



UNIVERSIDAD de VALLADOLID



ESCUELA de INGENIERÍAS INDUSTRIALES

**INGENIERO TÉCNICO DE TELECOMUNICACIÓN, ESPECIALIDAD EN SISTEMAS
ELECTRÓNICOS**

PROYECTO FIN DE CARRERA

**« PISCINA INTELIGENTE. AUTOMATIZACIÓN Y
CONTROL DE INSTALACIONES DEPORTIVAS »**

Autor:

Pérez Nuevo, José Luis

Sanz González, Raúl

Tutor:

Pérez Barreiro, Cristina

Tecnología Electrónica

JULIO — 2012

Agradecimientos

A nuestra familia, por permitirnos estudiar lo que queríamos.

A nuestros amigos, por apoyarnos siempre y soportarnos hasta en los peores momentos de la carrera.

Y a Cristina Pérez Barreiro por guiarnos en la elaboración de este proyecto de manera desinteresada.

GRACIAS A TODOS

INDICE

1.- Objeto del proyecto	11
1.1.- Objetivos.....	11
1.2.- Introducción	12
1.3.- Justificación	14
1.4.- Normativa.....	16
2.- Memoria descriptiva	31
2.1.- Descripción del edificio.....	31
2.2.- Instalaciones	32
2.2.1- Generalidades	32
2.2.2.- Tratamiento del aire.....	33
2.2.3.- Agua caliente sanitaria (ACS)	34
2.2.4.- Captadores solares.....	34
2.2.5.- Sistema de acumulación	39
2.2.6.- Sistema de intercambio para el calentamiento de ACS	40
2.2.7.- Sistema de control.....	42
2.2.8.- Sistema de energía convencional.....	44
3.- Sistema de control	45
3.1.- Baterías de calefacción	45
3.2.- Intercambiador ACS.....	45
3.3.- Intercambiador ES	46
3.4.- Intercambiador ES1/ES2	47
3.5.- Intercambiador P1/P2	48
3.6.- Paneles solares	48
3.7.- Caldera.....	50
3.8.- Control de la BCP	50

4.- Climatización.....	53
4.1.- Cálculo de las necesidades de deshumectación.....	54
4.2.- Pérdidas de calor en el vaso de la piscina	56
4.2.1.- Pérdidas por evaporación	57
4.2.2.- Pérdidas por radiación	58
4.2.3.- Pérdidas por convección	58
4.2.4.- Pérdidas por renovación	59
4.2.5.- Pérdidas por transmisión	59
4.2.6.- Ganancias por radiación solar	60
4.2.7.- Resumen de pérdidas de calor en el agua del vaso	60
4.3.- Potencia necesaria para puesta en régimen	61
4.4.- Necesidades del aire ambiente	61
5.- Sistemas de deshumidificación y climatización	63
5.1.- Deshumidificación mediante aire exterior	63
5.2.- Deshumidificación mediante batería de frío.....	64
5.3.- Deshumidificación mediante BCPs	64
6.- Caldera	69
6.1.- Conceptos generales	69
6.2.- Calderas de biomasa.....	69
7.- Estructuras móviles.....	73
7.1.- Fondo móvil	73
7.1.1.- Sujeción lateral.....	73
7.1.2.- Estructura del fondo.....	73
7.1.3.- Movimiento	74
7.1.4.- Empalme con el fondo del vaso	74
7.1.5.- Instalación	74
7.1.6.- Fondo con pistones hidráulicos.....	74

7.1.7.- Fondos desmontables	75
7.2.- Pared móvil.....	76
8.- Adquisición de datos.....	79
8.1.- Sensores de medida.....	81
9.- Sistema de control centralizado	83
9.1.- Tipos de arquitecturas de control	84
9.2.- Interfaz de usuario.....	84
9.3.- Interfaz local	85
10.- Conclusiones y líneas futuras.....	87
11.- Bibliografía	89
ANEXO I	91
ANEXO II	95
ANEXO III	101
ANEXO IV.....	105

Indice de tablas y figuras

Tabla 1	Eficiencia mínima	22
Tabla 2	Condiciones de confort	54
Tabla 3	Temperaturas del agua S/RITE 10.2.1.2	54
Tabla 4	Modelos de bombas BCP	66
Figura 01	Sistema intercambiador de calor	44
Figura 02	Batería de calefacción	45
Figura 03	Intercambiador ACS	46
Figura 04	Intercambiador ES.....	46
Figura 05	Intercambiador ES1/ES2.....	47
Figura 06	Intercambiador P1/P2	48
Figura 07	Panel solar	49
Figura 08	Orientación de los captadores solares.....	50
Figura 09	Caldera	50
Figura 10	Esquema bomba de calor BCP.....	64
Figura 11	Esquema frigorífico	65
Figura 12	Caldera de biomasa.....	71
Figura 13	Panel de control	85

1.- Objeto del proyecto

1.1.- Objetivos

El objetivo de la automatización de instalaciones deportivas es la de integrar el conjunto de servicios proporcionados por sistemas tecnológicos independientes para satisfacer las necesidades básicas en cuanto a seguridad, comunicación, gestión energética y confort.

Nuestro sistema de gestión integra:

- Control de iluminación

Para optimizar el gasto eléctrico hemos optado por un control de iluminación que regule la intensidad de la iluminación en función de la luminosidad que se recibe del exterior y no por un control todo o nada. Consiguiendo así además una iluminación más uniforme a lo largo de todo el día.

- Climatización (producción de frío/calor) y ventilación

Para una mayor comodidad de los usuarios de la piscina y para evitar gastos innecesarios hemos decidido controlar la temperatura de cada uno de los vestuarios independientemente, debido a que no siempre se utilizarán todos al mismo tiempo y no vemos la necesidad de calentar los recintos que no vayan a ser utilizados.

- Control de producción de ACS

Controlaremos tanto temperatura como caudal del agua para poder abastecer a todos los usuarios satisfactoriamente.

- Control de temperatura del vaso

La temperatura del agua viene marcada por el uso al que se destine la piscina.

Además de los objetivos citados con anterioridad, podría llevarse a cabo el control de los siguientes aspectos, aunque en este proyecto no lo hemos creído necesario.

- Control de Motorizaciones
- Control de consumos energéticos

Seguridad: Detección de intrusión, control de accesos y monitorización de video vigilancia

1.2.- Introducción

La evolución marca el ritmo de la vida y las edificaciones tampoco pueden escapar a ella. La electricidad nos ha permitido elevar el nivel de confort tanto en nuestras casas como en nuestros lugares de trabajo y ocio, lo que ha dado paso a la entrada de los electrodomésticos, máquinas capaces de realizar tareas cotidianas de forma casi autónoma, elevando nuestro nivel de confort a cotas en otro tiempo inimaginables.

Estas máquinas no existirían sin el desarrollo de una nueva evolución: la electrónica, permitiendo realizar programaciones que regulan cada proceso.

La siguiente evolución que ha llegado es la domótica, que se encarga de la integración y regulación de ambos sistemas (eléctricos y electrónicos), de tal manera que el edificio es capaz de “sentir” (detectar la presencia de personas, la temperatura, el nivel de luz,...) y reaccionar por sí solo, a estos estímulos (regulando el clima, la iluminación, conectando la alarma,...), al mismo tiempo que es capaz de comunicarse e interactuar con nosotros por multitud de medios (pantalla táctil, PC, móvil,...).

Para que la proliferación de edificios inteligentes sea una realidad son necesarios ciertos cambios en los agentes tradicionales de la construcción y equipamiento del hogar, así como la incorporación de nuevos actores que permitan la gestión integrada de ese hogar conectado.

Los usuarios de las instalaciones domóticas son los principales beneficiados por la incorporación

de estos sistemas inteligentes. Si los usuarios perciben una mejora de la calidad de vida por la utilización de dichos sistemas y pueden acceder a ellos de forma sencilla y a un precio razonable, se terminarán implantando en todo tipo de construcciones.

La domótica proporciona un sinfín de beneficios para el usuario, englobados en un incremento de la seguridad, de la comodidad, del ahorro energético y de las posibilidades de entretenimiento y comunicación. No obstante, el usuario desconoce estos beneficios y piensa que la tecnología asociada para conseguirlos es muy cara y compleja. Nada más lejos de la realidad, pues por ejemplo, el coste actual de la domotización de una vivienda es alrededor de 1-2% del coste de esta, es decir, un porcentaje muy pequeño para el incremento de la calidad de vida que le reporta a su usuario.

Las investigaciones realizadas en el mercado español han puesto de manifiesto que el consumidor solo aceptará una introducción gradual de estas innovaciones tecnológicas, tanto por razones de coste como por cultura tecnológica. Las principales motivaciones de uso registradas, se dirigen a las funcionalidades asociadas a la seguridad. En segundo lugar se muestra preferencia por aplicaciones que hacen más confortable la realización de las actividades cotidianas, a través de diversas funcionalidades de automatización, programación y control remoto, que suponen también un ahorro energético y económico considerable. En tercer lugar, se consigna las aplicaciones relacionadas con el ocio y las comunicaciones avanzadas.

Hoy en día, la domótica ha llegado no solo a las viviendas personales, sino también a lugares públicos como pueden ser centros deportivos, con el fin de mejorar el rendimiento, en caso de actividades profesionales, o la comodidad para público en general. También cabe reseñar la necesidad de la reducción en el gasto energético, así como la minimización en gastos de personal.

El interés por el deporte en España ha ido aumentando considerablemente con el transcurso de los años. La cultura ha posibilitado que la población española conozca los beneficios que proporcionan las actividades físico-deportivas y muestre un creciente interés por ellas. Según encuestas realizadas en la población comprendida entre los 15 y 75 años, un 19% de los españoles reconocen tener mucho interés por el deporte y otro 46% manifiesta estar bastante interesado en él, lo que supone que la mayor parte de la población, concretamente el 65%, muestra tener mucho o bastante interés por el deporte. No obstante, el 36% restante de la

población, no parece estar interesado en el mismo (el 26% argumenta tener poco interés y el 10% ninguno).

En cuanto a los deportes más practicados en España, destacan de manera especial, la natación, el fútbol, el ciclismo, la gimnasia de mantenimiento. La natación, que es la práctica que nos concierne, es realizada con mayor o menor regularidad por el 33% de los que hacen deporte en nuestro país. No obstante, este alto porcentaje de practicantes contrasta con un número no muy elevado de licencias federativas (0,8%), lo que hace pensar que se trata de una actividad realizada con un carácter evidentemente recreativo. Pese a todo, el número de licencias federativas ha aumentado aproximadamente un 400% desde 1999.

Según una encuesta realizada por García Ferrando en el año 2005, los motivos por los que se realiza deporte en España son principalmente por hacer ejercicio físico (60%), por ocio (47%), porque le gusta el deporte (34%) y por mantener y mejorar su salud (32%), además de otros factores menos relevantes. Como se puede observar, las personas ven el deporte como una alternativa para ocupar sus ratos de ocio y no como algo estrictamente profesional.

En estrecha conexión con el alto porcentaje de practicantes de actividades acuáticas existente en España en la actualidad y con la elevada demanda potencial por este tipo de actividades, la piscina cubierta se ha convertido en uno de los equipamientos deportivos más demandados por la población española. La oferta actual de vasos cubiertos es insuficiente para atender las necesidades de este amplio grupo de practicantes actuales y potenciales.

El uso intensivo que recibe la escasa oferta española de piscinas cubiertas, hace pensar que la calidad del servicio que reciben los usuarios pudiera verse comprometida. En este sentido, autores como Lasunción (1987) han señalado la importancia que tiene la satisfacción del cliente de instalaciones deportivas como un criterio básico para valorar la calidad de los servicios.

1.3.- Justificación

En tiempos de crisis y viendo como el engranaje de la economía se queda sin aceite y empieza a renquear, la necesidad de optimizar los sistema para reducir costes se hace cada día más necesaria.

La mayor parte de los sistemas eléctricos y electrónicos instalados son ineficientes, porque generan gastos innecesarios y excesivos en todo tipo de recursos –energéticos, hídricos, etc.-, incidiendo no sólo de forma económica sino también medioambiental. Esta falta de control y gestión provocan probablemente pérdidas de productividad, derroche de energía e incluso falta de condiciones óptimas para atender situaciones de emergencia.

El buen diseño de la gestión técnica de las instalaciones cobra una máxima relevancia tanto en la optimización de los recursos del centro como en el bienestar y la comodidad de los usuarios y sus trabajadores. El sistema domótico lo forma el conjunto de nodos de control y de equipos necesarios para realizar esta gestión, y es gracias a esta gestión cuando se logra un gran ahorro de energía y de recursos.

Gracias a la domótica podemos lograr un ahorro energético en las instalaciones de cualquier edificación entre un 20% y un 40% (dependiendo del uso del edificio). Un ahorro en servicios de mantenimiento porque todo está automatizado y la gestión de eventos se produce al instante, supervisión en tiempo real de eventos, gestión del personal del edificio, gestión de históricos y tiempos de funcionamiento, avisos de averías, alarmas técnicas, telegestión remota del edificio y de la maquinaria, supervisión de consumo eléctrico y un alto grado de seguridad.

Dotar a unas instalaciones de domótica contribuye a hacerlas más sostenibles con el medioambiente, además de ofrecer una atractiva apariencia de modernidad y progreso.

La domótica vive hoy en día un periodo de fuerte expansión y cada vez podemos encontrarnos con más sistemas de control en lugares donde nunca antes lo habríamos imaginado facilitándonos labores cotidianas.

Podemos destacar distintos aspectos que nos llevan a la utilización de la domótica en este proyecto. En primer lugar la posibilidad de control de todos los servicios (iluminación, climatización, bombas, etc.) en un simple panel centralizado. Las unidades pueden ser programadas y reprogramadas, para optimizar el manejo de energía en cualquier momento con facilidad o en función de los requerimientos deportivos. Otro aspecto importante que debemos destacar es la alta flexibilidad que posee el sistema que en cualquier momento podrá ser actualizado y expandido con el fin de mejorar las instalaciones pudiendo incorporar tecnologías punteras.

1.4.- Normativa

Ley y reglamento de Piscinas aprobados en el B.O.C.L. No 209 de 21 de Octubre de 1.992 y Decreto 177.

Norma Básica de Edificación CPI - 96 sobre condiciones de protección contra incendios en los edificios aprobada en el Real Decreto 279/1.991 de 1 de Marzo.

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), así como sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE). Real Decreto 1751/1998, de 31 de Julio y su actualización s./ R.D. 1027/2007 del 20 de Julio.

Normas U.N.E de obligado cumplimiento incluidas en el RITE.

Código Técnico de la Edificación (C.T.E. en adelante), Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, en particular el documento correspondiente a Exigencia Básica de Ahorro de Energía HE-4. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Real decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002, y sus instrucciones Técnicas Complementarias.

Real decreto 865/2003 de 4 de julio estableciendo los criterios sanitarios para la prevención, control de legionelosis.

Reglamento de aparatos a presión. Real Decreto 1244/1979, y Real Decreto 769/1999 y sus instrucciones Técnicas Complementarias.

RD 1627 de seguridad y Salud en obras de Construcción

CALENTAMIENTO DEL AGUA EN PISCINAS CLIMATIZADAS

Especificación recogida en la norma IT 1.1.4.3.2:

La temperatura del agua estará comprendida entre 24º y 30º según el uso principal de la piscina (se excluyen las piscinas de uso terapéutico). La temperatura del agua se medirá en el centro de la piscina y a unos 20 cm por debajo de la lámina de agua.

La tolerancia en el espacio, horizontal y verticalmente, de la temperatura del agua no podrá ser mayor que $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$.

CALDERAS DE BIOCOMBUSTIBLE

Según la UNE 60.601 la instalación de una caldera con potencia superior a 70 Kw deberá cumplir las siguientes especificaciones:

Se ubicará en un local destinado exclusivamente a este uso.

Se colocarán extintores de eficacia igual o mayor a 89B, uno en el exterior de la sala cerca de la puerta de acceso y en el interior los suficientes para que la distancia entre un extintor y otro sea inferior a 15 metros.

La sala de caldera para una potencia mayor de 600 Kw deberán tener una “pared débil” que comunique con el exterior y con superficie mínima de 1 m² y no inferior a la centésima parte del volumen de la sala expresada en m³.

Las dimensiones mínimas de la puerta de acceso serán de 0.8 m de ancho por 2 m de alto y abrirán en el sentido de salida de la sala.

Las instalaciones eléctricas en el interior de la sala tendrán un grado de protección mínimo IP44 y los motores IP23.

El equipo deberá de tener una envolvente hecha de un material con una clasificación al fuego mínima MO, según U.N.E. 23727. Además el equipo no se situará a menos de 150 cm de cualquier pared de esta envolvente.

Se deberá instalar un sistema de detección de gas con una electroválvula normalmente cerrada que corte el suministro en caso de fuga.

Deberá haber un orificio hacia el exterior de entrada de aire para la combustión de 5 cm²/Kw mínimo.

Para la ventilación del local se practicará un orificio en la parte superior de la sala a menos de 0,3 m del techo con una superficie de 0.001 veces la superficie de la sala y nunca inferior a 250 cm².

Al haber elegido en nuestra instalación además una caldera de biomasa (caldera de combustible sólido) además debemos de cumplir la siguiente normativa:

IT 1.3.4.1.1 CONDICIONES GENERALES.

Los generadores de calor con combustibles que no sean gases dispondrán de:

Un dispositivo de interrupción de funcionamiento del quemador en caso de retroceso de los productos de la combustión.

Un dispositivo de interrupción de funcionamiento del quemador que impida que se alcancen temperaturas mayores que las de diseño, que será de rearme manual.

Los generadores de calor que utilicen biocombustible sólido tendrán:

Un dispositivo de interrupción de funcionamiento del sistema de combustión en caso de retroceso de los productos de la combustión o de llama. Deberá incluirse un sistema que evite la propagación del retroceso de la llama hasta el silo de almacenamiento que puede ser de inundación del alimentador de la caldera o dispositivo similar, o garantice la depresión en la zona de combustión.

Un dispositivo de interrupción de funcionamiento del sistema de combustión que las de diseño, que será de rearme manual.

Un sistema de eliminación del calor residual producido en la caldera como consecuencia del biocombustible ya introducido en la misma cuando se interrumpa el funcionamiento del sistema de combustión. Son válidos a estos efectos un recipiente de expansión abierto que pueda liberar

el vapor si la temperatura del agua en la caldera alcanza los 100º C o un intercambiador de calor de seguridad.

Una válvula de seguridad tarada a 1 bar por encima de la presión de trabajo del generador. Esta válvula en su zona de descarga deberá estar conducida hasta sumidero.

IT 1.3.4.1.4 ALMACENAMIENTO DE BIOCOMBUSTIBLES SOLIDOS.

Las instalaciones alimentadas con biocombustibles sólidos deben incluir un lugar de almacenamiento dentro o fuera del edificio, destinado exclusivamente para este uso.

Cuando el almacenamiento este situado fuera del edificio podrá construirse en superficie o subterráneo, pudiendo utilizarse también contenedores específicos de biocombustibles, debiendo prever un sistema adecuado de transporte.

En edificios nuevos la capacidad mínima de almacenamiento de biocombustibles será la suficiente para cubrir el consumo de las semanas.

Se debe prever un procedimiento de vaciado del almacenamiento de biocombustible para el caso de que sea necesario, para la realización de trabajos de mantenimiento o reparación o en situaciones de riesgo de incendio.

En edificios nuevos el almacenamiento de biocombustibles sólidos y la sala de máquinas deben encontrarse situados en locales distintos y con las aperturas para el transporte desde el almacenamiento a los generadores de calor dotadas con los elementos adecuados para evitar la propagación vigente de protección contra incendios.

En instalaciones térmicas existentes que se reformen, en donde no pueda realizarse una división en dos locales distintos, el depósito de almacenamiento estará situado a una distancia de la caldera superior a 0.7 m y deberá existir entre el generador de calor y el almacenamiento una pared con resistencia ante el fuego de acuerdo con la reglamentación vigente de protección contra incendios.

Las paredes, suelo y techo del almacenamiento no permitirán filtraciones de humedad,

impermeabilizándolas en caso necesario.

Las paredes y puertas del almacén deben ser capaces de soportar la presión del biocombustible. Así mismo, la resistencia al fuego de los elementos delimitadores y estructurales del almacenamiento de biocombustible será la que determine la reglamentación de protección contra incendios vigente.

No están permitida las instalaciones eléctricas dentro del almacén.

Cuando se utilice un sistema neumático para el transporte de la biomasa, éste deberá contar con una toma de tierra.

Cuando se utilicen sistemas neumáticos de llenado del almacenamiento debe:

Instalarse en la zona de impacto un sistema de protección de la pared contra la abrasión derivada del golpeteo de los biocombustibles y para evitar su desintegración por impacto.

Diseñarse dos aberturas, una de conexión a la manguera de llenado y otra de salida de aire para evitar sobrepresiones y para permitir la aspiración del polvo impulsado durante la operación de llenado. Podrán utilizarse soluciones distintas a la expuesta de acuerdo con las circunstancias específicas, siempre que sean debidamente justificadas.

Cuando se utilicen sistemas de llenado de almacenamiento mediante descarga directa a través de compuertas a nivel del suelo, estas deben constar de los elementos necesarios de seguridad para evitar caídas dentro del almacenamiento.

CONTRIBUCIÓN SOLAR MINIMA.

La contribución solar para el calentamiento de piscinas cubiertas esta especificado en la norma IT 1.2.4.6.2 que se redacta a continuación:

En las piscinas cubiertas una parte de las necesidades energéticas del calentamiento del agua se cubrirá mediante la incorporación de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar.

Las instalaciones térmicas destinadas al calentamiento de piscinas cubiertas cumplirán con la exigencia fijada en la sección HE 4 “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria” del Código Técnico de la Edificación.

Según se establece en el CTE en la sección de HE-4, al tratarse de un edificio de nueva planta con demanda de ACS, las instalaciones de producción de ACS deberán de realizarse con la contribución solar mínima que establece dicha normativa.

Los datos de diseño a tener en cuenta son los siguientes:

Por la situación del edificio, El centro deportivo está situado en la localidad de Valladolid, al cual le corresponde una zona climática II, según anexo III.

Se opta por un sistema de calentamiento con apoyo mediante caldera de biocombustible. La contribución solar mínima anual será del 70%.

La instalación diseñada no podrá producir mensualmente más de 110% de la energía demandada, y en no más de 3 meses podrá superarse el 100% de dicha demanda mensual.

Se cumplirán los límites de pérdidas establecidos para una instalación con implantación sobre cubierta (caso general), con un máximo del 10 % por orientación e inclinación, un máximo del 10% por sombras, y un máximo del 15% de pérdidas totales por ambos conceptos.

Se considera la orientación óptima la sur, y la inclinación óptima la latitud geográfica (41,39°).

VENTILACIÓN.

Según la norma UNE 1000111, para mantener una aceptable calidad del aire en los locales previstos de instalaciones de ventilación y climatización, se deberán establecer los criterios de que para el caso de piscinas deberá de haber un nivel de ventilación de 2,5 l/s por cada m².

Según la normativa recogida en IT 1.2.5.2 se debe de recuperar calor del aire que extraemos de un edificio según los siguientes parámetros que vienen especificados en dicha normativa:

En los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a 0,5 m³/s se recuperará la energía del aire expulsado.

