

# LA REVISTA



UNA REVISTA PENSADA PARA INGENIEROS Y CURIOSOS

Nº 117

LA INGENIERÍA BIOMECÁNICA:  
NUEVOS DESAFÍOS  
PARA LA HUMANIDAD

Una cosa es decir que trabajamos en PRO de los profesionales. Y otra es hacerlo:

# Cuenta Expansión Plus PRO

1 / 6

Este número es indicativo del riesgo del producto, siendo 1/6 indicativo de menor riesgo y 6/6 de mayor riesgo.

Banco de Sabadell, S.A. se encuentra adherido al Fondo Español de Garantía de Depósitos de Entidades de Crédito. La cantidad máxima garantizada actualmente por el mencionado fondo es de 100.000 euros por depositante.

## Te abonamos el 10% de tu cuota de colegiado\*

0

comisiones de administración y mantenimiento.

+ 1%

de devolución en los principales recibos domiciliados y sobre las compras con tarjeta de crédito en comercios de alimentación.<sup>(1)</sup>

+

3% TAE

de remuneración

en cuenta sobre los 10.000 primeros euros, en caso de tener saldos en ahorro-inversión superiores a 30.000 euros.<sup>(2)</sup>

Llámanos al **902 383 666**, identifícate como miembro de tu colectivo, organicemos una reunión y empecemos a trabajar.

La Cuenta Expansión Plus PRO requiere la domiciliación de una nómina, pensión o ingreso regular mensual por un importe mínimo de 3.000 euros y haber domiciliado 2 recibos domésticos en los últimos 2 meses. Se excluyen los ingresos procedentes de cuentas abiertas en el grupo Banco Sabadell a nombre del mismo titular. Oferta válida, a partir del 26 de septiembre de 2016.

\*Hasta un máximo de 100 euros anuales por cuenta, con la cuota domiciliada. El abono se realizará durante el mes de enero del año siguiente.

1. Recibos domiciliados que correspondan, como emisor, a organizaciones no gubernamentales (ONG) registradas en la Agencia Española de Cooperación y los recibos de colegios, guarderías y universidades cargados durante el mes. Deberá tratarse de centros docentes españoles (públicos, privados y concertados, quedando excluidos los gastos de academias particulares, colegios profesionales o gastos distintos a los de escolarización). Tampoco se incluirán los gastos en concepto de posgrados, másteres y doctorados. Operaciones de compra realizadas a crédito incluidas en la liquidación del mes, con las tarjetas modalidad Classic, Oro, Premium, Platinum y Shopping Oro cuyo contrato esté asociado a esta cuenta, en los establecimientos comerciales de alimentación incluidos y que podrá consultar en la página [www.bancosabadell.com/cuentaexpansionplus](http://www.bancosabadell.com/cuentaexpansionplus). Mínimo 5 euros y hasta 50 euros al mes.

2. Para tener acceso a esta retribución, los titulares deben tener un saldo medio mensual en el banco superior a 30.000 euros en recursos, calculado como la suma de saldos del mes anterior de: cuentas a la vista, depósitos, renta fija a vencimiento, seguros de vida-ahorro, fondos de inversión, valores cotizables y no cotizables, planes de pensiones, planes de previsión de EPSV y BS Fondos Gran Selección. No se tendrá en cuenta para el cómputo del saldo medio el saldo existente en esta Cuenta Expansión Plus PRO ni en ninguna otra de las mismas características en la que los titulares sean intervinientes. Sí se tendrá en consideración el número de cotitulares, por lo que el saldo mínimo existente en la entidad como requisito será el tomado proporcionalmente para cada cotitular. No se remunerarán los saldos durante el primer mes de vida de la Cuenta Expansión Plus PRO. En caso de que no se alcance por parte de los titulares el saldo mínimo que da derecho a la retribución de la Cuenta Expansión Plus PRO, la liquidación se realizará al 0% por este concepto.

Rentabilidad: para el tramo de saldo diario que exceda los 10.000 euros: 0% TIN. Para el tramo de saldo diario desde 0 hasta un máximo de 10.000 euros: 2,919% TIN, 1,9910% TAE (calculada teniendo en cuenta los dos tipos de interés para el supuesto de permanencia del saldo medio diario durante un año completo). Ejemplo de liquidación en un año: saldo en cuenta de 15.000 euros diarios, saldo diario sobre el que se remunera: 10.000 euros; frecuencia 12 (mensual); intereses liquidados en el año: 291,90 euros.

[sabadellprofessional.com](http://sabadellprofessional.com)

Captura el código QR y conoce nuestra news 'Professional Informa'





# EDITORIAL

## Nº117

### LOS INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES SON TÉCNICOS COMPETENTES PARA LA COORDINACIÓN EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS

En relación con la prevención de riesgos laborales en obras de construcción de edificios de viviendas, así como en actividades vinculadas a esa disciplina (redacción de estudios de Seguridad y Salud, Coordinación de seguridad y salud tanto a nivel de proyecto como de ejecución,...), resulta imprescindible recordar la constante doctrina del Tribunal Supremo, contraria a los monopolios competenciales o competencias exclusivas de determinadas titulaciones (Aparejadores y Arquitectos). Esta doctrina constituye un indudable principio a favor del reconocimiento de competencias de la Ingeniería Técnica Industrial.

A tal respecto, hay que recordar que el Real Decreto 1627/1997 no concreta cuáles sean los técnicos competentes para realizar las actuaciones profesionales que contempla la disposición sino que se limita a exigir que las mismas sean realizadas por técnico competente. Esa genérica alusión a "técnico competente", contenida en una disposición reglamentaria, ha sido reiteradamente interpretada por el Tribunal Supremo, sentando un principio contrario al "monopolio competencial" de las distintas profesiones tituladas, en particular, las de carácter técnico. Es decir, la concurrencia competencial entre diversas titulaciones respecto a una misma actividad profesional es conforme al principio sentado por nuestra jurisprudencia de que la mayor especialización de una determinada profesión no es una razón que por sí misma determine la necesaria restricción de una determinada competencia a la profesión titulada más especializada. Para que pueda entenderse que existe un monopolio de la competencia profesional a favor de unos determinados técnicos en relación con una determinada materia, es preciso, a partir de la Constitución, que dicho monopolio esté establecido por norma con rango de Ley.

La Ley de Ordenación de la Edificación, no constituye argumento en contra, porque no pretende regular las atribuciones profesionales en esta materia. En efecto, el régimen de competencias profesionales en materia de prevención de riesgos laborales, bien sea para actuar como coordinador de seguridad y salud o bien para firmar y asumir la responsabilidad de los estudios y estudios básicos de seguridad y salud en obras de construcción **no se encuentra regulado en la Ley de Ordenación de la Edificación**. Pero es que, además, aun en el marco de la citada Ley de Ordenación de la Edificación, no resulta de la misma la exclusión de las Ingenierías en cuanto a la coordinación de seguridad y salud tanto a nivel de proyecto como de ejecución de obra. Por tanto nos encontramos ante una clara competencia de la Ingeniería Técnica Industrial.

Por otro lado, con la aparición de la Ley 20/2013 de garantía de unidad de mercado, indica muy claramente en el Artículo 21 que las autoridades competentes supervisarán el ejercicio de las actividades económicas garantizando la libertad de establecimiento y la libre circulación y el cumplimiento de los principios recogidos en esta Ley, y que cuando la competencia de supervisión y control no sea estatal: las autoridades de origen serán las competentes para la supervisión y control de los operadores respecto al cumplimiento de los requisitos de acceso a la actividad económica y las autoridades de destino serán las competentes para la supervisión y control del ejercicio de la actividad económica.

Por tanto, cuando una actividad económica como por ejemplo, la de servicios de ingeniería, diseño, consultoría tecnológica y asistencia técnica que tengan la consideración de ejercicio de una profesión regulada, será necesaria la autorización del acceso y el ejercicio de esa profesión regulada por la autoridad competente. Esa autoridad competente [1] será el ámbito de actuación de los Colegios Profesionales y, en su caso, Consejos Generales y Autonómicos de Colegios Profesionales. Por tanto estamos ante una definición muy clara del ámbito competencial de los Colegios, que tendrá la consideración de autoridad competente en materia de acceso a la profesión y de regular el régimen de ejercicio de esa profesión. Por tanto será la autoridad que habilite para el ejercicio profesional de sus colegiados, justificando la Administración una razón imperiosa de interés general la denegación de competencias en la materia.

La conclusión a la que, de modo evidente, nos lleva este texto, es que la función de los coordinadores, tanto en la elaboración del proyecto como en la ejecución de la obra, es la de que en ninguno de los casos nos encontramos ante funciones comprendidas en la edificación en sí misma sino ante tareas preventivas, relativas a la evaluación, evitación, previsión, etc., de los riesgos, a la determinación de las medidas técnicas que a esos fines deban adoptarse, medidas y funciones, en definitiva, propias de la Ingeniería Técnica Industrial.

[1] Tal y como aparece en la Ley 17/2009, la autoridad competente será cualquier organismo o entidad que lleve a cabo la regulación y el control de las actividades de servicios, o cuya actuación afecte al acceso a una actividad de servicios o su ejercicio, y en particular, las autoridades administrativas estatales, autonómicas o locales y los colegios profesionales y, en su caso, consejo generales y autonómicos de colegios profesionales

SEGURO DE AHORRO

**bambú**  
DE MUPITI

# MÁS RENTABILIDAD CON MÁXIMA SEGURIDAD

Infórmate en tu Colegio  
o en el teléfono:

675 955 186

También en:

[jose.civera@mupiti.com](mailto:jose.civera@mupiti.com)

[www.segurodeahorrobambú.com](http://www.segurodeahorrobambú.com)



# 1,75%

Interés garantizado  
durante el primer año.

\*Rentabilidad bruta garantizada a la que se  
descontará los gastos de administración.

#### INDICADOR DE RIESGO Y ALERTAS DE LIQUIDEZ

Indicador de Riesgo

Alertas de Liquidez

1 / 6

Este número es indicador del riesgo de pérdida de capital y de mayor riesgo.

66

Si se emiten, rescate o la declaración anticipada de una parte o de todo el principal están sujetos a un plazo de preaviso mínimo relevante.

## CONTRÁTALO AHORA Y PROTEGE TUS AHORROS

Periodo de contratación del 1 de Octubre de 2016 al 31 de Enero de 2017. Durante el periodo de garantía no se podrá ejercitar el derecho de rescate. Una vez pasado el periodo de la garantía el interés garantizado será del 1% más la participación en beneficios que pudiera corresponder. Edad 19-79 años. Aportación mínima desde 10.000 euros (También se aplica si la suma de las aportaciones de la unidad familiar suman un mínimo de 10.000 euros). Aportación máxima: Sin limite. La rentabilidad neta (Descontados los gastos) garantizada, depende de la edad y el importe de la aportación. Solicítanos tu cálculo exacto.



# SUMARIO



## ARTÍCULOS

04

### **Decodificación de la marcha humana mediante señales EEG**

Joaquín Alcázar, Andrés Úbeda, Álvaro Costa, Eduardo Iáñez,  
José L. Pons y José M. Azorín

12

### **Estudio de la Eficiencia Energética de la iluminación LED aplicada a la red semafórica para el control de tráfico rodado**

Miriam Achau Piqueras

18

### **Celdas enzimáticas Como fuente de alimentación en dispositivos electromédicos**

Georgina Sebastián Blanes

## COLEGIAL

33

**Cursos**

39

**Jornadas**

43

**Eventos**

48

**Programa EMINEEM para colegiados**

50

**Movimiento colegial**

## PRENSA

51

**Recortes de prensa**



# DECODIFICACIÓN DE LA MARCHA HUMANA MEDIANTE SEÑALES EEG

Joaquín Alcázar, Andrés Úbeda, Álvaro Costa, Eduardo Iáñez,  
José L. Pons y José M. Azorín

*Brain-Machine Interface Systems Lab.*

*Ed. Innova, Avda. de la Universidad s/n, 03202 Elche (Alicante)*

*aubeda@umh.es*



## RESUMEN

En este estudio se ha analizado una metodología para decodificar y clasificar la fase de la marcha humana a partir de componentes EEG de baja frecuencia. Se han distinguido dos fases: apoyo y balanceo. Para obtener la fase de marcha, se ha decodificado el ángulo de rodilla y posteriormente se ha analizado la tendencia del ángulo para obtener cada uno de los estados de la marcha. Los resultados obtenidos muestran una gran correlación entre los ángulos decodificados y los ángulos reales de rodilla. La tasa de acierto en la clasificación de los estados de la marcha es de aproximadamente del 70%, lo que sugiere que esta metodología podría aplicarse en tiempo real durante procesos de rehabilitación con exoesqueletos.

**Palabras Clave:** decodificación, señales EEG, marcha humana, señales cerebrales, rehabilitación.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la última década, las interfaces cerebro-maquina se han convertido en un método de comunicación alternativo que sustituye a los métodos tradicionales basados en manejar un ratón o teclado para realizar acciones de control. Con estas interfaces, las personas con problemas de movilidad permanentes o que han sufrido un accidente y se encuentran en periodo de recuperación son capaces de comunicarse con su entorno [1], [2]. Mediante el uso de una interfaz cerebro-maquina (Brain-Machine Interface, BMI) es posible registrar la actividad bioeléctrica del cerebro a través de electrodos, permitiendo así el control cerebral de un dispositivo [3], [4].

Existen varios tipos de técnicas para registrar la actividad cerebral pudiendo dividirse en: técnicas invasivas y técnicas no invasivas. Las técnicas invasivas consisten en implantar microelectrodos en el córtex cerebral para medir la actividad eléctrica de las neuronas. Sin embargo, la necesidad de una operación quirúrgica

y los problemas éticos que ello conlleva son obstáculos muy importantes a la hora de desarrollar este tipo de técnica. Por el contrario, las técnicas no invasivas adquieren señales electroencefalográficas (EEG) a través de electrodos repartidos sobre la superficie de la cabeza. Dichos electrodos adquieren las señales cerebrales, que se procesan y se clasifican para obtener los parámetros de control. Esta técnica ya ha sido empleada para estudiar el movimiento de un brazo robótico [5], [6].

Estudios recientes muestran que existe una correlación directa entre señales electroencefalográficas (EEG) y parámetros cinemáticos de brazos y piernas [7], [8]. A pesar de que estas técnicas no consiguen la exactitud de las técnicas invasivas, permiten a las personas con movilidad reducida interactuar con mecanismos que

facilitan su rehabilitación sin necesidad de otros medios. En el caso del miembro inferior, procesando la información cerebral obtenida de las señales EEG (Figura 1) el objetivo es generar los parámetros necesarios para mover un exoesqueleto y además saber en qué estado de la marcha humana se encuentra el sujeto y qué movimiento desea hacer a continuación.

En este trabajo, se ha estudiado el estado de la marcha humana en el que se encuentra el sujeto a partir de la decodificación de la cinemática de la pierna. Para ello se han realizado registros de las señales EEG y del ángulo de la rodilla para un posterior procesamiento y creación de un modelo de decodificación. Los registros se han realizado a voluntarios sanos, caminando a una velocidad concreta (2 km/h) sobre una cinta de correr.



Figura1: Sujeto realizando los registros EEG sobre la cinta de andar.



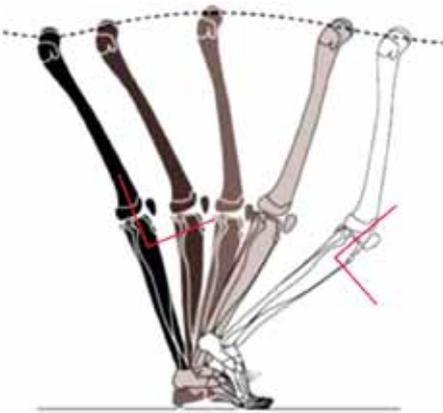


Figura 4: Ángulo registrado por la IMU disminuyendo durante la fase de apoyo.

posible saber en qué estado de la marcha se encuentra el sujeto. Si el ángulo está incrementándose, el sujeto se encontrará en la fase de balanceo. Si el ángulo está disminuyendo, se considera que está en la fase de apoyo.

No obstante, debido al ruido de la señal decodificada la tendencia del ángulo a aumentar o disminuir es difícil de detectar con precisión. Por ello se realiza un filtro de media móvil tomando  $P$  muestras de los  $P$  instantes anteriores y realizando la media. La nueva señal filtrada permite obtener una clasificación mucho más precisa.

## 2.5. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para obtener la efectividad de la decodificación se ha procedido a aplicar el modelo de regresión lineal mediante una validación cruzada entre los 7 registros realizados con los 3 voluntarios, reconstruyendo así el ángulo de la rodilla derecha y obteniendo el coeficiente de correlación de Pearson entre ambas señales.

Posteriormente, se ha aplicado un algoritmo para dividir tanto el ángulo de rodilla reconstruido como el ángulo real obtenido de los sensores inerciales en las dos fases principales de la marcha humana y se ha obtenido el porcentaje de coincidencia de ambas reconstrucciones.

## 2.6. FILTRADO DE LAS SEÑALES

Una vez realizado el proceso de reconstrucción de la señal de los ángulos a partir de la señal cerebral se obtiene un vector con una cantidad de muestras mucho más grande de la que realmente necesitamos, incluyendo ruido y vibraciones pequeñas en la señal fruto de la sensibilidad del sensor. Por ello se aplica un filtro de media móvil en el que se reduce la cantidad de elementos a partir de utilizar las medias medias de  $P$  elementos mientras se recorre el vector. Además de conseguir reducir la cantidad de elementos conseguimos un suavizado (smooth) de la señal, haciendo más fácil el estudio de su pendiente para valorar la fase en la que se encuentra el usuario.

Estudios recientes muestran que existe una correlación directa entre señales electroencefalográficas y parámetros cinemáticos de brazos y piernas.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En esta sección se muestran los resultados obtenidos en la decodificación del ángulo de rodilla y la clasificación de los estados de apoyo y balanceo de la marcha. Como se ha comentado, se ha reconstruido el ángulo de la rodilla derecha y posteriormente se dividió en dos estados: apoyo y balanceo, comparando los resultados con los ángulos reales medidos a través de los sensores inerciales.

### 3.1. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS

Los parámetros de LAG ( $L$  citado anteriormente) y el parámetro  $P$  (número de muestras tomadas al realizar el filtrado de media móvil) serán los valores que más afectarán a la decodificación y posterior

filtrado de la señal. Como puede observarse en la tabla 1, se ha buscado la similitud entre las señales tras clasificarlas en diferentes fases mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

Usuario	L=5	L=10	L=20
1	0,64	0,65	0,65
2	0,70	0,73	0,75
3	0,66	0,68	0,69

Tabla 1: Coeficiente de correlación de Pearson obtenido en la decodificación de las señales en fases según diversos valores de  $L$ .

En el caso del parámetro  $P$  su valor óptimo es de 200 muestras sin llegar a deformar la señal. Como puede observarse en la tabla 2, manteniendo fijos  $L=10$ , el valor que obtenemos con  $P=400$  ya no es fiable, ya que en nuestra muestra original registrada la fase de balanceo ocupa aproximadamente 200 muestras, por lo que al hacer la media para obtener nuestro valor estamos deformando nuestra señal.

Usuario	P=100	P=200	P=300
1	0,57	0,65	0,66
2	0,67	0,73	0,76
3	0,62	0,68	0,62

Tabla 2: Éxito en la decodificación de las señales en fases según diversos valores de  $P$ .

Cabe destacar que, en el caso del LAG, los resultados son mejores al aumentar dicho parámetro pero al llegar al valor de  $L=10$  y de ahí en adelante los resultados obtenidos en el éxito de clasificación por fases de la decodificación son de entre 69% y 71%, una diferencia no muy notable para la carga del sistema que conlleva aumentar dicho parámetro. Por ello el valor óptimo para el LAG es de 10.

El parámetro de filtrado por media móvil  $P$  permite minimizar el error al estudiar la tendencia a crecer y decrecer (esto es, pendiente positiva o negativa de la señal registrada), obteniendo desempeños más eficientes en la clasificación de las señales. Pero aumentar demasiado dicho parámetro podría ocasionar una distorsión signi-

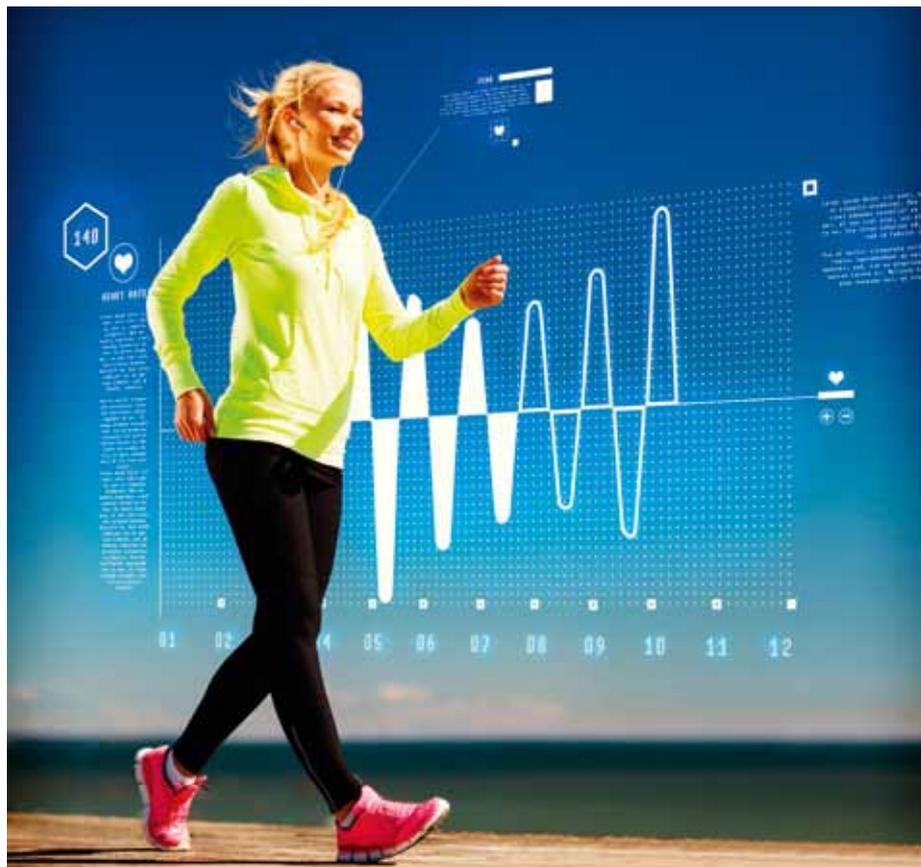


ficativa de nuestra señal y, de esta forma, una pérdida de información relevante. A la hora de realizar este estudio, se considera el valor de  $P=200$  como valor más óptimo, debido a que es el máximo que alcanza la señal registrada de forma estable, y que utilizando valores mayores de dicho parámetro los resultados son poco fiables debido al suavizado excesivo de la señal.

### 3.2. RESULTADOS DE COMPARACIÓN ENTRE DIFERENTES GRUPOS DE ELECTRODOS

En un principio, se ha estudiado la clasificación de diferentes fases de la marcha del decoding empleando los 32 electrodos que forman parte del casco utilizado. Al tratarse de una técnica no invasiva, aumentar el número de electrodos aumenta la superficie de registro. Se procede a comprobar si se pueden igualar o incluso mejorar dichos resultados tomando grupos de menor número de electrodos. En el caso de igualar los resultados, se estará obteniendo un método más económico y además más rápido, lo cual facilitaría el trabajo en tiempo real y su implementación a nivel comercial.

