

José Luis López González (jluis.lopez.gonzalez@sergas.es)

Ingeniero – Máster en Arquitectura Sanitaria

Hospital Lucus Augusti – Lugo

Antonio Taboada Prado (antonio.taboada.prado@sergas.es)

Ingeniero

Sergas (Xunta de Galicia)

# Implantación de biomasa de origen forestal como fuente de energía renovable

Premiado en el concurso Library Awards 2016 de la International Federation of Hospital Engineering.

*La experiencia tiene el importante efecto demostrador de que la implantación de biomasa forestal como energía térmica es viable en centros sanitarios. El Servicio Galego de Saude, ha elaborado un Plan de Eficiencia energética (PIEE), dentro del cual se desarrolló el Plan Ecospital, mediante el cual se hace una renovación tecnológica de las centrales térmicas de nueve hospitales para incorporar como fuente de energía renovable la biomasa de origen forestal. El hecho de que se potencie el consumo de biomasa de origen forestal adquiere especial relevancia al contribuir a dar valor y utilidad al residuo forestal y disminuir el riesgo de incendios.*

## Introducción

El Servicio Gallego de Salud (SERGAS) es el organismo del Sistema Público de Salud de la Comunidad Autónoma de Galicia encargado de la prestación de los servicios sanitarios públicos para una población superior a los 2,7 millones de habitantes.

Organizativamente está formado en la actualidad por 7 Estructuras de Organización de Gestión integradas (EOXI) en las que se integran los diversos hospitales y centros de atención primaria de la siguiente manera:

– 7 Complejos Hospitalarios formados por 31 centros de los cuales 14 son grandes Hospitales.

– 7 hospitales comarcales.

– Más de 500 Centros de Atención Primaria, de los cuales más de 170 son de

gestión directa y los demás en colaboración con administraciones locales.

## La energía

El continuo incremento de la demanda energética, la problemática medioambiental de la energía de origen fósil y la gran fluctuación histórica que se produce en los costes de la energía primaria de origen fósil, hace replantear a la dirección del Sergas la gestión energética desarrollada hasta el momento, marcando como objetivo alcanzar un sistema energético eficiente y sostenible desde el punto de vista económico y medioambiental.

Para tal fin, se plantea la necesidad de ejecutar una importante mejora tecnológica integral, tanto en equipos generadores como en instalaciones energéticas, implantando una cultura de consumo responsable y, sobre todo, incorporando fuentes de energía renovables.

Y así se elabora un Plan Integral de Eficiencia Energética (PIEE) para abordar todas estas actuaciones de una forma integral y planificada. Se parte del análisis pormenorizado de la situación del momento, en la que se constataba varios puntos débiles, que se pueden resumir en estos dos grandes bloques:

– Heterogeneidad de las instalaciones energéticas existentes con importantes disfuncionalidades, fruto de concepciones de diseño de distintas épocas y de las continuas ampliaciones y reformas.

– Formas de gestión del mantenimiento de las mismas no homogéneas en las que la eficiencia energética no formaba parte de los objetivos prioritarios del sistema.

Finalmente, se identifican las posibilidades de ahorro y de racionalización del consumo y también las mejoras de la política de compras de energía.

Indicar que el Plan se diseña también pensando en la viabilidad cierta de su ejecución, y que tiene que ser ejecutado en el menor espacio temporal posible, en un escenario de crisis económica global, manejando las rigideces de la contratación pública, buscando resultados plausibles desde el minuto inicial y actuando sobre equipos e instalaciones que deben dar cobertura energética continua a los centros sanitarios. Una dificultad añadida es el hecho de que no había experiencias previas en los servicios públicos de salud de una experiencia de este tipo, por su amplitud y por su carácter integral.

Uno de los pilares fundamentales de este Plan, es la necesidad de promover el respeto al medio ambiente mediante la incorporación de energías renovables para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, así como a dar cumplimiento a las directivas europeas relativas a la eficiencia energética.

Partiendo de la base de que Galicia se revela como una de las más importantes potencias forestales de Europa, con una superficie arbolada de más de 1.400.000 hectáreas representando el 48% de todo el territorio, de ellas más de 120.000 corresponden a superficie forestal certificada, lo que la coloca al frente del Estado español en cuanto a gestión forestal sostenible.