Sobre el lado del aire de extracción se instalará un aparato de enfriamiento adiabático.

Las eficiencias mínimas en calor sensible sobre el aire exterior (%) y las pérdidas de presión máximas (Pa) en función del caudal de aire exterior (m³/s) y de las horas anuales de funcionamiento del sistema deben ser como mínimo las indicadas en la siguiente tabla:

Horas anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior (m/s)									
	> 0,5...1,5		> 1,5...3		> 3...6		> 6...12		>12	
≤2000	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
>2000...4000	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
>4000...6000	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
>6000	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

Tabla 1: Eficiencia mínima

En las piscinas climatizadas, la energía térmica contenida en el aire expulsado deberá ser recuperada, con una eficiencia mínima y unas pérdidas máximas de presión iguales a las indicadas en la tabla anterior para más de 6000 horas anuales de funcionamiento, en función del caudal.

Alternativamente al uso del aire exterior, el mantenimiento de la humedad relativa del ambiente puede lograrse por medio de una bomba de calor, dimensionada específicamente para esta función, que enfríe, deshumedezca y recaliente el mismo aire del ambiente en ciclo cerrado.

AHORRO DE ENERGÍA EN PISCINAS.

Para cumplir la normativa del ahorro energético en las piscinas debemos de utilizar la siguiente norma IT 1.2.4.5.5 que se detalla a continuación:

La lámina de agua de las piscinas climatizadas deberá estar protegida con barreras térmicas contra las pérdidas de calor del agua por evaporación durante el tiempo en que estén fuera de servicio.

La distribución de calor para el calentamiento del agua y la climatización del ambiente de piscinas será independiente de otras instalaciones térmicas.

El agua caliente debería introducirse siempre en la parte inferior del vaso, para romper la estratificación.

Por tanto, esta red debería ser independiente de la red de tratamiento de agua.

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

La instalación eléctrica estará realizada de acuerdo con las instrucciones (ITC) del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y las secciones y protecciones con ITC - BT 17, 19, 21, 22 y 23

La instalación interior de los locales de características especiales, locales húmedos y mojados ITC BT 30, las piscinas y fuentes ITC BT 31 y en la zona de servicios y duchas ITC BT 27

NO HABRÁ RECEPTORES NI PUNTOS DE LUZ EN EL INTERIOR DE LAS PISCINAS
EXISTIRÁ UNA RED EQUIPOTENCIAL ALREDEDOR LAS PISCINAS CON COBRE DESNUDO UNIENDO LAS PARTES METÁLICAS COMO ESCALERAS, VALLAS Y ESTRUCTURA

CLASIFICACIÓN DE LOS LOCALES

Cuarto de maquinas de depuración, tratado como local Húmedo ITC BT 30.

El local para maquinas se dotará de una instalación eléctrica compuesta de una red de fuerza con protección de tierra, otra de alumbrado normal y otra de emergencia.

Canalizaciones estancas - Protección (IP-54) (alumbrado).

Conductores, bajo tubo 750 V bajo tubo protector ó 1 Kv en canaleta y entradas con racores.

Aparamenta, con grado de proteccion (IP-54) a 1,5 m, del suelo.

Cubiertas y partes accesibles, NO serán metálicas.

Dispositivos de protección en el origen de cada circuito derivado.

Receptores de alumbrado. Con grado de proteccion (IP-54).

La instalación comprende un cuadro de protecciones generales en el cuarto de maquinas que incluye las protecciones y mando de los motores para accionamiento de estos en manual y automático.

Los circuitos de alumbrado se distribuirán bajo tubo PVC rígido por el techo y paredes lo mismo que los de fuerza.

Vestuarios, servicios y duchas, tratado como local Húmedo, mojado ITC BT 30 y ITC 27.

Estos locales con terminación en azulejo se dotará de una instalación eléctrica compuesta de una red de usos con protección de tierra, otra de alumbrado normal y otra de emergencia.

Instalación empotrada con cajas estancas - Protección (IP-X4).

Conductores, bajo tubo 750 V.

Aparamenta, con grado de proteccípn (IP-X4) a 0,4 m, del suelo.

Cubiertas y partes accesibles, NO serán metálicas.

Dispositivos de protección en el origen de cada circuito derivado.

Receptores de alumbrado, en el techo con grado de proteccion (IP-54)

En la zona de duchas:

Las pantallas estarán fuera del volumen 0 1 y 2 y no habrá cajas ni tomas de corriente en la misma.

La instalación comprende un cuadro de protecciones en el ropero, donde habrá dos temos de ACS y como receptores los temos, pantallas estancas y bases de usos en servicios.

Los circuitos de alumbrado y usos se distribuirán bajo tubo PVC empotrado por techo y paredes lo mismo que los de usos a 0,30 m del techo y 0,50 del suelo.

CAJA GENERAL DE PROTECCION Y MEDIDA

Colocación: Se fijarán de acuerdo con el abonado y la Empresa distribuidora. Estará en lugar de tránsito general y de fácil y libre acceso. Será lo más próximo posible a la red general de distribución, pudiendo colocarse sobre una base en la acera alejada de otras instalaciones como gas, teléfono, etc.

Tipo: Uno de los establecidos por la Empresa Distribuidora. Será precintable y responderá al grado de protección que corresponda, según el lugar de instalación.

Caja general de protección: Para este recinto se dispondrá en el modulo de medida con bases seccionadoras de 250 A. CPMT 300

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION

Es el que aloja todos los dispositivos de seguridad, de protección y de distribución de la instalación del edificio.

Se colocará en el origen de la misma y lo más cerca posible del punto de alimentación próximo a la puerta de entrada. Saldrán de él varias líneas a receptores y varios cuadros secundarios.

Conmutadores magnetotérmicos y diferenciales para proteger cada uno de los circuitos independientes, contra sobrecargas y cortocircuitos, así como los contactores para el mando manual y automático.

CONDUCTORES. UNE - 21.123

Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 21.1002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

Secciones mínimas utilizadas en los circuitos, serán:

1,5 mm² para los circuitos de alimentación a los puntos de alumbrado.

2,5 mm² para los circuitos de alimentación a las tomas de corriente.

6 mm² para líneas generales que a receptores s/ potencia.

Caídas de tensión

La sección vendrá impuesta por la caída de tensión desde el origen a los puntos de utilización. Esta caída de tensión será como máximo 3 % para alumbrado y 5 % para usos y fuerza.

Conductores de protección

Serán de cobre, presentarán el mismo aislamiento que los activos, se instalarán en la misma canalización y de la misma sección que las fases activas.

Líneas principales de tierra

Las líneas principales y sus derivaciones pueden establecerse en las mismas canalizaciones que las de las líneas repartidoras y derivaciones individuales.

Las líneas principales de tierra estarán constituidas por conductores de cobre de igual sección que la fijada para los conductores de protección en la instrucción ITC - BT 19.

La sección de los conductores que constituyen las derivaciones de la principal de tierra, será la señalada en la instrucción ITC - BT 19 para los conductores de protección unidos a la red equipotencial.

Tensión

La tensión nominal a utilizar será de 400 V. con relación a tierra, readmiten tensiones superiores para alimentar receptores que así lo aconsejen.

Tomas de tierra

En toda nueva edificación se establecerá una toma de tierra de protección, siguiendo el siguiente criterio:

Instalar en zanjas de cimentación un cable de cobre de 35 mm² ó cable de acero galvanizado de 95 mm² formando un anillo cerrado, y éste deberá unirse a electrodos clavados en el terreno para disminuirla resistencia a tierra. Este valor será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 50 V.

Elementos a conectar a tierra se conectarán tuberías metálicas accesibles de agua, todas las masas metálicas de los aparatos receptores.

Puntos de puesta a tierra, se situarán: en el cuarto, escaleras, duchas y cuartos de baño y contadores en el punto de ubicación de la caja general de protección. En cualquier local donde se prevean servicios especiales, cámaras y cuartos.

Identificación de conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta a los conductores neutro y de protección.

La identificación será por colores, el neutro será de color azul claro, el de protección con el doble color amarillo-verde, y los de fase se identificarán por los colores marrón, negro y gris en caso

necesario para la tercera fase.

Cajas de derivación

En el interior de cajas apropiadas, todo el conductor debe poderse seccionar en cualquier punto de la instalación en que se derive, utilizando un dispositivo apropiado, tal como un borne de conexión, de forma que permita la separación completa de cada circuito.

Las tomas de corriente en una misma habitación, deben estar conectadas a la misma fase, a ser posible.

Todas las masas metálicas existentes en los cuartos de baño deberán estar unidas a la red equipotencial de protección.

La instalación se realizará en conductores aislados bajo tubo, en montaje empotrado.

Líneas de alumbrado independientes. Partirán del cuadro de protecciones generales y estarán protegidas con diferenciales e interruptores automáticos independientes, para cada una de ellas.

INSTALACION EN LA ZONA DE VESTUARIOS Y DUCHAS ITC - BT 27

Las prescripciones objeto de esta Instrucción son aplicables a las instalaciones interiores de viviendas, así como en la medida que pueda afectarles, a las de locales comerciales, de oficinas y a las de cualquier otro local destinado a fines análogos que contengan una bañera o una ducha o una ducha prefabricada o una bañera de hidromasaje o aparato para uso análogo.

Para lugares que contengan baños o duchas para tratamiento médico o para minusválidos, pueden ser necesarios requisitos adicionales. Para duchas de emergencia en zonas industriales, son de aplicación las reglas generales.

RED DE TIERRAS

Si objeto primordial es la protección de los circuitos eléctricos y de los usuarios de estos circuitos.

Para el citado recinto se comprobará el valor de la resistencia y se mejorará en caso necesario a base a un conductor de cobre desnudo de 35 mm² enterrado y picas de 1,5 m de longitud clavadas en el suelo, colocadas en paralelo y quedarán separadas doble de su longitud y en puntos extremos de fijación.

Partiendo de esta línea general se tenderá a los diferentes circuitos mediante conductor de la misma sección que la fase activa a lo que acompaña en cada caso de forma que cuadros, carcasas metálicas de máquinas y tomas de corriente sean conectadas a tierra.

2.- Memoria descriptiva

2.1.- Descripción del edificio

Consiste en construir una piscina que tendrá unas proporciones de 50x25m y cuya profundidad será de 3m en la mitad del vaso y variable en la otra mita. La profundidad de la zona variable podrá ir desde los 0 hasta los 5m. Estas dimensiones corresponden a las de una piscina olímpica. En ella se establecerán 10 calles, de las cuales 8 se destinarán para nadar y los otros 2 en los extremos para reducir el oleaje producido por el choque de la ola con la pared.

El espacio destinado a espectadores se sitúa encima de la zona de vestuarios y tendrá una superficie de 70x10,5m al que se podrá acceder tanto desde la zona de vestuarios, para participantes en las distintas actividades que se realicen, como desde el exterior del edificio para el acceso al público en general.

Existe, además, otro acceso a la sala de maquinaria destinado únicamente para el personal técnico ubicado en el exterior del edificio.

El uso deportivo de la cubierta incorpora un parámetro técnico de gran importancia, se ha elevado la carga de cálculo de la estructura de 100Kg/cm² a 400Kg/cm². Por tanto necesitaremos sustentar la cubierta utilizando vigas de gran capacidad portante.

Además, la sala donde están ubicados los vasos de la piscina recibirán luces del norte; que vienen directas desde la fachada norte y mediante lucernario en el espacio de tránsito o conexión con los vestuarios, ya que esto contribuiría a un efecto de “flotación” del conjunto de los elementos de la cubierta.

Por otra parte, debemos de considerar la ubicación de los paneles solares y maquinaria que vamos a requerir tanto para el calentamiento del agua para que esta se mantenga a una temperatura constante de 26°C como para el mantenimiento del aire exterior que rodea el vaso de la piscina, el cual deberá estar aproximadamente a dos grados superior a la temperatura a la que está situada el agua de la piscina. Por este motivo se ha adoptado la solución de utilizar cubiertas inclinadas.

2.2.- Instalaciones

2.2.1.- Generalidades

Según su utilización en el recinto tendremos dos tipos de acondicionamiento:

1.-Locales anexos de servicios: Dispondrán de ventilación forzada los siguientes locales:

-Vestuarios en general.

-Servicios sanitarios.

-Duchas en general.

2.-Recinto de piscinas: Se prevé la instalación de un sistema de climatización con control ambiental de temperatura y humedad.

Para la calefacción del agua de vaso y para el agua caliente sanitaria la demanda de calor se produce durante las diversas épocas del año de una forma aproximadamente constante, además si analizamos las condiciones climáticas de la zona, esta tiene una alta tendencia a la radiación solar, por lo que se opta por la utilización de paneles solares con una orientación sur, lo que supone las siguientes ventajas:

1.- Energía ilimitada y limpia.

2.- Costos de explotación prácticamente nulos, salvo los consumos eléctricos por bombeos.

3.- Costos de mantenimientos de equipos, prácticamente nulos.

4.- Posibilidad de retorno de la inversión, a través de subvenciones oficiales.

Dicha instalación se realiza mediante intercambiadores de calor en flujo directo para la

climatización de vasos de agua y acumuladores de agua caliente para el agua caliente sanitaria. En la climatización del recinto de piscinas, y teniendo en cuenta que las aportaciones de frío y de calor pueden darse durante las distintas épocas del año, e incluso en algunas situaciones simultáneamente, se opta por la instalación de bombas de calor que permitan trabajar separadamente y simultáneamente en ciclos de calor y frío. Con el objetivo de aportar una solución energética limpia en línea con la solución de la energía solar adoptada, se opta por bombas de calor, que presentan las siguientes ventajas:

-Energía limpia.

-Costos de explotación inferiores a la solución de energía eléctrica (Efecto Joule).

La instalación en general se complementará con una caldera de agua caliente alimentada por biomasa, la cual comenzaría a funcionar únicamente como apoyo de emergencia a la instalación de energía solar en los días de mínima radiación, o como emergencia por fallo de la misma.

2.2.2.- Tratamiento del aire

Las necesidades del aire ambiente exigen mantener la calidad del mismo (renovación y filtrado), el calentamiento adecuado y específicamente su nivel de humedad dentro de los límites permitidos.

La distribución del aire debemos de realizarlo de tal forma que evitemos temperaturas superficiales de los cerramientos inferiores al punto de rocío. En nuestro edificio hemos definido una temperatura de 27° C y una humedad relativa de 65%, por tanto, la temperatura de rocío está en torno a los 20° C. Debemos de evitar que las superficies que componen nuestro recinto estén por debajo de esta temperatura porque el efecto será que aparecerá agua condensada. Las superficies más problemáticas para presentar condensaciones son las superficies acristaladas como pueden ser puertas o ventanas.

Debemos de evitar corrientes de aire sobre la lámina de agua para no potenciar el efecto de la evaporación.

2.2.3- Agua caliente sanitaria (ACS)

En líneas generales, la instalación está compuesta por un campo de captadores solares térmicos planos, situados en la cubierta del edificio, un sistema de intercambio y acumulación centralizada y un sistema de aporte convencional auxiliar mediante una caldera.

Los tres sistemas están unidos entre sí mediante circuitos hidráulicos que conducen el fluido caloportador o el agua de consumo.

Los componentes de la instalación y sus características se describen en los siguientes apartados.

2.2.4.- Captadores solares

El elemento básico de los sistemas solares térmicos es el captador solar. En una primera clasificación, los captadores solares se pueden dividir según el tipo de aprovechamiento que se realice de la energía: sistemas de alta temperatura, sistemas a media temperatura y sistemas a baja temperatura, es decir, aquellos sistemas que normalmente proporcionan calor a temperatura inferior a 100°C.

Las aplicaciones a baja temperatura se utilizan principalmente para la obtención de agua caliente para usos sanitarios o como soporte a la calefacción de recintos.

Estas aplicaciones se pueden clasificar en función del fluido que calientan (agua o aire), o bien en función de los tipos de captadores utilizados.

Tipos de captadores

Los captadores solares se pueden clasificar según el tipo de fluido que circula por su interior. Según esto, los captadores se pueden clasificar en captadores de agua o captadores de aire.

Los captadores de agua se pueden clasificar, a su vez, en tres tipos básicos: el captador solar plano con cubierta vidriada, el captador solar plano sin cubierta y el captador de vacío. A continuación se describen los dos tipos más usuales, el captador plano con cubierta vidriada selectivo y el captador de vacío.

Captador de tubos de vacío

Este tipo de captador está formado por hileras paralelas de tubos de vidrio transparente. Cada tubo contiene un tubo de absorción (en lugar de la placa de absorción convencional), recubierto con pintura selectiva, por donde circula el líquido caloportador.

Cuando se fabrican los tubos de vacío, se extrae el aire que queda dentro del espacio que separa los dos tubos y se hace el vacío, con la cual cosa se minimizan las pérdidas de calor por conducción y convección.

En un captador de vacío, la radiación solar atraviesa el tubo exterior de vidrio, incide en el tubo de absorción y se transforma en calor. El calor se transfiere al líquido que fluye dentro del tubo a través de sus paredes. Estos, captadores permiten calentar agua hasta temperaturas de 110 °C, hecho que posibilita la utilización de sistemas de distribución de calor convencionales en aplicaciones de calefacción con agua.

En general, el rendimiento del captador de vacío es superior al del captador plano convencional, y se mantiene más constante ante variaciones en la temperatura ambiente o en la radiación solar incidente.

Captador solar plano con cubierta vidriada

El captador solar plano con cubierta vidriada selectivo es el tipo de captador que, hasta ahora, ha obtenido una mayor difusión. Su funcionamiento está basado en el principio del efecto invernadero, es decir, captar la radiación solar en su interior, transformarla en energía térmica y evitar su salida al exterior.

Los principales elementos que conforman un captador solar plano con cubierta vidriada son:

- Cubierta transparente
- Superficie absorbente
- Tubos de circulación

- Material aislante

Su principio de funcionamiento es el siguiente: la radiación solar arriba al captador, atraviesa la cubierta transparente e incide en la superficie absorbente. La finalidad de la superficie absorbente es captar la radiación solar y transmitirla en forma de energía térmica al fluido que circula en contacto con ella.

La función de la cubierta transparente es doble; por una parte reducir las pérdidas energéticas debidas a la emisión de radiación infrarroja (de longitud de onda larga) cuando se incrementa la temperatura de la placa absorbente, y por otra parte, proteger la placa absorbente de la intemperie y evitar las pérdidas por convección a causa de la acción del viento sobre la placa.

El material más utilizado en la cubierta es el vidrio, que cumple la condición de no transmitir la radiación térmica emitida por la placa; absorbe una parte y refleja la otra parte nuevamente hacia la placa, de manera que se producen, una serie de reflexiones sucesivas. Este fenómeno se llama efecto invernadero.

La superficie absorbente es la encargada de recoger la radiación solar incidente y transmitirla a los tubos por donde circula el agua. Como todo cuerpo, cuando se calienta, emite calor en forma de longitud de onda larga, se trata de utilizar una placa que sea absorbente para radiación de onda corta (radiación solar incidente) y al mismo tiempo con una pequeña emisividad de onda larga. Esta condición se cumple en las llamadas superficies selectivas que son las usualmente utilizadas en los captadores planos. La placa absorbente suele estar pintada de color negro para favorecer su comportamiento absorbente y, normalmente, es metálica, para transmitir mejor el calor.

Por los tubos situados en contacto con la placa absorbente circula el fluido al cual se transmite la energía absorbida en la placa. El contacto entre la placa absorbente y los conductos ha de ser muy estrecho.

El sistema de captación elegido en nuestro caso será mediante colectores planos de baja temperatura.

Las filas de colectores se conectan entre sí en serie, habiéndose instalado válvulas de cierre en la

entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que pueden utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

La conexión entre captadores y entre filas se ha realizado de manera que el circuito resulte hidráulicamente equilibrado mediante retorno invertido.

La posición habitual de los captadores suele ser la cubierta del edificio por su mejor soleamiento debido a la ausencia de obstáculos, como es nuestro caso.

La estructura soporte cumple las exigencias del Código Técnico de la Edificación en cuanto a seguridad.

El cálculo y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores permiten las dilataciones térmicas necesarias, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Los puntos de sujeción del captador son suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuada, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico y de forma que no se produzcan flexiones en el captador, superiores a las permitidas por el fabricante.

Los topes de sujeción de los captadores y la propia estructura no arrojan sombra sobre los captadores.

Equipos y materiales

A continuación se nombran los principales equipos y materiales que se utilizarán para la construcción de las instalaciones propuestas.

Los captadores solares habrán de cumplir con los siguientes requisitos:

Estar homologados en el Estado Español. Tener vigente el certificado y número de homologación correspondiente.

Líquido del circuito primario

El fluido del circuito primario será una mezcla de agua con una proporción o cantidad de líquido anticongelante (alcohol). Esta proporción debe asegurar un punto de congelación inferior a la temperatura mínima histórica del municipio donde esté ubicada la instalación solar térmica

Tuberías

Se dimensionarán según la normativa vigente y dispondrán de las fijaciones correspondientes cumpliendo las mismas especificaciones.

Aislamientos

Para evitar en la medida de lo posible las pérdidas de energía en el sistema de captación solar es necesario colocar aislamientos térmicos en todos los componentes del sistema.

Estos aislamientos habrán de cumplir la normativa vigente establecida en el reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria y las otras normativas vigentes.

Válvulas

Las válvulas que se utilicen serán las específicas para las instalaciones de calefacción y agua caliente y tendrán las características mínimas que defina el proyectista.

Bombas de circulación

Se aplican a las tipologías de sistemas forzados para provocar la circulación del líquido térmico a través de todo el circuito.

Intercambiadores de calor

La separación entre el circuito primario y el secundario (consumo), comporta la utilización de un intercambiador, para realizar el intercambio de energía.

Acumuladores

El acumulador es un elemento que, por el coste que supone y las dimensiones que tiene, adquiere una importancia relevante en el coste final y en la vida de la instalación solar.

Armarios, componentes e instalaciones eléctricas

Toda instalación solar tendrá su propio armario eléctrico de control y regulación y contendrá las correspondientes protecciones contra sobrecargas, cortocircuitos y derivaciones a tierra.

Todos los componentes e instalaciones eléctricas cumplirán la normativa establecida en el vigente “Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias”.

Mantenimiento

El mantenimiento básico de la instalación consiste en dos revisiones al año de toda la instalación exterior, es decir, tuberías, estado de los captadores, etc.

2.2.5.- Sistema de acumulación

Los depósitos instalados son del tipo sin intercambiador incorporado. Estos depósitos se conectan en serie invertida en el circuito de consumo (preferentemente).

Los acumuladores llevan válvulas de corte u otros sistemas adecuados para cortar flujos no intencionados al exterior del depósito en caso de daños del sistema, y sus conexiones permiten la desconexión individual de los mismos, sin interrumpir el funcionamiento de la instalación, disponiendo de válvulas de corte.

El acumulador estará certificado de acuerdo con la Directiva Europea 97/223/CEE de Equipos de Presión e incorporará una placa de características, con la información del fabricante, identificación del equipo a presión, volumen, presiones o pérdida de carga del mismo.

