Y trato de mirar la realidad sin lentes de colores ni orejeras, para prevenirme de ver “éxitos objetivos” antes de que ocurran.

El caso de la concentración

Hice mi tesis doctoral, que presenté en 1982, sobre concentración fotovoltaica, y no tengo más que palabras de agradecimiento para mis mayores del IES-UPM por haberme dado aquella maravillosa oportunidad. Eran tiempos de pioneros obligados, por no haber otros antes de quien copiar, a habérselas con materias de muy diversa índole (radiación solar, semiconductores, células, lentes, estructuras, motores, etc.), y a apañarse con lo que hoy parecerían pocos y antiguos instrumentos. Por ejemplo, no había ordenadores personales. El resultado fue una excelente formación, abierta a muchas cosas, entre ellas el aprender la dificultad que en general encierra pasar de los papeles al hacer de verdad. Si el resultado no fue mejor se debe sólo a mis limitaciones.

Por aquel entonces, profesé como el que más en la creencia que nos ocupa, trabajé con ahínco para aportar mi granito de arena al logro que, según creíamos, nos esperaba en algún próximo futuro, y leí mi tesis muy contento por alcanzar el grado de doctor y también muy ufano por su contenido. Pero después perdí la fe y cambié de actividad, abriendo en el IES-UPM una línea de investigación en sistemas fotovoltaicos, que presta más atención a las realidades del presente que a desarrollar tecnologías para el futuro. Actividad perfecta para un escéptico, puesto que su ejercicio requiere de poca fe y de mucha observación.

En el año 2007, Navarra asistió a una manifestación extrema de fe en la concentración, que llevó a muchas personas a invertir en lo que iba a ser, con 9 MW de potencia y ubicada en Villafranca, la central fotovoltaica de concentración más grande del Mundo. La cosa llegó a tal punto que hasta hubo directores de sucursales bancarias que predicaban con entusiasmo las excelencias de la buena nueva: una tecnología novedosa que, gracias a su elevada eficiencia, haría ganar a sus adeptos aún más dinero del que ganaban quienes habían invertido en la tecnología convencional. Para facilitar la recluta, la central se vendió en participaciones de 5 kW, a un precio de aproximadamente 9 €/W. Pero el entusiasmo inicial recibió pronto jarros de agua fría. Ya a media construcción, las dificultades que exhibía la nueva tecnología llevaron a la decisión de completar la mitad de la central con generadores de tecnología convencional y similar potencia. Después del primer año de funcionamiento, la baja producción de los concentradores, que provocó protestas e incluso llegó a los tribunales, llevó a incrementar su potencia en un 20 %, añadiendo un concentrador por cada 5 de los anteriores. La página web de la empresa promotora, Parques Solares de Navarra, no informa (al menos, a 6 de febrero de 2012) sobre la producción, ni real ni estimada, de estos concentradores. Pero algunos propietarios han tenido a bien facilitarme la documentación que les suministraron con la oferta, en la que figura una estimación de producción anual de 11.500 kWh por cada 5 kW, y las lecturas mensuales de sus contadores respectivos. Con ellos, he podido comparar el comportamiento energético real de la central, versus el estimado en la oferta inicial. El resultado se presenta en la tabla 1, y explica sin ambages la frustración y el enfado que sienten estos propietarios: la producción real de sus equipos, a lo largo del trienio que va desde que se incrementara la potencia en un 20 %, no llega al 70 % de lo anunciado al principio, ni al 80 % de lo que producen los que, por el mismo precio, resultaron agraciados con un generador convencional. La comparación de la producción de los concentradores versus la de

los generadores convencionales merece un comentario particular. La tabla está hecha para unidades de 5 kW, tal y como le fueron vendidas a los propietarios, que corresponde a la potencia de salida de inversor. Un estudio más detallado muestra que la potencia pico de los concentradores es un 34 % superior a la de los generadores convencionales, por lo que, de haber hecho la comparación en términos de energía dividida por potencia pico de generador, que es lo normal en el mundillo fotovoltaico, la conclusión sería que el rendimiento de los concentradores está siendo aproximadamente la mitad del de los generadores convencionales.