Ante esta realidad, se plantea la incorporación de biomasa de origen forestal como fuente de energía renovable para abastecer de energía primaria térmica los principales hospitales de nuestra Comunidad Autónoma, incluso con un proyecto específico de incorporación de biomasa en 5 hospitales y que se denomina Proyecto Ecospital.

El hecho de que se potencie el consumo de biomasa de origen forestal en nuestra Comunidad Autónoma adquiere especial relevancia no sólo desde el punto de vista energético, económico y medioambiental, sino que también contribuye de una manera decidida a darle valor y utilidad al residuo forestal, disminuye el riesgo de incendios forestales, y, en definitiva, aporta mayor valor añadido a la riqueza forestal de Galicia contribuyendo a

dinamizar el medio rural y a fijar población.

### Las actuaciones

Una vez tomada la decisión estratégica por parte de la dirección del Sergas de poner en marcha este Plan, la dificultad técnica se basaba en diseñar soluciones comunes que sirvieran para todos los centros implicados pero a su vez disponiendo de suficiente flexibilidad para adaptarse a las particularidades de cada caso. Y todo esto, encajando en la solución administrativa de contratación que fuera viable e incluso teniendo en cuenta los distintos mecanismos y agentes que participaron en la financiación.

Así, las actuaciones principales se realizaron en los siguientes centros (se indica el nombre abreviado del centro por simplificación):

#### Grandes Hospitales:

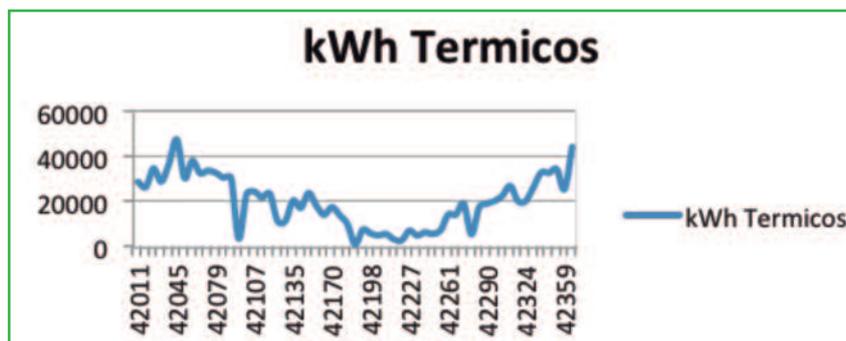
- Hospital de Ourense: hospital innovador y autosostenible incorporando Trigeneración con gas natural de doble cogeneración (motor+ORC), solar térmica

de alta concentración y fotovoltaica y una caldera de biomasa de 3.100 kW (puesta en marcha en mayo de 2015).

- Hospital de Ferrol: dos Caldera de biomasa de 1.000 kW (puesta en marcha febrero 2015).
- Hospital Materno-infantil de A Coruña: dos Calderas de biomasa, de 1.000 y 200 kW (puesta en marcha en 2015).

#### Hospitales Comarcales:

- Hospital de Burela: dos Calderas de biomasa de 500 kW (puesta en marcha octubre 2014).
- Hospital de Calde: dos Calderas de biomasa de 500 kW (puesta en marcha octubre 2014).
- Hospital de Verin: dos Calderas de biomasa de 500 kW (puesta en marcha febrero 2015).
- Hospital de Monforte: dos Calderas de biomasa de 500 y 800 kW (puesta en marcha octubre 2014).
- Hospital do Barbanza: dos Calderas de biomasa de 500 y 800 kW (puesta en marcha mayo 2015).
- Hospital de Cee: dos Calderas de biomasa de 500 y 150 kW (puesta en marcha en 2015).



Curva de demanda energética. Hospital de Calde.



Hospital Calde. Central T. en antiguo edificio de Horno Incinerador.



Hospital de Burela. Reforma Central Térmica existente.

Estas actuaciones se han realizado a través de contratos con Empresas de Servicios Energéticos, adjudicados mediante Procedimientos de licitación pública y abierta, mediante contratos mixtos (suministro y servicio) con una duración de 8 y 10 años según los casos, y financiadas las inversiones tanto a través de los ahorros conseguidos como de aportaciones de fondos de Feder Tecnológico como de INEGA (e IDAE).