El acumulador está construido con acero con un tratamiento que asegura la resistencia a la

temperatura y a la corrosión con un sistema de protección catódica y enteramente recubierto con un material aislante.

Para la prevención de la legionelosis se ha optado por conexionar puntualmente el sistema auxiliar y el acumulador solar, de forma que se pueda calentar este último con el auxiliar, instalándose un termómetro en un lugar fácilmente visible para la comprobación de la temperatura.

Situación de conexiones para el caso de depósitos verticales:

La altura de la conexión de entrada del agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al intercambiador está comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del depósito.

Conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores por la parte inferior.

Conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red por la parte inferior.

Extracción de agua caliente del acumulador por la parte superior.

El depósito cuenta con boca de hombre para inspección, y las conexiones necesarias para las canalizaciones tanto del circuito primario, como del circuito secundario, vaciado, colocación de termómetros y sondas de temperatura...etc.

2.2.6.- Sistema de intercambio para el calentamiento de ACS

Los intercambiadores de calor instalados son del tipo de placas exteriores al acumulador que está construido de acero inoxidable.

Circuito primario

Este une los captadores solares con el sistema de intercambio. Este se diseña según un esquema ramificado con válvulas de equilibrado hidráulico, con objeto de minimizar el trazado de

tuberías, y por tanto las pérdidas asociadas, y por otra obtener un completo equilibrado hidráulico que asegure el mismo caudal por cada una de las agrupaciones de colectores prevista.

El fluido caloportador de este circuito será agua con un 30 % de líquido anticongelante (propilenglicol) considerando las bajas temperaturas de invierno que pueden ocasionar problemas de tuberías y captadores.

Se ha limitado la pérdida de carga en tramos rectos de los circuitos de tuberías a 40 mm.c.a. por metro lineal de tubería, y la velocidad 1,5 m/s, con objeto de minimizar los consumos en las bombas de circulación.

Circuito secundario

El circuito secundario va desde el intercambiador y el depósito solar. Está constituido por tuberías de polipropileno de bajo coeficiente de dilatación. Las uniones serán roscadas. Se ha dispuesto un circuito hidráulico equilibrado en sí mismo.

El fluido caloportador de este circuito es agua con un 30 % de anticongelante.

Se ha limitado la pérdida de carga en tramos rectos de los circuitos de tuberías a 40 mm.c.a. por metro lineal de tubería, y la velocidad 1,5 m/s, con objeto de minimizar los consumos en las bombas de circulación.

Circuito de consumo

Circuito por el que circula el agua de consumo hasta cada usuario. En este proyecto no se estudia las instalaciones de fontanería que es donde se detalla este circuito.

Sistema de acumulación de consumo

Con objeto de amortiguar las puntas de consumo de ACS que se producen en el normal funcionamiento de la instalación, se ha provisto un sistema de acumulación de consumo conectado en serie con el sistema de depósito de acumulación solar. Este sistema de acumulación, en caso de ausencia o insuficiencia de radiación solar, recibirá un apoyo mediante

un circuito secundario proveniente de un intercambiador cuyo primario es abastecido por una caldera de biocombustible, de forma que se asegure la producción de ACS en cualquier condición real de uso.

Bombas de circulación

Las bombas empleadas son de tipo centrífugo, están dimensionadas para vencer la resistencia que oponer el fluido a su paso por la tubería, y mantienen la presión deseada en cualquier punto de la instalación.

Vaso de expansión

Se ha instalado un vaso de expansión en el circuito primario junto a las placas solares, para evitar sobrepresiones no deseadas como consecuencia de la variación de volumen que se origina en el fluido de trabajo al cambiar su temperatura.

La conexión de los vasos de expansión al circuito primario se realiza de forma directa, sin intercalar ninguna válvula o elemento de cierre que pueda aislar el vaso de expansión del circuito que debe proteger.

Purgadores

En los puntos altos de la salida de las baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulador, se han colocado separadores de aire que originan una perturbación del flujo del fluido y favorecen la separación del aire que se acumula en su parte superior donde se sitúa un purgador para su extracción.

2.2.7. Sistema de control

La alimentación eléctrica de los distintos equipos que componen la instalación, se realiza desde el cuadro de protección y mando que se define en el correspondiente proyecto de la instalación eléctrica. Los elementos que requieren alimentación eléctrica son en este caso, las bombas de circulación tanto del circuito como secundario, el aerotermo, y los dispositivos de control.

El sistema de control instalado es con depósito de acumulación solar, el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito actúa en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de las baterías de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control está ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperatura sea menor de 2°C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7°C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor que 2°C.

Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación. El sensor de temperatura de la acumulación se colocará en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador se éste fuera incorporado.

Estas sondas de temperatura están reguladas en una centralita lo que nos permite regular la temperatura por parte del usuario desde la centralita.

En todo momento, se asegura el correcto funcionamiento de la instalación obteniendo un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar.

El sistema de control asegura que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos, y que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura 3°C superior a la de congelación del fluido.

Para el control de la temperatura del agua de la piscina se dispone una sonda de temperatura en el retorno de agua al intercambiador de calor y un termostato de seguridad con rearme manual en la impulsión que actúe sobre el sistema de generación de calor. La temperatura de tarado del termostato de seguridad será 36°C, 10°C mayor que la temperatura máxima de impulsión.

A continuación podemos observar la distribución de todo el sistema intercambiador de calor.

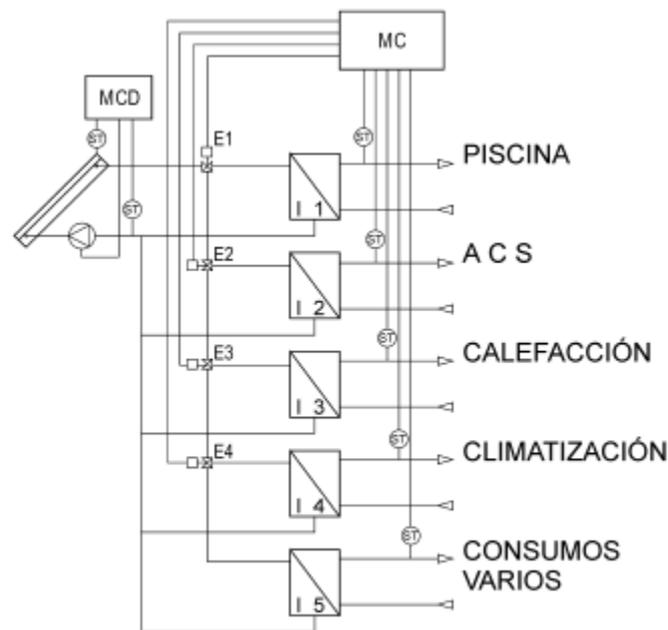


Figura 1: Sistema intercambiador de calor

2.2.8. Sistema de energía convencional

Se dispone de un equipo de energía convencional para complementar la contribución solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista y garantizar la continuidad del suministro de agua caliente en los casos de escasa radiación solar o demanda superior a la prevista.

El sistema convencional auxiliar está diseñado para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.

Se trata de una caldera individual que utiliza biocombustible (caldera de biomasa). Dispone de un termostato de control de temperatura que en condiciones normales de funcionamiento permite cumplir la legislación vigente en cada momento referente a la prevención y control de la legionelosis.

3.- Sistema de control

3.1. Baterías de calefacción

En el siguiente esquema se representa el lazo de control que caracteriza el comportamiento de las baterías de calefacción de la BCP.

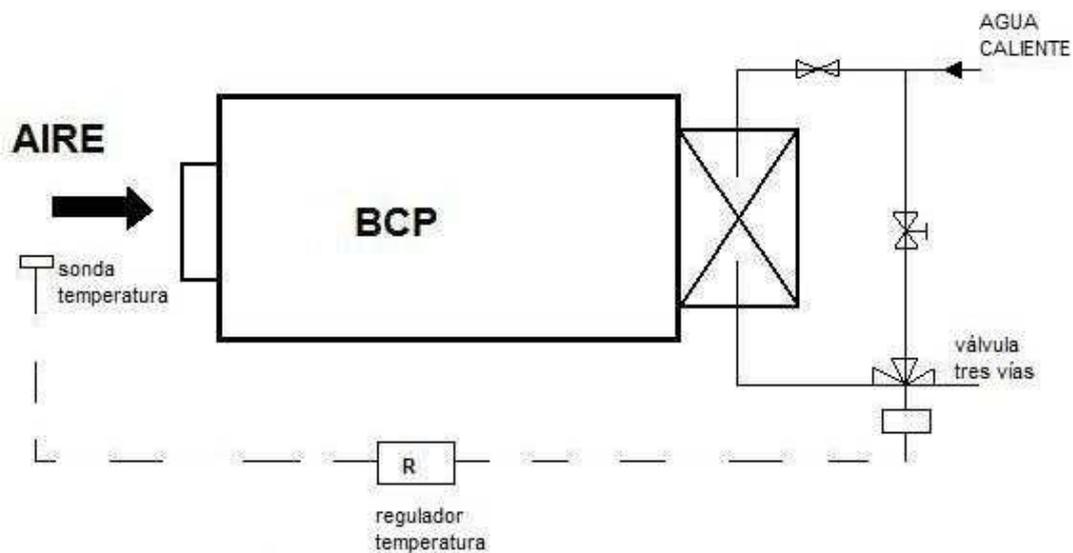


Figura 2: Batería de calefacción

La sonda de temperatura (s) que está ubicada en la corriente de aire de retorno mide la temperatura del aire del local y la medida realizada se envía a un regulador de temperatura (R) el cual la compara con una temperatura de consigna que en nuestro caso tiene un valor de 28 °C. En función de la temperatura que la sonda haya medido el regulador manda una señal a la válvula de tres vías (REGULACIÓN INTEGRAL MÁS INTEGRAL).

3.2.- Intercambiador ACS

El intercambiador ACS tiene unas placas por donde circula el fluido caliente que es calentado por la caldera mientras que el fluido frío es el agua que está almacenada en el acumulador.

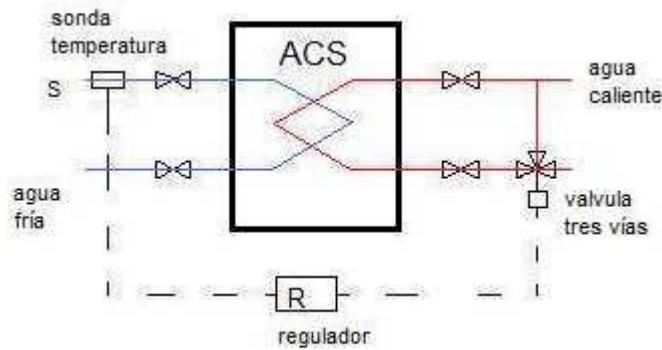


Figura 3: Intercambiador ACS

El regulador posiciona la válvula de tres vías en función de la temperatura que tiene el agua que está en el acumulador, es decir, la temperatura de acumulación en nuestro caso debe ser de 60°C, cuando el agua del interior del acumulador que es la temperatura del agua que registra la sonda térmica es inferior de 60°C, el regulador manda una orden a la válvula de tres vías para que deje circular el agua procedente de la caldera y de esta forma se calienta nuevamente el agua que está acumulada hasta que la temperatura sea nuevamente 60°C.

3.3.- Intercambiador ES

El intercambiador ES está situado en el circuito primario y su objetivo es calentar el agua que está en el acumulador cuando la misma está a una temperatura inferior de 60°C. A diferencia del intercambiador ACS que se ha detallado anteriormente en este caso para calentar el agua utilizamos los paneles solares.

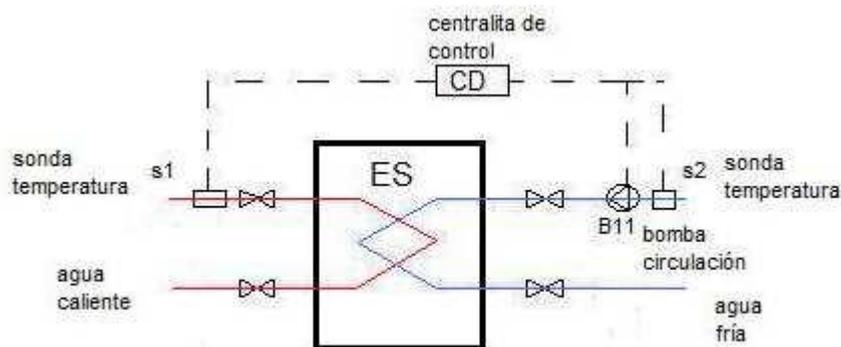


Figura 4: Intercambiador ES

La centralita de control se utiliza para comparar la sonda de temperatura (s1) que está situada

en la zona del fluido caliente con la sonda de temperatura (s2) que está situada en la zona del fluido frío. En función de la diferencia de temperatura que exista entre ambas sondas de temperaturas la centralita mandará una orden a la bomba B11 para que comience a funcionar.

Si $(S1 - S2) \geq 3^{\circ}\text{C}$ en este caso la BOMBA B11 estará en ON.

Si $(S1 - S2) \leq 3^{\circ}\text{C}$ en este caso la BOMBA B11 estará en OFF.

3.4.- Intercambiador ES1/ES2

El intercambiador ES 1/ ES 2 son intercambiadores que tiene por objetivo cubrir las pérdidas que hay tanto en el vaso de la piscina principal (ES 1) como en la piscina complementaria (ES 2) y para ello utilizan la energía solar como se detalla en el esquema siguiente.

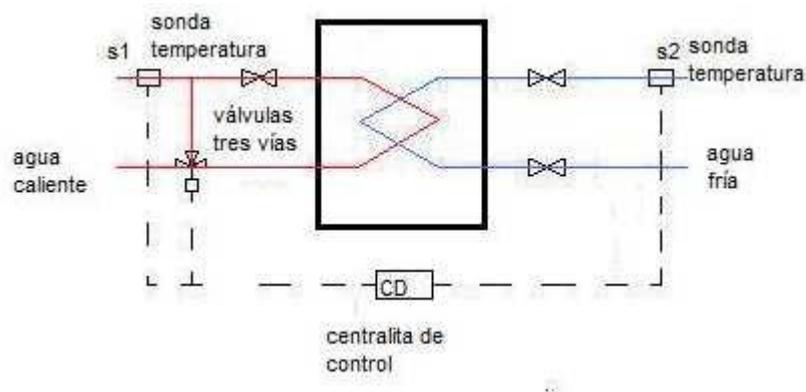


Figura 5: Intercambiador ES1/ES2

La centralita de control se utiliza para comparar la sonda de temperatura (s1) que está situada en la zona del fluido caliente con la sonda de temperatura (s2) que está situada en la zona del fluido frío. En función de la diferencia de temperatura que exista entre ambas sondas de temperaturas la centralita mandará una orden a la válvula para que comience a funcionar.

Si $(S1 - S2) \geq 3^{\circ}\text{C}$ en este caso la VÁLVULA estará en ON.

Si $(S1 - S2) \leq 3^{\circ}\text{C}$ en este caso la VÁLVULA estará en OFF.

3.5. Intercambiador P1/P2

El intercambiador P1/ P2 son intercambiadores que tiene por objetivo cubrir las pérdidas que hay tanto en el vaso de la piscina principal (P1) como en la piscina complementaria (P2) y ambos calientan el fluido utilizando las calderas de Biomasa.

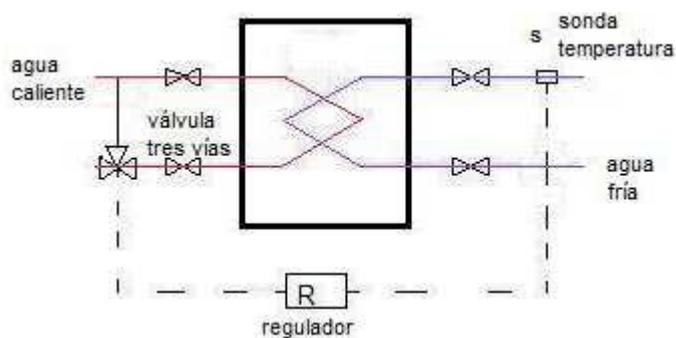


Figura 6: Intercambiador P1/P2

Para controlar la temperatura del agua de ambos vasos de la piscina se colocan una sonda de temperatura para el vaso de la piscina principal y otra sonda de temperatura en el vaso de la piscina complementaria. Cuando la sonda de temperatura registre una temperatura inferior de 26°C que es la temperatura a la cual deben de estar la temperatura de ambas piscinas, mandará una señal al regulador el cual activará la válvula de tres vías para que se caliente el fluido de la piscina y vuelva a estar a 26°C.

3.6.- Paneles solares

Los paneles solares sirven para proporcionarnos la energía que necesitamos para cubrir las pérdidas del vaso principal de la piscina (ES 1), el vaso complementario de la piscina (ES 2) y además para calentar el agua depositada en el acumulador. Los paneles solares están detallados en el siguiente esquema:

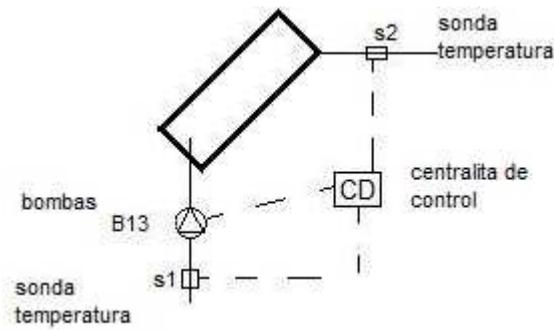


Figura 7: Panel solar

La centralita de control se utiliza para comparar la sonda de temperatura (s1) que está situada en la zona del fluido caliente con la sonda de temperatura (s2) que está situada en la zona del fluido frío. En función de la diferencia de temperatura que exista entre ambas sondas de temperaturas la centralita mandará una orden a la bomba B13 para que comience a funcionar.

Si $(S1 - S2) \geq 3^{\circ}\text{C}$ en este caso la BOMBA B13 estará en ON.

Si $(S1 - S2) \leq 3^{\circ}\text{C}$ en este caso la BOMBA B13 estará en OFF.

Debemos tener en cuenta distintos factores a la hora de elegir la inclinación de los paneles, los cuales, describimos a continuación.

Ángulo de inclinación, β , definido como el ángulo que forma la superficie de los captadores con el plano horizontal. Su valor es 0° para captadores horizontales y 90° para verticales.

Ángulo de azimut, α , definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del captador y el meridiano del lugar. Valores típicos son 0° para captadores orientados al Sur, -90° para captadores orientados al Este y $+90^{\circ}$ para captadores orientados al Oeste.

Valladolid se encuentra a una latitud de $41,7^{\circ}$ por lo que según el HE-4 y como nuestra demanda es constante y anual, estableceremos una inclinación en los paneles igual a la latitud geográfica, además de estar orientados al sur para un óptimo rendimiento.

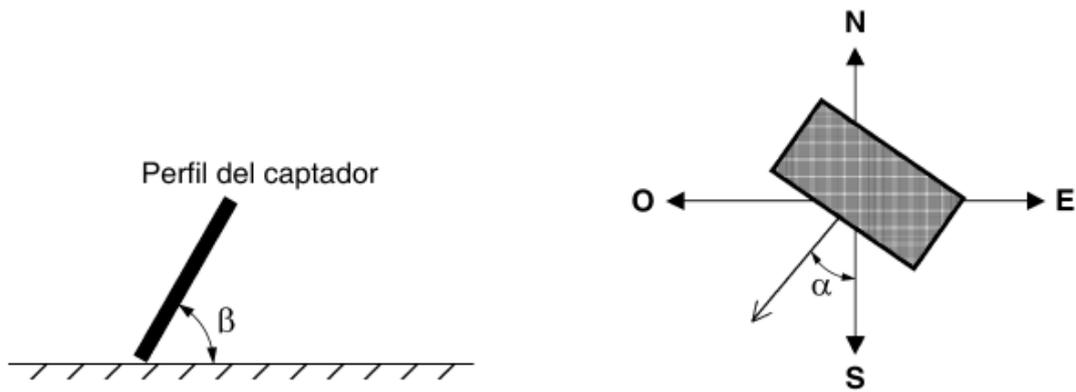


Figura 8: Orientación de los captadores solares

3.7.- Caldera

La caldera sirve para proporcionarnos la energía en el caso de que los paneles solares no nos hayan proporcionado toda la energía que necesitamos para cubrir todas las pérdidas energéticas del recinto.

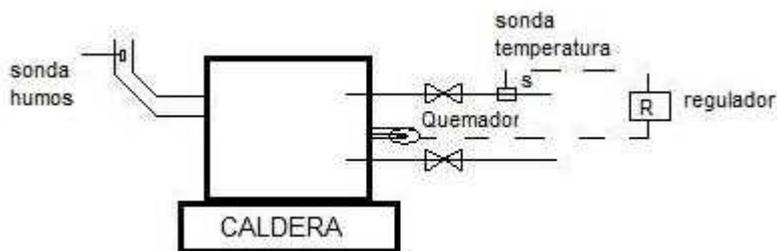


Figura 9: Caldera

En el caso de la caldera si la sonda térmica registra una temperatura superior de 80°C entonces le da una orden al quemador para que este se apague y deje de funcionar en caso contrario seguirá funcionando.

3.8.- Control de la BCP

El control de los elementos de la BCP está generalmente integrado en la propia BCP.

Estos equipos están concedidos como deshumectadores y por lo tanto, su funcionamiento está controlado por el humidostato en función de la humedad relativa del local que en nuestro caso es del 65%, y que la aportación calorífica al local se hará empleando baterías de calentamiento independientes del ciclo frigorífico.

El principio de funcionamiento consiste principalmente en hacer pasar el aire de retorno por el evaporador del equipo donde se produce la deshumectación.

El aire al pasar por el evaporador se enfría y pierde humedad, y a continuación se le hace pasar por el condensador del circuito frigorífico (evaporador y condensador están en serie y físicamente juntos uno a continuación del otro), de forma que toda la potencia calorífica del ciclo frigorífico se recupera sobre el aire frío y seco, que es calentado hasta temperatura similar a la que entró en el evaporador. No obstante, es necesario contar con una batería de calentamiento integrada dentro del propio equipo.

Nuestro equipo tiene dos circuitos frigoríficos, así que uno de ellos lo emplearemos sobre el aire y utilizamos el otro como un intercambiador refrigerante/agua par condensar con el agua del vaso, y contrarrestar así las pérdidas.

4.- Climatización

El incremento de instalaciones lúdico-deportivas ha hecho que las necesidades de climatización de piscinas cubiertas se hayan incrementado de forma importante en nuestro país en los últimos años. Este tipo de instalaciones, por sus peculiares características, requieren de un estudio específico en las necesidades del recinto y de las posibles soluciones a adoptar.

En el proyecto de climatización de una piscina cubierta debe tenerse en cuenta que las diferencias fundamentales con respecto a un sistema de climatización de un edificio residencial o comercial son, en primer lugar, que en el recinto hay una fuerte evaporación y, en segundo lugar, que los ocupantes tienen un grado de vestimenta muy bajo. Como consecuencia de ello la obtención de unas condiciones de confort adecuadas y el evitar condensaciones, que son los dos objetivos específicos de este tipo de instalaciones, pasa por:

1. La consecución de una temperatura y humedad ambientales adecuadas
2. El mantenimiento de la temperatura del agua del vaso de piscina
3. Garantizar el aire de ventilación mínimo higiénico
4. Evitar las corrientes de aire en la zona de ocupación y sobre la lámina de agua.
5. Evitar que se produzcan condensaciones en los distintos cerramientos como consecuencia de la alta humedad absoluta y relativa del aire ambiente interior.