Cierto es que puede y debe haber otros concentradores que funcionan mejor. Pero no es menos cierto que en Navarra la concentración fotovoltaica tuvo un episodio que, sin menoscabo del valor que en sí encierra el aventurarse en cosas nuevas, debe entenderse como una llamada a la humildad. Ciertamente es condición de valientes salir a la caza del oso; pero vender su piel antes de cazarlo, si es dando a entender que está muerto y a sabiendas de que está vivo y coleando¹³, es más bien condición de charlatanes.

Producción anunciada: 11 500				34 500
Producción real				
2008	2009	2010	2011	2009-2011
<i>Concentradores</i>				
4869	6764	6692	8243	21 699
<i>Convencionales</i>				
8294	9910	9881	10 349	30 140
<i>Producción real concentrador/producción anunciada</i>				
0,42	0,59	0,58	0,72	0,63
<i>Producción concentrador/producción convencional</i>				
0,59	0,68	0,68	0,80	0,72
Tabla 1. Producción de generadores fotovoltaicos convencionales y de concentradores, en la central fotovoltaica de Villafranca (Navarra). Las cifras son kWh, por cada 5 kW de inversor.				

¹³ Los compradores de Villafranca que conozco dicen que la oferta daba por hecho que el oso estaba muerto, sin asomo de duda; pero ni sé lo que sabían quienes vendieron esta central ni menos aun lo que había en su intención. Por ello, mentar aquí el rol de charlatanes no es afirmación de lo que allí pasó. Sólo sugerencia de una posibilidad que no debe ocurrir.

Un suceso feliz

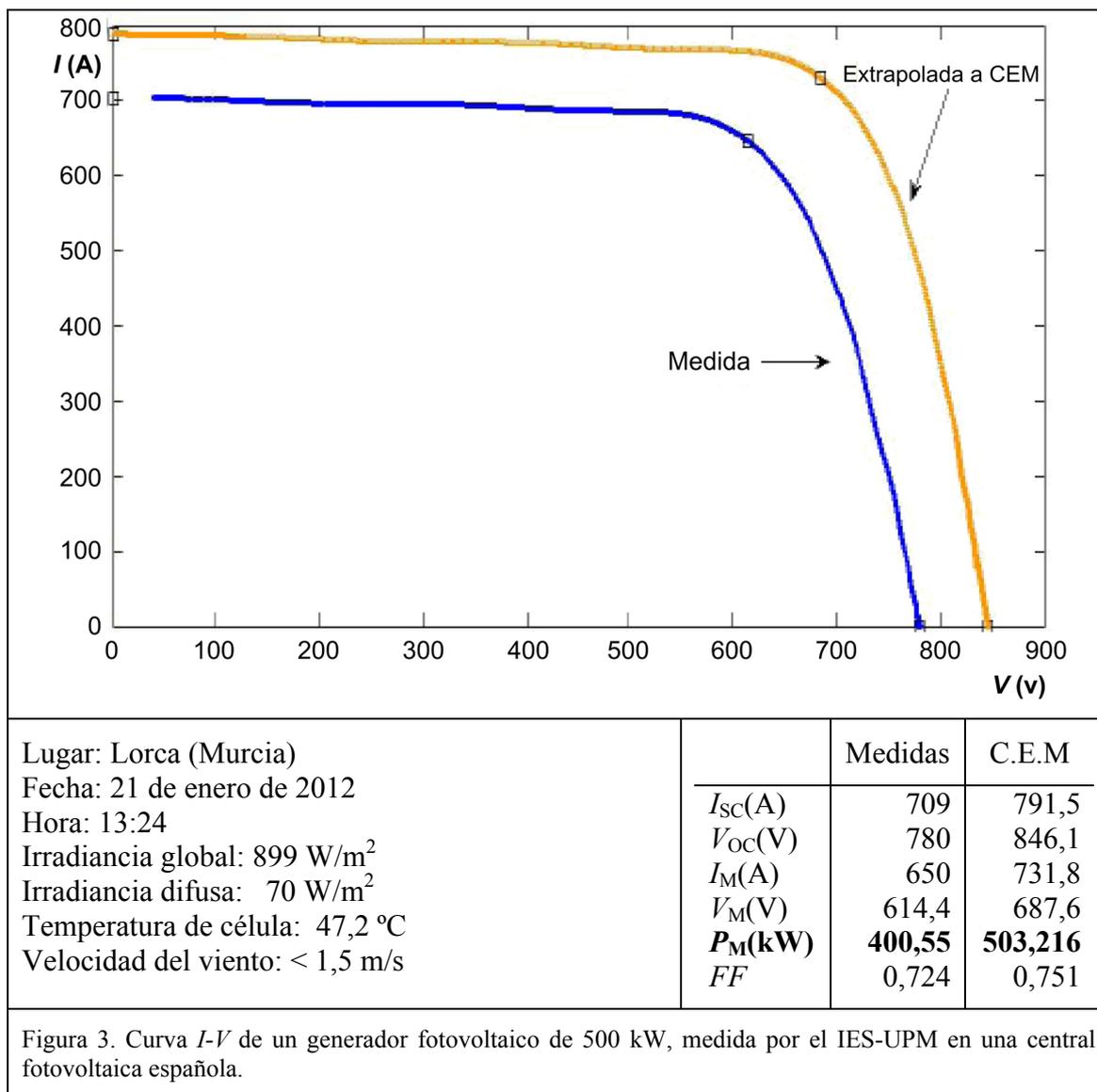
Vengo insistiendo desde hace tiempo en la conveniencia de medir la potencia característica de los generadores fotovoltaicos enteros, y de no limitarse a medir la de sus pedacitos, en forma de cadenas de módulos, o “strings”, que es como se hace ahora con mayor frecuencia. A mi entender, medir la potencia de los generadores enteros es no sólo beneficioso en términos estrictamente técnicos, sino también en términos de dignidad. ¿Alguien se imagina a un ingeniero nuclear, por ejemplo, diciendo que ha hecho una central cuya potencia no sabe medir con precisión? Pues algo muy parecido es lo que ahora ocurre con la mayoría de las centrales fotovoltaicas.