En este estudio se ha podido comprobar que los mejores resultados de decodificación se obtenían al emplear el conjunto total de 32 electrodos en los registros empleados, tanto para el coeficiente de correlación de Pearson como a la hora de valorar el éxito al clasificar en fases las señales. Sin embargo, cabe destacar el buen resultado obtenido en el conjunto de 16 electrodos situados sobre la zona motora del cerebro. El buen resultado de dicho conjunto de 16 electrodos (66% de media de éxito en la clasificación en 2 fases frente al 69% de media obtenido con los 32 electrodos) unido al hecho de que el tiempo de decodificación se reduce considerablemente y que se necesite la mitad de electrodos hace de esta una alternativa bastante factible tanto a la hora de realizar registros en tiempo real por su rapidez como a la hora de tenerlo en cuenta con fines comerciales.



### 3.3. RESULTADOS DE LA DECODIFICACIÓN

En la Figura 5 se puede ver un ejemplo de ángulo de rodilla real frente al ángulo de rodilla decodificado. Ambas señales están estandarizadas y suavizadas mediante un filtro de media de acuerdo a la metodología planteada (ver Sección 2). Como se puede observar, a pesar de que las amplitudes difieren, la tendencia de la señal es muy similar, lo que permite evaluar con más precisión la señal a la hora de clasificar los dos estados de la marcha planteados, puesto que dependen de la pendiente de la señal y no de su amplitud.

En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos para todos los usuarios al obtener el coeficiente de correlación de Pearson entre

el ángulo real de rodilla y el decodificado para varios valores del parámetro de lag L. Cabe destacar que la desviación estándar obtenida es menor del 0,1 en todos los casos, lo que indica que el modelo de decodificación es muy estable. Los valores de decodificación son, asimismo, cercanos al 0,5 o incluso superiores, lo que indica una fuerte relación entre ambas señales.

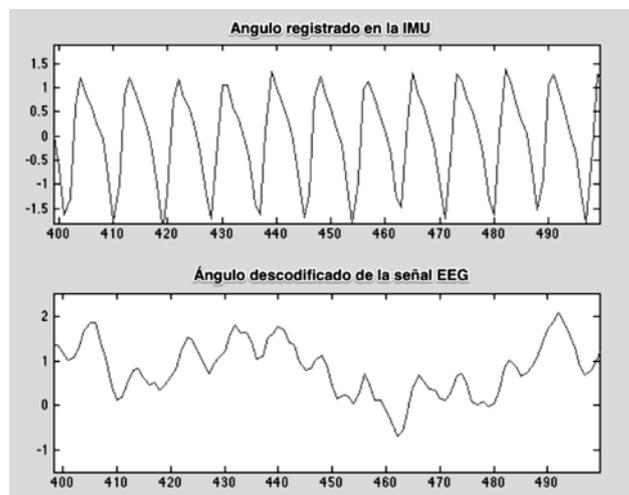


Figura 5: Comparación entre ángulo de rodilla real (arriba) y el ángulo decodificado (abajo).

L (LAG)	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3
5	0,4944±0,09	0,6584±0,06	0,4383±0,08
10	0,5182±0,09	0,6873±0,06	0,5008±0,06
15	0,5263±0,09	0,6984±0,06	0,5369±0,05
20	0,5292±0,08	0,7065±0,07	0,5601±0,04
25	0,5305±0,08	0,7145±0,07	0,5773±0,04
30	0,5336±0,08	0,7247±0,07	0,5890±0,05

Tabla 3: Coeficientes de correlación de Pearson de las señales decodificadas.

Iteración	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3
1	68,04	68,62	68,04
2	67,45	72,73	65,98
3	65,98	74,78	65,99
4	63,05	74,19	66,86
5	67,74	73,02	69,80
6	62,17	75,95	71,55
7	60,41	72,43	67,74
<b>Media±STD</b>	<b>64,98±3,07</b>	<b>73,1±2,34</b>	<b>67,99±2,06</b>

Tabla 4: Tasa de acierto (%) en la clasificación de fases de la marcha para los parámetros óptimos.

### 3.4. RESULTADOS DE CLASIFICACIÓN DE LAS FASES DE LA MARCHA

Una vez obtenido el ángulo de rodilla decodificado, se ha procedido a discretizar tanto el ángulo real como el decodificado en los dos estados de la marcha (balanceo y apoyo) de acuerdo al algoritmo planteado en este trabajo y se ha obtenido la tasa de acierto de la señal decodificada frente a la señal original. En la Figura 6 se muestra un ejemplo del ángulo de rodilla y la discretización del mismo en los estados de apoyo y balanceo, por otro lado en la Figura 7 podemos observar el ángulo de la rodilla decodificado y la discretización del mismo en los estados de apoyo y balanceo.

Los resultados obtenidos se pueden observar en la Tabla 4. Los resultados de clasificación son muy superiores a la aleatoriedad (en este caso, para dos estados, un 50%), llegando a superar el 70% en el caso del usuario 2. Es importante destacar que la desviación entre iteraciones es apenas superior al 2%, lo que indica de nuevo que el modelo de decodificación es muy estable y que el método de discretización mejora aún más esa estabilidad.

### 4. CONCLUSIONES

En este estudio se ha analizado una metodología para decodificar y clasificar la fase de la marcha humana a partir de componentes EEG de baja frecuencia. Se han distinguido dos fases: apoyo y balanceo. Para obtener la fase de marcha, se ha decodificado el ángulo de rodilla y poste-

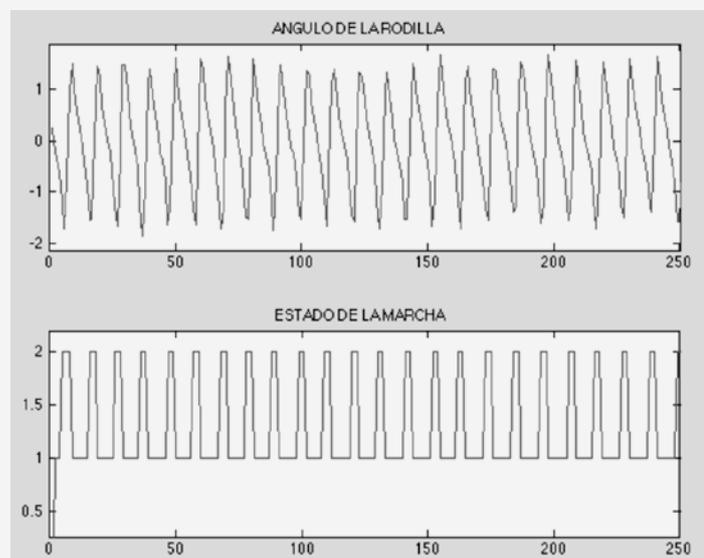


Figura 6: Clasificación de los estados de la marcha (abajo) en función del ángulo registrado (arriba). (1-apoyo y 2-balanceo)

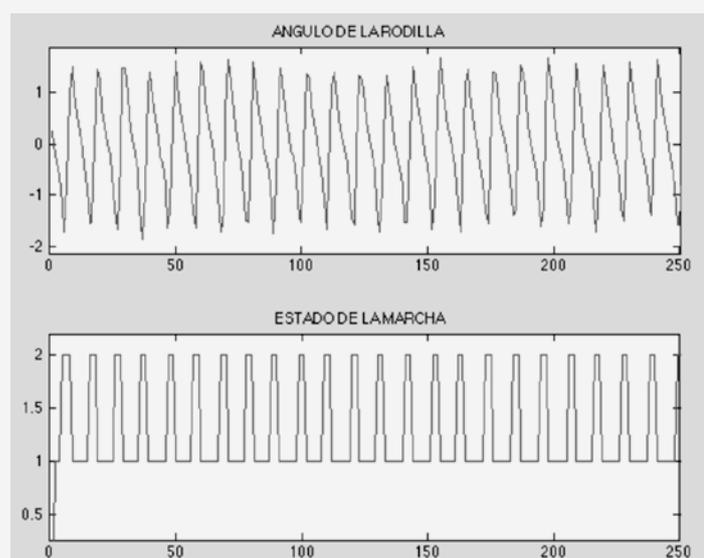


Figura 7: Clasificación de los estados de la marcha (abajo) en función del ángulo decodificado (arriba). (1-apoyo y 2-balanceo)



riormente se ha analizado la tendencia del ángulo para obtener cada uno de los estados de la marcha.

Los resultados obtenidos muestran una gran correlación entre los ángulos decodificados de las señales cerebrales y los ángulos registrados de la rodilla derecha de los 3 sujetos estudiados y además una tasa de acierto en la clasificación de los estados de la marcha de aproximadamente el 70%, con una desviación media del 2%. Estos resultados sugieren que es posible diferenciar entre las fases de apoyo y balanceo de la marcha humana a través de las señales cerebrales registradas mediante electrodos de forma no invasiva, lo que nos permitiría su posterior empleo en su aplicación a exoesqueletos para personas con discapacidad durante el proceso de rehabilitación.

En futuros trabajos, se procederá a registrar más ángulos de todas las articulaciones inferiores para así poder determinar en qué estado más específico de la marcha humana se encuentra el sujeto, además de realizar una clasificación en tiempo real. Además, se buscará evaluar la efectividad del método propuesto, así como implementar mejoras en los algoritmos empleados.

### Agradecimientos

Este proyecto ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España en el marco del proyecto DPI2011-27022-C02-01 y por la Conselleria d'Educació, Cultura i Esport de la Generalitat Valenciana a través de la ayuda VALi+d ACIF/2012/135.

### Referencias

- [1] L.R. Hochberg et al., "Neuronal ensemble control of prosthetic devices by a human with tetraplegia", *Nature*, vol.442, pp. 164-171, 2006.
- [2] S.P. Kim, J.D. Simeral, L.R. Hochberg, J.P. Donoghue, G.M. Friehs and M.J. Black, "Point-and-click cursor control with an intracortical neural interface system by humans with tetraplegia." *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, vol. 19(2), pp. 193-203, 2011.
- [3] S. Inoue, Y. Akiyama, Y. Izumi and S. Nishijima, "The development of BCI using alpha waves for controlling the robot arm", *IEICE Transactions on Communications*, vol. 91(7), pp. 2125-2132, 2008.
- [4] E. Iañez, J.M. Azorin, A. Ubeda, J.M. Ferrandez and E. Fernandez, "Mental-tasks-based brain-robot interface", *Robotics and autonomous systems*, vol. 58(12), pp. 1238-1245, 2010.
- [5] J.M. Carmena et al., "Learning to control a brain-machine interface for reaching and grasping by primates," *PLoS Biology*, vol. 1(2), p. E42, 2003.
- [6] M. Velliste, S. Perel, M. C. Spalding, A. S. Whitford and A. B. T. Schwartz, "Cortical control
- [7] T. J. Bradberry, R. J. Gentili and J. L. Contreras-Vidal, "Reconstructing three-dimensional hand movements from non-invasive electroencephalographic signals," *The Journal of Neuroscience*, vol. 30(9), pp. 3432-3437, 2010.
- [8] A. Presacco, L. W. Forrester and J. L. Contreras-Vidal, "Decoding lower-limb intra and inter-limb coordination during treadmill walking from scalp EEG signals," *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, vol. 20(2), pp. 212-219, 2012. of a prosthetic arm for self-feeding", *Nature*, vol. 453, pp. 1098-1101, 2008.





Desde **39,18**€  
Mes

Para colegiados y sus familiares  
(cónyuge e hijos)  
Sin carencias si procedes de otra  
compañía \*

Seguros de Asistencia Sanitaria 2017

  
**ADARTIA**

Para **ADARTIA** tu salud y la de tu familia es lo importante

El seguro de salud más adecuado a tus necesidades y circunstancias personales. Para que horarios y listas de espera no sean un problema.

#### Un seguro completo y sin pagos adicionales

- Asistencia Primaria
  - Todas las especialidades médicas
  - Urgencias médicas y a domicilio
  - Pruebas diagnósticas
  - Hospitalización e intervenciones quirúrgicas
  - Medicina Preventiva
  - Planificación familiar
  - Con cobertura dental si así lo eliges
- Con la ventaja de elegir horarios y la comodidad de la mejor medicina privada

**SIN COPAGOS**



\* Para asegurados de 0 a 44 años

\* Si estás asegurado en la actualidad con otra Compañía Aseguradora, se eliminarán los plazos de carencia excepto para coberturas como estudio de esterilidad, reproducción asistida, parto o cesárea y adopción nacional e internacional. Esta información se facilitará previamente a la contratación según el producto.

**LLÁMANOS: ADARTIA GLOBAL 91 781 49 80 o al e-mail: [prevision@adartia.es](mailto:prevision@adartia.es)**

El contenido del presente folleto publicitario es un resumen meramente informativo de las condiciones del seguro ofrecido, no teniendo en ningún caso carácter contractual alguno. Las coberturas y condiciones de adhesión al seguro, en cuanto a carencias y resto de requisitos serán facilitadas por el corredor, previamente a la contratación, a los asegurados que deseen concertar el seguro, así como toda la información y asesoramiento requerido en cumplimiento de lo establecido por la Ley de Mediación. La efectividad de la contratación dependerá de la valoración realizada por las compañías aseguradoras en función del cuestionario de salud aportado por el solicitante del seguro.

Adartia Global Correduría de Seguros, S.A.

Inscrita en el registro Mercantil Tomo 4.575, libro O, Folio 139, Hoja BI-42981 CIF A-95374971. Inscrito en el Registro especial de Corredores de Seguros y de sociedades de Correduría de Seguros con la clave J-2428 y concertado Seguro de Responsabilidad Civil conforme a lo previsto en la legislación vigente.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ALCOI

# ESTUDIO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA ILUMINACIÓN LED APLICADA A LA RED SEMAFÓRICA PARA EL CONTROL DE TRÁFICO RODADO

TRABAJO FIN DE GRADO (GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA)

---

*Autor:* Miriam Achau Piqueras  
*Tutor:* Miguel Ángel Satorre Aznar  
*Curso* 2014-15



## 1. INTRODUCCIÓN

Los ledes cuentan entre sus ventajas con un menor consumo para misma cantidad de luz y mayor durabilidad. Muchos municipios han sustituido las luminarias tradicionales, pero sin ajustar la cantidad de luz necesaria, no aprovechando así adecuadamente las ventajas de los ledes. Esto ha hecho que a igualdad de potencia consumida, la iluminación exceda de la necesaria para la correcta señalización.

El objetivo de este artículo es optimizar energéticamente las luminarias led utilizadas para el control de tráfico rodado y proponer distribuciones de ledes en las señales, que garanticen la iluminación suficiente y optimicen el consumo, ya que actualmente en los semáforos se pueden ver ledes fundidos, parpadeos o incluso ópticas que han dejado de funcionar por completo, contradiciendo en la práctica la durabilidad que se supone a este tipo de luminarias. Para ello se han hecho dos tipos de estudios: Primero la caracterización eléctrica de las luminarias para poder discriminar el excedente de energía actualmente utilizado. El segundo tipo ha sido determinar la sensibilidad del ojo humano para las señales de control. Con estos estudios y sin contravenir la legislación vigente, se propone la optimización de su uso.

### 1.1. El diodo led<sup>1</sup>

Led, *Light Emitting Diode* o diodo emisor de luz, es un dispositivo semiconductor que transforma directamente la energía eléctrica en luz mediante electroluminiscencia. La robustez, la larga duración y la elevada eficacia luminosa con un potencial de incremento adicional, son propiedades destacadas de los ledes. Entre sus ventajas y desventajas, encontramos las siguientes:

#### Ventajas

- Larga vida útil: más de 50 000 horas.
- Bajo consumo de energía (hasta 80% de ahorro).

<sup>1</sup> Definición de California Sustainability Alliance Solid StateLighting, 24 de julio de 2010.

## Muchos municipios han sustituido las luminarias tradicionales, pero sin ajustar la cantidad de luz necesaria.

- Elevada eficiencia energética (rendimientos del orden de 160 lm/W).
- Encendido instantáneo.
- Resistencia a vibraciones o impactos.
- Resistente a bajas temperaturas.
- Mantenimiento prácticamente nulo.
- Fácil instalación gracias a su pequeño tamaño.
- Estética menos condicionada, libertad de diseño.
- Adecuados para interiores y exteriores.
- Índice de Reproducción Cromática (IRC) de hasta el 98%.
- Gama completa de colores, no necesitan filtros.
- Colores intensos, saturados.
- Excelente rendimiento de color.
- Nulo peligro de shock eléctrico (5 a 24 V C.C.).
- Muy bajo calor en el haz de luz (iluminación fría).
- Sin mercurio.
- Sin irradiaciones de infrarrojos o ultravioletas.
- Coste por lumen más bajo.
- Ahorro de miles de toneladas.

#### Desventajas

- Elevado precio de la instalación inicial.
- Dificultad de encontrar estándares en el mercado.
- Alto brillo del led condiciona el UGR<sup>2</sup> resultante.
- Dificultad para obtener garantías fiables de los fabricantes.
- No soportan bien los cambios bruscos de energía.
- Instalados por motivos de moda en ciudades, produciendo fallos que arruinan el prestigio de la tecnología.

<sup>2</sup> El UGR (Índice de deslumbramiento unificado) se utiliza para evitar deslumbramientos.

## 1.2. Las señales semafóricas

Un semáforo es, según la Real Academia Española, un aparato eléctrico de señales luminosas para regular la circulación. En la actualidad, las bombillas tradicionales de los semáforos están siendo sustituidas por ledes, debido al ahorro que suponen, a su luminosidad y a su teórica larga vida útil. Sin embargo, la utilización de los ledes en los semáforos tiene ventajas, pero también inconvenientes:

#### Ventajas

- El consumo de energía de un semáforo con ledes es aproximadamente un 90 % inferior al consumo del mismo con lámparas de incandescencia (según "Metrolight Environmental Lighting").
- Vida útil 10 veces superior que con lámparas incandescentes.
- Desaparece el "efecto fantasma".
- Poco mantenimiento.
- Proyección de la luz uniforme.
- El semáforo está formado por matrices de ledes, por lo que en caso de fallo, sólo se fundirán unos pocos y no toda la unidad óptica.
- Debido a la razón anterior, se tendrá una seguridad vial mayor.
- Cambio de imágenes de forma fácil.
- Debido al bajo consumo, pueden funcionar con una batería de forma autónoma.

#### Desventajas

Entre las desventajas nombradas anteriormente cabe destacar que no soportan bien los cambios bruscos de energía. Esto es lo que sucede cuando las luces de los semáforos se apagan y se encienden rápidamente, provocando que algunos ledes se fundan.

### 1.2.1. ¿A qué distancia se tienen que ver los semáforos?

La distancia a la que se tienen que ver los semáforos, según cálculos y normativa, es de 300 metros. Ahora bien, la distancia a la que en realidad son vistos en las ciudades es superior a 300 metros. Esta distancia



se ha comprobado en las calles de Alcoy, donde los semáforos han llegado a verse a distancias de hasta 650 metros. Por tanto, en este punto podemos ver que se podría ahorrar energía y dinero, reduciendo la intensidad luminosa de las ópticas de ledes de las señales semafóricas o reduciendo el número de ledes.

## 2. MEDIDAS DE LA ILUMINANCIA MEDIANTE LUXÓMETRO

Como se ha visto, el flujo luminoso de las señales semafóricas excede el necesario para garantizar la seguridad vial. Con el objetivo de establecer la cantidad mínima de ledes necesarios se observará la diferencia de iluminancia que existe entre estructuras de ledes.

### Estructuración de las medidas y conceptos previos:

En la primera parte se tomarán medidas de la iluminancia de lentes de semáforos (ópticas principales y 200 mm de diámetro) que se encuentran en la calle y de otras recién adquiridas compradas a "SonTrafic", con el fin de compararlas. En la segunda parte se medirá la iluminancia de lentes nuevas de 91 ledes tapadas con diferentes modelos de máscaras, con el objetivo de demostrar que los semáforos siguen siendo visibles a 300 metros.

**Lux:** Unidad del Sistema Internacional para medir la iluminancia. **Iluminancia (E):** Flujo luminoso recibido por una superficie. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el lux.

### 2.1. Parte I: Medidas de iluminancia de los semáforos principales mediante luxómetro

Para conocer la iluminancia que emiten los semáforos de Alcoy, se ha procedido a la medida de la iluminancia de las ópticas de ledes principales (cada óptica tiene 120 ledes y 200 mm de diámetro) de diferentes cruces de Alcoy.

Color	Iluminancia (lux)
Rojo	716
Verde	893

Tabla 1: Media de las medidas de iluminancias a 60 cm en las calles de Alcoy (200 mm).



Figura 1. Tomando medidas de iluminancias a la lente de 200 mm de color rojo de la calle Anselmo Aracil (Alcoy).

A continuación, se ha medido la Iluminancia de las ópticas de ledes nuevas de 200 mm de diámetro, para observar la cantidad de energía que se pierde desde que se colocan hasta que pasan unos ciertos años:

Color	Iluminancia (lux)
Rojo	683
Verde	1.092

Tabla 2: Iluminancia de ópticas de ledes de 200 mm nuevas a 60 cm.

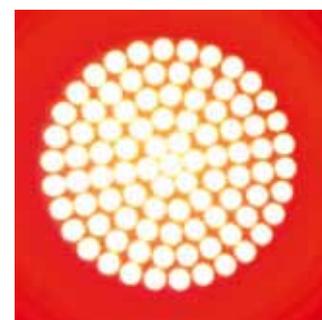


Figura 2. Óptica de ledes nueva roja de 200 mm

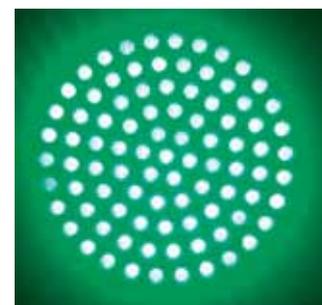


Figura 3. Óptica de ledes nueva verde de 200 mm (91 ledes). (91 ledes).

**Nota:** Las ópticas de 91 ledes nuevas tienen las siguientes características: rojo (230 V 8W) y verde (230 V 10W).

### Análisis y conclusiones:

- Los lux de las ópticas rojas que están en calle son superiores a los lux de la óptica roja nueva, esto es debido a que las ópticas rojas no se deterioran casi al estar al aire libre, y como las lentes de la calle tienen 29 ledes más, la iluminancia sale superior.
- En las ópticas verdes sí que se aprecia una reducción del 18 % de iluminancia. A pesar de que las lentes de la calle tienen 29 ledes más, por lo que se deduce que las ópticas verdes tienden a deteriorarse con mayor facilidad.

- Cuando pasa un cierto tiempo, la iluminancia de las ópticas verdes se ve reducida hasta un 87 %, no siendo esto un problema para ver las ópticas a 300 metros.
- Cuando se instalan las ópticas de ledes verdes utilizan un 37 % más de iluminancia que las rojas.

Concluyendo este punto podemos ver que, que las ópticas de ledes estén al aire libre las perjudica, perdiendo iluminancia, presentando parpadeos o dejando de funcionar. Sin embargo, esto no causa dificultades para verlas a 300 metros, con lo que se concluye que emiten demasiada luz.

## 2.2. Parte II: Medidas de iluminancia de las ópticas ledes con máscaras mediante luxómetro

En este punto, se han creado tres tipos de máscaras cada una con dos posiciones, cuyo objetivo es tapar la luz emitida de ciertos ledes para demostrar que con menos cantidad de luz, se consigue el mismo objetivo, es decir, ver los semáforos a 300 metros de distancia. Cada modelo de máscaras tiene 2 posiciones: primero se encendería una posición y al siguiente ciclo se encendería la otra posición, y así repetidamente. La finalidad de tener dos circuitos diferentes es disminuir la cantidad de calor generado para alargar la vida útil de los ledes.