En cuanto a la temperatura del aire ambiente, la del agua y la humedad ambiental tenemos que en la ITE 10 del RITE se aconsejan los valores de la tabla 2, aunque dependiendo del uso de la piscina se puedan adoptar otros valores diferentes reflejados en la tabla 3.

Temperatura del agua	25 °C
Temperatura del aire	27 °C
Humedad relativa	65 %

Tabla 2: Condiciones de confort

Competición	24 °C
Entrenamiento	26 °C
Enseñanza y recreo	25 °C
Disminuidos físicos	29 °C
Piscina infantil	30 °C
Niños de 3 a 6 años y tercera edad	32 °C
Mujeres embarazadas	30 - 32 °C

Tabla 3: Temperaturas del agua S/RITE 10.2.1.2

Como regla general se aconseja que la temperatura del aire se sitúe siempre dos o tres grados por encima de la del agua y la humedad relativa en torno al 65%, las razones son en primer lugar el confort, ya que debemos evitar en lo posible que los bañistas que salen mojados tengan sensación de frío, bien sea por una temperatura ambiente baja o bien por el calor cedido por el cuerpo en el proceso de evaporación del agua de la piel mojada, que es más rápida cuanto menor sea la humedad del ambiente. En segundo lugar es que, como veremos más adelante, existe una relación directa entre el agua evaporada de la piscina y las condiciones de temperatura y humedad del aire ambiente.

En el caso de la climatización de una piscina cubierta debemos tener en cuenta la deshumectación del aire como consecuencia de la evaporación del agua, la temperatura del agua del vaso de piscina así como las del recinto en el que se encuentra.

4.1.- Cálculo de las necesidades de deshumectación

La evaporación del agua depende de la ocupación de la piscina, ya que la mayor interacción entre el agua y el aire en flujo turbulento que se crea como consecuencia del chapoteo, favorece la evaporación, al igual que la cantidad de agua que los bañistas se llevan sobre la piel al salir del vaso.

Existen dos factores más que suponen un aporte de humedad extra al ambiente y que como tales hay que tener en cuenta a la hora de calcular el incremento de humedad absoluta.

Estos factores son la carga latente (considerada en cualquier cálculo de climatización) de los propios bañistas y la del público en general, que en piscinas de competición, por ejemplo, pueden llegar a ser un factor importante si la ocupación de las gradas es elevada.

Y por último, el aire exterior de ventilación, que en algunos casos puede tener más humedad absoluta que el aire ambiente interior, y como consecuencia suponer un aumento en la humedad ambiental, aunque debe decirse que, en la mayoría de los casos, es justo al contrario ayudando a deshumectar por estar este aire exterior más seco que el interior.

Dos de los métodos más utilizados para el cálculo de la cantidad de agua evaporada son la fórmula de Bernier y la fórmula de Carreras. La fórmula de Bernier se basa en la suma de dos términos, piscina con ocupación, contemplado por el término 133 n, y piscina sin agitación, contemplado por el término 16.

$$Me = S \times [(16 + 133n) \times (We - Ga \times Was)] + 0,1 \times N$$

Donde:

Me = masa de agua evaporada (kg/h) S = superficie de piscina (m²)

We = humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del agua (kg ag/kg)

Was = humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del aire interior (kg ag/kg)

Ga = grado de saturación

n = nº de nadadores por m² de superficie de lámina de agua

N = nº total de ocupantes (espectadores)

El segundo método, que será el utilizado por ser más completo, es el de Carreras que además de lo anterior considera la velocidad del aire:

$$Me = 9 \times (We - Wa) \times \left(1 + \frac{v}{1,2}\right) \times S + 0,42 \times n + 0,08 \times N$$

Donde:

M_e = masa de agua evaporada (kg/h)

W_e = humedad absoluta en saturación a la temperatura del agua de la piscina (kgag/kg)

W_a = humedad absoluta a la temperatura del aire ambiente (kgag/kg)

S = superficie de la lámina de agua (m^2)

n = nº de bañistas.

N = nº de espectadores.

Podemos ver que el agua evaporada depende de la diferencia entre humedad absoluta en la saturación a la temperatura del agua y la humedad absoluta del aire ambiente y del número de bañistas. Por tanto, cuanto mayor sea la temperatura del agua será mayor su humedad absoluta en la saturación y como consecuencia aumentará la cantidad de agua evaporada, en las mismas condiciones del aire ambiente. Por el contrario, si la temperatura del aire interior, su humedad relativa, o ambas bajan, su humedad absoluta disminuye y, como consecuencia, aumenta la evaporación. Luego es conveniente que la temperatura del agua no sea excesivamente alta y que la temperatura del aire sea siempre mayor que la del agua para que la evaporación y las condiciones de confort sean las adecuadas.

4.2.- Pérdidas de calor en el vaso de la piscina

Otro aspecto a tener en cuenta son las pérdidas de calor, dichas pérdidas son las siguientes:

1. Evaporación de agua del vaso (Q_e).
2. Radiación de calor por diferencias de temperatura (Q_r).
3. Convección de calor entre agua y aire (Q_c).
4. Renovación del agua del vaso (Q_{re}).
5. Transmisión de calor del agua del vaso (Q_t)

Los factores de los que dependen estas pérdidas son:

1. Temperatura del agua de la piscina
2. Temperatura del aire ambiente
3. Humedad del aire ambiente
4. Ocupación de la piscina
5. Características constructivas del vaso.

A continuación examinaremos cada una de estas pérdidas.

4.2.1 Pérdidas por evaporación

En el proceso de evaporación del agua del vaso de la piscina se absorbe calor por lo que se produce un enfriamiento del resto del agua que no se evapora, es decir, disminuye la temperatura del agua del vaso. Por tanto, cuanto más evaporación exista más se enfriará el agua de la piscina y mayores serán las necesidades que habrá que aportar para mantener la temperatura de la misma.

Teniendo en cuenta que el calor de vaporización del agua (C_v) a una temperatura de 25°C es de 676 wh /Kg, las pérdidas de calor por la evaporación del agua, sin considerar el aporte de humedad de los espectadores, es la siguiente en los distintos supuestos de ocupación.

$$Q_e (60 B) = M_e \times C_v = 69,80 \text{ kg/h} \times 676 \text{ wh/kg} = 47.185 \text{ w}$$

$$Q_e (40 B) = M_e \times C_v = 55,50 \text{ kg/h} \times 676 \text{ wh/kg} = 37.518 \text{ w}$$

$$Q_e (20 B) = M_e \times C_v = 41,20 \text{ kg/h} \times 676 \text{ wh/kg} = 27.852 \text{ w}$$

$$Q_e (0 B) = M_e \times C_v = 26,90 \text{ kg/h} \times 676 \text{ wh/kg} = 18.148 \text{ w.}$$

Referido a unidad de superficie en el caso de ocupación media de 40 bañistas las pérdidas son 120 w/m².

4.2.2.- Pérdidas por radiación

Como puede verse en la siguiente fórmula de Stefan Boltzmann las pérdidas por radiación están en función de la diferencia entre la temperatura media de los cerramientos y la del agua, elevadas ambas a la cuarta potencia y expresadas en grados Kelvin ($^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$)

$$Q_R = D \times E \times (T_{ag}^4 - T_C^4) \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

Donde:

D = constante de Stefan-Boltzmann = $5,67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$

E = emisividad de la superficie = 0,95 (agua)

Tag = temperatura del agua ($^{\circ}\text{K}$)

Tc = temperatura superficial de los cerramientos ($^{\circ}\text{K}$)

Los cerramientos deben encontrarse a muy pocos grados de temperatura por debajo, dependiendo del tipo de cerramiento y coeficiente de transmisión de calor, de la del aire ambiente, y por tanto a muy poca diferencia con la del agua, así pues estas pérdidas por radiación en piscinas cubiertas se consideran generalmente despreciables.

4.2.3. Pérdidas por convección

Al tratarse de una piscina cubierta, las pérdidas por convección (Q_C) también se suelen despreciar, ya que al aplicar la fórmula el valor resultante es pequeño, pues la diferencia de temperaturas también lo es.

$$Q_C = 0,6246 \times (T_{ag} - T_a)^{\frac{4}{3}} \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

Y en cualquier caso, cuando el recinto está a régimen tendríamos una ganancia de calor al ser la temperatura del aire ($T_a = 27^{\circ}\text{C}$) superior a la del agua ($T_{ag} = 25^{\circ}\text{C}$).

4.2.4.- Pérdidas por renovación

En una piscina cubierta, como ya hemos visto, existen pérdidas continuas de agua, desde la evaporada, a la que los propios bañistas sacan del vaso, o la gastada en la limpieza de fondos y filtros. Sin embargo, estas cantidades son muy inferiores al 5% del volumen total del vaso que obligatoriamente por formativa, debido a razones higiénicas sanitarias, debe reponerse diariamente. Esta renovación conlleva que las pérdidas de calor (Q_r , en w) por este concepto sean importantes, y en todo caso, dependerán de la temperatura de agua de la red y de la temperatura del agua de la piscina que se pretenda alcanzar. Se puede calcular de la siguiente forma:

$$Q_r = V_r \times D \times C_e \times (T_{ag} - T_x)$$

Donde:

V_r = Volumen de agua de renovación (m^3) (5% volumen vaso)

D = Densidad del agua = $1000 \text{ Kg}/m^3$

C_e = Calor específico del agua = $1,16 \text{ Wh}/\text{Kg}^\circ\text{C}$

T_{ag} = Temperatura agua piscina ($^\circ\text{C}$) = $25 \text{ }^\circ\text{C}$

T_x = Temperatura agua red ($^\circ\text{C}$) = $10 \text{ }^\circ\text{C}$

Suponiendo un volumen de agua del vaso de 5000 m^3 , y con los datos anteriores tendremos un valor para las pérdidas diarias de calor de 4350 kWh .

4.2.5.- Pérdidas por transmisión

Dependerán de las características constructivas del vaso y del coeficiente de transmisión térmica del material empleado. En el caso más habitual de vaso de hormigón construido dentro del propio sótano del recinto las pérdidas por transmisión (Q_T , en W), se calculan con la fórmula:

$$Q_T = C_T \times S \times (T_{ag} - T_{ex})$$

Donde:

C_T = Coeficiente de transmisión de muros y solerías (1,50 W/m²°C)

S = Superficie de cerramiento del vaso (1900m²)

T_{ag} = Temperatura agua piscina (25°C)

T_{ex} = Temperatura exterior al cerramiento (sótano) (15°C)

Con los datos anteriores, las pérdidas por transmisión son de 28,5 kW.

4.2.6.- Ganancias por radiación solar

En este caso se trata de ganancias y por lo tanto no se tienen en cuenta puesto que contribuyen a paliar las necesidades térmicas. Sólo debemos comentar que según la orientación en la que estén los distintos cerramientos, la superficie y el tipo de carpintería y acristalamiento, en media temporada estas ganancias pueden hacer aumentar considerablemente la temperatura ambiente en el recinto, por lo que en estos casos es conveniente prever la instalación de un sistema de free-cooling para disminuir la temperatura interior de manera gratuita, y si la piscina va a ser usada en verano puede que entonces se necesite incluso prever baterías de refrigeración para contrarrestar dichas ganancias térmicas.

4.2.7.- Resumen pérdidas de calor en el agua del vaso de piscina

De manera general podemos decir que las pérdidas más importantes en el vaso de una piscina cubierta son la evaporación y la renovación de agua, pues juntas suelen representar más del 90% de las pérdidas totales.

Desde el punto de vista de ahorro energético, habría que actuar sobre las pérdidas por evaporación, durante las horas de no utilización de la piscina, colocando una manta térmica que cubra la lámina de agua, y recuperar mediante un intercambiador de placas la energía calorífica del agua que hay que tirar diariamente. Con estas dos actuaciones se podría ahorrar

hasta un tercio de la energía consumida, teniendo en cuenta que más de ocho diarias casi no habría pérdidas por evaporación y que fácilmente podríamos recuperar el 50% de las pérdidas por renovación del agua mediante un intercambiador agua-agua para precalentar el agua de reposición.

4.3.- Potencia necesaria para puesta a régimen

Cuando haya que llenar el vaso de la piscina completamente con agua de red, la potencia calorífica necesaria es superior a la de mantenimiento, que es la que hemos calculado anteriormente. Para determinarla tendremos que aplicar la siguiente fórmula.

$$Q_{PR} = \frac{V \times D \times C_E \times (T_{ag} - T_x)}{T}$$

Donde:

Q_{PR} = Potencia puesta a régimen (W)

V = Volumen de agua de la piscina

D = Densidad del agua (1000Kg/m³)

T_{ag} = Temperatura agua piscina

T_x = Temperatura de llenado de red

T = Tiempo de puesta en régimen

Hay que tener en cuenta que mientras estamos calentando el agua de la piscina también se están produciendo pérdidas que dependerán fundamentalmente de las condiciones del aire ambiente interior y en función del sistema de climatización elegido.

4.4.- Necesidades del aire ambiente

Como ya hemos adelantado, el aporte de vapor de agua al aire ambiente interior aumenta su humedad absoluta y relativa, y en consecuencia también la temperatura de rocío por lo que sí

este aire está en contacto con cerramientos cuya temperatura superficial esté por debajo de la de rocío tendremos condensaciones de agua con los problemas que ello puede acarrear.

Por otro lado, hay que mantener controlada la temperatura ambiente al menos dos grados por encima de la temperatura del agua para conseguir las condiciones de confort adecuadas.

Las necesidades del aire ambiente, aparte del mantenimiento de su calidad (renovación y filtrado), son su calentamiento y específicamente su deshumidificación.

También hay que evitar corrientes de aire sobre la lámina de agua para no potenciar el fenómeno de la evaporación.

Además, estas corrientes de aire, que deben evitarse en cualquier tipo de recinto, cobran más importancia en las piscinas climatizadas, ya que acelerarían la evaporación del agua de la piel mojada de los bañistas, provocando una rápida disminución de su temperatura corporal, y consecuentemente, la molesta sensación de frío.

En definitiva, por las razones expuestas anteriormente, el aire caliente y seco hay que impulsarlo sobre los cerramientos exteriores, preferiblemente de abajo a arriba, cuando las características constructivas del recinto lo permitan.

Por último, comentar que deben evitarse masas de aire estancado para impedir que se enfríen y condensen, para ello es recomendable asegurar una tasa de recirculación de aire entre 4 y 8 veces el volumen del recinto.

5.- Sistemas de deshumidificación y climatización

A continuación se expondrá algunas de las posibles opciones que se consideran más interesantes pensando en claves de confort y eficiencia energética.

5.1. Deshumidificación mediante aire exterior

Si el aire exterior se encuentra a una humedad absoluta menor que el aire interior, situación que se produce con mucha frecuencia en nuestro entorno geográfico, puede parecer, en principio, una buena idea extraer aire del recinto y sustituirlo por el aire exterior. En este caso es necesario realizar un tratamiento térmico de dicho aire ya que normalmente se encontrará a temperatura inferior a la del recinto, además deberá recalentarse para vencer las pérdidas de calor por transmisión de dicho recinto.

El sistema de climatización propuesto en este caso consistiría en una unidad de tratamiento de aire (climatizador) con un recuperador de calor que permita aprovechar la energía del aire de extracción y traspasarla al aire exterior de forma que se precalienta antes de introducirse en el local.

Este sistema es sencillo de instalar y controlar, sin embargo presenta desventajas como el elevado coste de energía que puede suponer el calentamiento de los grandes caudales de aire exterior que hay que introducir para bajar la humedad interior, el consumo de los ventiladores de la unidad de tratamiento de aire y lo que es más importante, la dificultad para realizar una correcta distribución de aire cuando se manejan caudales muy dispares.

5.2.- Deshumidificación mediante batería de frío

Si hacemos pasar el aire del recinto por una batería de frío, ya sea de expansión directa o alimentada con agua fría, el aire experimenta un enfriamiento sensible con disminución de la temperatura, y un enfriamiento latente con pérdida de humedad por haber alcanzado su temperatura de rocío.

Una vez que el aire ha perdido la humedad deseada, habrá que calentarlo para devolverlo a las condiciones iniciales de temperatura y por último habrá que recalentarlo para vencer las pérdidas de calor propias del recinto.

5.3.- Deshumidificación mediante bombas de calor para piscinas (BCP)

En la siguiente figura podemos ver esquema de una bomba de calor BCP.

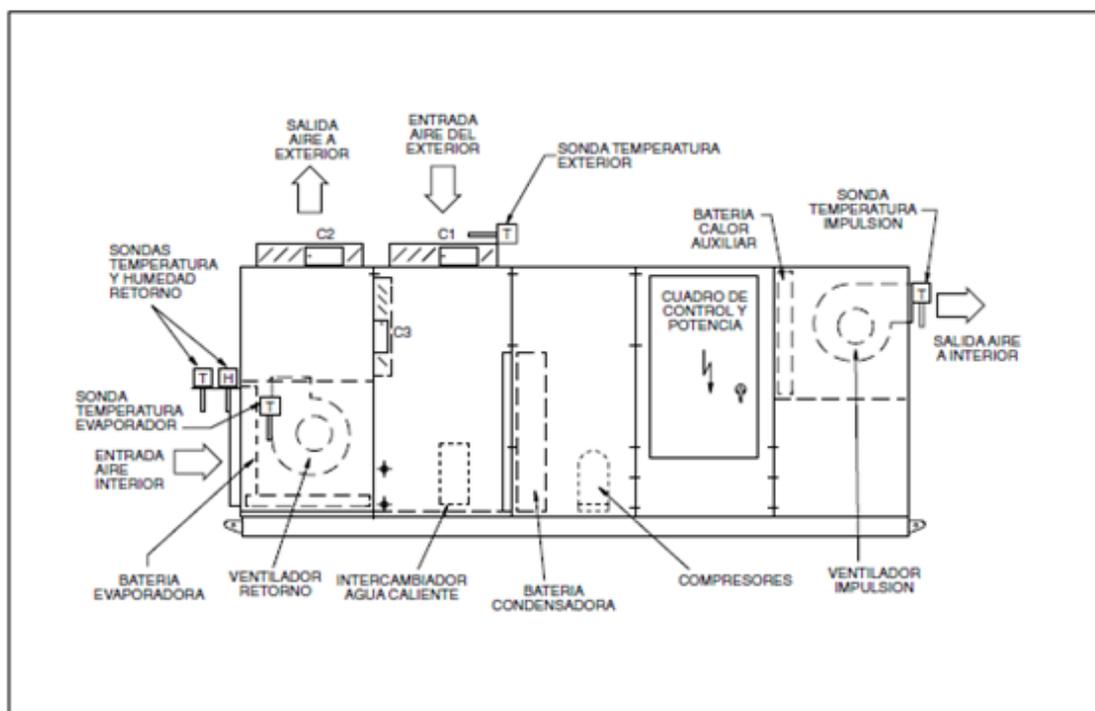


Figura 10: Esquema bomba de calor BCP

Básicamente se hace pasar el aire de retorno por el evaporador del equipo donde se produce la deshumectación.

El aire al pasar por el evaporador se enfría y pierde humedad, y a continuación se le hace pasar por el condensador del circuito frigorífico (evaporador y condensador están en serie y físicamente juntos uno a continuación del otro), de forma que toda la potencia calorífica del ciclo frigorífico se recupera sobre el aire frío y seco, que es calentado hasta temperatura similar a la que entró en el evaporador. No obstante como ya hemos dicho, será necesario contar con una batería de calentamiento integrada dentro del propio equipo.

Si el equipo tiene dos circuitos frigoríficos, lo normal es emplear uno de ellos sobre el aire y utilizar otro de los circuitos con intercambiador refrigerante/agua para condensar con el agua del vaso, de tal forma que el calor cedido en la condensación nos sirva para el calentamiento del agua del vaso, y contrarrestar así las distintas pérdidas.

El esquema frigorífico sería el siguiente:

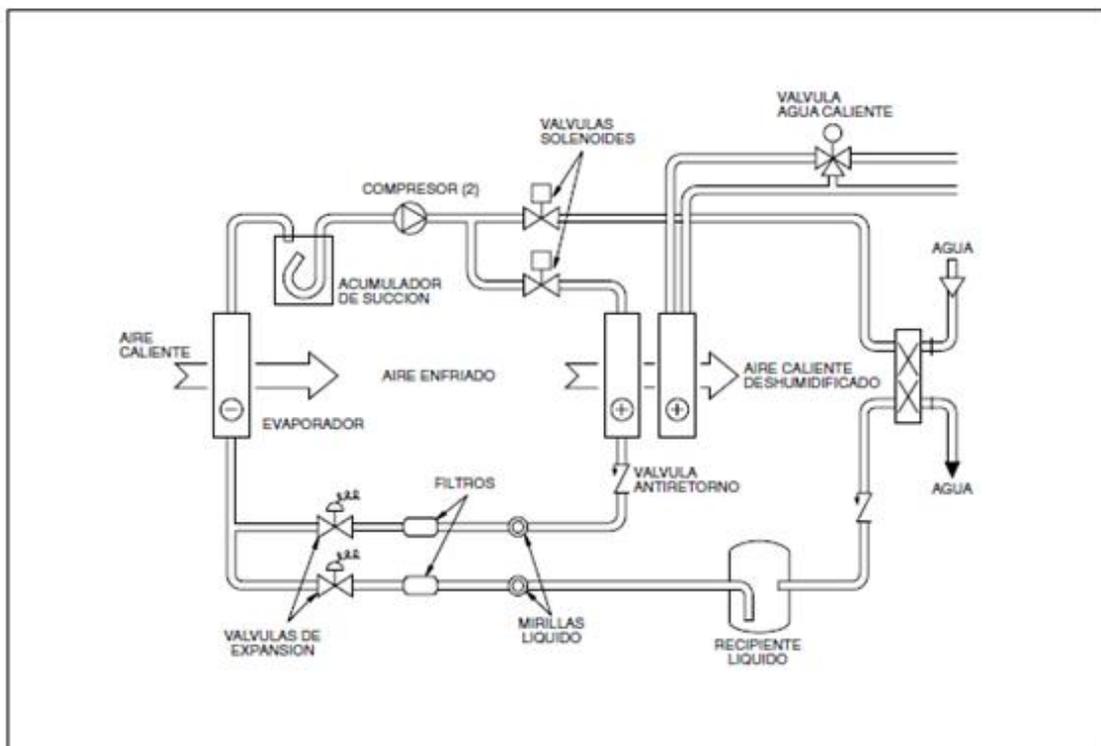


Figura 11: Esquema frigorífico

A continuación podemos observar las características de los distintos modelos existentes en el mercado de las bombas de calor.

