

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

TEMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ENERGÍA

Serie de entrevistas realizadas a docentes
e investigadores de la Facultad de Ingeniería

Temas de la Facultad de Ingeniería

ENERGÍA

**Montevideo - Uruguay
2011**

Realización : Área de Comunicación de la Facultad de Ingeniería.

Índice

Presentación	P. 7
Introducción	P. 9
La Facultad y la Energía Entrevista al Ing. Alejandro Gutierrez	P. 13
Potencial de producción de biogás y optimización energética de reactores anaerobios Entrevista a los profesores Iván López y Liliana Borzaconi	P.18
Desarrollo de tecnologías para la utilización de la energía solar térmica Entrevista a los profesores Gonzalo Abal, Enrique Dalchiele y Ricardo Marotti	P. 23
URU-WAVE Evaluación de la utilización de la energía de las olas en Uruguay Entrevista al profesor Luis Teixeira	P. 27
Desarrollo de herramientas de predicción de corta y muy corta duración de la generación de energía eléctrica de origen eólico Entrevista al profesor José Cataldo	P. 31

Presentación

Con esta edición, inauguramos una segunda época de la serie “Temas de la Facultad de Ingeniería”.

El objetivo de estas publicaciones es doble. Por un lado, buscamos contribuir al mayor conocimiento público de temáticas que son de importancia estratégica para el desarrollo del país. Por otro, queremos divulgar los aportes que los distintos institutos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, a través del trabajo de sus grupos de investigación, integrados por docentes y estudiantes, y vinculados con las diversas instituciones públicas y privadas implicadas en la temática, están haciendo a la creación de conocimiento y a su aplicación para resolver problemas concretos de gran impacto.

En esta oportunidad el tema vertebral elegido es el de la Energía, que el país ha reconocido como una de las claves esenciales para su desarrollo. Actualmente la matriz energética del Uruguay depende fundamentalmente de la importación de combustibles fósiles, lo que crea una gran dependencia, un desequilibrio de la balanza comercial, y también una gran volatilidad de los costos según el comportamiento de los mercados internacionales. Afortunadamente se ha emprendido un camino de diversificación, que sin dudas permitirá cambiar radicalmente la situación; poder explorar estas nuevas alternativas de manera adecuada implica un esfuerzo importante de investigación y creación, que buscamos reflejar en estas páginas. El formato elegido es el de una serie de entrevistas y testimonios de actores directos, referentes de diversos grupos de la facultad que están trabajando en la temática. Debemos dejar constancia que, si bien se ha buscado brindar una selección diversa y amplia, el relevamiento dista mucho de ser exhaustivo, por lo que además de los grupos y temas incluidos en esta publicación, existen en la Facultad una cantidad importante de otras iniciativas también de gran interés (para tener una idea de la amplitud del trabajo de la Facultad en la temática, alcance mencionar que hemos relevado en la institución 10 proyectos financiados por el Programa CSIC-ANCAP y 11 proyectos con financiación del Fondo Sectorial de Energía).

Esperamos que este trabajo resulte de lectura sencilla y amena, e invitamos a todos los interesados en profundizar en la temática a contactarse con la Facultad, que, además de las publicaciones científicas y reportes que resultan de la investigación realizada, ofrece una gama de cursos de especialización profesional vinculados a esta temática, además de una oferta amplia de carreras de posgrado, incluyendo una Maestría en Energía además de otros programas de maestría y doctorado disciplinares.

Dr. Ing. Héctor Cancela
Decano de la Facultad de Ingeniería

Introducción

La energía está presente en cualquier proceso de creación humana, ya sea en el transporte, la iluminación o en la producción de bienes y servicios, convirtiendo su aprovechamiento y generación en un pilar fundamental para el desarrollo de cualquier estado.

En la actualidad el escenario nacional en materia energética se encuentra en una posición delicada. El país depende de una fuente primaria autóctona, la hidráulica, que no es suficiente para abastecer la energía eléctrica consumida en el país. Esto revela que hay un porcentaje de la energía que debe ser importada de alguna manera, ya sea como combustible, obligando al sistema a recurrir sistemáticamente al uso de centrales térmicas de apoyo, o directamente como energía eléctrica procedente de otro país.

Estas circunstancias conducen a la exploración de nuevos caminos y nuevas discusiones acerca de la ampliación de la matriz energética, siendo imperiosa su diversificación e inversión en las distintas áreas. Atendiendo a esta realidad la Facultad de Ingeniería impulsa la investigación en temas energéticos a través de sus institutos de Física (IF), Matemática y Estadística (IMERL), Ingeniería Eléctrica (IIE), Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA) y Química (IIQ), entre otros, sumándole a estos esfuerzos la creación en 2010 de la Maestría en Ingeniería de la Energía.

En este contexto han sido aprobados 10 proyectos de investigadores de la Institución financiados por el Programa CSIC-ANCAP y se encuentran en ejecución de 11 proyectos financiados por el Fondo Sectorial de Energía. El Fondo Sectorial de Energía es un fondo instrumentado por la ANII en conjunto con ANCAP, UTE y la Dirección Nacional de Energía dedicado a la promoción de las actividades de investigación, desarrollo e innovación en el Área de Energía, a través de la financiación de Proyectos de I+D+i.² El objetivo del programa CSIC-ANCAP es fortalecer y estrechar el vínculo entre ANCAP y la UdelaR a través de la generación de nuevo conocimiento y su aplicación, buscando dar soluciones a temáticas de interés para el país, en las áreas de desarrollo de ANCAP.

² Investigación, Desarrollo e Innovación

Proyectos de la Facultad de Ingeniería financiados por el F.S.E.