Las dificultades prácticas de medir grandes generadores fotovoltaicos son de índole doble. Por un lado, hay que dotarse de instrumentación capaz de lidiar con cientos de voltios y amperios. Por otro, hay que aprender a combatir la incertidumbre derivada del imperativo de medir a sol real, es decir, en condiciones arbitrarias de operación (irradiancia incidente y temperatura de células) y trasladar después los valores a las Condiciones Estándar de Medida, CEM. El lector interesado puede consultar la referencia (14)¹⁴.

Pues bien, haciendo buenos los dichos de que el que la sigue la consigue, y de que el movimiento se demuestra andando, el grupo de investigación que coordino ha logrado medir, el pasado mes de enero, una curva $I-V$ de un generador de 500 kW, que es, según nuestras noticias, el record mundial de curvas de este tipo. La figura 3 presenta los datos tanto de la curva medida como de la corregida a CEM. Por comparación, el mayor trazador de curvas que oferta el mercado está limitado a 100 kW. La carga capacitiva con la que medimos fue hecha por nosotros, utilizando una capacidad de 16,5 mF y un IGBT de 350 A. El tiempo de carga del condensador fue de 18 ms, suficientemente lento como para evitar errores en el factor de forma de la curva, pero suficientemente rápido como para evitar que el IGBT se funda por calentamiento.

El hecho de obtener la curva, en sí mismo, no tiene más mérito que el de estar en la estación y con la maleta hecha, para montarse en el tren cuando pasa. Publicarla es una forma de reivindicar lo mucho que se puede aprender de la realidad fotovoltaica española, sin más condición que la de plantearse preguntas y animarse a ir al terreno a experimentar con rigor. Y también de reconocer públicamente la suerte que hemos tenido con el tren y su conductor: empresas del sector que cuando hacen centrales no se limitan a cumplir el expediente. Además, empeñadas en que su quehacer sea mejor cada día, pagan para que alguien externo, en este caso nosotros, hurgue inquisitorialmente en lo que hacen.