Modelos	BCP-110	BCP-140	BCP-180	BCP-230	BCP-265
Pot. Frig. (W)	31.600	39.700	53.300	67.300	77.100
Pot. Absorbida (kW)	7	8,8	12,4	15,6	18,5
Agua condens. (l/h)	21,7	27,3	36,1	44,6	53,4
Caudal nominal	5.500	7.000	9.000	11.500	13.250
Presión disponible	15 mm.ca.				
Pot. Bat. Recalentam. Agua 82-65°C (W)	61.500	71.500	90.000	105.000	129.000
Potencia Condensador de agua (W)	10.000	16.900	20.700	24.900	28.200

Tabla 4: Modelos de bombas BCP

En el caso de una piscina olímpica, el cual estamos tratando, necesitaremos cumplir con unos requisitos que nos permitan tratar un gran volumen de agua, para lo cual necesitaremos un equipo de gran potencia, siendo el BCP-265 el más adecuado a nuestras necesidades.

Además de la batería de recalentamiento cuenta con las opciones de recuperador de calor para el aire de extracción (no montado en el interior del equipo), free cooling para que en el caso de que la piscina está abierta en el verano, la temperatura interior sea similar a la del exterior, es decir, se trata de trabajar con todo aire exterior para que no se sobrecaliente el recinto respecto de la temperatura que hay fuera del recinto.

A modo de resumen final, el BCP-265 nos proporciona las siguientes prestaciones:

1. Deshumectación.
2. Renovación de aire.
3. Calentamiento del aire ambiente.
4. Puesta a régimen y calentamiento del agua del vaso
5. Free cooling para utilizar la piscina incluso en verano.
6. Recuperación del calor del aire de extracción.
7. Producción del A.C.S. para las duchas.

6.- Caldera

6.1. Conceptos generales

Existen varios sistemas para calentar el agua de una piscina, de los calentadores eléctricos a los calentadores de gas pasando por los sistemas todavía más elaborados que utilizan la energía solar.

Las calderas para piscina, eléctricas o de gas, se instalan en el local técnico. Una caja de control permite programar la temperatura más adaptada a la temporada lo que permite dominar mejor al consumo de energía. La subida en temperatura es rápida y de una fiabilidad a toda prueba. Para los modelos eléctricos, es importante tener un sistema de avasallamiento a las horas económicas de la empresa proveedora de electricidad. Los modelos de gas son más caros pero ofrecen un coste de utilización ampliamente inferior a las calderas eléctricas. Funcionan exactamente como calderas clásicas, al gas natural o al propano. Este tipo de calefacción de piscina es ideal para las utilizaciones puntuales pero también para las utilizaciones prolongadas. El coste de utilización queda bastante bajo en la versión de gas. El coste de instalación es importante, y la instalación es voluminosa.

Además de las citadas anteriormente, existe un modelo de caldera más económica y ecológica, ésta es la caldera de biomasa.

6.2. Calderas de biomasa

La biomasa vegetal es la materia constituida por las plantas. La energía que contiene es energía solar almacenada durante el crecimiento por medio de la fotosíntesis. Por esta razón, la biomasa, si es utilizada dentro de un ciclo continuo de producción-utilización, constituye un recurso energético renovable y respetuoso con el medio ambiente.

Quemando gas o gasóleo para la calefacción, se transfiere y se acumula en la atmósfera carbono extraído del subsuelo profundo, alimentando así el efecto invernadero. Por

el contrario, la combustión de biomasa no contribuye de ninguna manera al efecto invernadero, porque el carbono que se libera quemando la madera procede de la atmósfera misma y no del subsuelo.

Actualmente, la contribución de la biomasa a la necesidad de energía primaria está muy por debajo del potencial disponible, y se produce fundamentalmente por la utilización de leña para quemar en chimeneas y estufas, a menudo obsoletas y poco eficaces. No obstante, las tecnologías para la utilización de combustibles vegetales en sistemas de calefacción doméstica han experimentado un gran desarrollo en los últimos años y han alcanzado niveles de eficiencia, fiabilidad y confort muy parecidos a los de los sistemas tradicionales de gas y de gasóleo.

Básicamente hay tres tipologías, según las tres principales categorías de combustibles vegetales:

- Leña para quemar en tarugos
- Madera desmenuzada (astillas)
- Pastillas de madera molida y prensada (pellet)

Calentarse con la biomasa no sólo es beneficioso para el medio ambiente, sino también para el ahorro, porque a igualdad de calor producido, los combustibles vegetales cuestan mucho menos que los fósiles.

En nuestra instalación hemos decidido colocar una caldera de biomasa, la cual debe tener un rango de potencia mayor de la que necesitamos en nuestra instalación.

La caldera debe de tener una capacidad para afrontar las pérdidas por renovación y por calefacción además de las potencias de los intercambiadores P1, P2 y ACS.

Para abastecer la potencia total vamos a colocar una caldera, para producción tanto de agua caliente como para abastecer las diferentes pérdidas tratadas anteriormente, la cual está alimentada con combustible ecológico proveniente de fuentes de energía renovable, como es

en este caso, la biomasa.

Características de la caldera seleccionada

La caldera seleccionada presenta las siguientes características técnicas:

Peso de la caldera	3.500 Kg
Tiro máximo/mínimo admisible	0,05/0,15 mbar
Presión máxima de trabajo	3 bar
Temperatura máxima de impulsión	90 °C
Contenido de agua	940 l
Conexión eléctrica	3x400/50 V/Hz
Superficie del intercambiador térmico	33,8 m ²
Resistencia del lado del agua $\Delta t=20$ k	3.500 Pa
Caudal del agua $\Delta t=20$ k	21.552 Kg/h

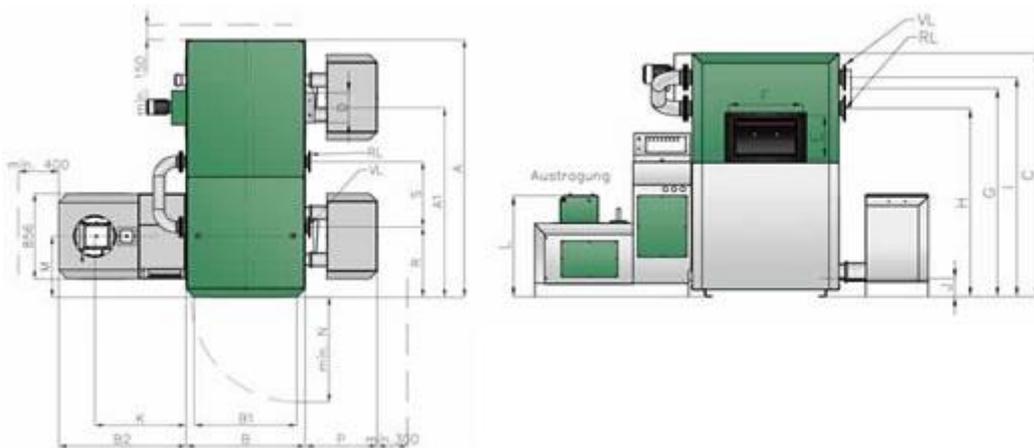


Figura 12: Caldera de biomasa

Las dimensiones (mm) estructurales de la caldera de biomasa son:

A Longitud	2.574
A1 Longitud hasta el eje de salida de humos	1.895
B Ancho	1.186
B1 Ancho (sin reborde)	986
Ancho (con reborde)	1.284

B2 Ancho (módulo alimentador)	1.264
C Altura	1.973
D Diámetro del tubo de salida de humos	300
E Altura puerta de cámara de combustión	300
F Ancho puerta de cámara de combustión	500
G Eje del tubo de salida de humos	1.688
H Conexión de retorno (DN)/Altura	100/1.523
I Conexión de impulsión (DN)/Altura	100/1.776
J Conexión de llenado/vaciado “/Altura	¾ “/148
K Eje del sistema RSE	906
L Altura del sistema RSE	822
M Frente de la caldera hasta el eje de RSE	610
N Distancia necesaria para revisiones	min.1.050
P Anchura del contenedor de cenizas	714
R Distancia al eje de conexión de impulsión	701
S Distancia horizontal al eje VL-RL	655

7.- Estructuras móviles

7.1.- Fondo móvil

El fondo móvil permite la utilización de una sola piscina para diversas actividades: competiciones, natación sincronizada, ejercicios de rehabilitación, natación para diversos niveles, desde bebés a personas de la 3ª edad o discapacitados, aquafitness y en general actividades que requieran diversos niveles de profundidad del agua.

Existen varios tipos de fondos móviles, entre los que destacaremos los dos más empleados en la actualidad, con sujeción lateral mediante motores y con pistones hidráulicos. Además de un sistema de fondos desmontables.

7.1.1.- Sujeción lateral

En cuanto al fondo móvil con sujeción lateral, destacamos como ventaja el hecho de que el mecanismo gracias al cual se mueve, se coloca en las paredes y no sobre el fondo de la piscina, y por lo tanto resulta fácil de limpiar en todos los puntos, incluso con limpiafondos automáticos.

Ambos fondos móviles están provistos de todos los elementos de seguridad previstos en las normas internacionales.

El fondo puede tener una gran pantalla donde muestra a los bañistas de forma constante la profundidad existente en el vaso y también puede tener un control vía radio para dirigir el fondo móvil desde cualquier zona de la piscina. Aunque en nuestro caso hemos prescindido de esta idea.

7.1.2.- Estructura del fondo

El fondo móvil está constituido de una estructura de tubos de acero inox y vigas de resina compuesta. Las extremidades de las vigas de acero están conectadas a dos martinets de rosca

que mueven el fondo de arriba abajo. La estructura viene después recubierta de tablas de PVC antideslizante de 90 mm de anchura, extrusionada con espuma de célula cerrada. Para reducir la potencia de los motores empleados, la superficie se puede entender como un colador gigante, con agujeros de menos de 8mm.

7.1.3.- Movimiento

El fondo esta fijado a los martinets (roscas sin fin) colocados en el interior de las paredes. Son necesarios dos martinets de rosca para cada final de viga de acero inoxidable. El anclaje es muy simple. Los martinets son movidos por dos o 4 motores eléctricos. Cuatro motores situados dos a cada lado de la piscina, sincronizados y de sólo 4 kW pueden mover un fondo de 625 m2. No es necesario ningún anclaje o cable bajo el fondo. El fondo se mueve a una velocidad de 20 cm/min.

7.1.4.- Empalme con el fondo del vaso

Una pared móvil puede ser colocada contra el fondo móvil, formando así una pared de seguridad, como alternativa se puede utilizar una superficie inclinada de empalme regulable que puede adaptarse a la posición del fondo móvil.

7.1.5.- Instalación

En el interior de las "cajas" remetidas, en las que están los martinets de rosca, hay unas boquillas de impulsión de agua que, conectadas al sistema de filtración aseguran la circulación del agua en el interior. Entre los dos paneles que forman la superficie interna de la columna queda una ranura de sólo 8 mm, suficiente para la conexión al fondo e idónea para garantizar el movimiento con la máxima seguridad. El fondo del vaso debe ser entre 25 y 60 cm más profundo para poder alojar el fondo móvil cuando este se encuentre en la posición más baja, manteniendo un fondo plano.

7.1.6.- Fondo con pistones hidráulicos

Como ventaja de este sistema destacamos que todos los componentes se hallan ocultos bajo el fondo móvil para mayor seguridad.

Estructura del fondo

Al igual que el anterior el fondo móvil esta constituido de una estructura de tubos de acero inox y vigas de resina compuesta. Una serie de pistones hidráulicos se encuentran distribuidos bajo el fondo móvil y se accionan de forma sincronizada para subir o bajar la base a la altura deseada. La estructura viene después recubierta de tablas de PVC antideslizante de 90 mm de anchura, extrusionada con espuma de célula cerrada. Para reducir la fuerza que tendrán que ejercer los pistones, la superficie se puede entender como un colador gigante, con agujeros de menos de 8mm.

Movimiento

El fondo esta fijado a los pistones colocados bajo la base móvil. Todos los pistones están sincronizados de forma que se pueda subir y bajar la plataforma de manera uniforme mediante un sencillo sistema hidráulico.

Hemos descartado este mecanismo debido a la inexistencia de unos pistones del tamaño necesario para nuestra aplicación. En caso de querer realizar esta estructura, se debería mandar hacer por encargo a un fabricante especializado, lo cual encarecería mucho el producto final.

7.1.7.- Fondos desmontables

Una posibilidad más simple de variar la profundidad del vaso consiste en la utilización de una estructura de caballetes apoyados sobre el fondo y fácilmente desmontables después del periodo de uso.

Se trata de un conjunto de estructuras que se constituyen de una rejilla en ABS sobre el plano superior y de un caballete de acero inox, las estructuras se unen unas con otras hasta cubrir la superficie entera del fondo del vaso.

Este sistema es la solución ideal para todas aquellas instalaciones de natación que tienen la exigencia de variar la profundidad del vaso sólo periódicamente, o por algunos meses al año. De hecho, es una solución muy sencilla y rápida de instalar, no requiriendo intervenciones sobre las paredes de la piscina.

Hemos descartado este sistema debido a que la variación de profundidad de nuestra piscina se realizará de forma continuada dependiendo de las actividades que se desarrollen en ella diariamente, pudiendo llegar a variar la profundidad varias veces al día.

7.2. Pared móvil

La pared móvil, responde a las normativas internacionales FINA, es el dispositivo que permite realizar diversas actividades al mismo tiempo en una misma piscina. Es de hecho muy sencillo obtener de un único gran vaso dos espacios separados, para actividades antagónicas, recreativas, enseñanza, natación. La pared móvil está compuesta de perfiles de sección cuadrada en acero inox, soldados entre ellos y ensamblados en obra. La base de la pared esta recubierta de una rejilla en ABS, fijada a la estructura, la rejilla está atravesada todo a lo largo por unas almas tubulares de acero inox. La rejilla en ABS puede ser de diversos colores, desde el blanco al beige y al azul.

La continuidad uniforme entre la pared horizontal y vertical se obtiene mediante ángulos especiales de forma redondeada dando un acabado elegante a la pared. La estructura se apoya sobre cuatro ruedas de acero (dos a cada extremo de la pared), gracias a las cuales se puede posicionar a lo largo del vaso. Las ruedas se colocan sobre carriles de acero inox instalados a lo largo de la piscina permitiendo el desplazamiento, que sólo debe vencer la resistencia del agua.

El movimiento de la pared se podría obtener, de una manera sencilla, a través de dos ruedas en acero inox, similares a dos ruedas de timón, posicionadas a las extremidades de la pared y mediante un mecanismo de engranajes y cadenas con un efecto multiplicador, permitiendo mover la pared suavemente. Pero con el fin de automatizar todo el sistema, emplearemos dos motores eléctricos situados uno a cada extremidad de la pared que serán capaces de avanzar o retroceder dicha superficie. Unos motores de tan solo 4 KW cada uno, serán capaces de mover la pared venciendo la resistencia del agua, que por otra parte no será elevada debido a la rejilla en ABS que conforma la pared móvil.

Incorporaremos un pasamanos de acero inox para garantizar una utilización segura, además colocaremos a nivel del agua, un remetido de acero inox a modo de borde de desbordamiento

que reduce las olas e incluso sirve de apoyamanos para los nadadores.

Tampoco existe ninguna dificultad para la colocación de los anclajes de corcheras y podios, por supuesto siempre cumpliendo la normativa FINA.

8.- Adquisición de datos

Debido a las dimensiones del recinto la forma de recopilar los datos relativos a la temperatura y humedad se realizará mediante una red Wifi. Para ello hemos elegido el modelo WLS-9163 y el módulo de la serie C WLS-9215 de National Instruments.

La adquisición de datos Wi-Fi es una expansión de la adquisición de datos basada en PC, a aplicaciones de medidas para las cuales el uso de cables no es conveniente o práctico. Los dispositivos de adquisición de datos (DAQ) NI Wi-Fi combinan IEEE 802.11 inalámbrica, comunicación Ethernet, conectividad directa de sensor y la flexibilidad del software NI LabVIEW para monitoreo remoto de señales eléctricas, físicas, mecánicas y acústicas. El NI WLS-9163 es un adaptador para un solo módulo de la Serie C que proporciona conectividad 802.11b/g y Ethernet a un servidor. Los módulos de la Serie C ofrecen conexiones directas de sensor y acondicionamiento de señales integrado para una variedad de medidas, incluyendo temperatura, tensión, aceleración, corriente y voltaje. Se pueden utilizar de manera intercambiable para una variedad de aplicaciones de medidas y control en varias plataformas, incluyendo NI CompactDAQ, CompactRIO y un adaptador USB de un solo módulo.

Los dispositivos DAQ Wi-Fi y Ethernet pueden sostener cada uno un módulo de medidas de la Serie C. Las medidas, las características y las especificaciones se definen por el tipo de módulo de la Serie C en el adaptador WLS-9163. Una conexión del estándar 802.11 b/g de radio o Ethernet IEEE 802.3 de 10/100 Mb/s, proporciona conectividad a un servidor. Además, dos líneas de interfaz de función programable (PFI) en la parte trasera de cada dispositivo proporcionan habilidades de temporización y sincronización (tales como compartir la señal de disparo y de reloj) con otros dispositivos o elementos externos.

De los distintos módulos de la serie C compatibles con el DAQ NI WLS-9163, hemos elegido el NI WLS-9215. El WLS-9215 nos proporciona 4 canales de medida con una velocidad de muestreo de 100kS/s/canal.

El número de dispositivos que se puede utilizar en un sistema DAQ Wi-Fi es limitado finalmente por la especificación del Estándar IEEE 802.11g y el ancho de banda disponible en la red o entorno inalámbrico. Hay cuatro factores que se deben considerar al determinar cuántos

dispositivos DAQ Wi-Fi puede utilizar en su sistema: velocidad de adquisición, tipo de medidas, número de canales y entorno de RF. Entre más veloz se adquieran datos, es mayor el número de paquetes TCP/IP que el dispositivo tendrá que transferir de vuelta al punto de acceso inalámbrico o servidor. Es el mismo caso para medidas de mayor resolución o mayor número de canales de medidas. Finalmente, el ancho de banda teórico del 802.11 g es de 54 Mbps, aunque hay algunas limitantes prácticas que mantienen a la especificación más cercana a 20 Mbps.

El rango y el funcionamiento de los dispositivos DAQ inalámbricos se derivan de las especificaciones del Estándar IEEE 802.11. Para el caso de espacios abiertos, sin obstrucciones de ningún tipo, como paredes, el alcance llegará a ser de hasta 100m, distancia suficiente para cubrir nuestras necesidades.

Todos los dispositivos DAQ Wi-Fi y Ethernet utilizan el mismo software de servicios de medidas y controlador NI-DAQmx como otros dispositivos de adquisición de datos PCI, PXI y USB de National Instruments. El software de servicios de medidas NI-DAQmx controla cada aspecto de su sistema DAQ, desde la configuración hasta la programación. Con el software NI-DAQmx, se puede configurar y adquirir rápidamente medidas utilizando el DAQ Assistant y automáticamente generar código para realizar la aplicación rápidamente. NI-DAQmx también presenta canales virtuales que automáticamente convierten los datos sin procesar en unidades de ingeniería.

Además del software controlador NI-DAQmx, todos los dispositivos Wi-Fi y Ethernet incluyen el software de configuración Measurement and Automation Explorer (MAX) y el software de registro de datos LabVIEW SignalExpress LE. NI LabVIEW SignalExpress es un software de medidas interactivo para adquirir, analizar y presentar datos rápidamente desde cientos de dispositivos e instrumentos de adquisición de datos sin requerir programación.

Los dispositivos DAQ Wi-Fi y Ethernet funcionan con entornos de desarrollo compatibles con NI-DAQmx, en los que se incluyen:

LabVIEW 7.x o posterior (No soportado por LabVIEW Real-Time)

LabVIEW SignalExpress LE o posterior

NI LabWindows™/CVI 7.x o posterior

NI Measurement Studio 7.x o posterior

ANSI C/C++

C#

Visual Basic .NET

Visual Basic 6.0

8.1.- Sensores de medida

Para la medición de temperatura y humedad ambiente, hemos elegido el modelo HMP50 de Vaisala ya que es muy sencillo de conectar a nuestros nodos, cuenta con una precisión suficiente para nuestro propósito y además poseen muy bajo consumo.

La sonda de temperatura y humedad relativa HMP50 está formado por un detector PRT (Platinum Resistance Temperature) y un sensor capacitivo de humedad relativa.

El rango de temperaturas de trabajo del HMP50 va desde los -40° hasta los $+60^{\circ}$ con un consumo de potencia menor de 2mA a una tensión de alimentación entre 7 y 28 VDC. El error de medida a una temperatura de 20° estará entre $\pm 0.4^{\circ}$.

Para la medición de la temperatura del agua del vaso, utilizaremos el modelo ESMU-250 de Danfoss el cual nos proporciona medidas precisas entre los 0° y 140° y un elevado nivel de protección (IP54). Está fabricado en acero inoxidable y tiene una longitud de 250mm, suficiente para nuestras medidas.

9.- Sistemas de control centralizado

El sistema de control centralizado es el elemento encargado de recoger toda la información proporcionada por los sensores distribuidos en los distintos puntos de control del recinto, procesarla y generar las ordenes que ejecutaran los actuadores e interruptores.

Hace unos años se utilizaban distintos sistemas de control para gestionar la iluminación, la seguridad, la calefacción, etc. En la actualidad, lo habitual es integrar todas las funciones en un único dispositivo, con el fin de reducir el equipamiento necesario en el recinto.

Ubicaremos el sistema de control centralizado lejos del alcance del público general pero de fácil acceso para el personal encargado.

La comunicación entre el sistema de control centralizado y el resto de elementos del sistema se realiza a través de los protocolos de control o domóticos (X-10, EIB, EHS, LonWorks, etc). En la actualidad se está imponiendo la comunicación mediante tecnologías inalámbricas con el fin de facilitar la instalación, escalabilidad y flexibilidad del sistema. Para evitar posibles ataques de intrusos o interferencias creadas por otros aparatos, las centralitas suelen proporcionar un gran número de códigos encriptados distintos memorizables por los distintos receptores.

El adaptador WLS-9163 que hemos elegido posee seguridad avanzada con codificación AES de datos de 128 bits y soporte IEEE 802.11i (WPA2)(Ver Anexo IV).

La información recibida de los sensores en la unidad de control centralizada se trata según un algoritmo introducido en la memoria del sistema; además, la unidad de control es capaz de proporcionar información del estado del sistema al operador. Por otro lado, el operador tiene la posibilidad de intervenir en el proceso, o bien tomar el mando completo del mismo. Las acciones a tomar serán enviadas a los distintos actuadores, con el fin de que se produzca la respuesta deseada.

9.1.- Tipos de arquitecturas de control

La arquitectura de una instalación domótica puede ser de dos tipos, centralizada y distribuida. Esta clasificación puede ser considerada tanto desde un punto de vista físico (distribución del cableado o medio físico entre los dispositivos) como lógico (distribución de las comunicaciones que tienen lugar entre dispositivos). Según esto, nos podemos encontrar con los siguientes tipos de sistemas domóticos:

Una arquitectura es distribuida, desde el punto de vista físico, cuando la topología de la red es un bus, al que todos los dispositivos, independientemente de su naturaleza, son conectados.

Una arquitectura es centralizada, desde el punto de vista físico, cuando la topología de la red es en estrella. El sistema de control central sería el centro de esta estrella, de las que están colgando los distintos sensores y actuadores. Esta topología está asociada a arquitecturas lógicas también centralizadas, es decir, aquellas donde los sensores y actuadores no pueden comunicarse directamente entre sí, sin pasar por el sistema de control centralizado.