Nombre del proyecto	Responsable	Instituto
Hacia un transporte automotor racional y eficiente: Autos híbridos y Eléctricos	Gonzalo Casaravilla	IIE
Estudios dinámicos del sistema eléctrico uruguayo con creciente penetración de energía eólica y generación renovable	Álvaro Giusto	IIE
Generación hidroeléctrica en pequeña escala	Daniel Schenzer	IMFIA
Mejoras en la simulación de aportes a las represas hidroeléctricas para su incorporación a modelos de planificación energética	Rafael Terra – Franco Robledo	IMERL
URU-WAVE Evaluación de la utilización de la energía de las olas en Uruguay	Luis Texeira	IMFIA
Potencial de producción de biogás y optimización energética de reactores anaerobios	Iván López	IIQ
Desarrollo de tecnologías para la utilización de la Energía Solar Térmica	Gonzalo Abal	IF
Producción de bioetanol combustible a partir de jugo de sorgo dulce.	Claudio Lareo	IIQ
Métodos ópticos para el estudio de emisiones gaseosas generadas en la operación de centrales térmicas	Erna Frins	IF

Proyectos financiados por el programa CSIC- ANCAP

Nombre del proyecto	Responsable	Instituto	Año
Alternativas para enfriamiento del agua de proceso de la refinera de la Teja	Gabriel Pisciotano Beatriz Castro Di Falco	Termodinámica- Aplicada – IIMPI /Operaciones Unitarias en Ing. Química e Ing. en Alimentos 2010	2010
Control de exposición anieblas de aceite a nivel ocupacional y ambiental	José Cataldo	Departamento de Mecánica de los Fluidos	2010
Análisis de patologías corrosivas de particular interés en la Planta de La Teja: propuestas de mejoras primarias	Mauricio Ohanian	Instituto de Ingeniería Química	2009
Elaboración e implantación de una metodología para la identificación y control permanente del riesgo de daño en equipos y personas, generado por descargas atmosféricas y cargas electrostáticas	César Briozzo Anapaula Carranza	Instituto de Ingeniería Eléctrica, Departamento de Potencia	2009

Determinación de los cambios físicos químicos y biológicos en suelos cultivados con caña de azúcar en Bella Unión por aplicación de vinaza	Marcos Musso Lyliam Loperena	Geotécnica / Departamento de bioingeniería	2009
Reactor anaerobio para el tratamiento de la vinaza del complejo ALUR	Liliana Borzacconi	Instituto de Ingeniería Química, Ingeniería de Reactores	2008
Implementación de un proceso de generación de energía a partir de glicerol residual de la producción de biodiesel	Juan Bussi	Fac. de Química- Cátedra de Fisi- coquímica y Lab. de Fisiocoquímica de Superficies, DETEMA Fac. de Ingeniería, Insti- tuto de Ingeniería Química	2008
Torre de destilación atmosférica: desarrollo de modelos para mejor comprensión y control del proceso	Rafael Canetti	instituto de Ingeniería Eléctrica, Departamento de Sistemas y Control	2008
Predicción climática de la temperatura de superficie durante mayo-agosto en Uruguay	Marcelo Barreiro Gabriel Cazes-Boezio	Facultad de Ciencias – Unidad de Ciencias de la Atmósfera, Instituto de Física Facultad de Ingeniería- Instituto de Mecánica de Fluidos e Ingeniería Ambiental	2008
Modelo estocástico múltiple-etapa para apoyo a la toma de decisiones en la planificación de la producción	Carlos Testuri	Depto. de Investigación Operativa. Instituto de Computación	2008

LA FACULTAD Y EL TEMA DE LA ENERGÍA

Alejandro Gutiérrez Asistente Académico de la Facultad de Ingeniería e Ingeniero Industrial Mecánico de profesión, es uno de los referentes Institucionales en el Área de la Energía e integrante de la Subcomisión Académica de Posgrado.

Aportes de la Institución en la producción de tecnologías y conocimiento en el Área Energética

Los estudios en esta área del conocimiento han sido alentados desde largo tiempo en la Facultad de Ingeniería. Por ejemplo la energía eólica como posibilidad para producir energía eléctrica ha sido investigada en numerosos períodos en la Facultad. Dentro de todas las iniciativas ocurridas, merecen un lugar destacado los trabajos impulsados a partir de los años 60 por Oscar Maggiolo y Emanuele Cambilargiu, donde se dio comienzo a los estudios de los vientos en el territorio uruguayo y se trazó a partir de allí primer mapa de vientos a nivel nacional.

Más recientemente, en los años 80, la firma de un convenio con UTE permitió la actualización de la información existente y la formación de personal calificado en temas relacionados a la generación de energía eólica. A raíz de este acuerdo, se conocieron los recursos existentes, que ayudarán cubriendo una importante porción de la demanda energética. Gutiérrez asegura que este hecho muestra la relevancia de la investigación abordada por la Facultad de Ingeniería en temas de interés nacional.

En 2010 se agrega otro elemento importante al iniciarse en la Facultad de Ingeniería la Maestría en Ingeniería de la Energía. Según Gutiérrez : “Desde la Facultad nos hemos planteado el desarrollo de cursos asociados a una maestría en energía, convirtiéndose en una propuesta flexible para una realidad que es compleja y cambiante, en la cual surgen nuevos temas que deben ser abordados”.

Consolidación de grupos de investigadores sobre energías alternativas

Gutiérrez resaltó la actitud que debe mantener la Facultad a partir de lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de la República (Ude-laR), donde queda plasmado el compromiso por parte de sus centros en la resolución de problemas de interés general. En este sentido, la Facultad está involucrada tanto en el desarrollo de nuevas capacidades en base a políticas establecidas por el Ministerio de Industrias, Energía y Minería (MIEM) como en la investigación de las nuevas tecnologías necesarias para el desarrollo de empresas públicas y privadas.

En relación a los trabajos de investigación sobre energías alternativas, Gutiérrez destacó el papel que ha llevado adelante la conformación del Fondo Sectorial de Energía, gestionado a través de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) y alimentado además con el aporte de varias empresas públicas, que ha permitido la financiación de 12 proyectos relacionados a esta temática.

Estos nuevos recursos permitieron la ejecución de una variedad de iniciativas que muestran la amplitud de trabajo impulsado por la Facultad de Ingeniería en temas energéticos. Por ejemplo, en este momento diferentes grupos de investigadores están ejecutando proyectos sobre generación de energía eléctrica a través de la energía undimotriz, los biocombustibles y mediante el aprovechamiento del recurso solar, además estos fondos han posibilitado la investigación sobre calidad de energía producida por fuentes no convencionales y renovables como la energía eólica.