¹⁴ F. Martínez, E. Lorenzo, J. Muñoz and R. Moretón, *On the testing of large PV arrays*, Progress in Photovoltaics (2001). Disponible on-line. El IES-UPM facilita copias gratis a los interesados.



La razón de este retrato

Salir a la palestra con un larguísimo retrato como este, crítico con las creencias de otros y apuntillado con una perla del propio hacer, arriesga acusaciones de soberbia. Pero no hay tal. Quiero expresar mi respeto y admiración por el buen hacer, técnico y humano, de muchos profesionales que han participado en las aventuras industriales de las capas delgadas y la concentración. Es más, digo sinceramente que me gustaría que mi escepticismo fuese equivocado, y que el futuro nos deparase kilovatios hora fotovoltaicos aún más baratos que los de hoy, debido al éxito de alguna de estas tecnologías.

También cabe exclamar: ¡A buenas horas, mangas verdes!, que es como saludaban los vecinos de los pueblos a la Santa Hermandad, una especie de ejército creado en el siglo XV por los Reyes Católicos para controlar la seguridad de los caminos en el Reino de Castilla y que, a finales del siglo XIX, terminaría por convertirse en la actual Guardia Civil. Sus miembros vestían con colete y mangas de color verde, y parece que la dificultad de los caminos de entonces hacía que frecuentemente llegasen tarde a los desaguisados. Entonces, los vecinos los saludaban con esa frase que, desde entonces,

sirve para señalar a quien llega cuando todo ha terminado. Pues bien, a tal salutación puedo contestar que lo del silicio cristalino lo vengo diciendo desde bastante tiempo atrás. Por ejemplo, en mi libro “Sobre el papel de la energía en la historia”, en el epígrafe “Perspectivas fotovoltaicas”, se lee: “La tecnología fotovoltaica de la que disponemos hoy está basada en los módulos de silicio cristalino. Esta tecnología es frecuentemente denostada como cara, por lo que...se investigan otras alternativas...Yo encuentro muchos atractivos en esta tecnología [silicio cristalino]. El silicio es un material natural, abundante, y los módulos no dejan residuos incómodos al final de su vida útil. Su relación beneficio/inversión actual [en términos energéticos] es coherente, a mi entender, con lo que puede esperarse para una tecnología posterior a los combustibles fósiles... Esta coherencia me induce a confiar en la estabilidad de la tecnología actual, y afianza mis temores de que la probabilidad de que toque la lotería, en forma de invento revolucionario, no es superior a la de que toque el Gordo en el sorteo de Navidad”. Así que no sólo puedo aducir que opiné públicamente a tiempo, sino también que aduje algunas razones para sustentar mi opinión.

Publico estas cosas sin ánimo de denunciar ni afear la conducta de nadie. Lo que sí me anima es lo que me dijo un amigo del alma: que si yo no escribía se perdería una parte de la pequeña historia del fotovoltaico en España y, con ella, algunas enseñanzas que pudieran resultar de utilidad. Así que publico relatos y datos que, a mi entender, tendrán alguna relevancia en los anales. Lo hago, con gusto sí, pero sin pasión alguna y con la mayor delicadeza que sé. Pero pido disculpas a quien llegase a sentirse ofendido, reiterando que ni los enjuiciamientos ni las ofensas están en mi intención. El fotovoltaico español está a punto de adentrarse en el “autoconsumo”. Se me antoja que no es buen augurio que el asunto se inicie con un error semántico, y ha sido intención de este “retrato” aportar reflexión para que las cosas pinten mejor. Ortega dijo: “Vean, pues, los ingenieros cómo para ser ingeniero no basta con ser ingeniero. Mientras se están ocupando en su faena particular, la historia les quita el suelo de debajo de los pies. Es preciso estar alerta y salir del propio oficio: otear bien el paisaje de la vida que es siempre total”¹⁵. Bueno, pues este retrato es un intento.

¹⁵ Ortega y Gasset, *Meditación de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía*, Ed Alianza, 8ª reimpresión, pg 39, (2004).