En base a estas características hemos elegido una arquitectura centralizada debido a que la comunicación entre nuestros sensores será vía Wi-Fi, lo que evita los problemas anteriormente existentes sobre la poca flexibilidad y alto coste por cableado de los sistemas centralizados.

9.2.- Interfaz de usuario

El sistema de control centralizado ofrece varias interfaces para que los usuarios puedan conectarse a ella y controlar y programar todos los dispositivos.

Hasta hace pocos años existían pocas alternativas para interactuar con los sistemas domóticos. Los sistemas se podían operar, principalmente, de forma local, a través de un teclado y una pantalla embebidos en la misma centralita. Actualmente, las alternativas son mucho mayores: nuevas interfaces locales como los pulsadores y mandos, interfaces vocales accesibles mediante las redes telefónicas, interfaces web accesibles a través de internet, etc.

Un ejemplo de un posible panel de control centralizado podría ser el siguiente, el cual ha sido realizado mediante LabView:

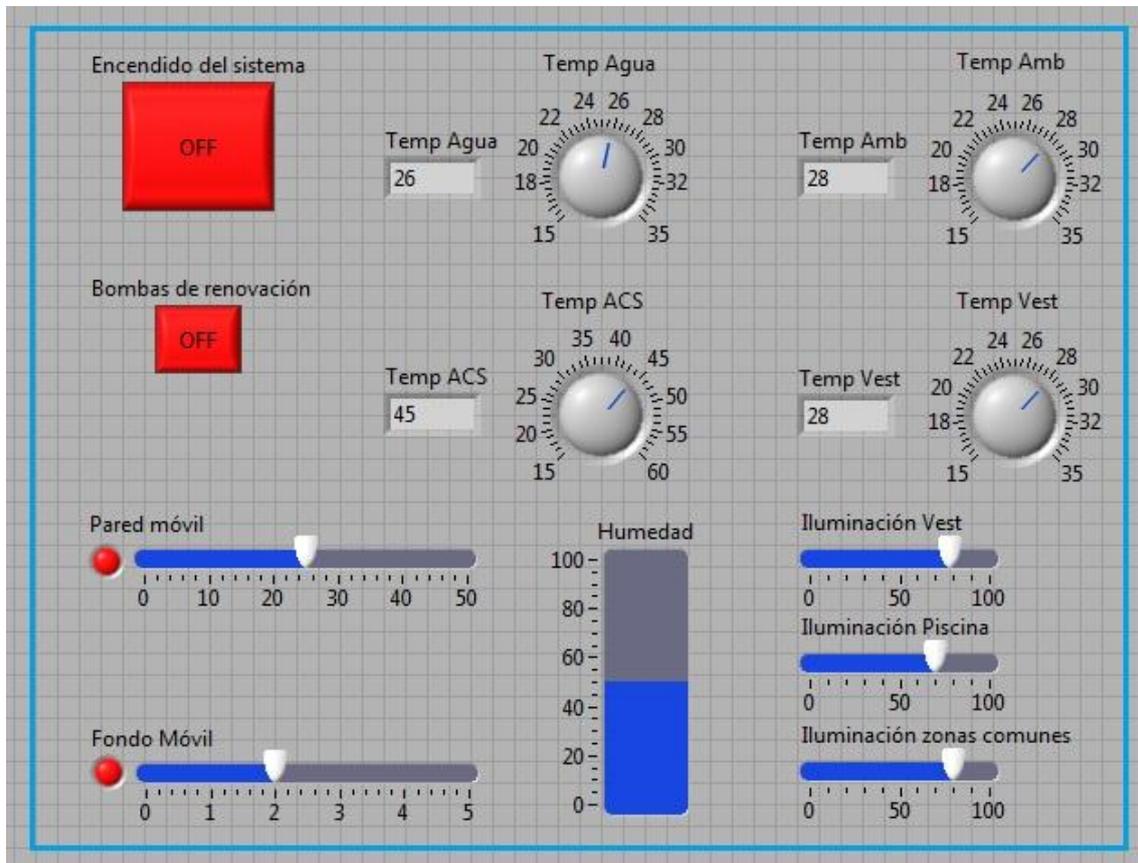


Figura 13: Panel de control

9.3.- Interfaz local

La centralita de control la configuraremos a partir de un PC debido a su sencillez de programación, pudiendo usar cualquier sistema operativo (Windows, distribuciones Linux, Mac, etc.).

Todo esto, podría llegar a controlarse mediante una interfaz web, lo cual hemos descartado por posibles problemas de seguridad y por no considerarlo realmente necesario en esta aplicación.

10.- Conclusiones y líneas futuras

La domótica supone la incorporación de numerosos subsistemas en edificios con el fin de optimizar sus recursos para reducir costes, ahorrar en energía, ofrecer seguridad y confort, pero para lograr estos objetivos se necesita una buenísima gestión del sistema. Esta gestión debe ser una aplicación integradora de subsistemas que permita bajo un mismo interfaz tener el control y la información de todo el sistema, tanto de seguridad como de iluminación o del control de accesos. Este sistema de gestión es distinto para cada proyecto, lo que supone un esfuerzo de desarrollo de integración muy complejo, muy largo en el tiempo y muy caro. La solución que han encontrado algunas empresas que dicen que se dedican a la domótica es simplemente no realizar una gestión global de todo el sistema sino tener una herramienta de gestión de cada subsistema domótico. Realmente resulta comprensible que se haga de esta forma porque es mucho más sencillo y el resultado aparentemente es el mismo. Pero ¿lo que ofrecen estas empresas es realmente domótica o simplemente, un conjunto de subsistemas sin conectividad?.

Al realizar el anterior trabajo de investigación, se puede uno dar cuenta de la dirección o las tendencias futuras de la tecnología, con todos esos nuevos avances aplicados a la arquitectura avanzamos hacia un futuro de comodidad y confort sin olvidar el mejor desempeño de tareas y el mejor consumo y gestión de recursos que esta nos permite. Actualmente no sólo se desarrolla tecnología, (en este caso hablamos de domótica), para el usuario, sino también para el mismo edificio, queriendo decir con esto que con este tipo de edificaciones se busca confort para los ocupantes y durabilidad para el edificio.

Desde el sector de la domótica siempre se ha buscado integrar bajo un mismo sistema de gestión todos los subsistemas domóticos de una vivienda: seguridad, multimedia, telecomunicaciones y automatización; y se ha conseguido, y es precisamente esta integración la que hace que la domótica tenga sentido. Bajo un mismo protocolo domótico gestionamos todos los subsistemas de una vivienda, y ahora se está trabajando en la línea de realizar un sistema de gestión capaz de controlar la mayoría de protocolos domóticos, de manera que sea independiente de si la instalación domótica sea KNX, Zigbee o UPnP. Una de las principales razones por las cuales la domótica aún no haya explotado es precisamente por la falta de conectividad entre los distintos protocolos domóticos.

Otra razón es la creencia popular del elevado coste que supone una instalación domótica, debido a esto, hemos querido realizar este proyecto para demostrar que invertir en domótica es invertir en calidad de vida además de suponer un ahorro energético ya que optimizamos el gasto y contribuimos a un mundo limpio.

11.- Bibliografía

- España. Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la edificación (LOE)
- España. Instalaciones con fines especiales. Piscinas y puentes. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Reglamento Electrotécnico para baja tensión. *Boletín Oficial del Estado*, 18 de septiembre de 2002.
- VALDÉS MUÑOZ, Rubén. “Instalaciones de climatización, agua caliente sanitaria (ACS), energía solar térmica y depuración del agua de una piscina cubierta”.
Director: Jesús González Babón. Universidad de Valladolid, Departamento Ingeniería Energética y Fluidomecánica, 2008.
- RUEDA DURÁN, Diego. “Instalación fotovoltaica conectada a red en una piscina climatizada”.
Director: Julián Manuel Pérez García. Universidad de Valladolid, Departamento Ingeniería Eléctrica, 2010.
- *Instrumentación electrónica: transductores, acondicionadores de señal y sistemas de adquisición*. Martín Fernández, Alberto. 2ª ed. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación, 1990. 246p. ISBN: 978-84-86892-18-0.
- *Domótica e inmótica: viviendas y edificios inteligentes*. Vázquez, Francisco; Romero, Cristobal; de Castro, Carlos. 3ª ed. Madrid: Ra-Ma, 2010. 483p. ISBN: 978-84-9964-017-4.
- *Domótica. Edificios Inteligentes*. Huidobro Moya, José Manuel; Millán Tejedor, Ramón Jesús. 1ª ed. Creaciones Copyright, 2004. 384p. ISBN: 978-84-933336-9-0.
- MYRTHA POOLS, ADVANCED STAINLESS STEEL POOLS
<<http://www.myrthapools.com>>. [CONSULTA: 14 diciembre 2011]
- LA WEB DE LAS PISCINAS <<http://www.climatizacionparapiscinas.es>>. [CONSULTA: 30 enero 2012]
- TERMOSUN, CALDERAS Y ESTUFAS DE BIOMASA <<http://www.termosun.com>>. [CONSULTA: 7 febrero 2012]
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA
<<http://www.idae.es>>. [CONSULTA: 25 febrero 2012]
- CONFEDERACIÓN DE CONSUMIDORES Y USUARIOS <<http://www.cecua.es>>. [CONSULTA: 12 marzo 2012]

- ALPE POOLS, S.L. <<http://www.alpepools.com>>. [Consulta: 19 abril 2012]
- ASOCIACIÓN TÉCNICA ESPAÑOLA DE CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN <<http://www.atecyr.org>>. [Consulta: 20 abril 2012]
- DIAZ POOLS PISCINAS <<http://www.climatizaciondepiscinas.info>>. [CONSULTA: 9 mayo 2012]
- GRUPO FLUIDRA <<http://www.astralpool.com>> [CONSULTA: 23 mayo 2012]

ANEXO I

Comparativa de combustibles

A la hora de elegir el combustible adecuado para nuestra instalación conviene tener en cuenta varios factores, como pueden ser el precio del combustible y el impacto medioambiental. Para ayudar a tomar esta decisión, presentamos una comparativa entre los combustibles más usados que incluyen precio (aproximado), poder calorífico, inversión, financiación y costes.

En las gráficas posteriores podemos ver cómo es la biomasa el combustible que resulta más económico a medio y largo plazo (en igualdad de condiciones).

- Gas natural

Posee la instalación mas sencilla de todas.

Estudiando la evolución del precio del gas natural podemos concluir que el incremento anual del precio es aproximadamente de un 15% situándose hoy en día en torno a 0,040 EUR/kWh.

El poder calorífico es 9,02 kWh/m³.

- Gasóleo

La evolución del precio del gasóleo nos indica que el incremento anual de precio es también de un 15% siendo el precio del mismo 0,068 EUR/kWh.

El poder calorífico es de 10 kWh/Kg.

- Propano

El incremento anual del precio es del 15% siendo el precio actual de 0,067 EUR/kWh.

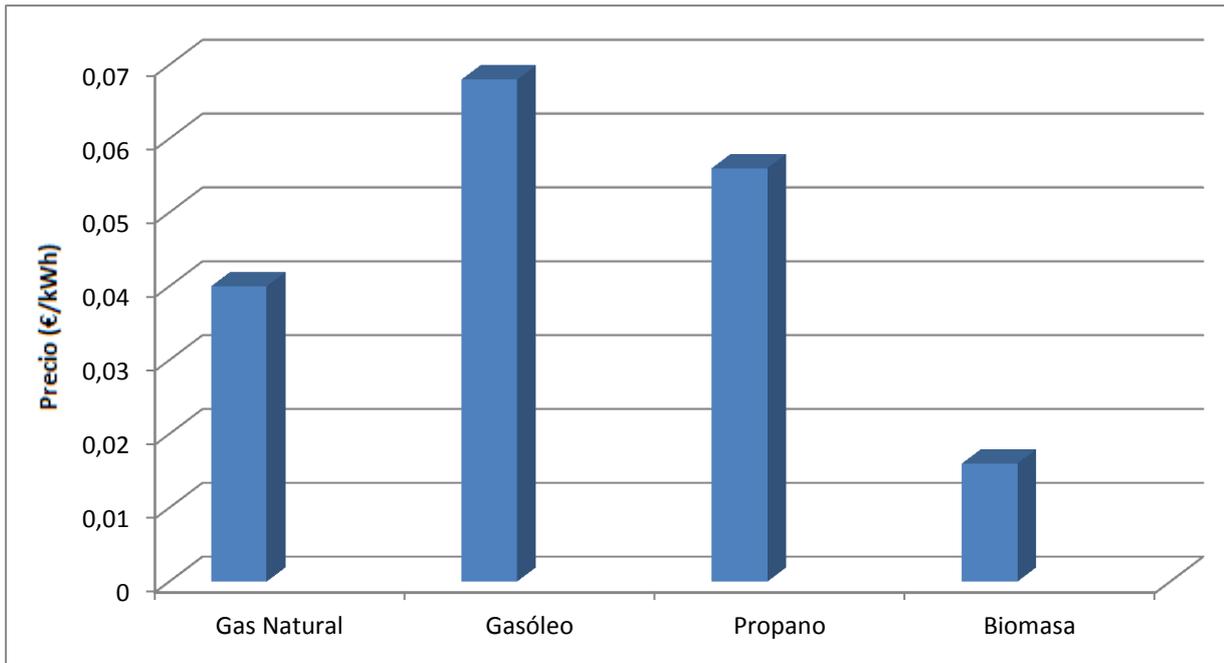
El poder calorífico es de 12 kWh/Kg.

- Biomasa

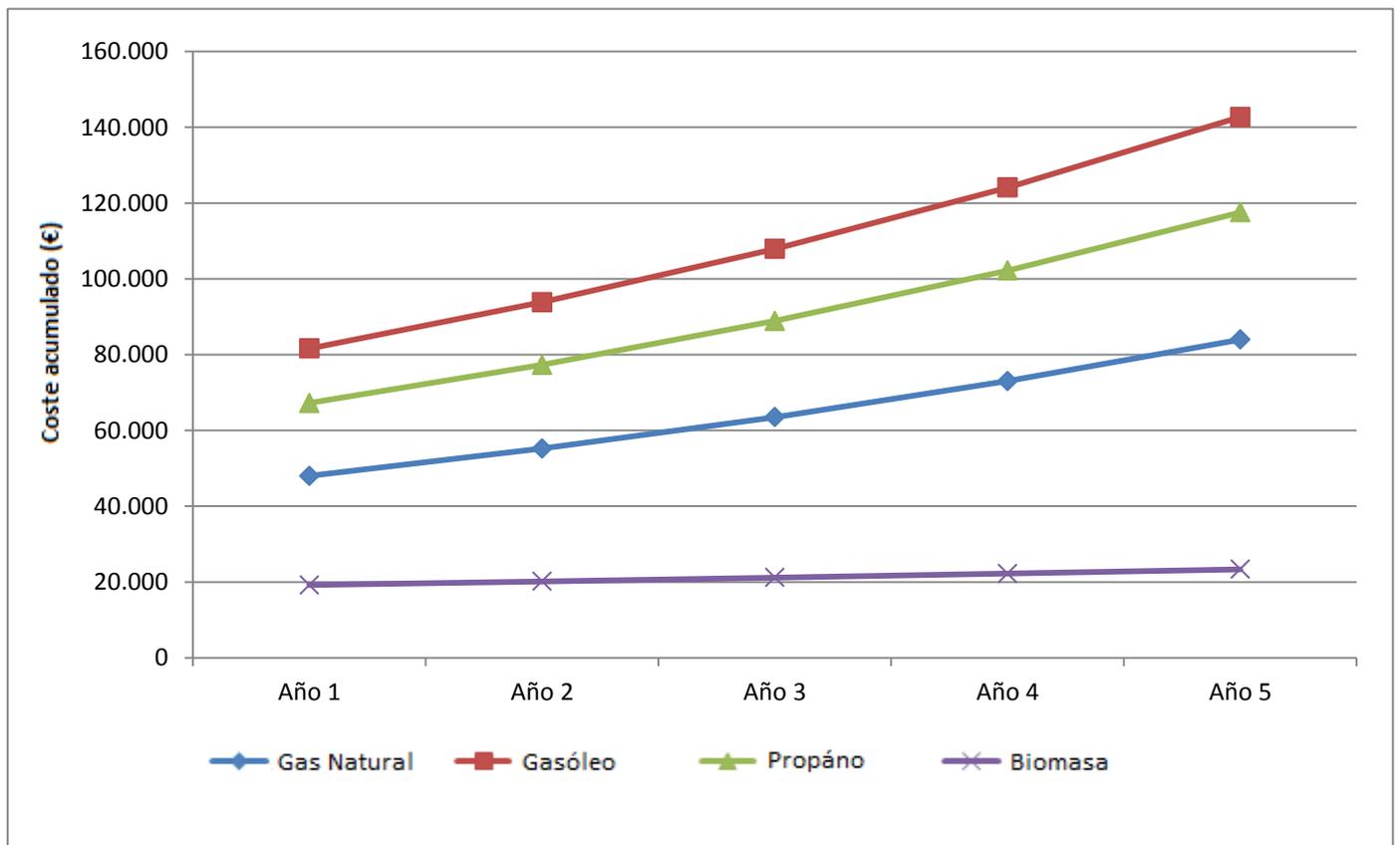
El incremento anual del precio es del 5% siendo el precio actual de 0,08 EUR/kWh.

El poder calorífico medio de la biomasa (dependiendo del material utilizado como combustible) es de 5 kWh/Kg.

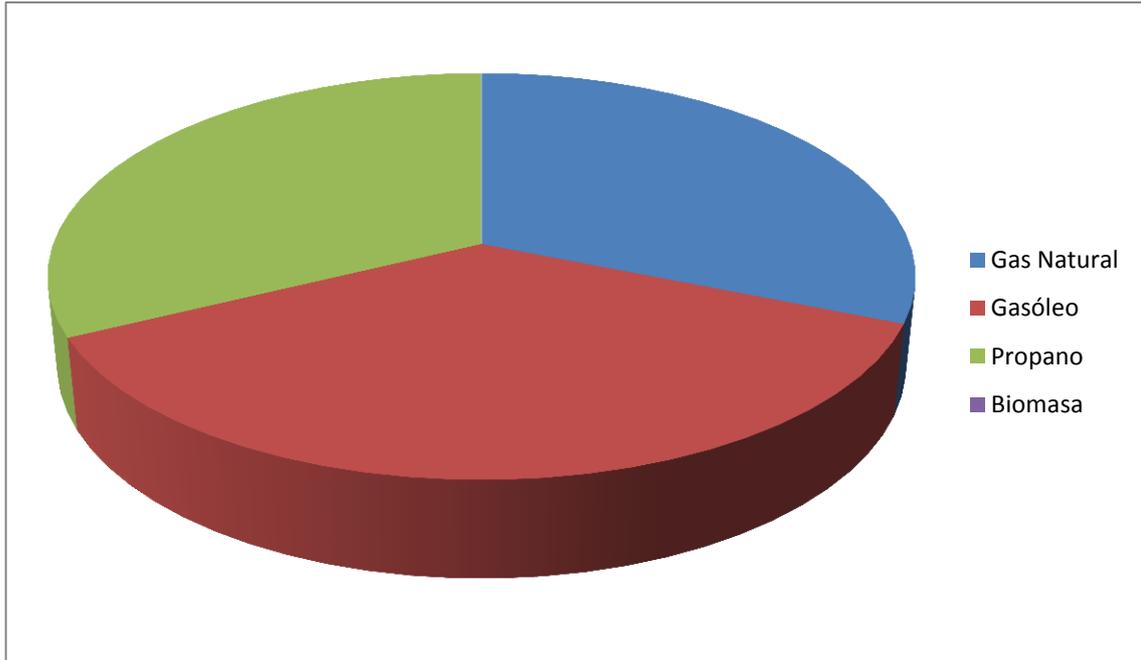
La inversión inicial para este tipo de combustible será mayor que en los anteriores casos pero hay que tener en cuenta que existen subvenciones que aportan hasta el 50% de la inversión necesaria, recuperando más rápidamente los gastos efectuados.



Precio de energía



Gasto acumulado en 5 años



Emisiones CO2 (Kg/kWh)

Consideramos las emisiones de CO2 en la combustión de la biomasa neutrales puesto que el CO2 que se libera es el fijado por la planta previamente.

ANEXO II
TABLAS TEMPERATURAS Y
RADIACION

Temperatura ambiente media durante las horas de sol, en°C

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1	ÁLAVA	7	7	11	12	15	19	21	21	19	15	10	7	13.7
2	ALBACETE	6	8	11	13	17	22	26	26	22	16	11	7	15.4
3	ALICANTE	13	14	16	18	21	25	28	28	26	21	17	14	20.1
4	ALMERÍA	15	15	16	18	21	24	27	28	26	22	18	16	20.5
5	ASTURIAS	9	10	11	12	15	18	20	20	19	16	12	10	14.3
6	ÁVILA	4	5	8	11	14	18	22	22	18	13	8	5	12.3
7	BADAJOS	11	12	15	17	20	25	28	28	25	20	15	11	18.9
8	BALEARES	12	13	14	17	19	23	26	27	25	20	16	14	18.8
9	BARCELONA	11	12	14	17	20	24	26	26	24	20	16	12	18.5
10	BURGOS	5	6	9	11	14	18	21	21	18	13	9	5	12.5
11	CÁCERES	10	11	14	16	19	25	28	28	25	19	14	10	18.3
12	CÁDIZ	13	15	17	19	21	24	27	27	25	22	18	15	20.3
13	CANTABRIA	11	11	14	14	16	19	21	21	20	17	14	12	15.8
14	CASTELLÓN	13	13	15	17	20	24	26	27	25	21	16	13	19.2
15	CEUTA	15	15	16	17	19	23	25	26	24	21	18	16	19.6
16	CIUDAD REAL	7	9	12	15	18	23	28	27	20	17	11	8	16.3
17	CÓRDOBA	11	13	16	18	21	26	30	30	26	21	16	12	20
18	LA CORUÑA	12	12	14	14	16	19	20	21	20	17	14	12	15.9
19	CUENCA	5	6	9	12	15	20	24	23	20	14	9	6	13.6
20	GERONA.	9	10	13	15	19	23	26	25	23	18	13	10	17
21	GRANADA	9	10	13	16	18	24	27	27	24	18	13	9	17.3
22	GUADALAJARA	7	8	12	14	18	22	26	26	22	16	10	8	15.8
23	GUIPÚZCOA	10	10	13	14	16	19	21	21	20	17	13	10	15.3
24	HUELVA	13	14	16	20	21	24	27	27	25	21	17	14	19.9
25	HUESCA	7	8	12	15	18	22	25	25	21	16	11	7	15.6
26	JAÉN	11	11	14	17	21	26	30	29	25	19	15	10	19
27	LEÓN	5	6	10	12	15	19	22	22	19	14	9	6	13.3
28	LÉRIDA	7	10	14	15	21	24	27	27	23	18	11	8	17.1
29	LUGO	8	9	11	13	15	18	20	21	19	15	11	8	14
30	MADRID	6	8	11	13	18	23	28	26	21	15	11	7	15.6
31	MÁLAGA	15	15	17	19	21	25	27	28	26	22	18	15	20.7
32	MELILLA.	15	15	16	18	21	25	27	28	26	22	18	16	20.6
33	MURCIA	12	12	15	17	21	25	28	28	25	20	16	12	19.3
34	NAVARRA	7	7	11	13	16	20	22	23	20	15	10	8	14.3
35	ORENSE	9	9	13	15	18	21	24	23	21	16	12	9	15.8
36	PALENCIA.	5	7	10	13	16	20	23	23	20	14	9	6	13.8
37	LAS PALMAS	20	20	21	22	23	24	25	25	26	25	23	21	22.9
38	PONTEVEDRA	11	12	14	16	18	20	22	23	20	17	14	12	16.6
39	LA RIOJA	7	9	12	14	17	21	24	24	21	16	11	8	15.3
40	SALAMANCA	6	7	10	13	16	20	24	23	20	14	9	6	14
41	STA.C.TENERIFE	19	20	20	21	22	24	26	27	26	25	23	20	22.8
42	SEGOVIA	4	6	10	12	15	20	24	23	20	14	9	5	13.5
43	SEVILLA	11	13	14	17	21	25	29	29	24	20	16	12	19.3
44	SORIA.	4	6	9	11	14	19	22	22	18	13	8	5	12.6
45	TARRAGONA	11	12	14	16	19	22	25	26	23	20	15	12	17.9
46	TERUEL	5	6	9	12	16	20	23	24	19	14	9	6	13.6
47	TOLEDO	6	9	13	15	19	24	28	27	23	17	12	8	16.9
48	VALENCIA	12	13	15	17	20	23	26	27	24	20	16	13	18.8
49	VALLADOLID	4	6	9	12	17	21	24	23	18	13	8	4	13.3
50	VIZCAYA	10	11	12	13	16	20	22	22	20	16	13	18	15
51	ZAMORA	6	7	11	13	16	21	24	23	20	15	10	6	14.3
52	ZARAGOZA	8	10	13	16	19	23	26	26	23	17	12	9	16.8

Energía en megajulios que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes.