Consultado acerca del impacto social al que pueden llevar estas investigaciones, Gutiérrez señala como ejemplo lo que podría ocurrir en el futuro con la energía eólica: “Uruguay en no más de 5 años va a estar ubicado entre los tres primeros lugares del mundo de porcentaje de energía eólica introducido al sistema. Esto en alguna medida presenta grandes desafíos a la academia. Se utilizan sistemas novedosos para la región. Para que el sistema eléctrico llegue a los primeros lugares, se va a estar utilizando todo el conocimiento que atañe para poder despachar este recurso en forma eficiente.”

Otro caso positivo es el logrado en relación a los biocombustibles, obtenidos en base a nuevos cultivos y nuevos procesos tecnológicos. También la solución encontrada al destino final de residuos sólidos de efluentes líquidos ha dado buenos resultados, ya que permite resolver un problema ambiental y a su vez generar energía para la industria. “Los desafíos son muchos y se tiene que estar atentos a los mismos”.

La Facultad de Ingeniería y la solución de problemas nacionales

Además de las líneas de investigación en Energía impulsadas por el Ing. Oscar Maggiolo, que han contribuido a la situación actual en ese campo, Gutiérrez destaca su posición frente a los problemas generados en el país y la actitud llevada adelante desde allí por la Facultad de Ingeniería “Hay que destacar de Maggiolo su visión de que es necesario atender a la problemática nacional. Que un problema tecnológico no sea restrictivo para el desarrollo de un país en el presente y tampoco en el futuro. Tenemos que ir preparándonos para atender ambos frentes, y con esa finalidad estamos abocados desde la Facultad de Ingeniería, preparando recursos humanos”.

En este sentido no hay que olvidar las condiciones en las que se encuentra nuestro país en el panorama mundial, que dificultan las actividades al tratarse de un país pequeño inserto en América Latina. “Sin embargo se está avanzando en la introducción de nuevas tecnologías que están en el borde de la tecnología a nivel mundial. A su vez se presenta el desafío de implementarlas y dar solución a problemas que se están dando en otros países del primer mundo y son novedosos, por ejemplo lo de la energía eólica”. “Estamos siendo realistas con nuestras posibilidades y restricciones pero también en cuanto a nuestras potencialidades. Hay gran sintonía entre actores tanto del medio público como del privado, las empresas y la academia, y del profesional nacional que aspira formarse para atender las nuevas necesidades en temas energéticos. Ese acento en el tema nos pone muy atentos para poder estar a la altura de la situación actual”, subraya Gutiérrez.

A su vez afirma que estamos un proceso de transición tecnológica, en el mundo y en Uruguay, y que la Fing y la UdelaR están trabajando firmemente para poder estar a la altura de lo que se está produciendo a nivel

mundial y nacional. Un ejemplo es la introducción de la energía eólica para producir energía eléctrica, ha habido un gran desarrollo de la misma y se pretende que avance más con la construcción de nuevos parques eólicos en el país.

Papel de la Ingeniería nacional en el campo de la Energía

La Facultad tiene un cometido, ya planteado en la Ley Orgánica de la Universidad de la República, que es el deber de atender los problemas y necesidades que tiene en el país y las que puede tener en el futuro. La Fing debe tener una actitud muy proactiva en cuanto a desarrollar nuevas líneas de trabajo e investigación. Existen varios planos de acción; uno es el Fondo Sectorial de Energía pero también existen acuerdos con empresas públicas y privadas para analizar e investigar las nuevas necesidades que se puedan tener en cuanto a implementación de nuevas tecnologías

La ingeniería nacional está presente en toda obra vinculada al desarrollo de infraestructura para poder abastecer de energía eléctrica y de nuevos combustibles alternativos. Existen actualmente diversos estudios respecto al recurso eólico, herramientas más modernas de modelación física, el túnel de viento, y descripciones precisas de la disponibilidad del recurso eólico en el territorio nacional.

Desde la facultad se plantea el desarrollo de cursos asociados a la Maestría en Ingeniería de la Energía. Es una propuesta flexible para una realidad que es compleja y cambiante en la cual surgen nuevos temas que deben ser abordados. El conocimiento sobre nuevas tecnologías busca atender las nuevas necesidades que tiene el país en cuanto a la producción de energía. Existe una alta demanda de la maestría, hay aproximadamente una generación de 2010 de 30 alumnos y de 15 en 2011.

La demanda nos pide disponer de más horas y más docentes para atender las necesidades que surgen si bien se dedica trabajo en forma intensa, se necesitan más gente, más recursos, más laboratorios. Se está trabajando todos los días, optimizando los recursos, la Facultad de Ingeniería está atenta a las temáticas que hoy se están planteando en el país. El principal desafío como institución es tener la visión de priorizar los temas que puedan ser restrictivos en cuanto al desarrollo del país en los próximos años.

Posición del entorno académico de cara al futuro

Hoy hay una gran disposición por parte de los estudiantes, docentes y egresados en cuanto a dar solución a los problemas que surgen de las nuevas temáticas y tecnologías en torno al tema. Algunos ejemplos son: calentamiento del agua en base a la energía solar en forma directa, tecnologías vinculadas en torno a correr modelos numéricos de la atmósfera para estudiar las turbulencias, también con la posibilidad que nos trae el cluster de Fing para hacer grandes cálculos que antes era impensado. Todos esos planos que son muy diversos tienen que ver con la investigación, la enseñanza y la extensión. Hay nuevos avances y desafíos y en pos de solucionarlos es que se está trabajando.