ROJO DE 200 MM - MÁSCARA "CIRCULAR"

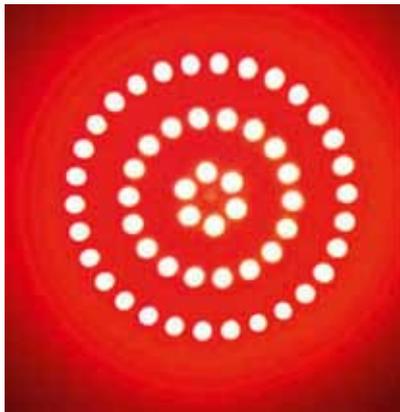


Figura 4. Óptica de ledes con la máscara "Circular 1".



Figura 5. Óptica de ledes con la máscara "Circular 2".

ÁMBAR DE 200 MM - MÁSCARA "INTERCALADO"

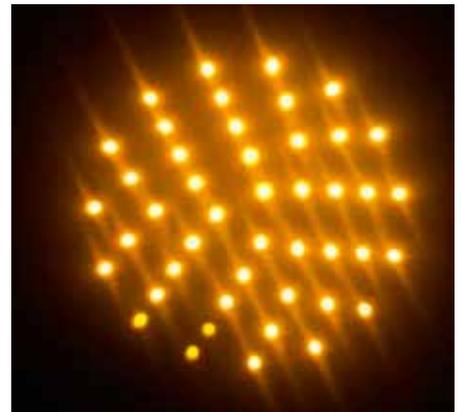


Figura 8. Ópticas de ledes con la máscara "Intercalado 1".

VERDE DE 200 MM - MÁSCARA "FILAS"



Figura 6. Óptica de ledes con la máscara "Filas 1".

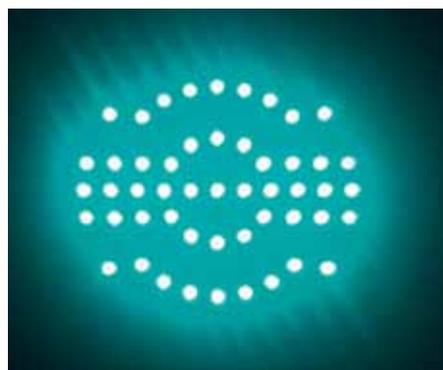


Figura 7. Óptica de ledes con la máscara "Filas 2".

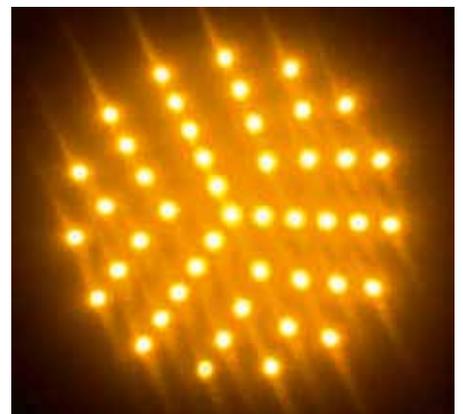


Figura 9. Ópticas de ledes con la máscara "Intercalado 2".



Las medidas obtenidas con estas máscaras han sido las siguientes: **(Tabla 3)**

### ANÁLISIS Y CONCLUSIONES:

• **Rojo:** Modelo “Circular”, la iluminancia disminuye un 42 % en la primera posición y un 59 % en la segunda posición. Modelo “Filas”, la iluminancia disminuye un 59 % en la primera y un 45 % en la segunda. Modelo “Intercalado”, la iluminancia disminuye un 60 % en la primera y un 55 % en la segunda.

• **Verde:** Modelo “Circular”, la iluminancia disminuye un 44 % en la primera posición y un 60,5 % en la segunda posición. Modelo “Filas”, la iluminancia disminuye un 59 % en la primera y un 50 % en la segunda. Modelo “Intercalado”, la iluminancia disminuye un 53 % en la primera y otro 53 % en la segunda.

• Al haber menos ledes encendidos a la vez, el calor generado es menor, por tanto las temperaturas no son tan elevadas y los ledes tendrían una vida útil más larga. También como consecuencia de tener menos ledes encendidos, se ahorraría energía y dinero.

• Hay que tener en cuenta que una óptica verde medida emitía 180 lux y se veía bien.

### 3. DETERMINACIÓN DE LA SENSIBILIDAD DEL OJO PARA LAS SEÑALES SEMAFÓRICAS

En este punto se pretende determinar la sensibilidad del ojo humano para las señales de control de tráfico. Para ello se ha reunido a un grupo de personas que nos han permitido optimizar la cantidad mínima necesaria de ledes y de iluminancia.

#### Estructuración de las medidas:

En la primera parte se les mostrará a un grupo de personas las ópticas con máscaras, para que elijan la que consideren

Color	Máscara	Iluminancia (lux)
Rojo	Circular 1	394
	Circular 2	279
	Filas 1	282
	Filas 2	375
	Intercalado 1	274
	Intercalado 2	308
Verde	Circular 1	614
	Circular 2	431
	Filas 1	450
	Filas 2	547
	Intercalado 1	516
	Intercalado 2	514

Tabla 3: Iluminancia de ópticas de ledes nuevas de 200 mm con las diferentes máscaras (a 60 cm).

**NOTA:** Circular 1: 54 ledes, Circular 2: 37 ledes; Filas 1: 40 ledes, Filas 2: 51 ledes; Intercalado 1: 45 ledes, Intercalado 2: 46 ledes.

más efectiva. En la segunda parte, con la máscara elegida, se procederá a mostrarles las ópticas, y tapándolas con polaroides y mediante la Ley de Malus, se procederá a girar un filtro analizador, para que sean ellos los que digan con qué intensidad se sienten más cómodos sus ojos.

#### 3.1. Parte I: Elección del modelo más efectivo

En esta primera parte se ha procedido a que un grupo de 10 personas elijan cuál de los tres modelos de máscaras creen que sería más efectivo en la carretera. Tras realizar las pruebas, la elección se ha quedado en el modelo **Circular**.

#### 3.2. Parte II: Obtención de la iluminancia necesaria

Una vez elegido el modelo de máscaras como más idóneo el “Circular”, mediante polaroides y la Ley de Malus, se ha llegado a los siguientes ángulos: Rojo: y verde: De esta forma, utilizando el luxómetro cuando (ejes de transferencia entre polarizador y

analizador paralelos), y cuando tiene como valor los ángulos anteriores los resultados han sido los siguientes: **(Tabla 4)**

Las iluminancias podrían ser disminuidas un 75 % en el rojo y un 60 % en el verde.

#### 3.3. Conclusiones

El modelo de máscaras más adecuado ha sido el “Circular”. Por tanto, se propone en este punto, la sustitución del método actual, por dos circuitos de ledes que se encenderían alternativamente en cada ciclo (Circular 1 y 2), reduciendo así las temperaturas que se generan en los semáforos y por tanto el número de ledes fundidos, lo que conlleva ahorro en residuos y una mejora estética de las ópticas en las calles, proporcionándole un buen prestigio a esta tecnología. Seguidamente, se propone también una reducción de la iluminancia de las ópticas de un 75 % en el rojo y un 60 % en el verde. Se ha considerado esto posible, ya que los semáforos se ven a distancias superiores a las que dictaría la norma, según nuestro criterio de 300 metros.

Color	iluminancia cuando	Iluminancia (lux)	
		(lux)	45C
Rojo	14	3	-
Verde	18	-	8

Tabla 4: Comparación de luminancias según el ángulo (a 60cm).

Por otro lado, los resultados del modelo Circular utilizando la iluminancia actual (Tabla 5) y la iluminancia reducida (Tabla 6), son los siguientes:

En la columna "modelo Circular con polarizadores" los datos se han dimensionado, ya que las medidas que se obtuvieron fueron para un círculo de 7 ledes, por imposibilidad de tener un filtro polarizador como el modelo Circular.

Como se puede apreciar, los valores de reducción de la tabla 6 son muy elevados ya que se ha tenido en cuenta, tanto una disminución del número de ledes, como una disminución de iluminancia. Por esta razón, antes de ponerlos en juego, se debería realizar pruebas en la vía pública.

#### 4. PROPUESTA DE MEJORA DE LA TECNOLOGÍA LED APLICADA A LA RED SEMAFÓRICA

- Ópticas con el modelo **Circular**. Además, cabe remarcar aquí, que ninguna de las personas eligió el modelo Filas, recordándonos éste a las imágenes de ledes fundidos, por tanto, no se sabe porqué, pero psicológicamente necesitamos ver señales redondas, sino nos da la impresión de que la óptica está estropeada.
- Las pruebas con el grupo de personas se realizaron con 7 ledes y ninguna de ellas tuvo problemas para ver las ópticas (ni siquiera cuando se redujo la iluminancia). Sin embargo, para determinar el número mínimo de ledes y por facilidad en los cálculos, se aumentará el número a **12 ledes** (un décimo de los que actualmente conforman un semáforo instalado). Con esta idea, se está ahorrando un 90 % de energía y por tanto, aumentando la vida 10 años.

Por tanto, **la propuesta final** quedaría con circuitos que se encendiesen alternativamente en cada ciclo y que tuviesen la forma **Circular**. Cada uno de los circuitos tendría **12 ledes**. Así, se seguirá manteniendo el beneficio que nos propone esta tecnología en cuanto a

Color	Iluminancia (lux) óptica entera (91 ledes)	Iluminancia (lux) óptica con modelo Circular		Reducción máscaras (%)	Reducción modelo (%)
Rojo	683	Circular 1	394	42,0	50,5
		Circular 2	279	59,0	
Verde	1.092	Circular 1	614	56,0	58,3
		Circular 2	431	60,5	

Tabla 5: Reducción y comparación de iluminancias de ópticas enteras y con modelo Circular (a 60 cm).

Color	Iluminancia (lux) óptica entera (91 ledes)	Iluminancia (lux) óptica con polarizadores (7 ledes)	Iluminancia (lux) óptica con modelo Circular		Reducción máscaras (%)	Reducción modelo (%)
Rojo	683	3	Circular 1	23,1	96,6	97
			Circular 2	15,9	97,7	
Verde	1.092	8	Circular 1	61,7	94,4	95
			Circular 2	42,3	96,1	

Tabla 6: Reducción y comparación de ópticas con modelo Circular y usando polarizadores (a 60 cm).

reducción de emisiones de y al reciclaje que propone, pero además se estará utilizando de una forma eficiente, ya que actualmente no se está haciendo. Un dato que nos da una pista importante sobre lo que se está diciendo es, que según los fabricantes, la tecnología Led tiene una duración de 50.000 h, lo que equivale a una vida de casi 6 años de los semáforos. Sin embargo, el cambio de las ópticas con bombillas incandescentes a ópticas con ledes se realizó sobre el año 2013, y a fecha de hoy, 2015, las luminarias presentan ledes fundidos, parpadeos y lo que es peor, apagados completos de las señales. Esto significa que la vida de las señales semafóricas es de apenas 1 o 2 años. Lo que hace que lleguemos a la conclusión de que no se está obteniendo de la tecnología Led uno de sus grandes beneficios, su vida útil.

Además, con la solución de utilizar los ledes en circuitos que agrupen 12 ledes, cada grupo se encendería y apagaría un número de veces 10 veces inferior a lo que lo hace actualmente esto permitiría alargar su vida. Además, los ledes se fundirían menos, porque no se alcanzarían elevadas temperaturas, y las ciudades ahorrarían en reposición de ledes porque estén fundidos y el personal de mantenimiento podría dar abasto a la

hora de repararlos porque la cantidad de semáforos estropeados disminuiría drásticamente. También se añade el hecho de que las emisiones a la atmósfera de se reducirían.

#### REFERENCIAS

- (1) Gago A. *Iluminación con tecnología Led*. Madrid: Paraninfo, 2012.
- (2) Sá Lago A. *Aplicaciones del LED en diseño de iluminación*. S.L.: Marcombo, 2015.
- (3) *La historia del LED*. Osram.
- (4) *La importancia de la disipación del calor en una lámpara LED*. Ledia Group, 9 octubre 2012.
- (5) *Cómo seleccionar y comparar luminarias LED'S para aplicaciones de alumbrado exterior*. ANFALUM. Francisco Cavaller, Fernando Rodríguez, Alfonso Ramos et al. Enero 2010.
- (6) *LEDs. Sostenibilidad para Alumbrado Público: Contaminación Lumínica*. Philips, Enrique García Rodríguez, Junio 2014.
- (7) *Análisis de Temperatura y Color en LEDs de Alta Potencia*. Sorina Patirnac.
- (8) *Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*. Capítulo 5: Semáforos. *Ministerio de Transporte y Comunicaciones de Perú*.
- (9) *Magnitudes y unidades de medida*. Universitat Politècnica de Catalunya.



# CELDA ENZIMÁTICA COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN EN DISPOSITIVOS ELECTROMÉDICOS

Georgina Sebastián Blanes  
*geosebla@upv.es*



## INTRODUCCIÓN

El objetivo de la investigación está dirigido a buscar solución al problema que generan las pilas tradicionales no renovables; en concreto aquellas que son empleadas en dispositivos biomédicos. La alternativa que se ofrece es el desarrollo de celdas enzimáticas electrocatalíticas de biocombustible basadas en enzimas biológicas.

La investigación incluye el uso de componentes tales como hemina coensamblada con enzimas en nanotubos de carbono que a su vez formaran la arquitectura del electrodo. La caracterización básica electroquímica se realizará en función de la intensidad de la luz incidente, asimismo se realizarán análisis de luz-inducida para obtener una mejora del rendimiento de los sistemas. Estos estudios servirán de futura guía para la optimización de las estructuras en términos de rendimiento, coste y fiabilidad.

Las celdas de combustible biológico (*BiofuelCells BFC*) y las celdas solares Graetzel (*Dye-Sensitized Solar Cell DSSC*) están recibiendo cada vez más atención debido al inherente incremento de la demanda de energía solar. Por este motivo, durante los últimos años se ha estado investigando y desarrollando un nuevo tipo de célula híbrida fotoquímica fruto de la combinación de las BFC y DSSC denominada celda enzimática fotoelectroquímica de biocombustible (*Photoelectrochemical-BiofuelCells, PEBFCs*). La combinación de los dos tipos de celdas permite la conversión de energía química y solar en energía eléctrica lo que implicaría el pleno aprovechamiento de dos fuentes de energía totalmente renovables.

La conversión energética en las células de biocombustible es posible mediante el uso de la reacción fotosintética nativa y las enzimas gluco-oxidasa o gluco-deshydrogenasa. El sistema consta de electrodos integrados y modificados que actúan conjuntamente con enzimas para la emisión de electrones. Las proteínas

nativas se conectan eléctricamente por medio de mediadores de transferencia de electrones químicos como son los cromóforos. La fotoirradiación de los electrodos conduce a la generación de energía eléctrica, mientras que la oxidación del sustrato de glucosa actúa como combustible.

El nuevo sistema, proporciona un prototipo de PEBFCs para el aprovechamiento del modelo fotosintético que transforma la energía solar en energía eléctrica mediante el uso de sustratos de biomasa como combustibles.

Actualmente las células biológicas no pueden competir con las baterías primarias porque estas últimas resultan más económicas. A su vez, tampoco pueden competir con las baterías recargables como las de ion litio o las de litio poliméricas por la misma razón.

El desarrollo del proyecto se contextualiza dentro de un Trabajo Final de Grado desarrollado conjuntamente en la universidad de Nuevo México (EEUU) y la Universidad Politécnica de Valencia.

## ¿QUÉ DIFERENCIA LAS BATERÍAS CONVENCIONALES DE LAS CÉLDAS DE COMBUSTIBLE? PEBFCs UN NUEVO CONCEPTO DE CÉLDA DE COMBUSTIBLE

La diferencia fundamental entre las baterías convencionales y las celdas de combustible reside en que las primeras son dispositivos de almacenamiento de energía en las que el combustible está en el interior y producen energía hasta su total consumición. Sin embargo, los reactivos en la celda de combustible se suministran como un flujo continuo desde el exterior, lo que permite generar energía de forma ininterrumpida.

### Celdas de combustible inorgánico (FC)

En el sentido más amplio, las celdas de combustible se definen como los dispositi-

vos capaces de transformar directamente la energía química en eléctrica a través de reacciones electroquímicas (Palmore y Whitesides, 1994).

A continuación se muestra un esquema de una celda de combustible típica.

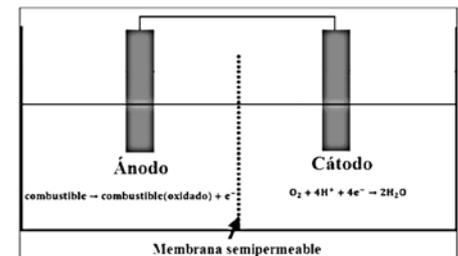


Figura 1. Esquema de una celda de biocombustible.  
Fuente: Davis y Higson, 2006.

Las celdas de combustible son sistemas de flujo estable, en los que el combustible y el oxidante se suministran desde una fuente externa que provee un medio de transformar energía química en eléctrica, sin combustión y sin contaminar el aire ni el agua, en un proceso continuo y directo mediante reacciones de reducción y oxidación en presencia de un catalizador, y elimina los productos de la reacción. La reacción química que ocurre es isotérmica y continua. Las celdas no están limitadas por el principio de Carnot, por lo que pueden alcanzar una mayor eficiencia teórica en la conversión de energía. El rendimiento del ciclo de Carnot viene definido por la siguiente expresión:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Por el contrario las reacciones de combustión involucran grandes variaciones de temperatura, lo cual genera energía como calor y/o trabajo. Las pérdidas excesivas que se producen en los sistemas de conversión de energía de varias etapas pueden evitarse mediante el uso de celdas de combustible que hacen la conversión en un proceso de una sola etapa.

La reacción ocurre en la superficie del ánodo que ioniza el combustible produ-

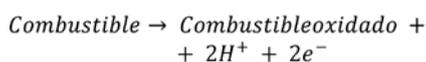


ciendo el flujo de electrones liberados a un circuito eléctrico externo. Dichos electrones son recibidos en la superficie del cátodo ya que se produce una reacción que acepta los mismos combinándolos con el agente oxidante formando iones. Los iones se combinan en el electrolito para completar la reacción total. Este último, que no es conductor eléctrico, transporta los iones entre los electrodos, para completar el circuito y continuar con el flujo de electrones.

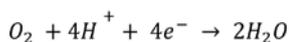
Por norma general las celdas de combustible funcionan con químicos inorgánicos relativamente simples, como es el hidrógeno ( $H_2$ ), produciendo energía, agua y dióxido de carbono (en el caso del metanol). Aunque éstas también pueden emplear otros combustibles como los alcoholes de menor orden y alcanos, aunque frecuentemente son reformados para producir hidrógeno antes del proceso de la celda de combustible (Mitsos y col., 2004; Vielstich y col., 2003).

Las reacciones generales que se producen en los electrodos de la celda son:

Ánodo:



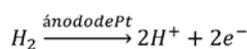
Cátodo:



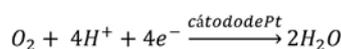
Un ejemplo típico es la clásica celda de combustible catalizada por Platino (Pt),  $H_2/O_2$  ( $E^0_{\text{celda}} = 1.23V$ ). Esta pila de combustible al igual que las demás, contiene dos electrodos (cátodo y ánodo), que se encuentran separados por una membrana o película de electrolito permitiendo el paso de los iones. Los electrodos también están unidos eléctricamente por un circuito externo que transfiere los electrones de un electrodo al otro. Además, la celda debe tener un catalizador (generalmente se emplea Pt) que hace posible la reacción, éste se ubica en la superficie donde el combustible se encuentra con el electrolito.

El oxígeno proveniente del aire pasa sobre el electrodo que actúa como cátodo y el hidrógeno gas lo hace sobre el electrodo que actúa como ánodo. Cuando el hidrógeno es ionizado en el ánodo se oxida y pierde un electrón. Al ocurrir este fenómeno, el hidrógeno oxidado (ahora en forma de protón) y el electrón toman diferentes caminos migrando hacia el segundo electrodo (cátodo). El hidrógeno avanza a través del electrolito mientras que el electrón lo hace a través del conductor externo. Al final de su camino ambos se vuelven a reunir en el cátodo donde ocurre la reacción de reducción o ganancia de electrones del oxígeno gas para formar agua junto con el hidrógeno oxidado.

Ánodo:



Cátodo:

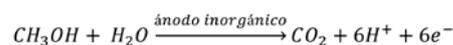


### Celdas de biocombustible (BFC)

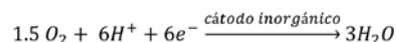
La celda de biocombustible o de combustible biológico, a diferencia de la celda de combustible inorgánico expuesta en el apartado anterior, emplea combustibles orgánicos como el metanol para generar electricidad.

Las celdas tienen la misma estructura que las anteriores, dos electrodos, uno que tiene la propiedad de remover los electrones del combustible (ánodo) y, el otro que tiene la habilidad de donar electrones a las moléculas de oxígeno que al entrar en contacto con los protones terminan reduciéndose a agua (cátodo) y a su vez ambos conectados a un circuito en el que se produce un flujo neto de electrones (corriente eléctrica). El proceso de electrooxidación se inicia con la adsorción de la molécula de metanol sobre el platino comenzando así una serie de reacciones que dan lugar a la formación de diferentes especies. De forma general, la primera etapa de la oxidación del metanol sería la adsorción y posterior desprotonación del alcohol.

Ánodo:



Cátodo:



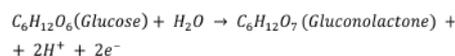
### Células de biocombustible enzimáticas

Las celdas enzimáticas de combustible biológico emplean enzimas para catalizar reacciones químicas, sustituyendo los electrocatalizadores metálicos tradicionales como platino o níquel. Estos sistemas generan cantidades moderadas de electricidad a través de la oxidación de fuentes de energía renovables.

El hecho de que las enzimas sean capaces de acelerar las reacciones en un factor de un millón o más no ha pasado desapercibido desde hace casi un centenar de años. La idea de aprovechar las enzimas para convertir el azúcar en energía en un sistema mecánico apareció en 1911, pero su evolución fue muy pausada hasta finales de la década de 1960. Desde entonces y hasta la actualidad el ritmo se ha acelerado hasta dar con una célula de combustible que se ejecuta a partir de azúcares simples.

La transferencia electrónica en el interior de la celda se da a partir de una reacción global redox, compuesta por el proceso de oxidación de la glucosa en el ánodo y el de reducción del oxígeno en el cátodo. La carga fluye a través de ambos lados de la célula, siempre que se suministren el agente oxidante (generalmente oxígeno) y el combustible necesarios. La eficiencia de la celda de combustible depende por tanto de la capacidad de catalizar la oxidación de la glucosa.

Ánodo:



Cátodo:



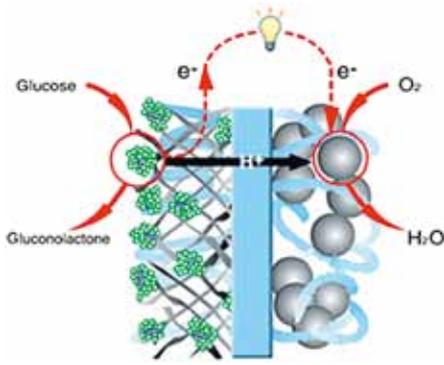


Figura 2. Esquema de una celda de biocombustible enzimática, en la que se observa el atrapamiento de las enzimas. Fuente: grupo de investigación del DR. HA'S (S/F).

En dicho tipo de dispositivo, la especificidad de las enzimas nos permite la no separación de cada compartimento de la célula, lo que permite reducir al mínimo el tamaño del sistema.

Los sitios activos de estas moléculas se encuentran en la matriz orgánica a una profundidad de varios angstroms de la superficie lo que lo que dificulta la cinética de transferencia de electrones entre las enzimas y los electrodos de superficie. Con el objetivo de solucionar el problema se han utilizado diferentes estrategias que pretenden conseguir la realización de conexiones eléctricas eficientes entre la enzima y la superficie del electrodo. Según el tipo de transferencia de electrones se pueden clasificar en dos grandes grupos: transferencia directa y transferencia indirecta.