### Instalaciones

El diseño y ejecución de estas estructuras energéticas se ha realizado con el objetivo de conseguir un alto rendimiento energético, una automatización integral de la totalidad de las instalaciones y un control informatizado de las mismas. También se han realizado bajo unos condicionantes de variabilidad de situaciones entre los que podemos destacar los siguientes: amplio abanico de potencias (desde 150 a 3.100 kW, diferentes tipologías y tamaño de Hospitales, ubicación tanto en espacios urbanos como en zonas alejadas de edificios residenciales, reformando salas de calderas existentes o en nuevos edificios y manteniendo parte de las instalaciones existentes, para diferentes rangos de temperaturas, curvas de demanda, etc, lo que ha permitido acreditar la viabilidad y fiabilidad de estas instalaciones térmicas alimentadas con biomasa en cualquier escenario, bajo cualquier premisa y curva de demanda energética.

También cabe destacar que las condiciones técnicas exigidas, tanto al diseño como a la ejecución y a la explotación de las instalaciones, han sido rigurosas y que podemos resumir en:

- Equipos térmicos de alto rendimiento (>95%) para combustión de biomasa tipo pellet o astilla, con tres pasos de humos, alta inercia térmica, intercambiador de alta eficiencia y con alta superficie de intercambio y baja temperatura de humos, presión de trabajo 6 bares y sistema automático de retirada de cenizas. Con unidad de control central tipo PLC y sistema de seguridad compuesto por compuerta de anti-retroceso de



**Sala de Calderas.**

llama, disipador de sobrecalentamiento en la entrada del quemador y sistema de seguridad de refrigeración para evitar sobrecalentamiento de la caldera, sistema rotativo de anti retroceso de llama y de corte para combustibles de tamaño fuera de rango, etc.

- Ventilador de aire de combustión con control de velocidad, con encendido automático, regulación automática de potencia de modulación desde el 30% de potencia nominal, con alimentación automática, sonda Lambda de regulación de combustión.

- Sistemas de evacuación de humos con chimeneas de acero inoxidable aisi-316, con sistema multiciclón y ventilador de tiro para eliminar las partículas de hasta 5-10 micras de los gases de combustión, con extractor de humos con ventilador con variador de frecuencia y control de depresión en la cámara.

- Doble silo de almacenamiento de biomasa con sistema de alimentación in-



**Hospital Calde. Silo de astilla, suelo móvil, sinfín alimentación calderas.**



**Depósitos de inercia y multiciclón.**

dependiente para cada caldera mediante tornillo sinfín.

- Circuitos hidráulicos con bombas de caudal variable y con depósitos de inercia de gran capacidad para una regulación suave de la instalación.

- Un sistema de control para la gestión técnica integral de la instalación mediante un autómatas programable, con sistema "scada" para una visualización de los parámetros técnicos y energéticos.

### Características de la biomasa

Además de las exigencias antes citadas para las instalaciones, no podía pasarse por alto la exigencia de la calidad de la biomasa. Y así, la biomasa consumida en estos Hospitales es de madera virgen procedente del monte o plantación, por tanto, de origen primario adaptándose a las especificaciones de la norma EN14961 de la clasificación como biomasa leñosa provenientes del grupo-1.1. Además la biomasa debe disponer de Certificado de



**Hospital de de Ferrol. Silo pellets.**

Cadena de Custodia, tipo CdC PEFC, asegurando la trazabilidad del producto a lo largo del proceso productivo y garantizando el origen sostenible de los productos forestales. La biomasa tipo pellets dispone de certificado de calidad conforme al sello de calidad EN plus.

Con objeto de profundizar en el estudio de las diferentes opciones que plantea la biomasa se ha optado por consumir en dos Hospitales biomasa tipo astilla. Este tipo de combustible cumple las especificaciones definidas en la norma "UNE-EN 14961-4 Parte 4: Astillas de madera para uso no industrial", con unas dimensiones tipo P45 (partículas de tamaño entre 8 y 45 mm.), una humedad máxima según tipo M25 (inferior al 25% en masa) y un contenido en cenizas máximo tipo A1.0 (menor al 1% en base seca).