*Entrevista realizada al Ing. Alejandro Gutierrez
Asistente Académico de la Facultad de Ingeniería*

POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS Y OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE REACTORES ANAEROBIOS

El Departamento de Reactores del Instituto de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería trabaja desde hace largo tiempo en la investigación y aplicación de tecnologías destinadas al tratamiento de residuos con la finalidad de obtener nuevas fuentes energéticas, en particular mediante el desarrollo de generación de biogás. Es bajo esta línea de trabajo que fue presentado y aprobado por el F.S.E.² el proyecto “Potencial de producción de biogás y optimización energética de reactores anaerobios”.

Potencialidad de generación de biogás en Uruguay

Los Dres. Liliana Borzacconi e Iván López se encuentran en este momento ejecutando un proyecto financiado por el Fondo Sectorial de Energía que permitirá el relevamiento de la producción de biogás a partir de efluentes en Uruguay.

“La idea es cuantificar en todo el país esa capacidad de generación. Particularmente lo queremos complementar con algunos ensayos experimentales para determinados residuos que a priori consideramos potencialmente importantes dentro de ese total de generación, que son residuos de altas concentraciones.”, indica Lopez.

La investigación busca ajustar los parámetros de la eficiencia de los procesos en el tratamiento de este tipo de residuos, ya que como añade Borzacconi “Cuando el efluente es más concentrado por metro cúbico de efluente se obtiene más cantidad de biogás. Los que tienen más potencial de producción de biogás son efluentes como la vinaza o el suero de leche, ambos residuos de sectores industriales de gran relevancia en el país”.

Proyecto e industria nacional

“Nosotros lo que estamos tratando de impulsar es que haya un desarrollo de empresas nacionales. Tenemos tres empresas diferentes que están en distintos proyectos e interesadas en resolver tres problemas diferentes.

² Fondo Sectorial de Energía.

Esa misma tecnología la puede venir a vender por ejemplo una empresa holandesa pero sale mucho más cara. Nosotros tratamos de desarrollar una tecnología adecuada pero con costos de acuerdo a lo que el país puede manejar”, explica Borzacconi.

Lo importante, señala López, radica “en la necesidad de conocer el proceso para poder arrancar los reactores y mantenerlos en forma controlada. Y eso a veces las empresas extranjeras no lo ofrecen, ellos venden sus equipos y después se van. Después quedan los grandes restos... eso ya ha pasado.”

Proceso de producción de biogás

El Dr. Iván López describe el proceso de tratamiento de efluentes con microorganismos anaerobios de manera clara y sintética, “la generación de biogás involucra diversos tipos de microorganismos que actúan en forma coordinada y van degradando las moléculas más complejas partiéndolas en “pedacitos” más chiquitos hasta que finalmente nos quedamos con Metano y Anhídrido Carbónico. De estos dos productos finales el que tiene importancia energética es el Metano, que es el combustible.”

Para obtener biogás todas las operaciones tienen una serie de parámetros que deben ser atendidos. Es necesario para el proceso manejar adecuadamente las poblaciones de microorganismos, las condiciones del medio de manera que puedan desarrollarse en forma óptima, y finalmente retenerlos en el reactor. “ Lo importante no es tanto la parte física. Uno lo mira de afuera y son tanques con alguna cosa más, pero en definitiva no tienen elementos mecánicos muy sofisticados. Pero sí es importante conocer el proceso para poder dominarlo y evitar que los microorganismos lleguen a condiciones en las que se impida su trabajo o que se escapen del reactor”, explica López.

Un aspecto importante a destacar es que el sistema de tratamiento de los residuos tiene que ser adaptado según el efluente. “La captación de biogás tiene que diseñarse de distinta forma según el efluente. Hay ciertas cosas que no son muy complejas, pero hay que saber que cada efluente es distinto y hay que diseñar en función del mismo. Por ejemplo los efluentes de frigoríficos tienen grasa; entonces un efluente con grasa en un reactor anaerobio de los comunes no funciona si no tiene un mecanismo separador de la grasa.” comenta Borzacconi al respecto.

Hidrógeno, energía limpia

Otro producto de valor energético que puede ser obtenido del tratamiento de efluentes es el Hidrógeno. La producción de energía con este elemento cuenta con la ventaja de ser totalmente limpia, ya que su combustión produce agua y entonces no contamina. A pesar de ser el elemento más abundante del universo, la dificultad para su aprovechamiento radica en que no se encuentra aislado en la naturaleza.

Borzacconi nos explica cómo aparece el Hidrógeno en el ciclo de producción de biogás de la siguiente manera: “El hidrógeno se puede generar de distintas formas. También con microorganismos en digestión anaerobia, como es nuestro caso. Los microorganismos hacen una serie de reacciones de oxidación reducción y van rompiendo la materia orgánica. En las etapas intermedias de esa degradación se produce hidrógeno; entonces si uno detiene el proceso allí puede producir hidrógeno y proseguir con lo que queda de materia orgánica para producir metano. De todas formas la cantidad de energía que se produce al producir hidrógeno más metano comparada con producir metano solamente no es muy diferente. Pero el hidrógeno es un combustible limpio, en ese sentido es muy interesante y por eso lo estamos investigando.”

Inicios en la investigación sobre biogás

El estudio y uso a nivel industrial o tecnológico de microorganismos para tratar efluentes comienza ligado a los procesos sanitarios de las ciudades hacia finales del siglo XIX. En el correr del siglo XX continúan perfeccionándose las técnicas de tratamiento, pero se vuelcan hacia el uso de microorganismos aerobios, debido a la abundancia energética imperante en países desarrollados, liderados por Estados Unidos.

Si bien el objetivo primario del tratamiento de un efluente es la eliminación de la materia orgánica presente, el tratamiento con microorganismos aerobios no produce energía, mientras que con microorganismos anaerobios se produce metano.

Los procesos más utilizados a nivel mundial hasta los años 70 seguían siendo los aerobios. Recién a partir de 1973, cuando se da en el mundo la

primera crisis del petróleo desencadenada por el conflicto que mantuvieron la Organización de Países Árabes Exportadores de Petróleo con Estados Unidos y sus aliados de Europa Occidental, el precio del barril subió vertiginosamente. Esta situación abrió una gran interrogante a nivel mundial dando lugar a numerosos emprendimientos de carácter científico con el objetivo de paliar la demanda energética.