Los electrones se pueden transferir entre la ubicación de la reacción y el electrodo de forma indirecta (Transferencia Electrónica Mediada, TEM) gracias a la difusión de un combustible secundario o a través de una molécula mediadora que repetidamente realiza ciclos, o bien por medio de una transferencia directa de electrones entre la ubicación de la reacción y el electrodo. A la última transferencia directa se le denomina TDE (Transferencia Directa Electrónica). En la transferencia directa, el electrodo viaja a través de un túnel y la velocidad de transferencia depende exponencialmente de la distancia entre

el dador electrónico y el receptor cercano. Sin embargo, aunque los electrones pueden transferirse directamente al electrodo, a menudo se introducen cofactores mediadores para transportar los electrones desde la enzima al electrodo con el fin de aumentar la densidad de corriente. Como los potenciales redox de la transferencia electrónica mediada dictan ahora el potencial de circuito abierto de la célula, se debe lograr la mejor relación entre el potencial y la corriente.

Frecuentemente, las enzimas que se encuentran inmovilizadas, exhiben mayor longevidad y estabilidad que aquellas que se encuentran en la solución. Para el desarrollo de nuevas técnicas es de gran interés no dañar a la enzima en el proceso de inmovilización pero resulta complejo proponer una técnica que no afecte a la estabilidad de las biomoléculas. Para mantener la estabilidad de la molécula y preservar su eficacia catalítica es necesario conservar la estructura tridimensional y en particular no afectar el medio ambiente del centro activo. Con el objetivo de inmovilizar las enzimas sobre la superficie de los electrodos sólidos se han desarrollado diferentes técnicas como:

- Inmovilización en una red polimérica (método físico),
- Inmovilización dentro de una membrana (método físico),
- Adsorción sobre el material de un electrodo (método químico),
- Unión covalente a un electrodo (método químico),
- Reticulado (método químico)

Hoy en día, las enzimas utilizadas para la oxidación eficiente de la glucosa a ácido glucónico son la glucosa oxidasa (GOD) o glucosa deshidrogenasa (GDH). La enzima GOD es la más utilizada como catalizador en el ánodo. Sin embargo sus valores elevados de peso molecular y tamaño molecular constituyen una limitación para la densidad de corriente obtenida con un electrodo sólido. Estos valores elevados se deben a que la huella de la enzima es

mucho más grande que la que requiere los átomos necesarios para la formación de un electrocatalizador convencional.

Por otro lado, las enzimas más utilizadas para catalizar la reducción del oxígeno a agua son la lacasa o la bilirrubina oxidasa (BOD). La propiedad más interesante de estas enzimas es su capacidad para reducir el oxígeno directamente a agua a potenciales más altos que lo que se observan con electrodos de platino.

Actualmente, las células enzimáticas de biocombustible encuentran su funcionalidad en instalaciones de pruebas en aguas residuales (sistema de célula de combustible microbiana), como método de bioremediación (Gil y col., 2004) y como sensor de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) (Kim y col., 2004) pero el reto más obvio e inmediato para la investigación en células de biocombustible sigue siendo en aplicaciones "in vivo", (Kats, 2013). Esto es debido a que el combustible utilizado podría encontrarse, prácticamente sin límite y a largo plazo, en la circulación de la sangre o incluso como una fuente permanente de alimentación para los dispositivos tales como marcapasos, sensores de glucosa para diabéticos o pequeñas válvulas para el control de la vejiga. También son diversas las propuestas de aplicaciones "ex vivo" Davis y Higson, 2007. La gran mayoría de estas aplicaciones está representada por la recuperación de energía de residuos o la generación de energía en zonas remotas.

El principal obstáculo en el caso de las células de combustible enzimáticas es la vida de los componentes, especialmente por la duración limitada de las enzimas y los problemas de suciedad en los electrodos.

### ¿Qué son las células solares sensibilizadas por colorantes, DSSC?

La celda solar Graetzel, conocida como celda solar sensibilizada por colorante, produce electricidad mediante un principio foto-electro-químico, que



permite convertir la energía lumínica en energía eléctrica. Las propiedades que presenta la celda son bastante atractivas pues no solo son de bajo costo sino que además son muy sencillas de producir.

Las DSSC están formadas por 5 componentes básicos: un semiconductor generalmente  $\text{TiO}_2$ , un pigmento sensibilizador (N719 dye), un electrolito mediador ( $\text{I}_3^-/\text{I}^-$ ), un electrodo (platino usado como cátodo) y finalmente un soporte mecánico para consolidar la estructura (puede ser de polímero o vidrio cubierto por  $\text{TiO}_2$ ).

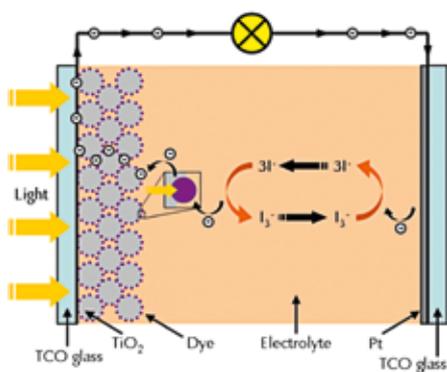


Figura 3. Configuración simplificada de una DSSC. Fuente: Gamry Instruments (S/F).

El funcionamiento de estas celdas se basa en tres pasos fundamentales:

- La interacción entre el fotón y la sustancia colorante (pigmento).
- La interacción entre la sustancia colorante y el semiconductor.
- El retorno de los electrones a la celda para completar el circuito redox.

La molécula de colorante se encuentra inicialmente en su estado base (S) y el material semiconductor del ánodo se encuentra en su nivel de energía no conductivo (cerca de la banda de valencia). La luz solar entra a través de la placa transparente e interactúa con el pigmento que se encuentra absorbido sobre la capa del material semiconductor. Cuando el fotón incide sobre el pigmento que absorbe la luz, un electrón de los orbitales cercanos al núcleo absorbe el fotón y gana la ener-

gía suficiente para desplazarse hacia un orbital más alejado del núcleo y con mayor energía ( $\text{S}^*$ ). En este caso se dice que la molécula o pigmento se halla en su estado excitado. Para que el electrón sea excitado debe absorber un fotón que contenga por lo menos una energía igual a la diferencia de energías entre los dos orbitales. Los átomos o las moléculas excitadas son muy inestables debido a que los electrones de alta energía tienden a retornar a su estado basal, regresando al orbital de baja energía. La molécula excitada tiene un tiempo de vida de unos pocos microsegundos y pierde su energía participando en una reacción fotoquímica. Los centros de reacción del pigmento son capaces de capitalizar este acto donando un electrón que libera la molécula y se introduce en la banda de conducción del semiconductor. Los electrones son transportados al colector del ánodo por medio de procesos que implican un gradiente de potencial entre el lugar inicial y el ánodo, teniendo este último un potencial más positivo. Llegados a este punto si conectáramos una batería ésta podría ser cargada. Los electrones desde el ánodo se dirigen hacia el cátodo, donde se produce la regeneración del electrolito mediante una reacción de reducción. Los electrolitos viajarán de nuevo hasta la molécula del colorante cediéndole los electrones que han ganado en el cátodo y así se completará la reacción redox global.

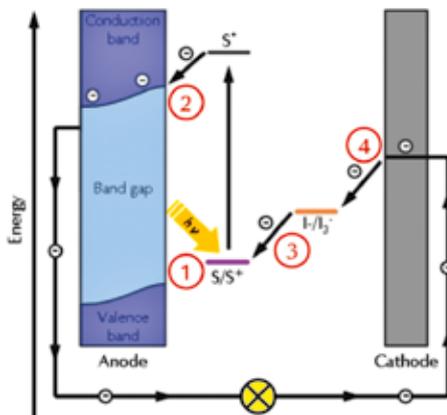


Figura 4. Diagrama de energía de una DSC. Fuente: Gamry Instruments, 2015.

Es importante tener en cuenta que la corriente de salida depende fuertemente del potencial de la celda así como de la intensidad de la luz incidente. La eficiencia en estas celdas se calcula como el ratio entre la energía máxima generada y la energía incidente de la fuente lumínica.

## ¿CÓMO PODEMOS COMBINAR AMBAS CÉLULAS ENERGÉTICAS?

Una vez establecidas las bases de las diferentes celdas de combustible, se procede a superar el reto de combinar los dos tipos de celdas.

Las PEBFCs están basadas mayoritariamente en las celdas enzimáticas. En el presente trabajo, el planteamiento es que el ánodo es el electrodo que contiene el componente enzimático, mientras que el cátodo empleado continúa siendo metálico (concretamente de platino). Este hecho no elimina la posibilidad de que en el futuro ambos electrodos estén formados por biocatalizadores.

Los electrodos enzimáticos en los que las enzimas pueden actuar tanto como dadores, como aceptores de electrones, toman ventaja respecto a los demás en que en ausencia de sustrato natural algunos de estos componentes biológicos (oxidoreductasa) son capaces de transferir de forma directa los electrones desde el centro activo de la biomolécula hasta la superficie del electrodo. Sin embargo, en este tipo de comunicación directa entre la enzima y el soporte conductor está obstaculizada por unas distancias relativamente largas. Por tanto, la eficiencia de la celda enzimática está restringida, entre otros factores, por el ratio de la transferencia electrónica entre la enzima y la superficie del electrodo. Algunas de las enzimas capaces de realizar la transferencia directa de electrones incluyen agentes oxidantes que no requieren de mediadores externos o difusión de las coenzimas y además, puede interactuar de forma directa electrónicamente con el soporte del electrodo. Con este tipo de



enzimas, se ha demostrado que mediante la fijación de éstas a la superficie del electrodo se reduce la distancia que debe recorrer el electrón. Otra de las posibles optimizaciones del sistema sería orientar inteligentemente el centro activo de la enzima hacia la superficie del conductor.

En aquellas enzimas que requieren de mediadores, las coenzimas adquieren el papel de mediadores realizando la transferencia electrónica al aceptar los electrones de la enzima y transportarlos hasta el terminal aceptor de electrones. Una vez cedido el electrón, la partícula vuelve a la enzima para empezar el ciclo de nuevo. La ventaja que presenta este método frente al directo es que la distancia entre la enzima y el electrolito no toma tanta relevancia, en este caso el cofactor viaja por difusión impulsado por un gradiente de mediadores.

En las quinoproteinas deshidrogenasas NAD-dependientes, el cofactor PQQ se ve implicado en la oxidación del electrón procedente del combustible y constituye la primera molécula que envuelve la transferencia electrónica hasta la reducción del aceptor final del electrón (superficie conductora). Sin embargo, este tipo de enzima utilizada que contiene su cofactor PQQ carece del complejo fotosensible hemina-b. Debido a que el cofactor PQQ es la molécula redox encargada de iniciar la transferencia electrónica se supuso que en las enzimas que no tuvieron heminas en su estructura, el cofactor podría actuar más fácilmente con una hemina enlazada al electrodo que directamente con el electrodo. Por lo tanto, se añade este proceso intermedio entre la enzima y el conductor. Se ha determinado, que el paso desde el cofactor hasta la partícula fotosensible (hemina) es rápida, pero una vez la carga se encuentra en el cromóforo, el paso de éste hacia el medio semiconductor ( $\text{TiO}_2$ ) es el que ralentiza el proceso. Llegados a este punto y sabiendo que el cromóforo es una especie fotosensible, es aquí donde interviene la aportación de las DSSC. Para conseguir el paso intermedio entre la enzima y

el aceptor final se inmovilizó el biocatalizador sobre el electrodo.

El primer paso en el uso de la energía luminosa es el poder captar la energía contenida en los fotones. Esta operación se realiza por medio de la absorción de la luz seguida de una excitación del cromóforo, lo que debería concluir en la aceleración del proceso de transmisión de electrones de una fase a la otra (conductor final). Todas las sustancias absorben cierto tipo de irradiación luminosa y éstas se encuentran caracterizadas por su espectro de absorción. El pigmento que se empleará en el presente trabajo será la hemina que posee su máxima absorción en 405 nm. Los procesos siguientes siguen el método acostumbrado, generando una corriente de electrones que viaja a través de un material conductor externo, mientras en el cátodo se produce simultáneamente la reducción del oxígeno.

En la fase experimental se mide la actividad del ánodo. El cátodo de platino sirve de contra electrodo que cierre el circuito, ya que no se registran datos de su actividad, por tanto se trata de la caracterización de media celda.

## COMPONENTES, MONTAJE Y FUNCIONAMIENTO DE LA CELDA

### Componentes

- La enzima utilizada es la glucosa deshidrogenasa. Esta enzima actúa sobre el grupo  $\text{CH} - \text{OH}$  como donante, siendo una quinona o compuesto similar el aceptor. La participación de la enzima es muy relevante en el proceso de glucólisis. En la oxidación de la molécula, la enzima en sí no es la que se oxida, sino su cofactor enzimático Pirroloquinolina-quinona (PQQ). Este compuesto actúa como cofactor para las enzimas glucosa deshidrogenasa, aunque también el PQQ es un antioxidante extremadamente potente capaz de llevar a cabo reacciones iterativas de oxidación y reducción a un grado mucho mayor que otros antio-

xidantes. Por ejemplo, la PQQ es capaz de llevar a cabo 20.000 conversiones catalíticas frente a las 4 conversiones que es capaz de realizar la vitamina C.

- Como ánodo se sintetiza una suspensión compuesta por un semiconductor ( $\text{TiO}_2$ ), la enzima junto *el agente PBSE que es el compuesto que permite su atrapamiento*, el cromóforo hemina-b ( $\text{C}_{34}\text{H}_{32}\text{ClFeN}_4\text{O}_4$ ) y un polímero denominado TBAB-Nafion que permite la solidificación del electrodo. La necesidad de incorporar este cromóforo en el ánodo viene dada porque la propia enzima no lo incorpora dentro de su estructura.
- El material conductor, utilizado para cerrar el circuito, se compone de dos partes: una superficie pulida de grafito y una estructura cilíndrica formada por nanotubos de carbono en su interior. La suspensión que conforma el ánodo se adhiere mediante enlaces covalentes a la superficie del conductor. El ánodo debe sintetizarse previamente cada vez que se vaya a realizar el experimento.
- El electrolito empleado es cloruro potásico (KCl 100 mM) disuelto en una disolución tampón de ácido 3-(N-morpholino) propanesulfónico (MOPS 200 mM). La disolución tampón tiene la funcionalidad de mantener el pH constante a 6 y, generalmente, es empleada en sistemas biológicos y bioquímicos.
- El combustible empleado es la glucosa (0.001 M) que se encuentra disuelta en la solución del electrolito.
- El electrodo de trabajo empleado para la reducción del oxígeno a agua es platino. Entre los electrodos de una pila se produce una diferencia de potencial o fuerza electromotriz que es difícil de determinar de forma absoluta ya que esto requeriría la presencia de otra semipila. Para solucionar el inconveniente se toma un electrodo de referencia al que se da un valor arbitrario; y a él se refieren todos los demás. Este electrodo de referencia es el electrodo de



plata/ cloruro de plata que contiene una disolución interna 3M de (Ag/AgCl).

- Para la emisión de los fotones, se utiliza una lámpara capaz de seleccionar la longitud de onda de la emisión (405 nm) con una densidad de potencia de , dos lentes y un espejo para focalizarla sobre el ánodo.

La disposición de estos elementos en la celda podría ser como se recoge en el siguiente esquema.

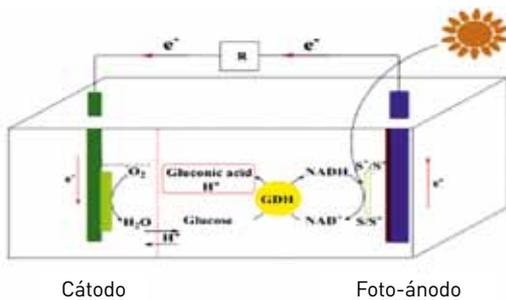


Figura 5. Esquema gráfico del funcionamiento de una PEBFCs. Fuente: Yang, J. y otros (2014).

## Montaje

La arquitectura del sistema se realiza empleando como sustento una placa metálica "breadboard" sobre la cual se fijan las diferentes partes de las que se compone el sistema. La fijación es posible por los agujeros que hay a lo largo de la placa, que permiten el atornillamiento de los diferentes componentes. Los electrodos están conectados a un potenciostato desde el que salen las diferentes conexiones que sirven para registrar los datos y que se unen a sus correspondientes terminales mediante cables de tipo cocodrilo. Con el fin de facilitar esta tarea se utiliza un código de colores en los cables para saber en cada momento a qué electrodo debe unirse cada conexión. Como hemos mencionado anteriormente, solo se registrarán datos de actividad del ánodo, así que el color asignado para el electrodo de trabajo será el verde, mientras que el blanco será para el electrodo de referencia, y el rojo para el contraelectrodo de platino.

## Partes de la celda

En la figura 6 observamos en la celda tres partes diferenciadas. En el interior del vaso de precipitados utilizado como recipiente, se encuentra situado a la derecha el conductor. El conductor está formado por nanotubos de carbono y una superficie inferior pulida (monocristalina) en la que se encuentra adherida la suspensión polimérica que contiene la enzima y el ánodo. Un poco más a la izquierda en el centro de la celda, se observa el electrodo de referencia Ag/AgCl. Por último, podemos observar el electrodo de platino que se encuentra a la izquierda de la celda. En el interior de la celda se dispone la disolución con el electrolito el combustible y el tampón.

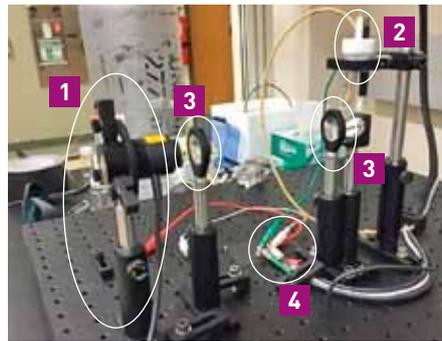
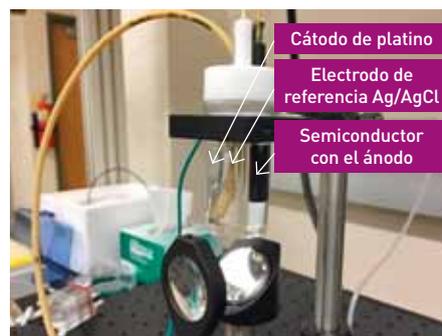


Figura 6. Estructura general de la celda: 1. Láser, 2. Celda de combustible, 3. Lentes y espejo, 4. Conectores para la toma de datos. Fuente: GSB.



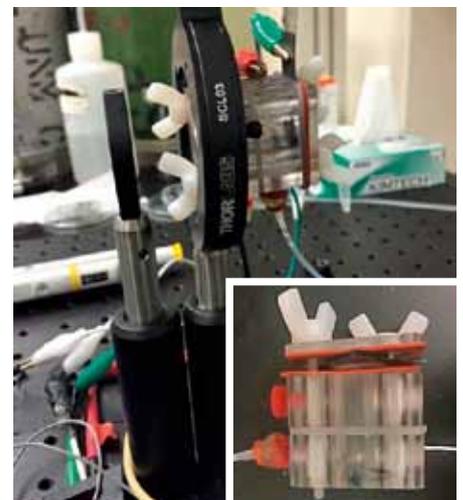
Figuras 7 y 8. Detalles de la celda de la PEBFCs a la izquierda. Potenciostato a la derecha. Fuente: GSB.

## Problemas detectados

1. El primer problema se presentaba en el interior de la celda. Pasado cierto tiempo, en el ánodo se formaba una burbuja lo que terminaba por abrir el circuito impidiendo el paso de electrones.
2. El segundo problema radica en la adherencia de la suspensión anódica, pues se resbalaba al poco tiempo de sumergirse en la disolución acuosa.

Estas dos dificultades encontradas influyeron en la decisión de tener que diseñar un nuevo modelo de celda que permitiera corregir los errores ocurridos en el ánodo del modelo analizado.

Para solucionar el problema de las burbujas se consideró que en vez de un recipiente, se emplearía una celda con una capacidad de 25 ml con forma de cubo con ranuras y agujeros en su interior que permitieran la inserción vertical de los electrodos. Esta nueva estructura, permite que en el caso de la formación de burbujas de aire sobre alguna de las superficies, estas surgieran directamente a la superficie. Por otro lado, para que la adherencia del ánodo sobre el material conductor fuera más fuerte se probó con un papel que estuviera formado por nanotubos de carbono (buckypaper) que pudiera establecer enlaces con el polímero que mantiene la estructura del ánodo sólida.



Figuras 9 y 10. Detalle de la nueva celda empleada y montaje. Fuente: GSB.

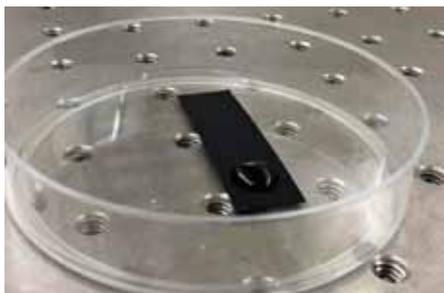


Figura 11. Papel semiconductor de nanotubos de carbono con la suspensión anódica aún húmeda. Fuente: GSB.

### Caracterización electroquímica de la celda

Toda la caracterización electroquímica se lleva a cabo a temperatura ambiente (22°C) en el seno de una disolución tampón MOPS a pH 6, conteniendo 100 mM KCl.

El proceso comienza con un ensayo de circuito abierto sin glucosa y sin fotoexcitación. A los 100 segundos se adiciona el combustible en el interior de la celda, y trascurrido un tiempo, que oscila entre X eY segundos se consigue la estabilización como se observa en el gráfico. A continuación se enciende la lámpara para conseguir la excitación del cromóforo. Durante toda la realización del experimento de circuito abierto se mantiene la corriente constante en 0 y se obser-

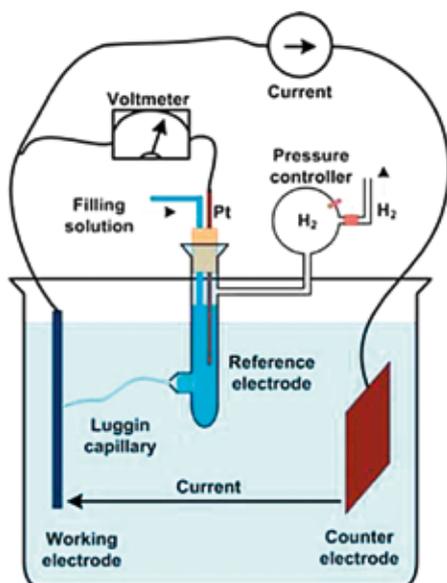


Figura 12. Esquema de la celda PBFCs. Fuente: Shinwari y otros, 2010.

van las variaciones en el potencial. El siguiente ensayo es de voltamperometría de barrido lineal (potenciodinámicas). Este proceso es de circuito cerrado y la variable que se controla es el potencial para poder medir y observar los cambios en la corriente. El programa informático registra la oxidación del analito que se detecta como un máximo en la señal y es a partir de dicho potencial cuando la especie comienza a oxidarse. La aplicación del pulso genera una sobrecorriente que nos sugiere una mayor actividad de la realmente existente. A este fenómeno que puede inducir a error hay que prestar una especial atención.

Para evitar este error en otros trabajos de investigación (Shuji Fujita, 2014) se lleva a cabo el ensayo potenciostático conservando el potencial constante que permite observar los cambios reales en la corriente.