Complementariamente a los requisitos a cumplir por la biomasa y en aras de

profundizar en la sostenibilidad de todo el proyecto, se ha tenido en cuenta a la hora de seleccionar al proveedor de los servicios energéticos, el máximo de emisiones de CO<sub>2</sub> anuales asociadas al transporte del suministro de la biomasa desde su origen forestal hasta el Hospital, considerando los indicadores de emisión específicos obtenidos del Greenhouse Gas Protocol tool for mobile combustion del World Resources Institute, obteniendo el total de emisiones, multiplicando el factor de emisión específico (tCO<sub>2</sub>/1.000 km y t biomasa) del transporte utilizado por las toneladas de biomasa transportadas durante el año y los kilómetros recorridos ese año. De esta forma se garantiza que el origen de la biomasa esté lo más próxima posible a los puntos de consumo.

### Control de las instalaciones

Se ha instalado un sistema de control para la gestión técnica de las instalacio-

nes a través del acceso a todos los parámetros monitorizados, que permiten disponer en tiempo real de los datos de funcionamiento de la instalación en el que se incluyen las alarmas y averías del equipamiento, el nivel de combustible, funcionamiento de los sistemas hidráulicos y los datos inherentes a la demanda energética instantánea, tanto en potencia como en caudales y temperaturas de todo el sistema (figura 1).

Complementariamente a la gestión de las instalaciones se monitorizan y registran todos los parámetros energéticos y de prestaciones para una gestión eficiente de la energía, instalando equipos de medida de energía térmica suministrada y energía eléctrica consumida por todos los componentes de la instalación (figuras 2 y 3).

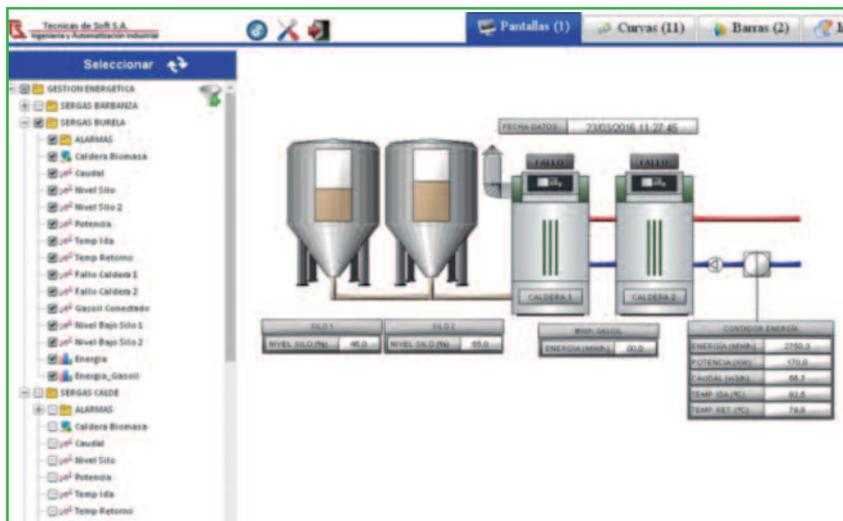
### Programa de sensibilización

Paralelamente a la implantación de las instalaciones, se aborda un plan de sensibilización del personal y usuarios de los centros hospitalarios para un uso responsable y eficiente de la energía, basado principalmente en transmitir información puntual y concreta en cada una de las actividades que realiza cada persona en la utilización de las instalaciones y equipamiento para reducir el consumo energético, evitando un uso inadecuado de las mismas. Se hace especial hincapié en la demanda energética de la climatización en despachos y oficinas fomentando criterios adaptativos frente a requerimientos térmicos abusivos de las instalaciones; de la misma forma, se fomentan hábitos en el uso adecuado de las instalaciones de iluminación y en el apagado de los equipos en tiempos de inactividad o no uso de los mismos, especialmente en el equipamiento ofimático.

Estas iniciativas se trasladan al personal a través de carteles divulgativos, mediante mailings internos, etc.