Es en este marco que desde Holanda se desarrolla el sistema de los reactores UASB, sigla en inglés que significa Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente de Manto de Lodos, los cuales tienen un sistema que permiten retener los microorganismos y separar los gases del líquido.

A raíz de esta invención es que “se da todo un crecimiento explosivo de este tipo de reactores y sus derivados para el tratamiento de distintos líquidos cloacales o industriales y se las da mucho énfasis a los últimos. En paralelo también se empieza a dar cada vez más la digestión anaerobia de residuos sólidos, tanto industriales o agroindustriales como urbanos(...). Todos estos sistemas se empiezan a aplicar masivamente. Por ejemplo en Europa tienen planteada una limitación a valores realmente bajos del material biodegradable que se puede enterrar. Tienen que buscar opciones para tratar.”, complementa López.

Aquí en Uruguay se comienza a trabajar hacia finales de los 80, cuando la Facultad se integra al Grupo Latinoamericano de Digestión Anaerobia, agrupación que tiene mucho contacto con investigadores europeos, líderes en el desarrollo de esta tecnología. Con la crisis energética que se vive en el presente, buena parte de los sistemas de tratamiento se están inclinándose por incluir los procesos anaerobios.

En la actualidad se realiza un congreso mundial cada tres años sobre digestión anaerobia y otro a nivel latinoamericano. El congreso latinoamericano de 2005 fue organizado por Uruguay. “Dentro de Latinoamérica los países que tienen mayor aplicación y con grupos de investigación más importantes son Méjico, Brasil, Chile y Uruguay.”, comentaba Borzacconi

Perspectivas de la investigación

El proyecto es muy ambicioso y busca obtener los datos más fieles posibles de la situación del país, por eso es que será necesario el relacionamiento y la interacción con diferentes actores del medio.

Además, como describe Borzacconi, “el potencial uruguayo ha cambiado bastante. Antes por ejemplo ALUR no existía. La generación de la vinaza cambió totalmente el panorama; ahí hay un potencial de generación de energía interesante. Otro cambio ocurrido en los últimos años es el establecimiento de empresas dedicadas al ganado estabulado (feedlots y tambos). Ahí hay toda una concentración de materia orgánica generada por ese ganado que antes no estaba. La situación ahora de los residuos es muy distinta de la de hace cinco años o diez años.”

La variabilidad de la situación hace difícil prever los resultados, ya que nuevas inversiones y emprendimientos modificarían el potencial del país.

Es preciso señalar que la matriz energética no puede depender del biogás ya que como señala Iván Lopez, “Un país desarrollado como Alemania que tiene un desarrollo interesante de generación de biogás, alcanza al 2,6 por ciento de generación de biogás para electricidad. Y la meta que tiene para el 2020 es llegar al 5 por ciento y eso sería un tope”.

El biogás no puede y no quiere competir con otras formas de generación de energía que si hacen un aporte significativo al abastecimiento de un país, pero la importancia radica en que la materia prima para la generación son residuos que deben ser tratados y la producción energética es un plus. Además al tratar el residuo en forma anaerobia con recolección de biogás se evita la emisión de este como gas del efecto invernadero.

Entrevista realizada a los profesores Iván López y Liliana Borzacconi, Docentes del Instituto de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería en Mayo de 2011

DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS PARA LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

El grupo de Energía Solar de la Facultad de Ingeniería, en formación, está integrado por varios investigadores del Instituto de Física: Gonzalo Abal, Enrique Dalchiele, Ricardo Marotti, Horacio Failache, Rodrigo Alonso y Mauro D'Angelo entre otros colaboradores. Ellos llevan adelante investigaciones en materia de energía solar para optimizar su aprovechamiento e implantación. Diseñar y construir un concentrador solar, mejorar y desarrollar superficies selectivas para colectores solares y generar un mapa solar de segunda generación son los tres objetivos que se planteó este equipo en el proyecto presentado y financiado por el F.S.E.³

Proyecto

Los objetivos del emprendimiento apuntan a fortalecer desde tres puntos diferentes el desarrollo de la energía de origen solar en el territorio nacional. Siendo cada uno, en su medida y dimensión, importantes aportes para este fin.

Los concentradores solares, como su nombre lo indica, son dispositivos que concentran la energía solar para su mayor aprovechamiento, llevando la temperatura del caloportador (fluido que es calentado) a 400 o 500°C. Luego esa energía almacenada en el fluido es utilizada por métodos convencionales para transformarla en energía eléctrica. Se plantea en el proyecto la construcción del primer plato concentrador del país y colocarlo a funcionar en alguna parte del norte del Uruguay y con ello evaluar el desempeño de la generación de energía eléctrica con fuentes solares térmicas en el país en situaciones realistas.

“El concentrador está en etapa de diseño, en eso está trabajando el profesor Horacio Failache. Ya hay un prediseño, se tienen medidas, distancia focal, etc. Ahora se están evaluando los materiales con los que se va a recubrir”, señala Abal y destaca además que “posiblemente se haga alguna tesis de maestría con respecto a este tema y se contrate algún estudiante para trabajar y desarrollar el proyecto”.

³ Fondo Sectorial de Energía.

La otra línea de trabajo, dirigida por los docentes Enrique Dalchiele y Ricardo Marotti, está centrada en el diseño de superficies selectivas para paneles solares planos utilizando las herramientas de la nanotecnología. Una superficie de este tipo busca la generación de un efecto invernadero, que genera el calentamiento del dispositivo por acción del sol impidiendo a su vez la pérdida de energía bajo la forma de radiación infrarroja. Se busca una superficie lo más selectiva posible, que permita absorber más radiación y tener la menor pérdida posible de energía térmica.