En los ensayos realizados para la presente memoria solo se aplica el ensayo de circuito abierto y el de voltamperometría de barrido lineal. Para reducir los efectos de la sobrecorriente producida por cambios de potencial, se emplea una velocidad de barrido muy baja (2 mv/s) y que varía hasta llegar a los 600 mV.

### Atrampamiento de la molécula enzimática

Cuando la enzima es sujeta a la superficie de un material conductor por una molécula atrapante, el espacio que se produce entre el centro activo de la molécula orgánica y la superficie se reduce, minimizando las posibles interacciones que puedan ralentizar el proceso de transferencia electrónica. Este fenómeno permite además que la enzima sufra un menor cambio en el estructura que pueda alterar su actividad.

R.J.Lopez y otros (2015) probaron diferentes productos que pudieran atrapar la enzima. Los agentes fueron el acidpyrene-carboxilic (PCA) y el 1-Pyrenebutyric acid

(PBSE). Para la caracterización se llevaron a cabo experimentos de absorbancia UV/Vis sobre la enzima estando libre en disolución así como inmovilizada con cada uno de los agentes mencionados. Estos experimentos se realizaron por separado. Durante el análisis de absorbancia, se utilizó una longitud de onda de 570 nm. También se realizaron caracterizaciones a partir de polarizaciones potenciodinámicas con una velocidad de barrido de 2 mV/s. De la información obtenida, se pudo inferir en la ubicación de la enzima demasiado cerca de la superficie conductora repercutía en la reducción del grado de movilidad, así como en el aumento de las limitaciones de transferencia de la zona activada de la molécula.

El agente PBSE permitía una mayor movilidad debido a su estructura flexible que facilitaba la reorientación de los sitios activos de la molécula enzimática, mientras que los cortos enlaces de la molécula PCA, impedían este tipo de movilidad. Por este motivo, en el caso de que las enzimas hubieran quedado inicialmente inmovilizadas con una mala orientación del grupo activo PQQ, no tendrían la posibilidad de recolocarse para su mejor transferencia electrónica.

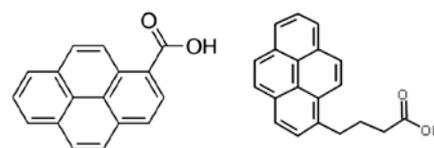


Figura 13. Estructuras moleculares del PCA a la izquierda y del PBSE a la derecha.

La diferencia esencial entre estos dos métodos de caracterización radica en que mientras el ensayo de absorbancia muestra todas las enzimas que están activadas, el método electroquímico muestra aquellas que están activadas y que además actúan en la transferencia electrónica, aportando por tanto mayor información del proceso.



## INMOVILIZACIÓN DEL CROMÓFORO SOBRE LA SUPERFICIE DEL CONDUCTOR Y POSTERIOR CARACTERIZACIÓN

La introducción de un paso intermedio entre la transferencia electrónica desde la enzima hasta el aceptor final de electrones se da mediante la inmovilización del cromóforo sobre la superficie del conductor. La inmovilización se lleva a cabo cuando la hemina queda enlazada al semiconductor ( $\text{TiO}_2$ ) y éste, a su vez, se encuentra adsorbido sobre la superficie del material conductor.

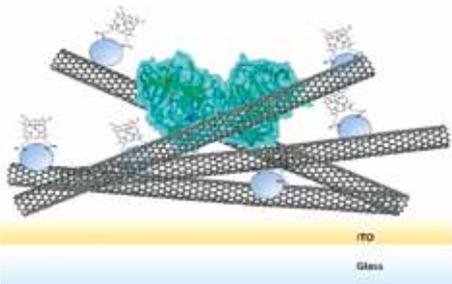


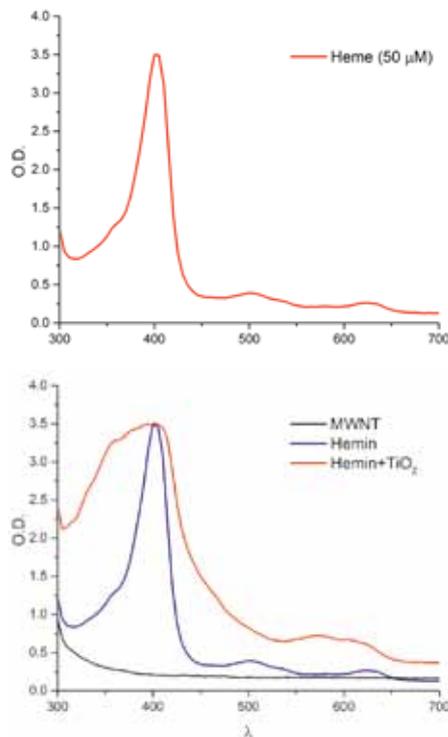
Figura 14. Unión de la hemina al semiconductor y éste al material conductor. Fuente: R.J. Lopez y otros, 2015.

La hemina es una especie fotosensible cuyas transiciones electrónicas características se presentan a continuación. Dichas transiciones han sido determinadas a partir de radiación electromagnética (Modelo de Gouterman para 4 orbitales, 1959) en las que se distinguen dos bandas.

La Banda Soret (403nm), en el espectro de absorción UV-Vis, es debida a una transición electrónica desde el estado  $S_0$  hasta el  $S_2$ . Se trata de un pico intenso en la longitud de onda azul del espectro visible.

La Banda Q (508-624 nm) es atribuida a la transición desde el estado  $S_0$  hasta el  $S_1$ . No se debe dejar de lado que la hemina no es un compuesto que esté aislado, sino enlazado a otros componentes y que esto podría afectar a su comportamiento a la hora de la transferencia electrónica, por lo que se realizó el experimento de radiación electromagnética, bajo 3 hipótesis que contemplan condiciones diferentes:

1º empleando únicamente el material conductor sin presencia de cromóforo, 2º en presencia de la hemina, y 3º en presencia de la hemina y el semiconductor  $\text{TiO}_2$ . Se realizó un estudio previo del cromóforo, caracterizando su actuación en solitario.



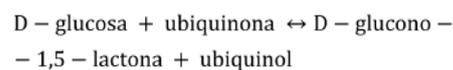
Gráficos 1 y 2. Espectro de absorción electrónica de la hemina (izquierda), del material conductor de la hemina actuando sin semiconductor y de la hemina actuando con semiconductor. (derecha). Fuente: R.J. López, 2015

Una vez, determinada la longitud de onda para la que mayor respuesta se obtiene, se procedió a caracterizar con el mismo experimento el comportamiento del cromóforo ya unido al semiconductor.

Como se observa en el gráfico 2, la hemina enlazada al semiconductor mantiene la máxima absorbancia en la longitud de onda de 403 nm aunque aumenta el rango de longitudes de onda a las que se mantiene activada.

### Funcionamiento

La reacción por la que se rige la transferencia electrónica entre el ánodo y el combustible es la siguiente:



Los dos sustratos de esta enzima son la D-glucosa y la ubiquinona, mientras que sus dos productos son D-glucono-1,5-lactona y ubiquinol.

Una vez el electrón ha pasado de la glucosa a la enzima y ha oxidado el cofactor enzimático, éste es el responsable de realizar la transferencia electrónica hasta el cromóforo que se encuentra unido mediante enlaces covalentes a la superficie del conductor. La especie fotosensible se excita con la luz visible, produciendo la emisión del electrón oxidado hacia la banda de conducción del semiconductor ( $\text{TiO}_2$ ). Desde el material semiconductor se conduce el electrón hasta el receptor final y a través de éste material conductor formado por pequeños nanotubos de carbono los electrones son transportados por el circuito hasta llegar al electrodo de platino donde se produce la reducción del oxígeno.

Como se ha explicado con anterioridad, en la práctica esta celda está destinada a captar los fotones de irradiación solar. Para trabajar en condiciones óptimas, se realizó un estudio previo con el fin de determinar la longitud de onda a la cual el cromóforo tenía una mayor absorción y por tanto una mayor velocidad de transmisión del electrón desde la hemina-b al material conductor.

## ACTIVIDAD DE LAS CELDAS DE COMBUSTIBLE

### Ensayos de circuito abierto

El primer experimento que se llevó a cabo fue el ensayo de circuito abierto.

Durante el experimento de circuito abierto se mantuvo la corriente constante en 0 y se observaron las variaciones en el potencial.

En el gráfico 3 se diferencian dos etapas: una primera fase oscura y una segunda fase lumínica. Como se aprecia, una vez

transcurridos 3.500 segundos, se enciende la lámpara que emite fotones a una longitud de onda de 405 nm. Justo en este punto se produce un cambio en la pendiente del potencial y aunque la tendencia general es decreciente, en este punto se vuelve aún más negativa. Este cambio de inclinación es positivo en la actividad del ánodo, pues cuanto más negativo sea el potencial de este electrodo, mayor voltaje proporcionará la célula electroquímica.

$$E_{pila}^o = E_{cátodo}^o - E_{ánodo}^o$$

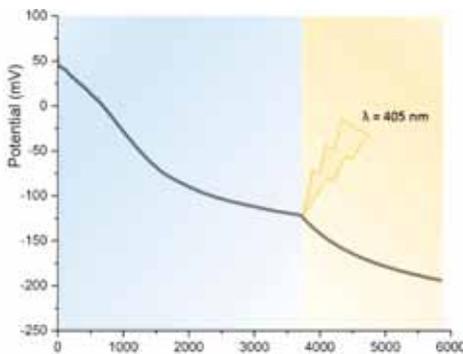


Gráfico 3. Ensayo de circuito abierto. Fuente: GSB.

Con este comportamiento, podemos definir la actuación del cromóforo que mejora su rendimiento al ser excitado por los fotones incidentes.

### Ensayos de circuito cerrado

El siguiente experimento que se llevó a cabo, fue el voltamperometría de barrido lineal (potenciodinámicas). Este proceso de circuito cerrado varía el potencial para medir la corriente a una velocidad de barrido de 2mV/s.

En el gráfico siguiente se observan dos experimentos realizados uno con la luz apagada, y el otro con la luz encendida. Tal y como se aprecia durante el experimento de la fase lumínica, se mejoran los rendimientos en los regímenes de control cinéticos y de transferencia de masa. También se observa una pseudo "fotocorriente" generada de 53.79 mA.

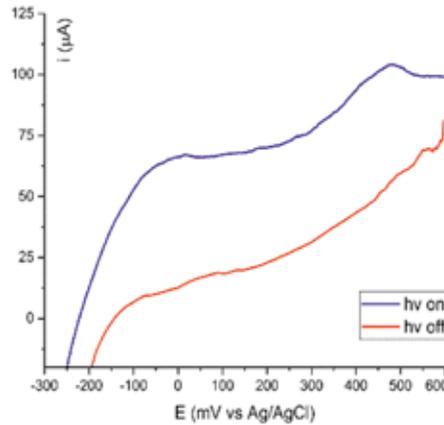


Gráfico 4. Voltamperometría de barrido lineal. Fuente: GSB.

## TERMODINÁMICA Y EFICIENCIA DE LAS PILAS DE COMBUSTIBLE

### Termodinámica de las pilas de combustible

La variación en la energía libre de Gibbs ( $\Delta G$ ) de un sistema en el que tienen lugar reacciones químicas es indicativa del máximo trabajo neto que se puede obtener y de su evolución. Esto consiste en que si  $\Delta G < 0$ , el sistema evoluciona de manera espontánea, si  $\Delta G = 0$ , el sistema está en equilibrio y finalmente cuando  $\Delta G > 0$ , el sistema evoluciona espontáneamente en sentido inverso. Esta magnitud está relacionada termodinámicamente con la entalpía de reacción ( $\Delta H$ , calor total de un sistema) y la entropía de reacción ( $\Delta S$ , función de estado relacionada con el desorden de la reacción), de acuerdo con la ecuación que rige este proceso:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

La cantidad máxima de energía eléctrica que se puede obtener de una pila está limitada por el primer principio de la termodinámica (ley de la conservación de energía) y, el segundo principio de la termodinámica (ley de entropía).

La reversibilidad de una reacción de una pila, implica que la reacción global de ésta se puede invertir mediante la aplicación de una diferencia de potencial externa a la pila de manera que el sentido de la corriente se invierta.

Teóricamente, la energía libre de Gibbs se convierte en energía eléctrica durante la reacción electroquímica.

$$W_{el} = \Delta G_{T,P}$$

La ecuación de Nernst establece que si la pila funciona reversiblemente se aprovecha al máximo la energía libre de Gibbs, por tanto el trabajo eléctrico del sistema electroquímico se calculará mediante la ecuación de Nernst, 1889:

$$W_{el} = -Q\Delta E = nF\Delta E$$

Donde es la diferencia de potencial entre los electrodos, Q es la carga transportada, n es el número de electrones que involucra la reacción y F la constante de Faraday.

En la ecuación de Nernst E representa la fuerza electromotriz que coincide, salvo en el signo, con la tensión de salida de la pila (U) sin carga:  $E = -U$

Para un proceso reversible e isotérmico, como es el que se analiza, puede calcularse su energía interna de acuerdo con la expresión de la ecuación de Nernst y considerando la energía libre de Gibbs que ocurre a una presión de 1 Atm y una temperatura de 25°C:

$$U = \frac{\Delta G}{nF} = \frac{237.400 \text{ J/mol}}{2 \cdot 96.487 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{V}}} = 1.229 \text{ V}$$

En el caso de que se forme agua en estado líquido como producto final, la tensión de salida de la pila es, por tanto, del orden de 1,229 V. Este valor se conoce como potencial de oxidación del  $H_2$  ( $E^o$ ) en condiciones estándar de 1 atmósfera de presión y 25°C de temperatura. Sin embargo, la fuerza electromotriz de una pila depende de las presiones parciales de los reactivos y productos en estado gas y de la temperatura de la pila. Por tanto, el voltaje en circuito abierto de la pila, depende de la tendencia que presentan ambos reactivos a reaccionar entre sí.



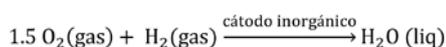
## TERMODINÁMICA DE LAS PILAS DE COMBUSTIBLE PEBFCs

En las reacciones que tienen lugar en el interior de la celda, los electrones se transfieren desde el bioánodo hasta el cátodo generando una corriente eléctrica. En esta etapa del proceso es precisamente donde se produce la conversión de la energía química en energía eléctrica. Para describir el potencial de circuito abierto o el potencial reversible generado por la reacción química que depende de la composición de la solución, se utiliza la siguiente ecuación modificada de la ecuación inicial de Nernst:

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} * \ln(Q)$$

En la que la Q es el cociente de reacción, E es el potencial de celda, R es la constante universal de los gases, T es la temperatura absoluta, n es el número de electrones relacionados en la reacción y F es la constante de Faraday.

En el caso de una celda ideal, el potencial de circuito abierto se calcula como la diferencia de los potenciales termodinámicos entre el producto del ánodo, es decir el combustible oxidado, y el producto del cátodo, es decir el oxidante reducido. En la celda objeto de estudio, se produce la reducción del oxígeno:



### Rendimiento energético en las pilas PEBFCs

El proceso electroquímico que tiene lugar en la celda de biocombustible es de alta eficiencia y de mínimo impacto ambiental, dado que el proceso de obtención de energía está exento de cualquier proceso térmico o mecánico intermedio, los dispositivos alcanzan eficiencias mayores que las máquinas térmicas, que se encuentran bajo la limitación de la eficiencia del Ciclo de Carnot.

En general, la eficiencia energética de una pila de combustible está entre un pudiendo llegar a alcanzar hasta un en cogeneración, es decir, mediante la obtención simultánea de energía eléctrica y energía térmica útil, si se captura el calor residual para su uso.

Por otra parte, dado que el proceso no implica la combustión de los reactivos, las emisiones contaminantes son mínimas, por lo que estamos ante un proceso mínimamente agresivo con las condiciones ambientales.

El rendimiento o eficiencia ideal de la conversión química a eléctrica que tiene lugar en el interior de pila, se define como el cociente entre la energía eléctrica obtenida  $\Delta G_{\text{reac}}$ , y la energía química puesta en juego  $\Delta H_{\text{reac}}$ . Por lo tanto, el cálculo del rendimiento queda establecido mediante la siguiente ecuación:

$$\eta_{\text{ideal}} = \frac{\Delta G_{\text{reac}}}{\Delta H_{\text{reac}}} = 1 - \frac{T\Delta S}{\Delta H}$$

Cuando el agua producida de la reacción global es líquida, en condiciones estándar, toma un valor de 285.8 KJ/mol y  $\Delta G$  237.1 KJ/mol. Por tanto, el rendimiento se corresponde con:  $\eta_{\text{ideal}} = 0.83$

La expresión de la eficiencia de la pila de combustible en términos de voltaje resulta la siguiente:

$$\eta = \frac{\Delta G_{\text{reac}}}{\Delta H_{\text{reac}}} = \frac{V_{\text{real}} * I * t}{V_{\text{ideal}} * I * t} * \eta_{\text{ideal}}^0 = \frac{V_{\text{real}}}{V_{\text{ideal}}} \eta_{\text{ideal}}^0$$

Donde  $V_{\text{real}}$  es el voltaje medido entre los electrodos en condiciones reales de funcionamiento, e I es la intensidad de corriente que circula por el circuito externo.

Expresando la eficiencia en términos electroquímicos, y sustituyendo  $\Delta G = -nFE$ , la ecuación resulta:

$$\eta_{\text{electroquímica}} = \frac{-nFE}{\Delta H_{\text{reac}}}$$

En esta expresión se considera que se consume la totalidad del combustible. Sin embargo, en las pilas de combustible no suele producirse su conversión completa, por lo que para calcular la eficiencia en voltaje real, se debe tener en cuenta el porcentaje que realmente se ha empleado, por lo que se multiplica la ecuación anterior por un factor que indique la cantidad de combustible que se está utilizando. Por tanto, aunque el rendimiento ideal parezca muy elevado, se ve reducido por las condiciones reales de funcionamiento que restringe en gran medida de la corriente que circula a través de la celda de combustible: cuanto mayor es la corriente, menor el rendimiento. Algunos de los parámetros que se deben considerar y que acarrearán pérdidas de eficiencia son los siguientes:

**Pérdidas por activación:** debidas a la baja velocidad de las reacciones en la región de polarización por activación. Para que las reacciones electroquímicas comiencen, al igual que en las reacciones químicas comunes, los reactivos deben superar la energía de activación. En realidad, en los electrodos no ocurre una sola reacción sino varias, cada una de ellas con su propia velocidad y energía de activación. Así pues, las pérdidas por activación son el resultado de las pérdidas debidas a cada una de estas reacciones sucesivas.

$$\Delta E_{\text{act}} = \frac{RT}{nF} \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

Donde R es la constante de los gases ideales en J/mol, T la temperatura de operación en K, n es el número de electrones por molécula, F la constante de Faraday en C/mol, I la corriente generada en A e  $I_0$  la corriente de intercambio.

**Pérdidas óhmicas (resistivas):** se deben a la resistencia al flujo de iones en el electrolito y a la resistencia al flujo de electrones que viajan a través del electrodo. Se expresan a partir de la ecuación de Ohm, 1854:  $\Delta E_{\text{ohm}} = R * I$

Donde  $I$  es la corriente que fluye a través de la pila en A,  $R$  es la resistencia total que incluye la resistencia debida a los electrones, a los iones, a los terminales de contacto y a las conexiones.

**Pérdidas por concentración:** Son debidas a los cambios de concentración del gas o transporte de masas.

La tasa de transporte de masa hacia la superficie de un electrodo, se describe a través de la ley de difusión de *Fick*:

$$I = \frac{nFD(C_B - C_S)}{\delta}$$

Donde  $D$  es el coeficiente de difusión de los reactivos,  $C_B$  la concentración máxima,  $C_S$  la concentración en la superficie, el espesor de la capa de difusión y la corriente límite que sirve para medir la máxima velocidad con que el reactivo puede suministrarse al electrodo y esto ocurre cuando  $C_S = 0$ . Por tanto, tomando

$$C_S = 0 \rightarrow I = \frac{nFD C_B}{\delta}$$

Entonces podemos expresar las concentraciones de la forma siguiente:

$$\frac{C_S}{C_B} = 1 - \frac{I}{I_L}$$

Así pues, la ecuación de Nernst que regiría el comportamiento de las especies químicas sometidas a unas condiciones de equilibrio, o en circuito abierto, resulta:

$$E_{I=0} = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln C_B$$

Cuando se cierra el circuito y aparece el flujo de corriente, la concentración superficial es inferior a la concentración máxima, y por tanto en la ecuación se sustituye la  $C_B$  por la  $C_S$

Un cambio en la concentración en el electrodo puede producir una diferencia de potencial que se conoce como polarización por concentración:

$$\Delta E_{con} = \frac{RT}{nF} \ln C_S = \frac{RT}{nF} \ln \left(1 - \frac{I}{I_L}\right)$$

Estas caídas en el potencial, se pueden evitar depurando con frecuencia el contenido de agua en el cátodo para que los gases, en nuestro caso el hidrógeno, puedan difundirse adecuadamente.

El método empleado para calcular la eficiencia de una biocelda se establece por primera vez en el estudio de Chaudhuri y Lovery, 2003 en el que realizaron un informe sobre la eficiencia de una celda microbiana de biocombustible que trabajaba mediante la oxidación de la glucosa.

En este informe se establece que la oxidación completa de toda la glucosa tiene como valor una carga global de 900 C. El procedimiento por el que se obtiene dicho valor numérico, es el siguiente:

La carga equivalente en valor absoluto a un mol de electrones corresponde con 96.500 C. Debido a que en la reacción de oxidación de la glucosa se necesitan 24 moles de electrones tal y como indica su estequiometría:



la multiplicación de ambos valores daría un resultado de 2.316.000 C esto correspondería a su vez a la carga en valor absoluto obtenida al reaccionar un mol de glucosa. Lo que para un  $\mu\text{mol}$  de glucosa, la corriente tendría un valor de 2,316 C. En el experimento que Chaudhuri y Lovery llevaron a cabo, se empleó una cantidad de glucosa equivalente a 389  $\mu\text{mol}$ . Por lo tanto, teóricamente se debería obtener, mediante la multiplicación de los dos términos anteriores, una carga de 900 C. Durante su experimento, en cambio, obtuvieron una corriente de 742 C. Lo que refleja un rendimiento del proceso del 83% (742 C / 900 C).

Tomando como base este estudio, y con los datos obtenidos en los experimentos se procede a calcular el rendimiento de la celda objeto del presente TFG.

La cantidad de glucosa empleada por carga en los experimentos de la presente memoria es de 25  $\mu\text{mol}$  (0.001 M \* 0.025 L). Tomando los valores expuestos anteriormente, la carga teórica obtenida en este experimento es de 57.84 C.

Como se observa en el gráfico 5, la carga máxima obtenida es de mC lo que reflejaría una eficiencia del 73% (42.50 C/ 57.84 C) para el experimento realizado con la luz encendida. Por otro lado, el ensayo realizado con la luz apagada obtiene una carga máxima de mC lo que reflejaría una eficiencia del 56 % (32.50 C/ 57.84 C).

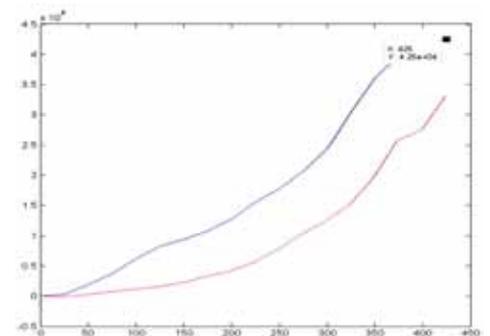


Gráfico 5. Representación de la carga obtenida frente el tiempo transcurrido. Fuente: GSB, 2016.