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1	ÁLAVA	4.6	6.9	11.2	13	14.8	16.6	18.1	17.3	14.3	9.5	5.5	4.1	11.3
2	ALBACETE	6.7	10.5	15	19.2	21.2	25.1	26.7	23.2	18.8	12.4	8.4	6.4	16.1
3	ALICANTE	8.5	12	16.3	18.9	23.1	24.8	25.8	22.5	18.3	13.6	9.8	7.6	16.8
4	ALMERÍA	8.9	12.2	16.4	19.6	23.1	24.6	25.3	22.5	18.5	13.9	10	8	16.9
5	ASTURIAS	5.3	7.7	10.6	12.2	15	15.2	16.8	14.8	12.4	9.8	5.9	4.6	10.9
6	ÁVILA	6	9.1	13.5	17.7	19.4	22.3	26.3	25.3	18.8	11.2	6.9	5.2	15.1
7	BADAJOS	6.5	10	13.6	18.7	21.8	24.6	25.9	23.8	17.9	12.3	8.2	6.2	15.8
8	BALEARES	7.2	10.7	14.4	16.2	21	22.7	24.2	20.6	16.4	12.1	8.5	6.5	15
9	BARCELONA	6.5	9.5	12.9	16.1	18.6	20.3	21.6	18.1	14.6	10.8	7.2	5.8	13.5
10	BURGOS	5.1	7.9	12.4	16	18.7	21.5	23	20.7	16.7	10.1	6.5	4.5	13.6
11	CÁCERES	6.8	10	14.7	19.6	22.1	25.1	28.1	25.4	19.7	12.7	8.9	6.6	16.6
12	CÁDIZ	8.1	11.5	15.7	18.5	22.2	23.8	25.9	23	18.1	14.2	10	7.4	16.5
13	CANTABRIA	5	7.4	11	13	16.1	17	18.4	15.5	13	9.5	5.8	4.5	11.3
14	CASTELLON	8	12.2	15.5	17.4	20.6	21.4	23.9	19.5	16.6	13.1	8.6	7.3	15.3
15	CEUTA	8.9	13.1	18.6	21	24.3	26.7	26.8	24.3	19.1	14.2	11	8.6	18.1
16	CIUDAD REAL	7	10.1	15	18.7	21.4	23.7	25.3	23.2	18.8	12.5	8.7	6.5	15.9
17	CÓRDOBA	7.2	10.1	15.1	18.5	21.8	25.9	28.5	25.1	19.9	12.6	8.6	6.9	16.7
18	LA CORUÑA	5.4	8	11.4	12.4	15.4	16.2	17.4	15.3	13.9	10.9	6.4	5.1	11.5
19	CUENCA	5.9	8.8	12.9	17.4	18.7	22	25.6	22.3	17.5	11.2	7.2	5.5	14.6
20	GERONA	7.1	10.5	14.2	15.9	18.7	19	22.3	18.5	14.9	11.7	7.8	6.6	13.9
21	GRANADA	7.8	10.8	15.2	18.5	21.9	24.8	26.7	23.6	18.8	12.9	9.6	7.1	16.5
22	GUADALAJARA	6.5	9.2	14	17.9	19.4	22.7	25	23.2	17.8	11.7	7.8	5.6	15.1
23	GUIPÚZCOA	5.5	7.7	11.3	11.7	14.6	16.2	16.1	13.6	12.7	10.3	6.2	5	10.9
24	HUELVA	7.6	11.3	16	19.5	24.1	25.6	28.7	25.6	21.2	14.5	9.2	7.5	17.6
25	HUESCA	6.1	9.6	14.3	18.7	20.3	22.1	23.1	20.9	16.9	11.3	7.2	5.1	14.6
26	JAÉN	6.7	10.1	14.4	18	20.3	24.4	26.7	24.1	19.2	11.9	8.1	6.5	15.9
27	LEÓN	5.8	8.7	13.8	17.2	19.5	22.1	24.2	20.9	17.2	10.4	7	4.8	14.3
28	LÉRIDA	6	9.9	10	18.8	20.9	22.6	23.8	21.3	16.8	12.1	7.2	4.8	15.2
29	LUGO	5.1	7.6	11.7	15.2	17.1	19.5	20.2	18.4	15	9.9	6.2	4.5	12.5
30	MADRID	6.7	10.6	13.6	18.8	20.9	23.5	26	23.1	16.9	11.4	7.5	5.9	15.4
31	MÁLAGA	8.3	12	15.5	18.5	23.2	24.5	26.5	23.2	19	13.6	9.3	8	16.8
32	MELILLA	9.4	12.6	17.2	20.3	23	24.8	24.8	22.6	18.3	14.2	10.9	8.7	17.2
33	MURCIA	10.1	14.8	16.6	20.4	24.2	25.6	27.7	23.5	18.6	13.9	9.8	8.1	17.8
34	NAVARRA	5	7.4	12.3	14.5	17.1	18.9	20.5	18.2	16.2	10.2	6	4.5	12.6
35	ORENSE	4.7	7.3	11.3	14	16.2	17.6	18.3	16.6	14.3	9.4	5.6	4.3	11.6
36	PALENCIA	5.3	9	13.2	17.5	19.7	21.8	24.1	21.6	17.1	10.9	6.6	4.6	14.3
37	LAS PALMAS	11.2	14.2	17.8	19.6	21.7	22.5	24.3	21.9	19.8	15.1	12.3	10.7	17.6
38	PONTEVEDRA	5.5	8.2	13	15.7	17.5	20.4	22	18.9	15.1	11.3	6.8	5.5	13.3
39	LA RIOJA	5.6	8.8	13.7	16.6	19.2	21.4	23.3	20.8	16.2	10.7	6.8	4.8	14
40	SALAMANCA	6.1	9.5	13.5	17.1	19.7	22.8	24.6	22.6	17.5	11.3	7.4	5.2	14.8
41	STA.C.TENERIFE	10.7	13.3	18.1	21.5	25.7	26.5	29.3	26.6	21.2	16.2	10.8	9.3	19.1
42	SEGOVIA	5.7	8.8	13.4	18.4	20.4	22.6	25.7	24.9	18.8	11.4	6.8	5.1	15.2
43	SEVILLA	7.3	10.9	14.4	19.2	22.4	24.3	24.9	23	17.9	12.3	8.8	6.9	16
44	SORIA	5.9	8.7	12.8	17.1	19.7	21.8	24.1	22.3	17.5	11.1	7.6	5.6	14.5
45	TARRAGONA	7.3	10.7	14.9	17.6	20.2	22.5	23.8	20.5	16.4	12.3	8.8	6.3	15.1
46	TERUEL	6.1	8.8	12.9	16.7	18.4	20.6	21.8	20.7	16.9	11	7.1	5.3	13.9
47	TOLEDO	6.2	9.5	14	19.3	21	24.4	27.2	24.5	18.1	11.9	7.6	5.6	15.8
48	VALENCIA	7.6	10.6	14.9	18.1	20.6	22.8	23.8	20.7	16.7	12	8.7	6.6	15.3
49	VALLADOLID	5.5	8.8	13.9	17.2	19.9	22.6	25.1	23	18.3	11.2	6.9	4.2	14.7
50	VIZCAYA	5	7.1	10.8	12.7	15.5	16.7	17.9	15.7	13.1	9.3	6	4.6	11.2
51	ZAMORA	5.4	8.9	13.2	17.3	22.2	21.6	23.5	22	17.2	11.1	6.7	4.6	14.5
52	ZARAGOZA	6.3	9.8	15.2	18.3	21.8	24.2	25.1	23.4	18.3	12.1	7.4	5.7	15.6

Altitud, latitud y temperatura mínima histórica
(la más baja que se haya medido desde el primer año del que se conservan registros de datos).

PROVINCIA	ALTITUD (m) (de la capital)	LATITUD (de la capital)	TEMP. MÍNIMA HISTÓRICA (°C)
1 ÁLAVA	542	42.9	-18
2 ALBACETE	686	39.0	-23
3 ALICANTE	7	38.4	-5
4 ALMERÍA	65	36.9	-1
5 ASTURIAS	232	43.4	-11
6 ÁVILA	1126	40.7	-21
7 BADAJOZ	186	38.9	-6
8 BALEARES	28	39.6	-4
9 BARCELONA	95	41.4	-20
10 BURGOS	929	42.3	-18
11 CÁCERES	459	39.5	-6
12 CÁDIZ	28	36.5	-2
13 CANTABRIA	69	43.5	-4
14 CASTELLON	27	40.0	-8
15 CEUTA	206	35.9	-1
16 CIUDAD REAL	628	39.0	-10
17 CÓRDOBA	128	37.9	-6
18 LA CORUÑA	54	43.4	-9
19 CUENCA	949	40.1	-21
20 GERONA	95	42.0	-11
21 GRANADA	775	37.2	-13
22 GUADALAJARA	685	40.6	-14
23 GUIPÚZCOA	181	43.3	-12
24 HUELVA	4	37.3	-6
25 HUESCA	488	42.1	-14
26 JAÉN	586	37.8	-8
27 LEÓN	908	42.6	-18
28 LÉRIDA	323	41.7	-11
29 LUGO	465	43.0	-8
30 MADRID	667	40.4	-16
31 MLAGA	40	36.7	-4
32 MELILLA	47	35.3	-1
33 MURCIA	42	38.0	-5
34 NAVARRA	449	42.8	-16
35 ORENSE	139	42.3	-8
36 PALENCIA	734	42.0	-14
37 LAS PALMAS	6	28.2	+6
38 PONTEVEDRA	19	42.4	-4
39 LA RIOJA	380	42.5	-12
40 SALAMANCA	803	41.0	-16
41 SANTA CRUZ DE TENERIFE	37	28.5	+3
42 SEGOVIA	1002	41.0	-17
43 SEVILLA	30	37.4	-6
44 SORIA	1063	41.8	-16
45 TARRAGONA	60	41.1	-7
46 TERUEL	915	40.4	-14
47 TOLEDO	540	39.9	-9
48 VALENCIA	10	39.5	-8
49 VALLADOLID	694	41.7	-16
50 VIZCAYA	32	43.3	-8
51 ZAMORA	649	41.5	-14
52 ZARAGOZA	200	41.7	-11

Factor de corrección k para superficies inclinadas. Representa el cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el Ecuador e inclinada un determinado ángulo, y otra horizontal.

LATITUD = 40°

Inclinación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1.07	1.06	1.05	1.03	1.02	1.01	1.02	1.03	1.05	1.08	1.09	1.09
10	1.14	1.11	1.08	1.05	1.03	1.02	1.03	1.06	1.1	1.14	1.17	1.16
15	1.2	1.16	1.12	1.07	1.03	1.02	1.04	1.08	1.14	1.21	1.25	1.24
20	1.25	1.2	1.14	1.08	1.03	1.02	1.03	1.09	1.17	1.26	1.32	1.3
25	1.3	1.23	1.16	1.08	1.02	1	1.02	1.09	1.19	1.3	1.38	1.36
30	1.34	1.26	1.17	1.07	1.01	.98	1.01	1.09	1.2	1.34	1.43	1.41
35	1.37	1.28	1.17	1.06	.98	.95	.98	1.07	1.21	1.37	1.47	1.45
40	1.39	1.29	1.16	1.04	.95	.92	.95	1.05	1.21	1.39	1.5	1.48
45	1.4	1.29	1.15	1.01	.91	.88	.92	1.03	1.2	1.39	1.52	1.5
50	1.41	1.28	1.13	.98	.87	.83	.87	.99	1.18	1.39	1.54	1.52
55	1.4	1.27	1.1	.94	.82	.78	.82	.95	1.11	1.38	1.54	1.52
60	1.39	1.24	1.07	.89	.77	.72	.77	.9	1.12	1.36	1.53	1.51
65	1.37	1.21	1.03	.84	.71	.66	.71	.85	1.07	1.34	1.51	1.5
70	1.34	1.17	.98	.78	.64	.59	.64	.79	1.02	1.3	1.49	1.47
75	1.3	1.13	.92	.72	.57	.52	.57	.73	.97	1.25	1.45	1.44
80	1.25	1.08	.86	.65	.5	.45	.5	.66	.9	1.2	1.41	1.4
85	1.2	1.02	.8	.58	.43	.37	.42	.58	.84	1.14	1.35	1.35
90	1.14	.95	.73	.5	.35	.29	.34	.5	.76	1.07	1.29	1.29

LATITUD = 41°

Inclinación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1.07	1.06	1.05	1.03	1.02	1.02	1.02	1.03	1.05	1.08	1.09	1.09
10	1.14	1.12	1.09	1.06	1.03	1.02	1.03	1.06	1.1	1.15	1.18	1.17
15	1.21	1.17	1.12	1.07	1.04	1.03	1.04	1.08	1.14	1.21	1.26	1.24
20	1.26	1.21	1.15	1.08	1.04	1.02	1.04	1.09	1.17	1.27	1.33	1.31
25	1.31	1.24	1.17	1.09	1.03	1.01	1.03	1.1	1.2	1.32	1.39	1.37
30	1.35	1.27	1.18	1.08	1.01	.99	1.02	1.09	1.21	1.35	1.44	1.42
35	1.38	1.29	1.18	1.07	.99	.96	.99	1.08	1.22	1.38	1.49	1.47
40	1.4	1.3	1.18	1.05	.95	.93	.9	1.06	1.22	1.4	1.52	1.5
45	1.42	1.3	1.16	1.03	.93	.89	.93	1.04	1.21	1.41	1.55	1.52
50	1.42	1.3	1.14	.99	.88	.84	.88	1.01	1.19	1.41	1.56	1.54
55	1.42	1.28	1.12	.95	.83	.79	.84	.97	1.17	1.41	1.57	1.54
60	1.41	1.26	1.08	.91	.78	.73	.78	.92	1.14	1.39	1.56	1.54
65	1.39	1.23	1.04	.85	.72	.67	.72	.87	1.09	1.36	1.54	1.53
70	1.36	1.19	.99	.8	.66	.61	.66	.81	1.04	1.32	1.52	1.5
75	1.32	1.15	.94	.73	.59	.54	.59	.74	.99	1.28	1.48	1.47
80	1.28	1.1	.88	.67	.52	.46	.52	.67	.93	1.23	1.44	1.43
85	1.23	1.04	.82	.6	.44	.39	.44	.6	.86	1.16	1.38	1.38
90	1.17	.98	.74	.52	.36	.31	.36	.52	.78	1.09	1.32	1.32

LATITUD = 42°

Inclinación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1.08	1.06	1.05	1.03	1.02	1.02	1.02	1.04	1.06	1.08	1.09	1.09
10	1.15	1.12	1.09	1.06	1.04	1.03	1.04	1.06	1.11	1.15	1.18	1.17
15	1.21	1.17	1.13	1.08	1.04	1.03	1.04	1.09	1.15	1.22	1.26	1.25
20	1.27	1.21	1.15	1.09	1.04	1.03	1.05	1.1	1.18	1.28	1.34	1.32
25	1.32	1.25	1.17	1.09	1.04	1.01	1.04	1.1	1.21	1.33	1.4	1.38
30	1.36	1.28	1.19	1.09	1.02	1	1.02	1.1	1.23	1.37	1.46	1.44
35	1.39	1.3	1.19	1.08	1	.97	1	1.09	1.23	1.4	1.51	1.48
40	1.42	1.31	1.19	1.06	.97	.94	.97	1.08	1.24	1.42	1.54	1.52
45	1.43	1.32	1.18	1.04	.94	.9	.94	1.05	1.23	1.43	1.57	1.54

50	1.44	1.31	1.16	1	.89	.86	.9	1.02	1.21	1.44	1.59	1.56
55	1.44	1.3	1.13	.97	.85	.8	.85	.98	1.19	1.43	1.59	1.57
60	1.43	1.28	1.1	.92	.79	.75	.8	.93	1.15	1.41	1.59	1.57
65	1.41	1.25	1.06	.87	.74	.69	.74	.88	1.11	1.39	1.57	1.55
70	1.38	1.21	1.01	.81	.67	.62	.67	.82	1.07	1.35	1.55	1.53
75	1.35	1.17	.96	.75	.6	.55	.6	.76	1.01	1.31	1.52	1.5
80	1.3	1.12	.9	.68	.53	.48	.53	.69	.95	1.25	1.47	1.46
85	1.25	1.06	.83	.61	.46	.4	.46	.62	.88	1.19	1.42	1.41
90	1.19	1	.76	.54	.38	.32	.38	.54	.81	1.12	1.36	1.35

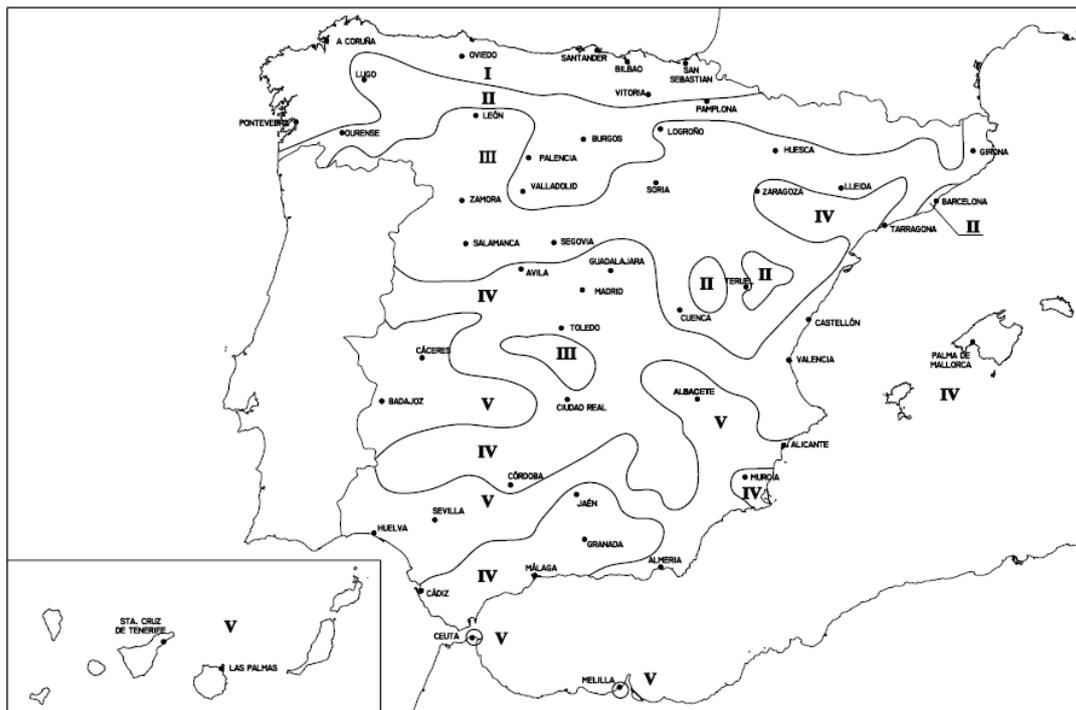
ANEXO III

CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales. En las siguientes tablas veremos para cada zona climática y diferentes niveles de demanda de agua caliente sanitaria (ACS) a una temperatura de referencia de 60 °C, la contribución solar mínima anual en el caso concreto de la climatización de piscinas cubiertas.

Zona	I	II	III	IV	V
Piscinas cubiertas	30	30	50	60	70

Estas zonas las podemos ver representadas en el siguiente mapa.



La orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites mostrados a continuación.

Caso	Orientación e Inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

En todos los casos se han de cumplir las tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores obtenidos con orientación e inclinación óptimos y sin sombra alguna.

Se considerará como la orientación óptima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

- a) demanda constante anual: la latitud geográfica.
- b) demanda preferente en invierno: la latitud geográfica + 10 °.
- c) demanda preferente en verano: la latitud geográfica – 10 °.

ANEXO IV

HOJAS DE CARACTERÍSTICAS

NI WLS/ENET-9163



- IEEE 802.11b/g (Wi-Fi) wireless communication interface (WLS-9163 only)
- Advanced security with 128-bit AES data encryption and IEEE 802.11i (WPA2) support (WLS-9163 only)
- 30 m indoor, 100 m line of sight wireless signal range (WLS-9163 only)
- 10/100BASE-T/X Ethernet port
- Up to 100 m Ethernet cabling distance per segment
- Streaming waveform measurements at up to 250 kS/s
- C Series signal conditioning for thermocouples, RTDs, accelerometers, microphones, strain gages, current, and more
- Two digital PFI lines for triggering and sample clock import/export

Overview

NI WLS-9163 and ENET-9163 single module carriers provide IEEE 802.11g and/or Ethernet connectivity back to a host PC for NI C Series measurement I/O modules. NI offers more than 50 C Series modules with direct sensor connections and built-in signal conditioning for a variety of measurements, including temperature, strain, acceleration, current, and voltage. You can use the modules interchangeably for a variety of measurement and control applications across several platforms, including NI CompactDAQ and CompactRIO, and an NI single module USB carrier. You can purchase WLS-9163 or ENET-9163 carriers and C Series modules separately or together as WLS-9xxx or ENET-9xxx devices.