En lo que respecta al mapa solar, tiene como finalidad brindar la información sobre la distribución espacial de la intensidad media de irradiación solar sobre la superficie del país. Abal señala que “ya se hizo el primer mapa para sistematizar la información existente; ahora se está trabajando en hacer un año solar típico a partir de los datos disponibles.” De manera ideal, la base de datos necesaria para realizar un año solar típico es de treinta años. Esa información no existe para el país, solo se cuenta con diez años en un par de puntos, de modo que “se elige un mes a través de métodos estadísticos y se compaginan los distintos meses hasta llegar a un año típico, los 365 días de radiación más probable. Mauro D’Angelo, becario contratado por el proyecto, está trabajando en eso”, culmina Abal.

A la vez se está realizando un trabajo sobre datos satelitales. El año pasado se conformó un banco local de imágenes del satélite GOES para Uruguay, que saca una foto de nuestro territorio cada media hora aproximadamente. Abal señala que el equipo investigador ya cuenta con una década de imágenes en disco. “Ese banco lo tenemos ya guardado y lo pensamos usar para hacer una estadística de radiación para un mapa solar de segunda generación. La información del radiómetro se distribuye en varios canales espectrales. En definitiva, la información de interés es el estado de la atmósfera, en especial de la cobertura nubosa que es determinante para la irradiación que llega al suelo. Se requiere un modelo (estadístico o físico) para pasar de información sobre nubosidad a irradiación en suelo. Nuestro objetivo último es hacer un modelo físico que funcione bien para Uruguay y que sea la base del siguiente mapa solar.”

Conversión de energía solar en energía eléctrica: El aprovechamiento de energía solar puede darse desde un punto de vista térmico o fotovoltaico. El primero usa un sistema concentrador de la energía proveniente del sol, que eleva la temperatura del un caloportador y este genera energía con el uso de una máquina térmica. En cambio, en la fotovoltaica, es una

conversión directa de energía solar en corriente eléctrica utilizando células fotovoltaicas, sin la participación del calor en el proceso. El grupo de Física del Estado Sólido tiene en marcha otro proyecto de preparación y estudio de “Materiales Nanoestructurados para Conversión de Energía”, Proyecto CSIC I+D 2010 (Responsable: Ricardo Marotti) para este segundo objetivo.

Paneles solares: Hay diferentes tipos de paneles solares, pueden ser fotovoltaicos o térmicos. Uno fotovoltaico está constituido de muchas células fotovoltaicas, que como se explicó, hacen la conversión en energía eléctrica directamente. Mientras que los paneles térmicos son paneles (planos o tubulares) que utilizan la energía solar para calentar fluidos, generalmente agua. En otro nivel encontramos a los concentradores solares, que pueden concentrar la radiación solar sobre un absorbedor para explotar la energía térmica o sobre celdas fotovoltaicas para la generación directa de electricidad.

Situación del Uruguay en materia solar

Como señala Abal, “Hoy no tenemos en Uruguay generación de energía eléctrica a través de energía solar térmica. Lo que está planteado es que haya una planta fotovoltaica demostrativa en Salto, de 500 kW pico.” Esta planta fue donada por el Gobierno de Japón como incentivo a la generación eléctrica de origen solar, es una planta piloto que abastecería alrededor de dos barrios de la capital departamental.

Algunos Números

“El mapa solar te dice que tenés 4,4 kw/hora por m² (en promedio anual) por día en el Uruguay. Esta cuenta se deriva de sumar el total anual de toda la radiación que cae en el territorio nacional dividido los 365 días del año y dividido la superficie, y esa cuenta te da alrededor de 4,4. Con esa radiación y haciendo una inversión en paneles fotovoltaicos de baja eficiencia, por ejemplo con una eficiencia de 10 % (en general llegan al 14%) ¿ Qué área de paneles se necesitan para satisfacer toda la demanda que tiene el país? Mi cuenta dio 50 kms²!”, nos relata Abal.

Aunque la tecnología fotovoltaica a gran escala todavía tiene un costo no competitivo con otras fuentes de energía, como la hidráulica o la eólica, este costo puede bajar sustancialmente en el futuro cercano. Es evidente que tampoco se puede poner en manos de una sola fuente toda la demanda de energía. Sin embargo, esto ilustra que la cantidad de energía que recibimos del Sol, aunque dispersa, es importante y que hay muchos emprendimientos factibles si usamos el sentido común y conocemos bien el recurso.

Entrevista realizada a los profesores Gonzalo Abal, Enrique Dalchiele y Ricardo Marotti, docentes del Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería en Mayo de 2011

URU-WAVE

EVALUACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA DE LAS OLAS EN URUGUAY

URU-WAVE es otro de los proyectos presentados al Fondo Sectorial de Energía desde Instituto de Mecánica de los Fluidos la Facultad de Ingeniería. El proyecto, cuyo docente encargado es el Dr. Ing. Luis Teixeira, tiene como propuesta una evaluación del potencial del país para la utilización de la energía undimotriz.

Proyecto

URU-WAVE tiene como cometido el estudio y análisis de la obtención de la energía proveniente de las olas, llamada energía undimotriz. A partir de este emprendimiento se podrá establecer el potencial y la viabilidad para la explotación de este recurso. “Para eso lo que hay que investigar es lo que nosotros llamamos el clima de olas -cómo son las olas a lo largo del año en Uruguay en las distintas zonas de nuestro mar- tanto en el Océano Atlántico como en el Río de la Plata”, explica Teixeira.

“A priori se podría decir que estamos en condiciones medias, pero lo que persigue el proyecto es que el país sepa qué potencial tiene en ese campo. Que no lo ignore, que empiece a moverse en esa dirección sabiendo que hay un posible recurso con ciertas características y entonces decidir si vale o no la pena y con que intensidad invertir recursos”, agrega el profesor acerca de los resultados buscados.

Otro objetivo que se plantea el proyecto es avanzar en el conocimiento de las tecnologías existentes. Parte de la financiación está destinada a la compra de equipo que permita la experimentación física a nivel de laboratorio de los dispositivos ya desarrollados.

Grupo de trabajo

La investigación se lleva adelante con un equipo interdisciplinario compuesto tanto por docentes de la Facultad de Ingeniería como de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República. El aporte desde nuestra

Facultad proviene de equipos y docentes pertenecientes a los institutos de: Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA), Ingeniería Mecánica y de Producción Industrial (IIMPI) y Física. Del IMFIA participan particularmente los grupos de Hidráulica Marítima e Ingeniería de Costas, de Modelación Numérica y de Ingeniería Naval.