### Aplicación en dispositivos liberadores de insulina para diabéticos.

Controlar los niveles de glucosa en pacientes diabéticos sin necesidad de molestos pinchazos es un reto largamente perseguido por la medicina que, sin embargo, no ha logrado hasta ahora ningún método no invasivo tan eficaz como las agujas. Ahora, científicos de la Universidad Nacional de Seúl y e Instituto de Tecnología Gyeonggi-do (ambos en Corea del Sur), y las universidades estadounidenses de Massachusetts y Austin (Texas) han desarrollado un dispositivo de grafeno para medir los niveles de azúcar en sangre (Lee y Ghaffari, 2016).



Gracias a la flexibilidad y a la ligereza del grafeno, han logrado diseñar un dispositivo con aspecto de pulsera transparente en la que varios chips integrados son capaces de medir los niveles de glucosa directamente en el sudor.

La integración de una fuente de alimentación segura y de peso ligero produciría un parche de iontoforesis que mejoraría la experiencia del paciente al proporcionarle una mayor autonomía. En este punto es donde el desarrollo de una PEBFCs aporta valor significativo ya que puede dotar de una gran independencia al paciente al verse incrementado su rendimiento energético por su fotosensibilidad.

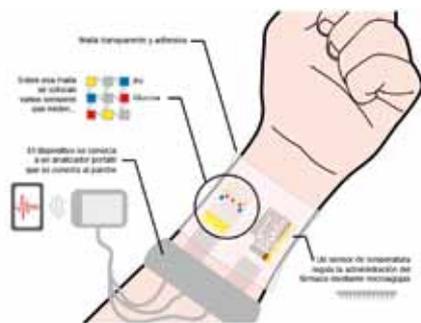


Figura 15. Aspecto del medidor de glucosa experimental.  
Fuente: IBS, 2016.

### Aplicación en dispositivos marcapasos, válvulas protésicas y demás productos implantables

Las PEBFCs también pueden ser interesantes como fuentes de energía para los dispositivos implantables tales como los marcapasos, y las válvulas protésicas.

El primer marcapasos permanente se instaló en 1958 y desde entonces los fabricantes de estos dispositivos médicos

implantables han intentado alimentarlos con diversas tipologías de suministro eléctrico, y baterías químicas entre otras.

En la actualidad las baterías de litio son las fuentes de alimentación no recargables más comunes para marcapasos. Su tiempo de vida medio oscila entre los siete y diez años. El rendimiento obtenido se considera más que suficiente ya que la velocidad a la que avanzan los progresos médicos es tal que cuando la batería se está agotando por lo general es posible sustituir todo el dispositivo por otro modelo tecnológicamente más avanzado, si bien es cierto que obliga a pacientes, generalmente de edades avanzadas a pasar por quirófano de nuevo, con todos los riesgos e inconvenientes que ello conlleva.

Por lo tanto los investigadores continúan buscando una fuente de energía compacta, perpetua, y que además no requiera de recarga externa.

Los investigadores se están basando en funcionamientos internos para acercarse a la solución y la han encontrado en forma de glucosa. Este tipo de azúcar es la fuente principal de energía de todas las células del cuerpo. Un implante que pueda ser accionado con glucosa resolvería el problema.

La glucosa se extiende a lo largo de todos los sistemas circulatorios por tanto este tipo de dispositivo tendría acceso a un suministro constante de combustible, y podría ser implantado en casi cualquier parte del cuerpo.

Uno de los proyectos en fase de desarrollo, está a cargo del equipo del profesor Frank Crespilho, de la universidad de São Paulo (USP). Se trata de una biocélula de combustible (BFC), que utiliza la glucosa de la sangre para producir energía. Para probarla, los investigadores implantaron ese dispositivo en el interior de la vena yugular de un roedor. La ventaja de su BFC es la escala y el tamaño de sus componentes. Los electrodos miden 20 micrones de

diámetro (seis veces menos que un pelo), y se insertan dentro de un catéter de 0,5 milímetros (mm) de diámetro por 0,6 mm de longitud.

Otro problema a solucionar es que las células sanguíneas, tales como los glóbulos rojos y blancos, pueden adherirse en la superficie de los electrodos y bloquear la difusión del azúcar. Para evitarlo se usa un polímero especial, dendrímero, que evita la adherencia y el bloqueo de los electrodos.

Rahul Sarpeshkar ingeniero eléctrico en el Instituto de Tecnología de Massachusetts, propone la construcción de una pila de combustible de glucosa a partir de un catalizador de platino. La desventaja es que el platino es un catalizador menos eficiente que las enzimas. Sarpeshkar plantea resolver el problema con la contaminación biológica implantando la pila de combustible en el líquido cefalorraquídeo que rodea el cerebro, pues aunque el líquido cefalorraquídeo tiene sólo la mitad de la concentración de glucosa de la sangre, está libre de proteínas y de células que reducen la cantidad de glucosa disponible, por lo que la vida de la pila sería extendida en gran medida.

En este momento entran en juego nuestras PEBFCs cuyo objetivo es obtener un mayor rendimiento energético al considerar su fotoactividad, ya que otro aspecto a desarrollar en futuras investigaciones es la incorporación de sensores a nivel superficial para implantes intracorpóreos que posibiliten el aprovechamiento de la energía solar.

### VENTAJAS ECONÓMICAS

Hasta la fecha el catalizador metálico empleado por excelencia en el campo de la electrocatálisis ha sido el platino. Metal muy valioso pero con un coste demasiado elevado y muy inestable debido a constantes conflictos en sus países de extracción. A esta desventaja se le suma el hecho de que el platino es un material finito y por tanto

un recurso limitado cuya obtención será más costosa con el paso del tiempo. Sin embargo, existe gran diversidad de metales que se pueden emplear para la síntesis de electrodos. Entre ellos destacamos los de primer orden para cationes: plata (Ag), cobre (Cu), mercurio (Hg), cadmio (Cd); los de segundo orden para aniones: plata (Ag), mercurio (Hg), y para reacciones redox, oro (Au). Tanto el mercurio como el cadmio son metales tóxicos, muy contaminantes que requieren de un tratamiento posterior muy complejo y caro. Además, estos metales ponen en riesgo nuestra salud así como la de las especies residentes en agua y suelos contaminados.

La contaminación del cadmio se produce principalmente a través de dos vías, la del agua y la del suelo. El cadmio que llega al agua principalmente es de vertidos urbanos e industriales sin embargo, la mayor parte del cadmio vertido por el ser humano va a depositarse en el suelo. La concentración de este metal en el suelo aumenta debido al incremento de los índices de emisión de origen humano, creyéndose que esta concentración se doblará cada 50 – 80 años.

Por otro lado, el mercurio es un contaminante tóxico muy conocido y peligroso que afecta a la fauna y flora en todo el mundo. El metilmercurio es una potente neurotoxina, que causa daños en el sistema nervioso y que afecta al desarrollo fetal e infantil. Además, también produce efectos nocivos en el sistema inmunológico, renal y cardiovascular. La asimilación de metilmercurio por parte de los seres vivos da lugar a procesos de bioacumulación y biomagnificación a través de la cade-

na trófica. Como resultado, tienen lugar importantes acumulaciones de metilmercurio en los peces de gran tamaño que consumimos habitualmente en nuestra dieta, siendo ésta la principal vía de exposición a mercurio en la mayoría de grupos de población.

La enzima utilizada es la glucosa deshidrogenasa. El precio de la enzima ronda los 236.00 \$/10 mg, pero la inversión que se requiere para cada electrodo sintetizado es de 1.27\$. Cabe destacar que a medida que se desarrollen nuevas técnicas de extracción y obtención enzimática, el precio tenderá a disminuir. Así mismo, las enzimas no son recursos limitados, por lo que se tendrá plena disposición con el paso del tiempo.

El presupuesto invertido en reactivos por carga es muy bajo, los componentes que elevan el precio de la celda son los electrodos de referencia y platino utilizados. El precio final estimado de la celda empleada en los ensayos es de 380\$. La batería de un marcapasos no se agota de repente sino que lo hace de un modo progresivo y predecible. En las revisiones, el programador indica el estado de la pila y, en la mayoría de los modelos, el tiempo de vida que le queda. Cuando el marcapasos da signos de que se va agotando, el médico indica revisiones más frecuentes hasta que objective el momento de recambiar el generador del aparato, ya que las pilas de los marcapasos no son recargables.

El recambio es un procedimiento habitualmente más sencillo y más corto que el primer implante, ya que sólo hay que sustituir el generador, utilizando los

cables ya colocados. El médico practicará una pequeña incisión para extraer el antiguo generador y lo sustituirá por uno nuevo, después de comprobar que los cables del implante anterior se encuentran en perfecto estado.

Esta operación implica una actuación de cirugía mayor ambulatoria con las molestias para los pacientes que ello conlleva. Tomando como ejemplo los datos de uno de los departamentos sanitarios de la comunidad valenciana con un hospital de referencia de 300 camas, se registraron 304 intervenciones en el año 2015. Cada una de estas intervenciones tiene un coste medio de 2.800€. Por lo tanto tienes un coste resultante de 851.200€ /año 2015.

Por lo tanto, resulta evidente la ventaja de conseguir un modelo de marcapasos que no necesite el recambio de batería, tanto a nivel económico como a nivel de satisfacción de paciente.

Otro de los usos propuestos para la pila, es la de medidor de niveles de glucosa en sangre. Los pacientes de diabetes así como los de hipoglucemia requieren de tratamientos que a largo plazo resultan costosos, así como de una asistencia periódica al médico especialista. El uso de la celda como elemento de control y prevención para estos pacientes, supondría un ahorro en capital hospitalario. A su vez, se han incorporado microagujas capaces de administrar a través de la piel la dosis necesaria de un antidiabético (metformina) cuando los niveles de glucosa salen de la normalidad, lo que también mejoraría la calidad de vida del paciente.





# CURSOS, JORNADAS Y EVENTOS 2015-2016



# CURSOS



## 2016

### ABRIL

- Ciclo formativo sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Alta Tensión con el nuevo Reglamento RD 337/2014
- Curso Estudios Acústicos para Actividades (On line)
- Curso sobre la implantación de la Norma UNE-EN-ISO 50001 (On line)
- Curso sobre Actuación Pericial, disciplina de la Ingeniería Forense (3a Edición)
- Curso sobre Primeros Auxilios (Ed. Abril 2016)

### MAYO

- Experto en Instalaciones de Climatización. Módulo I: Instalaciones Térmicas en Edificación.
- Experto en Instalaciones de Climatización. Módulo II: Instalaciones de Fluidos Caloportadores, Redes en Recirculación

### JUNIO

- Curso sobre Primeros Auxilios (Ed. Junio 2016)

### JULIO

- Curso de Inglés Online (Varios Niveles)
- Curso de alemán Online (Varios Niveles)

### SEPTIEMBRE

- Curso sobre Primeros Auxilios (Ed. septiembre 2016)
- Elaboración de Procedimientos y Normas de Seguridad en Prevención de Riesgos Laborales (Online)
- Curso Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión según el R.E.B.T. (2da Edición)



## 11/04/2016 CICLO FORMATIVO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN ALTA TENSIÓN CON EL NUEVO REGLAMENTO RD 337/2014

El conocimiento del nuevo reglamento, así como la problemática que presenta la conexión de las instalaciones (consumo y generación) a la red eléctrica junto con el procedimiento administrativo para su autorización por parte de la autoridad administrativa competente es de vital importancia para el desarrollo de cualquier proyecto de generación eléctrica.



## 11/04/2016 CURSO ESTUDIOS ACÚSTICOS PARA ACTIVIDADES (ON LINE)

## 25/04/2016 CURSO SOBRE LA IMPLANTACIÓN DE LA NORMA UNE-EN-ISO 50001 (ON LINE)

## 25/04/2016 CURSO SOBRE ACTUACIÓN PERICIAL, DISCIPLINA DE LA INGENIERÍA FORENSE (3ª EDICIÓN)

Con esta formación podrás adquirir los conocimientos necesarios para ejercer como Perito en los distintos campos de actuación forense, áreas y ámbitos de acción y materias forenses.



## 28/04/2016 CURSO SOBRE PRIMEROS AUXILIOS (ED. ABRIL 2016)

Curso organizado por la Sociedad de Prevención de Fremap en colaboración con el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Alicante.



## 10/05/2016 EXPERTO EN INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN. MÓDULO I: INSTALACIONES TÉRMICAS EN EDIFICACIÓN

Las Instalaciones Térmicas en la EDIFICACIÓN han sido desde antaño una materia de difícil comprensión para los técnicos proyectistas, dedicados mayormente a la planificación y revisión de obras, control de sus proyectos en la oficina técnica, etc. Además, con la entrada en vigor del CTE y RITE, se comenzó a exigir el cálculo y análisis pormenorizado de estas instalaciones en los proyectos.



24/05/2016

## EXPERTO EN INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN MÓDULO II: INSTALACIONES DE FLUIDOS CALOPORTADORES, REDES EN RECIRCULACIÓN

En las instalaciones de uso cotidiano están presentes multitud de fluidos que funcionan en régimen de recirculación, tal es el caso de instalaciones de calefacción, de energía solar térmica,

etc. La normativa actual obliga a diseñarlas y calcularlas con precisión, tal es el caso del CTE DB HE4, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, etc.





09/06/2016  
CURSO SOBRE  
PRIMEROS AUXILIOS  
(ED. JUNIO 2016)



04/07/2016  
CURSO DE  
INGLÉS  
ONLINE  
(VARIOS NIVELES)

04/07/2016  
CURSO DE  
ALEMÁN  
ONLINE  
(VARIOS NIVELES)

15/09/2016  
CURSO SOBRE  
PRIMEROS  
AUXILIOS  
(ED. SEPTIEMBRE 2016)

19/09/2016  
ELABORACIÓN DE  
PROCEDIMIENTOS Y  
NORMAS DE SEGURIDAD  
EN PREVENCIÓN DE  
RIESGOS LABORALES  
(ONLINE)



27/09/2016  
CURSO  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS  
EN BAJA TENSIÓN SEGÚN  
EL R.E.B.T.  
(2<sup>DA</sup> EDICIÓN)

Una instalación mal diseñada puede hacer que los equipos eléctricos no funcionen (debido a una caída de tensión excesiva), que las protecciones no actúen adecuadamente y no estén coordinadas con los cables utilizados, que las corrientes de c.c. no estén controladas y puedan provocar incendios, que la protección contra choques eléctricos no esté asegurada y corra peligro la vida de las personas, etc.



### CICLO FORMATIVO

## Condiciones técnicas y garantías de seguridad en Alta Tensión

### Nuevo Reglamento RD 337/2014

### 2<sup>a</sup> EDICIÓN



Tras el éxito de la primera edición, el Colegio, organiza de nuevo este ciclo con el objetivo de presentar, difundir, y capacitar a los técnicos en la aplicación de este reglamento, así como sus ITC-RAT, de obligado cumplimiento para todas las instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación a partir de los 2 años de la fecha de su publicación, es decir, a partir del 9 de junio de 2016.

+INFO:  
Centro Formación COGITIA  
Tel. 965 926 173  
[www.coitialicante.es](http://www.coitialicante.es)



#### DIRIGIDO A:

Ingenieros Técnicos, Ingenieros y Graduados en Ingenierías de la rama Industrial, así como a profesionales del sector de la energía eléctrica.

#### LUGAR:

COITI Alicante. Avda. de la Estación, 5

#### FECHAS:

PRÓXIMAMENTE

#### ORGANIZA:



#### COLABORAN:



# SERVICIOS QUE OFRECE EL COLEGIO EQUIPOS MEDIDA Y SOFTWARE TÉCNICO



## PRÉSTAMO EQUIPOS DE MEDIDA

Este servicio es exclusivo para colegiados del COITIA. Os informamos que acualmente el sonómetro se encuentra en la sede del COITIA, en Alicante. Para solicitar este servicio o consultar la disponibilidad del aparato, puedes llamar al teléfono: 965 92 61 73 o enviar un email a: [secretaria.coitia@coitialicante.es](mailto:secretaria.coitia@coitialicante.es).

Fecha última calibración: 18/01/2016

Fecha de calibración válido hasta: 18/01/2017

- **Instrumento: SONÓMETRO INTEGRADOR**  
Marca: Brüel&Kjaer. Modelo: 2260, N° de serie: 2375572
- **Instrumento: MICRÓFONO**  
Marca: Brüel&Kjaer. Modelo: 4189, N° de serie: 2377746
- **Instrumento: PREAMPLIFICADOR**  
Marca: Brüel&Kjaer. Modelo: ZC-0026, N° de serie: n/c
- **Instrumento: CALIBRADOR SONORO**  
Marca: Brüel&Kjaer. Modelo: 4231, N° de serie: 2376457

## SOFTWARE TÉCNICO

Os recordamos que el COITIA, pone a disposición de sus colegiados, los programas o, en su defecto, las licencias correspondientes para manejar el software técnico que detallamos a continuación. Si deseas utilizar estos programas, deberás dirigirte al ordenador de la Biblioteca de la Sede del Colegio. Más información: 965 92 61 73 o a través de [secretaria.coitia@coitialicante.es](mailto:secretaria.coitia@coitialicante.es)

### BASE DE PRECIO DE LA CONSTRUCCIÓN CENTRO 2014

Disponible la base de datos de la construcción de "Precio de la Construcción Centro" para consulta de los colegiados en el ordenador de la Biblioteca en la Sede del COITIA. También están disponibles los archivos del banco de precios (incluido archivo .bc3) en una carpeta del escritorio para que puedas usarlo con un programa

de presupuestos y mediciones compatible con este tipo de archivos. Más información sobre el programa y como insertar el banco de precios en otros programas en; <http://www.preciocentro.com/productos-edicion-2014/13-base-precio-centro-2014-cd.html>.

### SOFTWARE DE CYPE 2015, donde encontrarás:

Diseño y análisis estructural; CYPECAD, CYPE 3D, Muros pantalla, Marcos...; Diseño y cálculo de instalaciones; Infraestructuras urbanas, CYPECAD MEP...; Gestión de obras y documentación de proyecto; Generador de precios, Memorias CTE...

### SOFTWARE DE dmELECT, donde encontrarás:

DmCAD; CIEBT, CT y VIVI  
DmELECT Instalaciones; Instalaciones en Edificios e Instalaciones en Urbanización.

### Otro software técnico instalado:

- Fichas Técnicas.
- AENOR: Distribución y utilización de combustibles gaseos.
- AENOR: Seguridad Máquinas.
- AENOR: Normas UNE.
- Reglamento Electrotécnico Baja Tensión.
- Fundación Técnica Industrial: Reglamento de Protección Contra Incendios Tomo II.
- Fundación Técnica Industrial. Reglamento Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE). Tomo II.
- Fundación Técnica Industrial. Código Técnico de la Edificación (tomo II) Documentos SI-SU-HE-HS. Incluye la L.O.E.

\* Este software se encuentra instalado en el ordenador de la Biblioteca de la Sede del COITIA.

\* Normas UNE: Servicio de consulta, tanto en las delegaciones como en la sede del COITIA. Solicítalas a:

[secretaria.coitia@coitialicante.es](mailto:secretaria.coitia@coitialicante.es).

# JORNADAS



## 2016

### ABRIL

- Taller de Fiscalidad para Ingenieros (2a Edición)

### MAYO

- Jornada R.D. 337 Normas de distribución eléctrica
- Charla sobre los Cursos de Desarrollo Directivo en la Industria

### JUNIO

- Jornada sobre la Implementación del Nuevo RD 56/2016 de Auditorías Energéticas y Nuevas Oportunidades de Negocio para Ingenieros
- Jornada Técnica sobre Sistemas de Gestión Energética RD 56/2016
- Visita a Chocolates Valor



13/04/2016

## TALLER DE FISCALIDAD PARA INGENIEROS (2ª EDICIÓN)

En el taller se trataron los requisitos fiscales para el ejercicio de ingeniería, tanto por cuenta propia, como por cuenta ajena, así como la complementación con ejercicios prácticos, dando así respuesta a las preguntas más frecuentes que surgen en esta materia.



## 18/05/2016 JORNADA R.D. 337 NORMAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

El COITI de Alicante, en colaboración con la empresa Ormazabal ha organizado esta jornada cuyo objetivo es presentar, difundir y capacitar a los técnicos para la aplicación del reglamento 337/2014, de obligado cumplimiento para todas las instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación a partir del 9 de junio de 2016.



## 19/05/2016 CHARLA SOBRE LOS CURSOS DE DESARROLLO DIRECTIVO EN LA INDUSTRIA



01/06/2016

## JORNADA SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO RD 56/2016 DE AUDITORÍAS ENERGÉTICAS Y NUEVAS OPORTUNIDADES DE NEGOCIO PARA INGENIEROS

La Jornada se centró en explicar la nueva normativa de auditorías energéticas publicada en el Real Decreto 56/2016 de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía. Ante este nuevo reto, se quiere dar respuesta a la dudas de los técnicos para un cumplimiento adecuado de la normativa.



14/06/2016

## JORNADA TÉCNICA SOBRE SISTEMAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA RD 56/2016



El objetivo de la jornada es que el público asistente conozca y sea capaz de discernir correctamente que Sistema de Gestión Energética (SGE) es más adecuado según el perfil y las necesidades de la instalación. Así como dar a conocer al colectivo la importancia de un buen SGE para realizar una auditoria o implantar de forma correcta la ISO 50001.

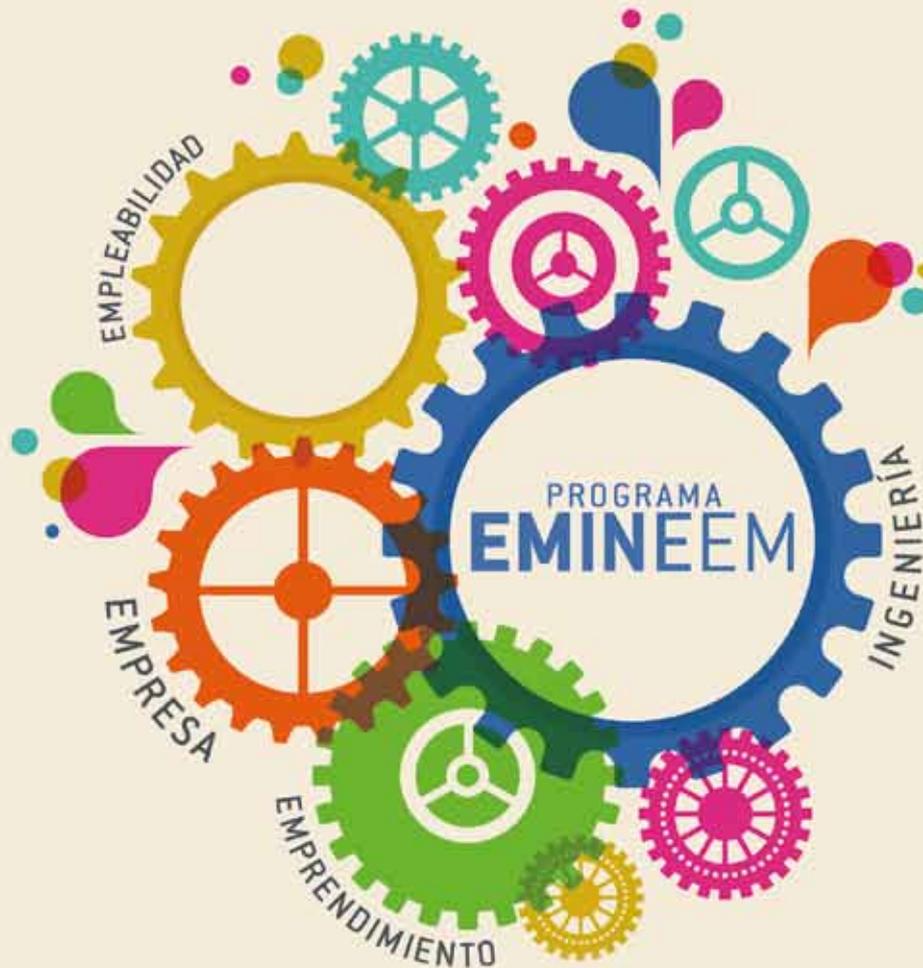
## 17/06/2016 VISITA A CHOCOLATES VALOR

Desde el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Alicante, hemos organizado una visita técnica a Chocolates Valor, empresa con más de 130 años dedicados a la elaboración del mejor chocolate. Conocimos paso a paso cómo se elabora el mejor chocolate a través de su proceso de fabricación y, además, visitamos el museo del chocolate.