### Resultados

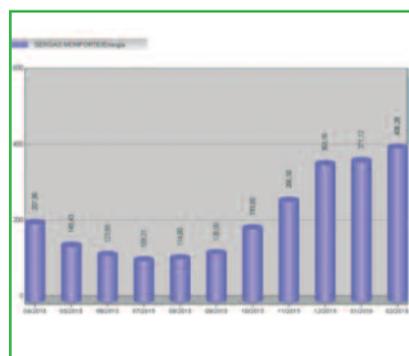
Las actuaciones dentro del Plan Ecospital y Plan Integral de Eficiencia Energé-



**Figura 1. Hospital de Burela. Central térmica de biomasa.**



**Figura 2. Parámetros de gestión energética.**



**Figura 3. Hospital de Monforte. Consumos mensuales en MWh.**

tica (PIEE) para la implantación de la biomasa como energía primaria térmica en los Hospitales del Sergas se pueden resumir en las tablas 1 y 2. En estas tablas se pone de manifiesto la puesta en marcha de la totalidad de las instalaciones a lo largo del bienio 2014-15, en las que se ha sustituido combustibles de origen fósil como el gasóleo, gas natural y propano

por energías renovables como es la Biomasa.

### Conclusiones

El resultado final de la implantación de biomasa como combustible en los Hospitales del Sergas dentro del PIEE y el plan Ecospital, se puede sintetizar en la

**Tabla 1. Plan Ecospital.**

	H. DA COSTA BURELA-LUGO	H. CALDE LUGO	HOSPITAL MONFORTE LUGO	H. VERIN OURENSE	HOSPITAL BARBANZA RIBEIRA-A CORUÑA
PUESTA EN SERVICIO	2014	2014	2014	2015	2015
COMBUSTIBLE SUSTITUIDO	GASOLEO C	GASOLEO C	GASOLEO C	GASOLEO C	GASOLEO C
CONSUMO BIOMASA Tm/año	320	340	720	420	450
TIPO DE BIOMASA	PELLET	ASTILLA	ASTILLA	PELLET	PELLET
GRUPOS TERMICOS	2X500 KW	2X500 KW	500+800 KW	2X500 KW	500+800 KW

**Tabla 2. Plan Integral de Eficiencia Energética.**

	HOSPITAL MI (A CORUÑA)	HOSPITAL DE CEE (A CORUÑA)	HOSPITAL NAVAL FERROL	HOSPITAL OURENSE
FECHA PUESTA EN SERVICIO	2015	2015	2015	2015
COMBUSTIBLE SUSTITUIDO	GAS NATURAL	GAS PROPANO	GASOLEO C	GAS NATURAL
CONSUMO BIOMASA Tm/año	550	260	450	2.750
TIPO DE BIOMASA	PELLET	PELLET	PELLET	PELLET
GRUPOS TERMICOS	1000+200 KW	500+150 KW	2X1000 KW	3000 KW

**Tabla 3. Resumen.**

	PLAN ECOSPITAL	PLAN PIEE	TOTAL
CONSUMO BIOMASA Tm/año	2.250	4.010	<b>6.260</b>
REDUCCION EMISIONS CO <sub>2</sub> Tm/AÑO	3.150	4.328	<b>7.478</b>
POTENCIA TERMICA INSTALADA	5.600 KW	6.850	<b>12.450</b>

instalación de equipos térmicos para consumo de biomasa con una potencia total de 12.450 kW, un consumo anual medio de 6.260 Tm y una reducción media de emisiones a la atmósfera de CO<sub>2</sub> de 7.478 Tm/año y que se resumen en la tabla 3.

Adicionalmente este consumo anual de biomasa de origen forestal en Galicia fomenta la creación de empleo en el sector forestal, estimando una creación neta de más de 22 empleos directos y 32 indirectos, y colabora en la limpieza y ordenación del monte sobre una superficie de más de 3.300 Ha.

Por último podemos concluir que se han conseguido los objetivos marcados en el inicio de todo el proceso y que podemos resumir en los siguientes puntos:

- Se contribuye a la sostenibilidad del sistema sanitario público gallego reduciendo el coste del suministro energético y evitando los cambios bruscos de sus precios.
- Se promueve el respeto al medio ambiente incorporando energías renovables y reduciendo la emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Se dinamiza el medio rural, la limpieza de los montes y se reduce el riesgo de incendios forestales.
- Se implantan medidas de ahorro energético y se concienta a los usuarios en el consumo responsable.
- Se mejoran las prestaciones de confort y habitabilidad de los centros sanitarios.
- Tiene el importante efecto demostrador de que la implantación de biomasa forestal como energía térmica es viable en centros tan sensibles como los sanitarios, y además se adapta a centros en ámbitos tanto urbanos como no urbanos y de cualquier volumen de consumo y de las distintas tipología de instalaciones consumidoras y de su antigüedad.