Energía undimotriz y energía mareomotriz

Olas y mareas son distintos fenómenos que ocurren en el mar y ambos tienen un gran caudal energético asociado, pero de diferentes características de aprovechamiento. La energía undimotriz utiliza el oleaje para generar energía eléctrica, mientras que la mareomotriz tiene como fuente energética las mareas.

Emprendimientos a nivel mundial de energía undimotriz

La gran mayoría de los emprendimientos en el mundo están en fase de investigación y desarrollo, en lo que se llama etapa pre-comercial. La tecnología óptima aún no se ha alcanzado y está en continua evolución.

Hay muchos ejemplos a nivel mundial que comienzan a explotar el recurso. Escocia, Portugal, Australia y Holanda son algunos de los países que ya han desarrollado importantes instalaciones undimotrices.

Esta clase de explotación debe superar varias barreras que la misma naturaleza presenta, “el equipamiento debe poder funcionar en un régimen de oleaje medio, pero ser lo suficientemente robusto como para soportar situaciones mucho más energéticas, con diez o veinte veces más potencia que la media. Por ejemplo, cuando se desatan tormentas con vientos muy superiores a lo normal, el riesgo que se destruya el dispositivo es alto. En esas condiciones es casi imposible aprovechar esa energía con la tecnología actual. No hay dispositivos capaces de cubrir un rango tan amplio de funcionamiento en condiciones tan diferentes.”

Procedimiento de trabajo

El primer paso para llevar adelante el proyecto está centrado en el conocimiento del clima de olas. En general puede decirse que es posible llevar a cabo su determinación mediante diversas metodologías: utilizando datos obtenidos por barcos que navegan en la zona de interés, midiendo directamente las olas mediante bóllas, a través de información satelital, o bien mediante modelación numérica a partir de datos de viento.

Como explica Teixeira, “En nuestro caso el método a utilizar se basa en la determinación del clima de olas a partir del conocimiento de los vientos. Con los datos existentes se puede determinar el patrón de viento y con él -a través de modelación numérica- establecer las características del oleaje que hay en ese lugar.”

Perspectivas para esta tecnología

Teóricamente la energía que podría obtenerse de las olas es suficiente como para cubrir holgadamente la demanda energética del país. Pero esa es una afirmación que responde a una situación ideal. La concreción de esa posibilidad depende del desarrollo de la tecnología asociada a la conversión de la energía de las olas en energía eléctrica.

En este sentido, Teixeira advierte que “En las etapas actuales del aprovechamiento de la energía undimotriz, el gran desafío radica en que todavía las tecnologías existentes permiten una eficiencia relativamente baja de conversión de las olas.”

Aún no se han encontrado mecanismos que sean altamente eficientes, y la mayoría de los mismos están en fase de experimentación. Estas características hacen que sea una tecnología aún inmadura, cuyo impacto y utilización a gran escala tardará algunos años en producirse. Teixeira acota que esta “No se trata de una fuente que a corto plazo pueda solucionar los problemas energéticos del país. Claramente no. Pero el país tiene en las olas un potencial energético que en unos años podrá ser utilizable en un porcentaje interesante y que debe conocer y aprender a manejar.”

Debe decirse además que se trata de un recurso energético limpio, renovable, autóctono y relativamente previsible. Su desarrollo conlleva necesariamente la sinergia con otras ramas de la actividad nacional, como son la industria naval y la navegación.

Este estudio arrojará resultados e información que serán valiosos, tanto para el presente como para el aprovechamiento futuro de esta fuente energética alternativa.

*Entrevista realizada al profesor Luis Teixeira
Docente del IMFIA de la Facultad de Ingeniería
en Mayo de 2011*

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS DE PREDICCIÓN DE CORTA Y MUY CORTA DURACIÓN DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE ORIGEN EÓLICO

Atendiendo a la necesidad del país por mejorar las opciones de generación energética, surge el proyecto “Desarrollo de herramientas de Predicción de corta y muy corta duración (2 a 48 horas) de la generación de Energía Eléctrica de origen eólico” presentado al Fondo Sectorial de Energía por parte del IMFIA.⁴ Lo que procura el grupo de trabajo de la Facultad de Ingeniería es conformar una modelación estadística de la realidad eólica del país para el mejor aprovechamiento del recurso.

Proyecto

El Dr. Ing. José Cataldo, referente del proyecto, nos explica que “el viento es un flujo de un fluido, que se desarrolla en un cierto volumen de control, con ciertas condiciones de frontera, con ciertas solicitaciones y características determinadas; y supuestamente todo ese sistema se podría modelar.”

Lo que buscará el proyecto es crear un modelo de los vientos en Uruguay, capaz de predecir los flujos de aire con antelación y de esta manera aprovechar al máximo el recurso. Pudiendo prever la energía generada en esta fuente variable, se podrá coordinar el uso de los recursos para hacer el balance entre la demanda y la disponibilidad de energía de la manera más rentable para el país.

Un primer centro donde este tipo de información y de modelos repercutirá de forma positiva, será en el Despacho Nacional de Cargas, dependiente de la Administradora del Mercado Eléctrico (ADME), organismo encargado de la operación que implica garantizar el equilibrio entre la producción y el consumo de energía. “Este es un actor extremadamente importante en el uso de todas estas herramientas porque es el encargado de decir “estamos usando esta fuente energética, tengan preparada la central térmica porque en cualquier momento nos quedamos sin viento”. Con ellos estamos reuniéndonos e incluso haciendo presentaciones del avance del proyecto.”, indica Cataldo al respecto.

⁴ Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental

Energía eólica

Como todo fenómeno de la naturaleza, el viento tiene asociado una gran cantidad de energía. La forma de poder obtener esa energía y de transformarla en algo útil para el hombre data de varios miles de años, desde los barcos a vela hasta los molinos.