*El programa EMINEEM se ha creado desde el Centro de Empleo y Emprendimiento y está dirigido a los colegiados del COGITIA en busca de nuevos proyectos profesionales.*



#### OBJETIVOS DEL PROGRAMA:

- Fomentar la **empleabilidad** y el **emprendedurismo** de los Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados.
- **Formación Continua** en Ingeniería, apoyándonos en las nuevas tecnologías de la comunicación.
- Crear espacios de **Networking** como fuente de conocimiento colaborativo y de competitividad, impulsar la utilización de las nuevas tecnologías y las **redes sociales** para el intercambio de contenidos y experiencias.
- Fomentar el emprendimiento potenciando la formación especializada, la investigación, y establecer **acuerdos con Headhunters y Empresas**.
- Vincular el ámbito Empresarial con el Profesional realizando acuerdos con empresas para **promover la inserción en el mercado laboral** de los Ingenieros y su especialización.
- Promover la **internacionalización** de nuestros profesionales y la **movilidad internacional**.

#### SERVICIOS PARA COLEGIADOS:

- Sistema de información al colegiado: **Boletín de Empleo** y las notificaciones para la Asistencia a Eventos del Programa.
- Asesoramiento especializado: Asesoramiento Laboral, **Orientación Laboral** y **Estudio Curricular y Apoyo al Emprendedor**.
- Ayudas para fomentar la empleabilidad con la **Bolsa de Prácticas** y el denominado **Programa de Mentoring**, en él, los colegiados con poca experiencia establecerán una red de contactos, con los colegiados expertos que les apoyarán y guiarán en el ámbito profesional y laboral.
- Ayudas para la formación especializada: **Programa de Becas** para el Centro de Formación.

# EVENTOS



## 2016

### ABRIL

- Acto Bienvenida Nuevos Colegiados 2015
- Foro Empleo y Emprendimiento en Campus Alcoy UPV
- Jornadas Empleo UMH
- La Unión de Colegios Profesionales de Alicante, se reúne con la UMH para futuras colaboraciones

### JUNIO

- Clausura Curso Actuación Pericial, disciplina de la Ingeniería Forense (3a Edición)
- Seminario "Profesiones Reguladas, Energía y Distribución de Electricidad"
- Jornada sobre Autoconsumo con Energías Renovables; Mitos y Miedos

### JUNIO

- Mascletàs de Fogueres 2016
- El COITIA firma un convenio con la empresa Personas y Ciudad

### JULIO

- Acto de Graduación Campus Alcoy-UPV
- Convenio Marco Colaboración entre la Universitat Politècnica de València y el COITIA

### SEPTIEMBRE

- El COITIA celebra su Acto Institucional y Cena de Hermandad 2016
- Reunión Mesa de la Ingeniería



## ACTO BIENVENIDA NUEVOS COLEGIADOS 2015

**14/04/2016**

El pasado, 14 de abril de 2016, se celebró el 'Acto de bienvenida de los nuevos/as colegiados/as del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos y Graduados de Alicante' durante el curso 2015. El exitoso acto fue presidido por D. Francisco García Portalés, Subdirector General de Industria; D. Antonio Martínez-Canales

Murcia; Decano del Colegio; D. Vicente Barrachina Jover, Presidente de la Delegación de Alcoy y D. Alberto Martínez Sentana, Secretario Técnico. Queremos agradecer la asistencia de los nuevos colegiados y la compañía de familiares y amigos.



## FORO EMPLEO Y EMPRENDIMIENTO EN CAMPUS ALCOY UPV

**14/04/2016**

Los días 7, 14 y 20 de abril se desarrolló el Foro de Empleo y Emprendimiento en el Campus de Alcoy de la Universidad Politécnica de Valencia y en el Ágora de Alcoy. Os informamos que un año más, el Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Alicante, participó como entidad colaboradora.



## JORNADAS EMPLEO UMH

**14/04/2016**

El pasado 14 de abril, se celebró la XIX edición Jornadas de Empleo, dirigida a las titulaciones del ámbito de la ingeniería industrial, en la Universidad Miguel Hernández. Agradecer una vez más, a la universidad y a todos los asistentes que acudieron a esta cita anual.



## LA UNIÓN DE COLEGIOS PROFESIONALES DE ALICANTE, SE REÚNE CON LA UMH PARA FUTURAS COLABORACIONES

**14/04/2016**

Entre los aspectos que tratados durante la reunión, destacan temas como los estudios que se imparten en la UMH y su relación con los Colegios Profesionales, el incremento de

las vías de colaboración entre la Universidad y los Colegios Profesionales y la implicación del Consejo Social en el tejido profesional.



## CLAUSURA CURSO ACTUACIÓN PERICIAL, DISCIPLINA DE LA INGENIERÍA FORENSE (3ª EDICIÓN)

**10/05/2016**

Clausurada la 3ª Edición del Curso de Actuación Pericial en la disciplina de la Ingeniería Forense, dirigido a Ingenieros Técnicos Industriales e Ingenieros de cualquier otra rama de la Ingeniería, así como a titulados de arquitectura, cualquier otro profesional de la pericia interesado en completar y perfeccionar sus conocimientos en el ámbito forense, integrantes de ingenierías, oficinas técnicas y gabinetes periciales, miembros de oficinas de peritaciones, peritos ejercientes, etc.



## SEMINARIO "PROFESIONES REGULADAS, ENERGÍA Y DISTRIBUCIÓN DE ELECTRICIDAD"

**13/05/2016**

Impartido por el Decano del Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Alicante, D. Antonio Martínez-Canales Murcia, y dirigido a los alumnos de las Titulaciones de Graduado en Ingeniería de la rama industrial que se imparte en la UMH. Durante la exposición, y ante la gran afluencia de alumnos, se plantearon interesantes preguntas y reflexiones sobre el sector de la distribución de electricidad, y en concreto sobre los nuevos retos que se plantean como es el desarrollo del autoconsumo, el almacenamiento de electricidad y el despliegue de la infraestructura de recarga del vehículo eléctrico.





## JORNADA SOBRE AUTOCONSUMO CON ENERGÍAS RENOVABLES; MITOS Y MIEDOS

**09/06/2016**

El Colegio participó el pasado jueves 9 de junio en esta jornada con una presentación sobre el "Impacto en la Calificación Energética de Edificios con Autoconsumo", de nuestro compañero Héctor Escribano. La apertura fue a cargo del Concejal de Territorio, Manuel Gomicia, y Samy Benchiheub, emprendedor y colaborador de Ágora. Ambos destacaron la importancia de realizar estas jornadas para poder informar sobre autoconsumo a los empresarios, ingenieros e instaladores que llenaron el aforo de la sala.

La jornada tuvo lugar en el Edificio Ágora de Alcoy, un espacio que persigue el objetivo de promover el emprendedurismo, por las nuevas ideas y por las personas, ha sido organizada por emprendedores de Ágora con el apoyo de la Federación Empresarial de l'Alcoià i el COMSAT (FEDAC), y ha contado con la colaboración de numerosas entidades y profesionales de empresas relacionadas con las energías renovables.



## MASCLETÀS DE FOGUERES 2016

**21/06/2016**

Un año más queremos agradecer la asistencia de los compañeros que se acercaron hasta el Colegio para disfrutar de las Mascletàs de Les Fogueres 2016.



## EL COITIA FIRMA UN CONVENIO CON LA EMPRESA PERSONAS Y CIUDAD

**27/06/2016**

El Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Alicante y la empresa municipal Personas y Ciudad, SAU, que desarrolla la gestión del Servicio de Vivienda del municipio de Sant Joan d'Alacant, firmaron el pasado miércoles 22 de junio un convenio de colaboración. El objetivo es impulsar el diagnóstico y la certificación de eficiencia energética de viviendas propiedad de los vecinos del término municipal de Sant Joan d'Alacant que se incorporen al servicio, promoviendo así la concienciación de los ciudadanos en materia de eficiencia energética de viviendas a través de dicho Convenio.



## ACTO DE GRADUACIÓN CAMPUS ALCOY-UPV

**01/07/2016**

El Campus de Alcoy de la Universidad Politécnica de Valencia puso fin al curso con el tradicional Acto de Graduación. Este acto estrenó ubicación dado que por primera vez tuvo lugar en el pabellón Georgina Blanes. Antes de empezar el acto hubo un sencillo acto de homenaje en el que se descubrió de forma oficial la denominación de "Edificio Georgina Blanes" con la presencia del rector de la UPV Francisco José Mora, que se emocionó al recordar a la figura de Georgina.



## EL COITIA CELEBRA SU ACTO INSTITUCIONAL Y CENA DE HERMANDAD 2016

**17/09/2016**

El Restaurante La Cantera de Alicante, fue el escenario este año de la tradicional Cena de Hermandad del Coitia en la que, como en anteriores ocasiones, se homenajeó a los compañeros que cumplieron 10, 25 y 50 años de colegiación. Durante el acto, el Decano del Colegio, Antonio Martínez-Canales Murcia, se dirigió a los asistentes para agradecerles un año más su asistencia y destacar, entre todas, las acciones que desde el COITIA y el COGITI se están llevando a cabo en materia de empleo y formación.



## CONVENIO MARCO COLABORACIÓN ENTRE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA Y EL COITIA

**01/07/2016**

Uno de los objetivos específicos del presente convenio es el diseño y la oferta de cursos de formación específicos en la disciplina de la ingeniería. El Campus d'Alcoi de la UPV, de acuerdo con el COGITIA, diseñará cursos de los diferentes niveles de forma que cumplan con las condiciones de calidad y requisitos necesarios para ser, en su caso, considerados como Másteres o Títulos Propios de la UPV. En virtud del acuerdo firmado, el COGITIA, en directo contacto con la red industrial, turística y de servicios de la provincia de Alicante, promoverá conjuntamente con la UPV la empleabilidad mediante la definición de programas que faciliten la rápida incorporación del egresado universitario al mercado de trabajo mediante acciones de tutorización, por parte de profesionales colegiados especialistas y mediante procesos de selección de personas "in company" que estimule la empleabilidad de los ingenieros de la UPV.



## REUNIÓN MESA DE LA INGENIERÍA

**29/09/2016**

Desde el año 2011, todos estos profesionales se encuadran en la Mesa de la Ingeniería de Alicante que asocia, en un único foro de debate y actuación conjuntos, a las distintas corporaciones que los representan en nuestro ámbito provincial, entre otros, los colegios oficiales de Graduados Ingenieros Técnicos Industriales, de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles, de Ingenieros Técnicos y Peritos Agrícolas y de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación.





IV  
EDICIÓN



## PROGRAMA EMINEEM PARA COLEGIADOS

Desde el año pasado, el COITIA, está llevando a cabo un programa muy ambicioso para fomentar la empleabilidad entre nuestros colegiados en situación de desempleo, denominado “Programa EMINEEM” sobre prácticas/proyectos en empresas y mentorización de ingenieros, principalmente.



### 30/06/2016 PRESENTACIÓN III ED. MENTORING COLEGIADOS

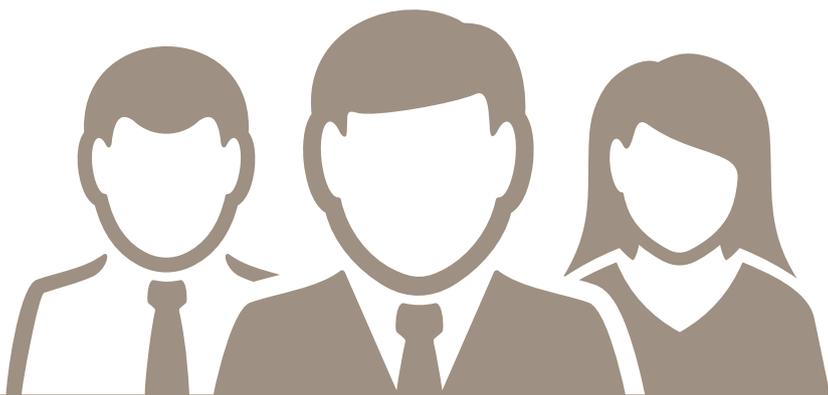
El pasado jueves, 30 de junio, se celebró en la Sala de Juntas del Colegio, la presentación de la III edición del Mentoring de Colegiados. Esta actividad está enmarcada dentro de la red de acciones de la III edición del Programa EMINEEM (Empleabilidad, Ingeniería, Emprendimiento y Empresa). Desde el Colegio, queremos volver a agradecer la participación de los colegiados que, de manera desinteresada, servirán de guía a un grupo de jóvenes colegiados.

Los mentores servirán de guía y orientarán a través de su experiencia, en definitiva, crearán nuevas sinergias con jóvenes colegiados adheridos al Programa. En la presentación, todos los mentores explicaron su recorrido profesional y alentaron a los jóvenes a seguir con tesón y entusiasmo la búsqueda de un empleo que les motive y les aporte satisfacción, tanto personal como profesional. Después de los interesantes testimonios, se realizaron las presentaciones correspondientes entre mentores y mentorados.

Otro de los propósitos que tiene con el Mentoring de colegiados es ampliar las redes de contactos entre compañeros, el Colegio debe ser el hilo conductor para favorecer el networking entre colegiados y el promotor de sinergias entre profesionales.

Grupo de colegiados de la III edición del Mentoring COITIA.





# MOVIMIENTO COLEGIAL

**Somos**  
a 30 de septiembre de 2016  
**2.064**  
colegiados

## ALICANTE (Altas)

Luis Francisco Sánchez Molina  
Anna Lluzar Iñàreta  
Esteban Gabriel Ferrández Martínez  
David Parra Fernández  
Jaume Salvador Mas Navarro  
Juan Luis Cano Rodríguez  
Francisco Javier Sellers Gil  
Juan Enrique Marín Villena  
Luis Francisco Pascual Piñeiro  
Maria Isabel Palencia Hernández  
Jorge Perelló García  
Ivan Gran Hurtado  
Julio Jesus Matellanes Romero  
Pascual Fco. Asensi Limiñana  
Moises López Caselles  
Jacob Domenech Requena  
Ignacio Mas Navaro  
Alberto Murcia Valdivieso  
Pedro Luis Bordonado Hernández  
Mario Muñoz Biendicho  
José Luis González Giménez  
Roberto Juan Sempere  
Antonio García Sanchis  
Gustavo Amado Moreno Torres  
Jose Carlos Mari Ivars  
Paulo Adrián Lucas Zambrano  
Manuel Ignacio Hernández Irizarri  
Javier Cerdán Rocas  
Angel Moises Galvañ Menor  
Ismael Carmona Contreras  
Beatriz Ivorra Zaragoza

Matías Molla García  
Carlos Verdú Calvo  
María Nieto Pascual  
Francisco Blanes Monllor

## ALCOY (Altas)

Ferran Sempere Gutiérrez  
Francisco Fuster Aragón  
Miriam Achau Piqueras  
Nuria García Serra  
Georgina Sebastiá Blanes

## PRECOLEGIADOS

Jaime Lizan Berná  
Manuel Alejandro Amorós Mora  
Enrique Barreneche Ivorra  
Brahim Ahmed Chekh  
Cristian Sabater Rico  
José Vicente Roca Alcocer  
Carlos Sánchez Arrabal  
Juan José Capelo Tomás  
Antonio Serrano Gómez  
Jorge Barceló Moscat  
Emilio Blanes González  
Eduardo Andarías Ivorra  
Sergio De Juan Vázquez  
Mateo Menor García

Os comunicamos que con fecha 11/09/2016, falleció nuestro compañero D. Isaias Grao Torre, que fue Socio de Honor y antiguo Tesorero de la Junta de Gobierno del Colegio de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Alicante.

### SEDE CENTRAL ALICANTE

Avenida de la Estación, 5  
03003 Alicante  
Teléfono 965 926 173  
Fax 965 136 017  
secretaria.coitia@coitialicante.es

### DELEGACIÓN DE ALCOY

C/ Goya, 1  
03801 Alcoy  
Teléfono 965 542 791  
Fax 965 543 081  
delegacion.alcoy@coitialicante.es

### DELEGACIÓN DE ELCHE

Avenida Candalix, 42  
03202 Elche  
Teléfono 966 615 163  
Fax 966 613 469  
delegacion.elche@coitialicante.es



# PRENSA



Jueves 26.05.16  
LA VERDAD

ECONOMÍA | CIUDADANOS | 9



Aspecto que presentaba la playa de Levante de Benidorm, llena de bañistas, el 15 de agosto del pasado año. :: ALEX DOMÍNGUEZ

LA CIFRA

6%

de caída de pernотaciones registró en la primera quincena de mayo la planta hotelera de Benidorm en lo que respecta al mercado nacional. En total, 200.000. Un desplome que no notaron los extranjeros como ingleses, holandeses, belgas, franceses o rusos, mercados que crecen a ritmo de dos dígitos. Con todo, para la segunda quincena de mayo la previsión es del 90% de ocupación.

tumbante, quien representa a 230 grupos empresariales del turismo en la Costa Blanca, que ofrecen nada menos que 70.000 plazas.

Mayor no hizo sino recoger un estado de ánimos que embarga al común de los muchos y potentes grupos hoteleros de la Costa Blanca como Port, Magic Costa Blanca, RH, Dynastic, Oasis Plaza, Medina, Fuster, Poseidon, Sandos, Meliá, La Marina, Bail, medplaya, SH, Don Pancho y Hoteles Benidorm.

Justifican sus temores con datos contrastados y avalados por la encuesta quincenal de Hosbec. Con un cambio de tendencia repentino que afecta al mercado nacional. La ocupación media en Benidorm ha sido del 86,3%, lo que supone un repunte del 1,3% respecto al mismo período de 2015. Marca de nuevo el mejor registro de esta quincena desde el año 2002. Mucho antes de empezar la crisis. Pero los datos dibujan un camino de cambio inquietante ante la temporada alta de verano. El repunte de turistas es debido exclusivamente al mercado extranjero, que supone más del 60% el total. Los británicos, con un 6% más de ocupaciones hoteleras, suponen 267.000 pernотaciones y los holandeses se disparan un 24%. También crecen los mercados belga, francés y ruso. Pero el español se desploma un 6%. Pese a representar cuatro de cada diez clientes de los hoteles de Benidorm en la primera quincena de mayo, el mercado nacional acusa un fuerte frenazo y cae un 6% en número de pernотaciones. Unas 200.000 en total, pero en caída libre. «La incertidumbre política puede marcar la diferencia en el mercado español», dijo. Ayer, Caballé dramatizó esa hipótesis.

# La mayor empresa turística confirma un verano récord en la Costa Blanca

El presidente de Servigroup, José María Caballé, con casi 10.000 plazas de hotel, no ve amenazas ni por falta de Gobierno ni por el Brexit

:: BERNAT SIRVENT

**ALICANTE.** Un verano de récord en la Costa Blanca. Cada vez son más las voces que apuntan a que la campaña turística alta será de aquellas en las que se rozaba el 'overbooking' en tiempos de crecimiento económico e inmobiliario en España, a principios de la década anterior. Pero la voz que lo dijo ayer es, quizás, una de las más cualificadas. Josep María Caballé es el mayor empresario turístico de la Costa Blanca, emplea en temporada alta a 2.000 personas, factura 100 millones de euros al año y ofrece casi 10.000 plazas entre la Costa Blanca, Castellón, las costas de Murcia, Almería y Manizales (Co-

lombia). Da por hecho que la temporada alta, que empezará dentro de unos días, en junio, será exitosa en visitantes españoles y extranjeros y en pernотaciones reales y tiempo de duración de las estancias en los establecimientos hoteleros.

Caballé, que ha recibido de muy buen grado el otorgamiento de la Medalla de Oro y Brillantes de la Cámara de Comercio por su trayectoria en el sector, avanzó ayer a este diario que «el verano va ser muy bueno, mejor que el del pasado año, que ya supuso un punto de inflexión» en clara alusión a la recuperación del mercado nacional y el aumento del extranjero.

«En la planta hotelera de Servigroup, el nivel de ocupación por las reservas realizadas ya, o sea, las camas vendidas en realidad, es superior a estas alturas del año que en 2015, que ya fue muy bueno», subraya Caballé, para quien la asignatura pendiente del mercado turístico de la Costa Blanca sigue siendo

el de la rentabilidad del negocio. Su política comercial no pasa, precisamente, por reducir los precios hasta reventarlos. Antes bien, su estrategia pasa por ajustar los paquetes vacacionales familiares, pero siempre sin renunciar a ofrece «una calidad y un valor añadido en todos nuestros establecimientos».

Para el empresario de origen catalán, pero asentado desde los años setenta en Benidorm, no afectará ni la falta de un Gobierno en España después de más de medio año (y los trámites parlamentarios que se sucederán tras el próximo 26 de junio, que podrían alargarse todo el verano y más allá), ni tampoco la salida del Reino Unido de la zona euro, el llamado Brexit, que podría encarecer en más de 200 euros las vacaciones de los ingleses en España, según advirtió hace dos días el primer ministro británico David Cameron.

Caballé recuerda que Italia es el país occidental que más tiempo ha estado sin Gobierno en los últimos

años y su mercado turístico no se ha visto afectado. «Lo importante en una nación es que funcione la maquinaria del Estado, el funcionariado, y creo que en España está sucediendo eso, nos dejan trabajar a los empresarios turísticos», añade quien es quizás el industrial alicantino más cosmopolita, pues no en vano es también piloto profesional y lleva más de 5.000 horas de vuelo.

**Elecciones y política**

Caballé no se ha visto afectado lo más mínimo por las voces de alerta que lanzó hace unos días el presidente de la patronal hotelera Hosbec, Antoni Mayor. «Esta temporada que está llamada a ser histórica, puede verse frenada por el mercado nacional que está acusando la incertidumbre política que vivimos y que puede extenderse a los meses de verano si no se logra conformar un gobierno estable después de las próximas elecciones», explicó de modo nada ambiguo, como de cos-

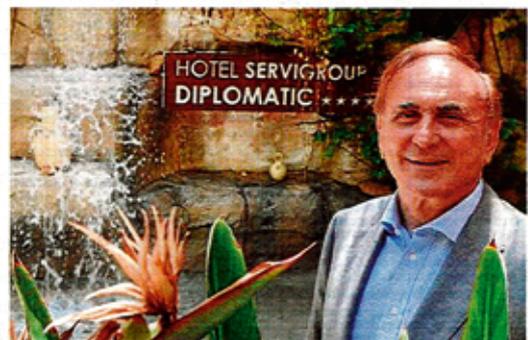
## Medalla de Oro de la Cámara a Caballé y premio a la innovación a Play Hawkers

:: B. S.

**ALICANTE.** El jurado de los Premios de la Cámara de Comercio, Industria, Servicios y Navegación de Alicante, que se entregarán el próximo 13 de junio en la tradicional Noche de la Economía Alicantina que tendrá lugar en la EUIPO, ya ha fallado los galardones que reconocen la labor de las mercantiles de la provincia en el año 2015 en las siete categorías: Comercio, Exporta-

ción, Turismo, Industria, Innovación Empresarial, Empresa de Servicios y Empresa Familiar. La Medalla de Oro y Brillantes se ha otorgado al empresario hotelero de Benidorm José María Caballé, fundador y presidente de Hoteles Servigroup, una cadena con 100 millones de euros de facturación, casi dos mil trabajadores en temporada alta y casi 10.000 plazas en la Comunidad, Murcia, Almería y Colombia.