Pero en el último siglo se ha logrado obtener energía eléctrica mediante corrientes de aire como fuente, a través de unos dispositivos denominados aerogeneradores,.

“Los Aerogeneradores están compuestos básicamente de dos partes: una turbina eólica y un generador eléctrico. La turbina es un rotor de gran diámetro que se ubica a la mayor altura posible. El viento realiza una fuerza sobre las palas de ese rotor, lo hace girar, y esa potencia disponible en el eje del rotor de la turbina eólica mueve un generador eléctrico que se conecta a la red eléctrica donde se va a utilizar”, explica Cataldo sobre la maquinaria.

La energía eólica tiene características propias que deben ser estudiadas y conocidas a la hora de comenzar una explotación intensiva para poder prever y proyectar su uso y desarrollo.

“El recurso eólico tiene una característica muy distinta a la hidráulica. Si este año se pudo generar una cierta cantidad de energía eléctrica en base al viento, al año siguiente se va a producir no menos del 80% de lo que se generó el año anterior, y así podemos seguir año a año. Nunca cae a cero y nunca se va a infinito, siempre oscila dentro de ese orden.” Es decir que la productividad de energía eólica se podría denominar prácticamente constante, fluctuando entre el 80% y el 120% de un año promedio.

Otra peculiaridad de la energía eólica es la evolución del viento en diferentes intervalos temporales. Si se estudia el viento dentro de un año, dentro de un mes, dentro de una semana o dentro de una misma hora, se van a encontrar variaciones abruptas. “Esto tiene como consecuencia que los aerogeneradores cambien la potencia que son capaces de generar a lo largo del tiempo y esa falta de predictibilidad que uno observa, con mayor o menor grado también aparece a intervalos más prolongados. Es decir que uno sabe que en esta hora hay viento y a la hora siguiente seguramente va a haber viento, pero más allá de ese lapso temporal no hay mucha certeza de que vaya a haber viento.”, relata el profesor.

Esta variabilidad introduce una dificultad en el aprovechamiento del recurso, porque si bien se sabe que a lo largo del año va a haber cierta cantidad de energía, no se sabe con rigor y precisión cómo se va a distribuir esa energía, incluso a través de todas las horas. “Eso implica que cuando uno maneja una fuente de ese tipo, que podemos decir aleatoria, y quiera explotarlo e introducirlo en grandes cantidades a la red eléctrica, requiera un respaldo siempre disponible de gran porte, capaz de sustituir al instante todo lo que deja de producirse.”

Procedimiento de trabajo

Para el desarrollo de modelos de tipo climático, a nivel mundial se utilizan datos satelitales mediante los cuales es posible pronosticar el estado del tiempo con una cierta antelación durante períodos de tiempo bastante prolongados.

Lo que busca el proyecto es conformar una descripción más fina del flujo atmosférico que la obtenida a partir de esos modelos de pronósticos de tipo climático, ya que mediante éstos no se obtienen resultados precisos en el tiempo y en el espacio. Para ello se desarrolla un segundo nivel de modelos estadísticos que utilizan los primeros como condiciones iniciales, obteniéndose de esta forma predicciones con escalas temporales y espaciales reducidas.

“Ese segundo nivel de modelos a su vez puede ser usados por otras metodologías de cálculo, y ahí es donde se abre un abanico muy amplio de herramientas (...) Esa información se puede procesar de diferentes maneras. Una manera es vincular esa salida de la estación meteorológica virtual con la producción en un parque eólico o con una medida en un punto de superficie, a partir de ahí uno arma una estadística y con ella predecir lo que se desea. Otra posibilidad es seguir calculando, usando la salida del modelo intermedio con modelos a su vez más refinados que permitan representar con más detalle el flujo y entonces describir los que pasa sobre el suelo mismo, suelo que puede tener accidentes topográficos, arboledas, rugosidad, que modifican el viento atmosférico a nivel del suelo.”

Situación actual del país

Uruguay tiene actualmente tres parques eólicos en funcionamiento, uno en Maldonado, otro en Rocha y un tercero en San José. El emprendimiento emplazado en la Sierra de los Caracoles, próximo a la ciudad de San Carlos, es un parque de 20 megavatios propiedad de UTE. El segundo parque eólico, ubicado en los alrededores de la localidad 19 de Abril, de una potencia nominal de 10 megavatios que en parte le vende energía a la red eléctrica y otra es de uso propio y el tercero de 9.5MW en las cercanías de Punta del Tigre.

“No obstante, hace pocos meses se adjudicó una licitación para la compra de hasta 150 megavatios de energía eólica. Esto quiere decir, tres parques que tendrán una potencia nominal de 50 megavatios cada uno. Se adjudicaron a tres empresas oferentes y ellos tienen un plazo de 2 años para instalar los parques eólicos.”

“De aquí a dos años Uruguay va a ser, en términos relativos, uno de los países con mayor potencia eólica instalada. Respecto al pico de demanda de potencia, la potencia eólica instalada será de alrededor del 10%. Va a ser una participación fuerte. Además ahora se lanza una nueva licitación para comprar 300 megavatios eólicos.”, añade Cataldo acerca de la situación del país.

Previsión

En los sistemas energéticos esa máxima de “no poner todos los huevos en la misma canasta” es extremadamente significativa. No hay que orientar toda la producción de energía eléctrica a una fuente el particular, por diferentes problemas de tipo técnico, de evolución del recurso, por disponibilidad tecnológica, por disponibilidad de combustible, etc. etc. etc. No es conveniente, en un sistema energético, tener acotadas cantidades de tipos de fuentes, porque eso lo que promueve es la fragilidad de la red. La diversificación de fuentes energéticas es lo que le otorga estabilidad.

“Entonces lo importante acá es que se promueva por un lado la explotación del recurso eólico, pero que se promuevan la explotación de otros recursos por más pequeños que parezcan. Esto robustecerá sistemáticamente el sistema energético nacional.”

*Entrevista realizada al profesor José Cataldo
Docente del IMFIA de la Facultad
de Ingeniería en Mayo de 2011*