Otro premio destacado es el de la innovación tecnológica, que ha sido para la empresa de gafas Play Hawkers SL, de Elche, que en dos años ya facturaron 15 millones de euros en venta por canal de distribución digital. El Premio al Comercio es para José Manuel Pastor Aliaga (Manel Calzados) y a la exportación a Forrest Chemical Group de Alicante. Al turismo se lo lleva el hotel Vivood de Benimantell.



Caballé, en los accesos al hotel Diplomático de Benidorm. :: B.A.

# Las pensiones compensaron el 43% de la caída de los salarios en la provincia durante la crisis

► Los ingresos por prestaciones aumentaron en 792 millones de euros entre los años 2008 y 2014 frente al descenso de 1.821 millones que experimentaron los sueldos ► Los sindicatos alertan de la excesiva dependencia de muchas familias de la paga de sus mayores

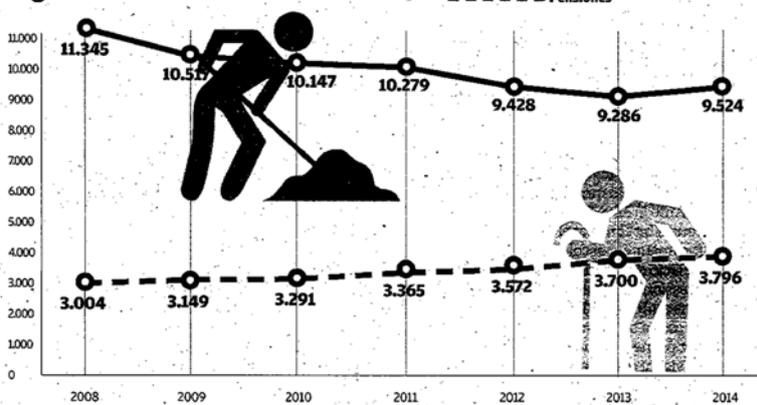
DAVID NAVARRO.

El aumento de las desigualdades que ha provocado la prolongada crisis económica, que ha llevado al empobrecimiento de millones de familias en todo el país, podría haber sido mucho peor sin el importante colchón que ha supuesto el estado del bienestar y, en especial, el sistema de pensiones. Hace unos días un informe del BBVA y el Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (Ivie) ya puso de relieve que estas prestaciones eran el mecanismo más efectivo para la redistribución de la riqueza y basta con echar un vistazo a los datos de ingresos declarados ante la Agencia Tributaria para comprobar su importancia.

En el caso de la provincia, el aumento del número de pensionistas y la mejora del importe medio de cada pensión lograron compensar hasta un 43,5% la caída de los ingresos por salarios que se registró en la demarcación entre los años 2008 y 2014, lo que evitó mayores penurias en muchos hogares, que hubieran tenido muy difícil subsistir sin la ayuda de sus mayores. En el conjunto del país el porcentaje es incluso mayor, ya que alcanza el 46%, y en algunas autonomías como Galicia roza el 60%.

Así, mientras que las rentas obtenidas por las familias alicantinas gracias al trabajo descendieron en 1.821 millones de euros durante el citado periodo –al pasar de 11.345 a 9.524 millones– debido al aumento del paro y la rebaja de los salarios; el importe de las pensio-

## Ingresos de las familias alicantinas



Fuente: Agencia Tributaria. DATOS EN MILLONES DE EUROS

INFOGRAFÍA | INFORMACIÓN

nes pagadas aumentó en 792 millones de euros, desde los 3.004 millones de 2008 a los 3.796 contabilizados en 2014.

Una parte de este incremento se debió al aumento del número de alicantinos que reciben una paga pública, que pasó de 301.849 a 321.908, ya que, sobre todo en los primeros años de la crisis, muchos trabajadores adelantaron su retiro ante las malas perspectivas laborales. Pero, además, al contrario de lo ocurrido con los sueldos, las pensiones siguieron subiendo durante la crisis hasta el punto de que el importe medio declarado ante Hacienda por cada beneficiario es actualmente de

casi 2.000 euros más que al inicio de la recesión.

### Las pensiones y los ahorros

«Es innegable que las pensiones de los mayores se han convertido en los últimos años en un salvavidas para muchas familias. El problema es que la gente se pensaba que sería algo temporal, y sin embargo, en muchos casos se ha convertido en una situación permanente», alerta el secretario general de la Federación de Pensionistas y Jubilados de CC OO en l'Alacantí, Àngel Espinar, ante la imposibilidad de regresar al mercado laboral de muchos de los trabajadores que perdieron su em-

pleo durante la crisis. «Otros se han encontrado con el problema añadido de que la paga no les daba para mantener a toda la familia, ya que no son sólo los hijos, también son los nietos y otros familiares, y se han comido los ahorros que tenían», añade el sindicalista.

En la misma línea, también la secretaria territorial de UGT en l'Alacantí, Yáissel Sánchez, destaca la importancia que ha tenido este mecanismo para atenuar los efectos de la crisis y por eso critica la última reforma realizada por el ejecutivo, que ha frenado el incremento de las prestaciones medias. Así, mientras que la pen-

A pesar de la ayuda de las jubilaciones, la renta media por hogar ha disminuido de 26.078 a 19.350 euros

sión media en Alicante aumentó un 11,47% entre los años 2008 y 2011, en los siguientes cuatro años –una vez puesta en marcha la reforma– sólo creció un 7,93%. Unos datos que le llevan a pensar que la próxima vez este mecanismo puede que no funcione como lo ha hecho durante la crisis.

### Se reduce la clase media

En cualquier caso, cabe recordar que las pensiones han servido para atenuar la caída de ingresos generalizada entre las familias pero no la ha evitada. Así, según el citado estudio del BBVA y el Ivie hasta tres millones de españoles se han caído de la denominada clase media para engrosar las capas menos favorecidas de la sociedad, que ya suponen el 38,5% de la población total frente al 31,2% de antes de la crisis. En el caso de la Comunidad Valenciana es muy significativa la caída de la renta disponible por hogar, que se ha contraído desde los 26.078 euros que alcanzaba en el año 2006 hasta los 19.350 euros de 2013, según las mismas fuentes. Una caída del 25,7%.

## La Cámara de Alicante reconoce a Hawkers y la tecnológica Facephi en sus premios anuales

► La institución anuncia los ganadores de sus galardones, que se entregarán el 13 de junio en una gala en la EUIPO

D. NAVARRO

La compañía alicantina Hawkers, dedicada a la comercialización online de gafas de sol, y la alicantina Facephi, creadora de un programa de reconocimiento facial, están entre los galardonados este año con los premios que anualmente otorga la Cámara de Comercio de Alicante, según la relación que ayer hizo pública la institución después de que el jurado

se reuniese el día anterior para emitir su fallo.

La firma alicantina, que con apenas dos años de vida logró cerrar el año pasado con una facturación de 40 millones de euros, recibió el premio a la Innovación, mientras que la tecnológica alicantina –la única firma de la provincia que cotiza en el Mercado Alternativo Bursátil– se lleva el reconocimiento a la mejor Empresa de Servicios. Por su parte, el premio al Comercio será para José Manuel Pastor Aliaga (Manel Calzados), de San Juan; el reconocimiento a la Exportación, para Forest Chemical Group SA, de Alicante; el de Turismo, irá a parar a Vivood Mada-

El resto de premiados son Grupo Indem, Forest Chemical Group, Vivood Madapar, Manel Calzados y Casa Federico

par SL, propietaria del hotel Vivood Landscape Hotel en Guadalest; el premio a la Industria será para Grupo Indem Guillem SL, de Ibi; y que reconoce a la mejor Empresa Familiar será para el

Restaurante Casa Federico SL, de Denia.

Asimismo, el jurado ha acordado la concesión de tres menciones honoríficas que en el apartado de Comercio será para Vicente Armengol Climent; en el de Empresa de Servicios para Bit Marketing Online SLN; y en el de Empresa Familiar para Amat y Maestre SLP, de Elda, que cumple 50 años. Además, como ya adelantó ayer este diario, la Cámara ha decidido conceder su Medalla de Oro y Brillantes –la máxima distinción que otorga– al hotelero José María Caballé, fundador y presidente de Hoteles Servigroup. Todos estos galardones se entre-



David Moreno, de Hawkers.

garán durante la Noche de la Economía Alicantina que se celebrará el próximo 13 de junio en las instalaciones de la Oficina Europea de Propiedad Intelectual.



VALLE DE ELDA  
2 de junio de 2016

Fundado en 1936

# VALLE DE ELDA

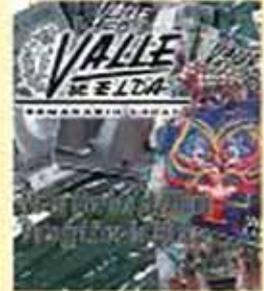
SEMANARIO DE INFORMACIÓN LOCAL, DEPORTES Y ESPECTÁCULOS

Deposito Legal A - 3 - 1908 [www.valledeelda.com](http://www.valledeelda.com)

Año 61 - Num. 2.906 - Elda, 2 de junio de 2016 - Precio: 1 euro

## La próxima semana saldrá la revista de fotos de las Fiestas

El periódico Valle de Elda pondrá a la venta la próxima semana su revista especial de Moros y Cristianos 2016, con más de 2.500 fotografías a todo color, incluidas las imágenes que los festeros se hagan en el 'photoosál' situado en la Plaza del Ayuntamiento.



## Premio Cámara de Comercio a Amat y Maestre



La Oficina Técnica de Ingeniería Amat y Maestre ha sido distinguida con una mención honorífica de la Cámara de Comercio, que le entregarán el 13 de junio en la «Noche de la Economía Alicantina».

## La nueva Brigada Canina sale a la calle estas fiestas



La Unidad Canina de la Policía Local se pone en marcha estas fiestas. Durante los próximos días se verá por las calles de la ciudad a Lobo, el perro entrenado para detectar estupefacientes.

## Elda intensifica más que nunca la promoción de sus fiestas de Moros y Cristianos



Miles de personas procedentes de distintas ciudades disfrutarán de las fiestas de Moros y Cristianos de Elda

Las fiestas de Moros y Cristianos de Elda atraen cada año a miles de personas procedentes de distintas ciudades, pero también a turistas extranjeros que nos visitan atraídos por estas fiestas de interés Turístico, que muy pronto podrían ser declaradas de Interés Turístico Na-

cional. Con este objetivo, y para conseguir una mayor difusión de las fiestas, la Junta Central de Comparsas de Moros y Cristianos y el propio Ayuntamiento de Elda se han voicado para llegar a través de las redes sociales al mayor número de personas posible.

Elda está en Fiestas del 2 al 6 de junio, días en que toda la ciudad está más unida que nunca a través de los distritos actos oficiales, como las Entradas o las Embajadas, pero también en los extraoficiales que se organizan desde todas las sedes festeras.

<p><a href="http://www.ebanisteriacorreas.com">www.ebanisteriacorreas.com</a> 630 267 576</p> <p>cocinas, carpintería, puertas, armarios, tarimas, muebles a medida</p> <p><b>EBANISTERIA</b></p>	<p><b>REFORMAS LOCALES Y VIVIENDAS</b></p> <p>Albañilería · Rehabilitación Interiorismo · Gestión inmobiliaria Certificados técnicos · Proyectos ...</p> <p>965 383 437 <a href="http://www.obasaurbana.es">www.obasaurbana.es</a></p>
---	--

**COLEGIO DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES** Se cuenta con un sistema de acreditación profesional fiable y transparente que permite a las empresas seleccionar perfiles determinados

## La formación y el empleo son las prioridades en un sector donde se aprecian signos de recuperación

ALICANTE

Formación y empleo son las prioridades del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Alicante (COITIA). El presidente, Antonio Martínez-Canales Murcia, asegura que «estamos en un momento en el que apreciamos signos positivos de recuperación de la actividad industrial, lo que nos hace insistir en la necesidad de formarse adecuadamente y acreditarse con el fin de facilitar la inserción en el mercado laboral».

Cabe recordar que el Colegio cuenta con el Programa Emineem de Prácticas-Proyectos en Empresas, mediante el cual se trabaja en la empleabilidad de los ingenieros, vinculando el ámbito empresarial con el profesional mediante acuerdos con empresas para promover la inserción en el mercado laboral.

Con esta iniciativa, se pretende asimismo potenciar la figura del ingeniero como profesional versátil y generador de valor, y convertir a los ingenieros en un referente como profesionales independientes y al servicio de la sociedad, fomentando a su vez el emprendimiento, la investigación y la innovación.

Por otro lado, desde el Colegio destacan la importancia de la acreditación profesional. De esta forma, se cuenta con un documento que deja constancia de la formación y experiencia del ingeniero,

lo que constituye una herramienta que sirve a las empresas para buscar perfiles determinados.

En la actualidad, se cuenta con cuatro tipos de acreditaciones: Junior, Senior, Advance y Expertise. Su importancia radica en que se trata de un sistema fiable y transparente, dado que el profesional pasa por varios 'filtros' que aseguran su competencia. Así, la documentación pasa primero por el Colegio; posteriormente, por el Consejo General; y en un tercer paso, por una entidad externa.

Esta acreditación tiene en cuenta la titulación académica, así como los cursos realizados, y su experiencia. Cada colegiado cuenta con una tarjeta lectora que permite al interesado comprobar su currículum 'in situ'.

Martínez-Canales destaca asimismo la importancia de la cercanía con los estudiantes universitarios, a quienes se dirigen todos los años a través de charlas orientadoras acerca de la profesión y las ventajas derivadas de la colegiación. «Acudimos a los campus de Alicante, Alcoy y Elche, ya que mantenemos convenios con las tres universidades como mediadores entre el mundo académico y el laboral, orientando a los recién egresados y tratándoles de ayudarles de cara a su inserción laboral», señala el presidente del COITIA.



Antonio Martínez-Canales Murcia, en su despacho del Colegio. LV

### Predisposición a colaborar con la Administración

El presidente del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales, Antonio Martínez-Canales Murcia, destaca la importan-

cia de tener en cuenta a los colegiados a la hora de colaborar de forma directa con la Administración en funciones propias de la profesión.

«Como corporaciones de derecho público que somos, y conociendo la situación de caren-

cia de medios con que cuenta la Administración Pública debido a la situación económica en sus diferentes niveles territoriales, creo que podemos aportar nuestra ayuda para dinamizar algunos sectores en los que se aprecia una paralización».

### CICLO FORMATIVO

## Condiciones técnicas y garantías de seguridad en Alta Tensión

### Nuevo Reglamento RD 337/2014

### 2ª EDICIÓN

Tras el éxito de la primera edición, el Colegio, organiza de nuevo este ciclo con el objetivo de presentar, difundir, y capacitar a los técnicos en la aplicación de este reglamento, así como sus ITC-RAT, de obligado cumplimiento para todas las instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación a partir de los 2 años de la fecha de su publicación, es decir, a partir del 9 de junio de 2016.

**+INFO:**  
Centro Formación COGITIA  
Tel. 965 926 173  
[www.coitalicante.es](http://www.coitalicante.es)



#### DIRIGIDO A:

Ingenieros Técnicos, Ingenieros y Graduados en Ingenierías de la rama Industrial, así como a profesionales del sector de la energía eléctrica.

#### LUGAR:

COITI Alicante. Avda. de la Estación, 5

#### FECHAS:

18, 19, 20, 25, 26 y 27 de octubre 2016

#### ORGANIZA:

#### COLABORAN:



INGENIEROS  
ALICANTE



Schneider  
Electric





## ¿Para qué sirve la Mesa de la Ingeniería de Alicante?

Desde 2011, la Mesa de la Ingeniería de Alicante reúne en un único foro de debate y actuación conjunta a las distintas corporaciones que representan a estos profesionales

25-09-2016

Las **profesiones de Ingeniería Técnica** vienen demostrando, en nuestro país y más particularmente en la provincia de Alicante, su indudable capacidad de actuación en el campo de la edificación y particularmente en la concreta actividad de la **inspección técnica en edificios** de toda índole.



Desde el año 2011, todos estos profesionales se encuadran en la **Mesa de la Ingeniería de Alicante** que asocia, en un **único foro de debate y actuación** conjuntos, a las distintas corporaciones que los representan en

nuestro ámbito provincial, entre otros, los colegios oficiales de Graduados Ingenieros Técnicos Industriales, de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles, de Ingenieros Técnicos y Peritos Agrícolas y de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación.

Uno de los objetivos fundamentales de la Mesa es la **promoción del ingeniero técnico y del nuevo graduado en ingeniería** (derivado del Plan Bolonia y subsiguiente reforma de las enseñanzas superiores en nuestro país) en el campo abierto de la Edificación y su formación para afrontar los nuevos retos que el mismo continuamente suscita. Objetivo lógico y prioritario, si se tiene en cuenta el especial contexto socioeconómico en el que surge la Mesa de la Ingeniería: de una **profunda crisis del sector** de la nueva construcción, de repunte de la opción del mantenimiento, reforma, explotación y rehabilitación de lo existente y de progresiva obsolescencia de la vigente **Ley de Ordenación de la Edificación** (en adelante LOE), **anticuada, injusta, corporativista, ambigua** y a la espera de una profunda puesta al día por medio de la **futura Ley de Servicios Profesionales**.

Lo dicho no debe interpretarse como un novedoso desembarco profesional «en playa ajena», sino la reafirmación de las competencias de la mayoría de nuestros profesionales en un campo de actividad (la Edificación) que le es propio y al que siempre han estado ligados, ya sea de forma total o parcial, principal o accesoria.



Esta capacidad de incidencia en el campo de la **Edificación se ha fortalecido** notoriamente tras la aprobación en 2009 de los nuevos planes de estudios a impartir por las Universidades (órdenes CIN del Ministerio de Educación), al verse reforzados casi todos ellos en la **tecnología específica** de la Edificación

y ordenación del territorio, competencias éstas que deben sumarse a la **nada despreciable capacidad técnica** que ya poseían, en relación a estas actividades, los antiguos titulados en ingeniería técnica.

En cuanto a la Inspección Técnica de Edificios (I.T.E.), Informes de Evaluación de Edificios (I.E.E.) o Certificaciones de Eficiencia Energética, tanto los colegios de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles, Graduados Ingenieros Técnicos Industriales, Ingenieros Técnicos Agrícolas e Ingenieros Técnicos en Telecomunicación, pueden exhibir y acreditar la **dilatada experiencia de sus colegiados** en la redacción y firma de este tipo de dictámenes, con independencia del uso al que se destina el edificio, ya que las mismas no se ven afectadas por la discriminación competencial en función de uso vigente en la LOE para otras actividades.



Además, no cabe duda que la **colaboración multidisciplinar** de distintos ingenieros técnicos (y ahora graduados en ingeniería) ha resultado una de las fórmulas más adecuadas para garantizar la **calidad del servicio profesional** prestado al cliente en el sector

de la Edificación, aunando los conocimientos más avanzados tanto en cimientos, estructuras y materiales como en todo tipo de instalaciones de servicios propios del edificio o generales, incluidas las de telecomunicaciones y los sistemas informáticos aplicados en **edificación inteligente**.

### Para un mejor servicio al usuario y a la sociedad

Las nuevas Leyes **de Defensa de la Competencia** y de **Garantía de Unidad de Mercado**, junto a la nueva doctrina de «**la libertad de ejercicio profesional con idoneidad**», han venido a confirmar las plenas atribuciones profesionales de nuestros colegiados consagradas en la **Ley 12/86 de Atribuciones de los Ingenieros Técnicos**.

La intervención cada vez mayor de los ingenieros en el campo de la Edificación ofrecerá sin duda **proporcionales ventajas** a los usuarios de sus servicios y a la sociedad en general. El reconocimiento de sus atribuciones profesionales **amplía la oferta y disponibilidad de técnicos** preparados para las distintas demandas de dichos usuarios en el ámbito de la Edificación, que se traducirán, en el caso de los I.T.E.s y los I.E.E.s, **la reforma y la rehabilitación**, en una sensible mejora del servicio prestado a **precios más competitivos**, en virtud del fomento de la libre competencia que conlleva.

Los **Colegios de Ingeniería** que suscriben, se ponen a disposición de los usuarios de las edificaciones y de sus comunidades de propietarios, con el fin de **asesorarles** en materia de inspección, reforma y rehabilitación de sus inmuebles, así como para informarles sobre las distintas **posibilidades de financiación** a tales fines, incluida la variada oferta de ayudas y subvenciones oficiales disponible en la actualidad.

**Información elaborada por** Miguel Navarro Weiss.

*Vicepresidente Nacional del Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles.*

## PLANES DE PENSIONES DE CAJA DE INGENIEROS

### Indicador de liquidez

👤👤 El cobro de la prestación o el ejercicio del derecho de rescate solo son posibles en caso de acaecimiento de alguna de las contingencias o supuestos excepcionales de liquidez regulados en la normativa de planes y fondos de pensiones.

👤👤 El valor de los derechos de movilización, de las prestaciones y de los supuestos excepcionales de liquidez depende del valor de mercado de los activos del fondo de pensiones y puede provocar pérdidas relevantes.

### Indicador de riesgo

◀Potencialmente menor rendimiento			Potencialmente mayor rendimiento▶			
1	2	3	4	5	6	7
◀Menor riesgo			Mayor riesgo▶			

(La categoría "1" no significa que la inversión esté libre de riesgo)

Este dato es indicativo del riesgo del Plan y está calculado a partir de datos históricos mediante el indicador SRRRI (Synthetic Risk Reward Indicator), que tiene una escala entre 1 y 7 y varía del 3 al 5. Este dato puede no constituir una indicación fiable del futuro perfil de riesgo del Plan. Adquiere esta categoría fundamentalmente por el riesgo de tipo de interés, así como por el de mercado y el de divisa. Puede consultar el riesgo de cada plan en <https://bit.ly/PlanesPensionesCI>

# Nuestro regalo, tu satisfacción.

Como socio de Caja de Ingenieros, sabemos cómo conseguirla:  
una gestión especializada, profesionalidad y transparencia.

Si nos confías tu Plan de Pensiones, trabajaremos para tu  
seguridad presente y futura.

## Con tu futuro no se juega.

Grupo  **Caja de Ingenieros**



Todos los Planes de Pensiones Individuales de Caja de Ingenieros tienen como Entidad Gestora: Caja Ingenieros Vida, SAU; como Entidad Depositaria y Entidad Promotora: Caja de Ingenieros, SCC. Los Fondos de Pensiones están auditados por Deloitte, SL –excepto el Caja de Ingenieros 15, Fondo de Pensiones auditado por Auren Auditores SL-. Puedes consultar el documento de Datos Fundamentales para el Participe en <https://bit.ly/PlanesPensionesCI> o en cualquier oficina de Caja de Ingenieros. Consulta el DFP antes de realizar cualquier aportación. Las rentabilidades pasadas no implican rentabilidades futuras.



**COLEGIO OFICIAL DE  
GRADUADOS E INGENIEROS  
TÉCNICOS INDUSTRIALES  
DE ALICANTE**

**SEDE CENTRAL ALICANTE**

Avenida de la Estación, 5  
Ap. Correos 1035  
03003 Alicante  
Teléfono 965 926 173  
Fax 965 136 017  
secretaria.coitia@coitialicante.es

**DELEGACIÓN DE ALCOY**

C/ Goya, 1  
03801 Alcoy  
Teléfono 965 542 791  
Fax 965 543 081  
delegacion.alcoy@coitialicante.es

**DELEGACIÓN DE ELCHE**

Avenida Candalix, 42  
03202 Elche  
Teléfono 966 615 163  
Fax 966 613 469  
delegacion.elche@coitialicante.es

[www.coitialicante.es](http://www.coitialicante.es)



COITIAlicante



Coitialicante