Requirements and Compatibility

OS Information

- Windows 2000/XP
- Windows Vista x64/x86

Driver Information

- NI-DAQmx

Software Compatibility

- C#, Visual Basic, .NET
- ANSI C/C++
- LabVIEW
- LabVIEW SignalExpress
- LabWindows/CVI
- Measurement Studio

Application and Technology

Simple, Secure Wi-Fi Data Acquisition

Wi-Fi data acquisition is an extension of PC-based data acquisition to measurement applications where cables are inconvenient or uneconomical. NI Wi-Fi data acquisition (DAQ) devices combine IEEE 802.11g wireless or Ethernet communication; direct sensor connectivity; and the flexibility of NI-

DAQmx driver software for remote monitoring of electrical, physical, mechanical, and acoustical signals. NI Wi-Fi DAQ devices can stream data on each channel at up to 250 kS/s. In addition, built-in NIST-approved 128-bit AES encryption and advanced network authentication methods offer the highest commercially available network security.

Simple, Complete Ethernet Data Acquisition

Ethernet data acquisition is an extension of PC-based data acquisition to measurement applications distributed over a large area or network. NI Ethernet DAQ devices combine industry-standard Ethernet communication, direct sensor connectivity, and the flexibility of NI-DAQmx software for remote monitoring and control of electrical, physical, mechanical, and acoustical signals. NI Ethernet DAQ devices can stream data on each channel at up to 250 kS/s across standard enterprise or home networks. With the flexibility of NI-DAQmx programming and the ubiquity of 802.11 and Ethernet network infrastructure, NI Wi-Fi DAQ and Ethernet DAQ make it easy to incorporate remote connectivity into new or existing PC-based measurement or control systems.

NI WLS/ENET-9163 and C Series Hardware

Each NI WLS-9xxx wireless or ENET-9xxx Ethernet DAQ device is a combination of an NI WLS-9163 wireless carrier and an NI C Series measurement module. The ENET-9163 provides Ethernet connectivity back to a host PC; the WLS-9163 adds IEEE 802.11g connectivity. You can synchronize a WLS/ENET-9163 with other devices by using two onboard individually programmable digital trigger lines to export or import sample clocks, start triggers, pause triggers, and reference triggers.

C Series modules provide direct sensor connectivity and built-in signal conditioning for a variety of measurements, including temperature, strain, acceleration, current, and voltage. In addition to the WLS-9163 and ENET-9163, these modules may be used interchangeably for measurement and control applications with different chassis, including NI CompactDAQ and CompactRIO, and the NI USB-9162 carrier.



Figure 1. Each NI Wi-Fi DAQ device combines an NI WLS-9163 carrier and an NI C Series module to provide wireless sensor measurements.

You can purchase WLS/ENET-9163 carriers and select C Series modules separately or together in a kit as WLS/ENET-9xxx devices.

Wireless Security

NI Wi-Fi DAQ devices implement the highest commercially available wireless network security standard, IEEE 802.11i (commonly known as WPA2 or WPA2 Enterprise), including network authentication and data encryption. IEEE 802.1X authentication ensures that only authorized devices have network access, and encryption prevents data packets from being intercepted. NI Wi-Fi DAQ devices support multiple Extensible Authentication Protocol (EAP) methods that provide for mutual authentication between the data acquisition devices and wireless access points (WAPs). These devices also support the Advanced Encryption Standard (AES), a 128-bit cryptographic algorithm endorsed by the National Institute of Standards and Technology for use in many U.S. government facilities. By using standard security protocols, NI Wi-Fi DAQ devices make it easy to add wireless measurements to existing IT networks safely.

Recommended Software

NI Wi-Fi and Ethernet DAQ devices use the same NI-DAQmx API as hundreds of other NI PCI, PXI, and USB DAQ devices, so incorporating a networked data acquisition device into a new or existing measurement system is easy. National Instruments measurement services software, built around NI-

DAQmx driver software, includes intuitive application programming interfaces, configuration tools, I/O assistants, and other tools designed to reduce system setup, configuration, and development time.



Figure 2. NI Wi-Fi and Ethernet DAQ devices stream continuous waveform data back to a host computer.

National Instruments recommends using the latest version of NI-DAQmx driver software for application development in NI LabVIEW, LabVIEW SignalExpress, LabWindows™/CVI, and Measurement Studio software. To obtain the latest version of NI-DAQmx, visit ni.com/support/daq/versions. NI measurement services software speeds up your development with features including the following:

- A configuration-based interface to create fast and accurate measurements with no programming using the DAQ Assistant
- Automatic code generation to create your application in LabVIEW; LabWindows/CVI; LabVIEW SignalExpress; and C#, Visual Studio .NET, ANSI C/C++, or Visual Basic using Measurement Studio
- Multithreaded streaming technology for 1,000 times performance improvements
- More than 3,000 free software downloads that are available at ni.com/zone to jump-start your project
- A single programming interface for hundreds of PCI, PXI, USB, Ethernet, and Wi-Fi data acquisition hardware devices

NI Wi-Fi and Ethernet DAQ devices are compatible with the following versions (or later) of NI application software: LabVIEW 8.2, LabWindows/CVI 7.x, and Measurement Studio 7.x. They are also compatible with ANSI C/C++, C#, Visual Basic .NET, and Visual Basic 6.0.

Ordering Information

For a complete list of accessories, visit the product page on ni.com.

Products	Part Number	Recommended Accessories	Part Number
Wireless and Ethernet C Series Carriers			
NI WLS-9163 IEEE 802.11b/g Carrier for C Series Modules	780495-01	No accessories required.	
NI ENET-9163 Ethernet Carrier for C Series Modules	780501-01	No accessories required.	
Region-Specific Power Cord (Required)			
U.S., 120 VAC	763000-01	No accessories required.	
North America, 240 VAC	763068-01	No accessories required.	
UK, 240 VAC	763064-01	No accessories required.	
Australia, 240 VAC	763066-01	No accessories required.	

Switzerland, 220 VAC	763065-01	No accessories required.
Japan, 100 VAC	763634-01	No accessories required.
Europe, 240 VAC	763067-01	No accessories required.

Support and Services

System Assurance Programs

NI system assurance programs are designed to make it even easier for you to own an NI system. These programs include configuration and deployment services for your NI PXI, CompactRIO, or Compact FieldPoint system. The NI Basic System Assurance Program provides a simple integration test and ensures that your system is delivered completely assembled in one box. When you configure your system with the NI Standard System Assurance Program, you can select from available NI system driver sets and application development environments to create customized, reorderable software configurations. Your system arrives fully assembled and tested in one box with your software preinstalled. When you order your system with the standard program, you also receive system-specific documentation including a bill of materials, an integration test report, a recommended maintenance plan, and frequently asked question documents. Finally, the standard program reduces the total cost of owning an NI system by providing three years of warranty coverage and calibration service. Use the online product advisors at ni.com/advisor to find a system assurance program to meet your needs.

Calibration

NI measurement hardware is calibrated to ensure measurement accuracy and verify that the device meets its published specifications. NI offers a number of calibration services to help maintain the ongoing accuracy of your measurement hardware. These services allow you to be completely confident in your measurements, and help you maintain compliance to standards like ISO 9001, ANSI/NCSL Z540-1 and ISO/IEC 17025. To learn more about NI calibration services or to locate a qualified service center near you, contact your local sales office or visit ni.com/calibration.

Technical Support

Get answers to your technical questions using the following National Instruments resources.

- **Support** - Visit ni.com/support to access the NI KnowledgeBase, example programs, and tutorials or to contact our applications engineers who are located in NI sales offices around the world and speak the local language.
- **Discussion Forums** - Visit forums.ni.com for a diverse set of discussion boards on topics you care about.
- **Online Community** - Visit community.ni.com to find, contribute, or collaborate on customer-contributed technical content with users like you.

Repair

While you may never need your hardware repaired, NI understands that unexpected events may lead to necessary repairs. NI offers repair services performed by highly trained technicians who quickly return your device with the guarantee that it will perform to factory specifications. For more information, visit ni.com/repair.

Training and Certifications

The NI training and certification program delivers the fastest, most certain route to increased proficiency and productivity using NI software and hardware. Training builds the skills to more efficiently develop robust, maintainable applications, while certification validates your knowledge and ability.

- **Classroom training in cities worldwide** - the most comprehensive hands-on training taught by engineers.
- **On-site training at your facility** - an excellent option to train multiple employees at the same time.
- **Online instructor-led training** - lower-cost, remote training if classroom or on-site courses are not possible.

- **Course kits** - lowest-cost, self-paced training that you can use as reference guides.
 - **Training memberships** and training credits - to buy now and schedule training later.
- Visit ni.com/training for more information.

Extended Warranty

NI offers options for extending the standard product warranty to meet the life-cycle requirements of your project. In addition, because NI understands that your requirements may change, the extended warranty is flexible in length and easily renewed. For more information, visit ni.com/warranty.

OEM

NI offers design-in consulting and product integration assistance if you need NI products for OEM applications. For information about special pricing and services for OEM customers, visit ni.com/oem.

Alliance

Our Professional Services Team is comprised of NI applications engineers, NI Consulting Services, and a worldwide National Instruments Alliance Partner program of more than 600 independent consultants and integrators. Services range from start-up assistance to turnkey system integration. Visit ni.com/alliance.

Detailed Specifications

These specifications are typical at 25 °C unless otherwise noted.

For C Series I/O module specifications, refer to the documentation included with the modules.

Note These specifications are for the NI WLS/ENET-9163 carrier only, unless otherwise noted.

Analog Input

Input FIFO size	4095 samples >16 bit, 8191 samples ≤16 bit
Sample rate ¹	
NI WLS/ENET-9163 carrier	5 MS/s (multi-channel, aggregate), maximum
With NI WLS/ENET-9215	100 kS/s, maximum
Timing accuracy ²	50 ppm of sample rate
Timing resolution ²	50 ns
Number of channels supported	Determined by the C Series I/O module

Digital Triggers

Static Characteristics

Number of terminals	2 bi-directional, individually settable
Pull-down resistor	49.9 kΩ ±0.5%
Input voltage protection ³	±20 V on each pin
Power-on state	Input
Required minimum input pulse width	100 ns
PFI Functionality	
PFI 1	Sample Clock In, Sample Clock Out ⁴
PFI 0	Start Trigger In, Start Trigger Out, Pause In, Reference Trigger In

Maximum Operation Conditions		
Level	Min	Max
I _{OL} output low current	—	8 mA
I _{OH} output high current	—	-8 mA

Digital Input Characteristics		
Level	Min	Max
V _{IL} input low voltage	0 V	0.8 V
V _{IH} input high voltage	2 V	5 V
I _{IL} input low current (V _{in} = 0 V)	—	-15 μ A
I _{IH} input high current (V _{in} = 5 V)	—	120 μ A

Digital Output Characteristics		
Parameter	Voltage Level	Current Level
V _{OL}	0.5 V	6 mA
V _{OH}	4.0 V	-6 mA

Wireless (NI WLS-9163 Carrier Only)

Radio mode	IEEE 802.11b, 802.11g
Wireless mode	Ad-Hoc and Infrastructure
Frequency range	2.412–2.462 GHz
Channel 5	1–14
Security	WEP-40, WEP-104, WPA, WPA2
EAP Type	LEAP, PEAP 6 , TTLS 7 , TLS
Center frequency	
11b	2412–2484 MHz
11g	2412–2472 MHz
Channel interval	
11b	5 MHz
11g	5 MHz
Modulation type	
11g	OFDM-CCK (64QAM, 16QAM, QPSK, BPSK)
11b	DSSS (CCK, DQPSK, DBPSK)

TX power		
Specification	Channel	Maximum Radio Output
11g	1	12 dBm
	2	16 dBm
	3, 4	15.5 dBm
	5–7	15 dBm
	8–10	14.5 dBm
	11–13	14 dBm
11b	1–14	16 dBm

Receiver Sensitivity

11b, FER<8%	
11 Mbps	-82 dB/min
5.5 Mbps	-84 dB/min
2 Mbps	-86 dB/min
1 Mbps	-88 dB/min
11g, PER<10%	
54 Mbps	-68 dB/min
48 Mbps	-68 dB/min
36 Mbps	-75 dB/min
24 Mbps	-79 dB/min
18 Mbps	-82 dB/min
12 Mbps	-84 dB/min
9 Mbps	-87 dB/min
6 Mbps	-88 dB/min

Antenna (NI WLS-9163 Carrier Only)

Connector

Female RP-SMA connector

Electrical performance	
Property	Performance
VSWR	Max. 2.0 (2.4–2.5 GHz)
Impedance	50 Ω nominal
Directivity	Omni
Max. gain	2.0 dBi (2.4–2.5 GHz)

Ethernet

Network interface	100 Base-TX, full-duplex; 100 Base-TX, half-duplex; 10 Base-T, full-duplex; 10 Base-T, half-duplex
Network protocols	TCP/IP, UDP
Network ports used	HTTP:80 (configuration only), HTTPS:43 (configuration only), TCP:31415, UDP:44515
Network IP configuration	DHCP + Link-Local, DHCP, Static, Link-Local
Communication rates	10/100 Mbps, auto-negotiated
Maximum cabling distance	100 m/segment

Module I/O States

At power-on	Module-dependent. Refer to the documentation included with the C Series I/O module.
-------------	---

Power Requirements

Caution You must use a National Electric Code (NEC) UL Listed Class 2 power supply with NI WLS/ENET-9000 Series devices.

Note Some C Series I/O modules have additional power requirements. For more information about the C Series I/O module power requirements, refer to the documentation included with the C Series I/O module.

Input voltage range	9 V to 30 V
---------------------	-------------

Maximum required input power	4.5 W
Power input mating connector	2 position combicon, Phoenix Contact part number: 1714977

Physical Characteristics

Weight	Approx. 242 g (8.5 oz)
Weight with antenna (NI WLS-9163 Only)	Approx. 256 g (9 oz)
Dimensions	182 mm × 95 mm × 37 mm (7.18 in. × 3.75 in. × 1.50 in.)
With rubber feet attached	+3.56 mm (+0.140 in.)

Antenna

Antenna connector (antenna not attached)	+5.71 mm (+0.225 in.)
Attached, fully extended	+108.7 mm (+4.28 in.)

Note Refer to the *Dimensions* section for device dimensions with the antenna attached.

Safety

If you need to clean the carrier, wipe it with a dry towel.

Safety Standards

The NI WLS/ENET-9163 carrier is designed to meet the requirements of the following standards of safety for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use:

- IEC 61010-1, EN 61010-1
- UL 61010-1, CSA 61010-1
- EN 50371⁸

Note For UL and other safety certifications, refer to the product label, or go to ni.com/certification, search by model number or product line, and click the appropriate link in the Certification column.

Safety Voltages

Connect only voltages that are within these limits.

V terminal to C terminal 30 V max, Measurement Category I

Measurement Category I is for measurements performed on circuits not directly connected to the electrical distribution system referred to as MAINS voltage. MAINS is a hazardous live electrical supply system that powers equipment. This category is for measurements of voltages from specially protected secondary circuits.

Such voltage measurements include signal levels, special equipment, limited-energy parts of equipment, circuits powered by regulated low-voltage sources, and electronics.

Caution Do not connect the system to signals or use for measurements within Measurement Categories II, III, or IV.

RF Safety Warning (NI WLS-9163 Carrier Only)

This equipment complies with FCC radiation exposure limits set for uncontrolled equipment and meets the FCC radio frequency (RF) Exposure Guidelines in Supplement C to OET65. This product generates and radiates radio frequency energy. To comply with the radio frequency radiation exposure guidelines in an uncontrolled environment, this equipment should be installed and operated with at least 20 cm and more between the radiator and the person's body (excluding extremities: hands, wrists, feet, and legs).

Environmental

The NI WLS/ENET-9163 carrier is intended for indoor use only. For outdoor use, mount the system in a suitably rated enclosure.

Operating temperature (IEC-60068-2-1 and IEC-60068-2-2)	0 to 55 °C
Storage temperature (IEC-60068-2-1 and IEC-60068-2-2)	– 10 to 70 °C
Ingress protection	IP 30
Operating humidity (IEC-60068-2-56)	10 to 90% RH, noncondensing
Storage humidity (IEC-60068-2-56)	5 to 90% RH, noncondensing
Maximum altitude	2,000 m
Pollution Degree (IEC 60664)	2

Shock and Vibration

To meet these specifications, you must panel mount the NI WLS/ENET-9163 carrier and affix ferrules to the ends of the terminal lines.

Operational shock	30 g peak, half-sine, 11 ms pulse (Tested in accordance with IEC-60068-2-27. Test profile developed in accordance with MIL-PRF-28800F.)
Random vibration	
Operating	5 to 500 Hz, 0.3 g _{rms}
Nonoperating	5 to 500 Hz, 2.4 g _{rms} (Tested in accordance with IEC-60068-2-64. Nonoperating test profile exceeds the requirements of MIL-PRF-28800F, Class 3.)

Electromagnetic Compatibility

This product is designed to meet the requirements of the following standards of EMC for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use:

- EN 61326 EMC requirements; Minimum Immunity
- EN 55011 Emissions; Group 1, Class A
- CE, C-Tick, ICES, and FCC Part 15 Emissions; Class A
- EN 301489-01⁹, EN 301489-17⁹
- FCC 15-247⁹, IC RSS-210⁹, EN 300328⁹
-

Note For EMC compliance, operate this device according to product documentation. For country-specific restrictions, go to ni.com/certification, search by model number or product line, and click the appropriate link in the Certification column.

Electronic Compatibility Information

This hardware has been tested and found to comply with the applicable regulatory requirements and limits for electromagnetic compatibility (EMC) as indicated in the hardware's Declaration of Conformity (DoC). These requirements and limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the hardware is operated in the indicated electromagnetic environment. In special cases, for example when either highly sensitive or noisy hardware is being used in close proximity, additional mitigation measures may have to be employed to minimize the potential for electromagnetic interference.

While this hardware is compliant with the applicable regulatory EMC requirements, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. To minimize the potential for the hardware to cause interference to radio and television reception or to experience unacceptable performance degradation, install and use this hardware in strict accordance with the instructions in the hardware documentation and the DoC.

If this hardware does cause interference with licensed radio communications services or other nearby electronic hardware, which can be determined by turning the hardware off and on, you are encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:

- Reorient the antenna of the receiver (the device suffering interference).
- Relocate the transmitter (the device generating interference) with respect to the receiver.
- Plug the transmitter into a different outlet so that the transmitter and the receiver are on different branch circuits.
-

This hardware may generate emissions that exceed regulatory requirements or may become more sensitive to disturbances in the local electromagnetic environment when test leads are attached or when connected to a test object.

Operation of this hardware in a residential area is likely to cause harmful interference. Users are required to correct the interference at their own expense or cease operation of the hardware.

Changes or modifications not expressly approved by National Instruments could void the user's authority to operate the hardware under the local regulatory rules.

CE Compliance

This product meets the essential requirements of applicable European Directives, as amended for CE marking, as follows:

- 2006/95/EC; Low-Voltage Directive (safety)
- 2004/108/EC; Electromagnetic Compatibility (EMC) Directive
- 1999/5/EC¹⁰; Radio and Telecommunications Terminal Equipment (R&TTE) Directive

EU Regulatory Statements

 Český [Czech]	<i>[Jméno výrobce]</i> tímto prohlašuje, že tento <i>[typ zařízení]</i> je ve shodě se základními požadavky a dalšími příslušnými ustanoveními směrnice 1999/5/ES.
 Dansk [Danish]	Undertegnede <i>[fabrikantens navn]</i> erklærer herved, at følgende udstyr <i>[udstyrets typebetegnelse]</i> overholder de væsentlige krav og øvrige relevante krav i direktiv 1999/5/EF.
 Deutsch [German]	Hiermit erkläre <i>[Name des Herstellers]</i> , dass sich das Gerät <i>[Gerätetyp]</i> in Übereinstimmung mit den grundlegenden Anforderungen und den übrigen einschlägigen Bestimmungen der Richtlinie 1999/5/EG befindet.
 Eesti [Estonian]	Käesolevaga kinnitab <i>[tootja nimi = name of manufacturer]</i> seadme <i>[seadme tüüp = type of equipment]</i> vastavust direktiivi 1999/5/EÜ põhinõuetele ja nimetatud direktiivist tulenevatele teistele asjakohastele sätetele.
 English	Hereby, <i>[name of manufacturer]</i> , declares that this <i>[type of equipment]</i> is in compliance with the essential requirements and other relevant provisions of Directive 1999/5/EC.
 Español [Spanish]	Por medio de la presente <i>[nombre del fabricante]</i> declara que el <i>[clase de equipo]</i> cumple con los requisitos esenciales y cualesquiera otras disposiciones aplicables o exigibles de la Directiva 1999/5/CE.
 Ελληνική [Greek]	ΜΕ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ <i>[name of manufacturer]</i> ΔΗΛΩΝΕΙ ΟΤΙ <i>[type of equipment]</i> ΣΥΜΜΟΡΦΩΝΕΤΑΙ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΟΥΣΙΩΔΕΙΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΛΟΙΠΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 1999/5/ΕΚ.
 Français [French]	Par la présente <i>[nom du fabricant]</i> déclare que l'appareil <i>[type d'appareil]</i> est conforme aux exigences essentielles et aux autres dispositions pertinentes de la directive 1999/5/CE.
 Italiano [Italian]	Con la presente <i>[nome del costruttore]</i> dichiara che questo <i>[tipo di apparecchio]</i> è conforme ai requisiti essenziali ed alle altre disposizioni pertinenti stabilite dalla direttiva 1999/5/CE.
 Latvīski [Latvian]	Ar šo <i>[name of manufacturer / izgatavotāja nosaukums]</i> deklarē, ka <i>[type of equipment / iekārtas tips]</i> atbilst Direktīvas 1999/5/EK būtiskajām prasībām un citiem ar to saistītajiem noteikumiem.
 Lietuvių [Lithuanian]	Šiuo <i>[manufacturer name]</i> deklaruoją, kad šis <i>[equipment type]</i> atitinka esminius reikalavimus ir kitas 1999/5/EB Direktyvos nuostatas.
 Nederlands [Dutch]	Hierbij verklaart <i>[naam van de fabrikant]</i> dat het toestel <i>[type van toestel]</i> in overeenstemming is met de essentiële eisen en de andere relevante bepalingen van richtlijn 1999/5/EG.
 Malti [Maltese]	Hawnhekk, <i>[isem tal-manifattur]</i> , jiddikjara li dan <i>[il-mudel tal-prodott]</i> jikkonforma mal-htigijiet essenzjali u ma prowedimenti oħrajn rilevanti li hemm fid-Dirrettiva 1999/5/EC.
 Magyar [Hungarian]	Alulírott, <i>[gyártó neve]</i> nyilatkozom, hogy a <i>[... típus]</i> megfelel a vonatkozó alapvető követelményeknek és az 1999/5/EC irányelv egyéb előírásainak.
 Polski [Polish]	Niniejszym <i>[nazwa producenta]</i> oświadczam, że <i>[nazwa wyrobu]</i> jest zgodny z zasadniczymi wymogami oraz pozostałymi stosownymi postanowieniami Dyrektywy 1999/5/EC.
 Português [Portuguese]	<i>[Nome do fabricante]</i> declara que este <i>[tipo de equipamento]</i> está conforme com os requisitos essenciais e outras disposições da Directiva 1999/5/CE.
 Slovensko [Slovenian]	<i>[Ime proizvajalca]</i> izjavlja, da je ta <i>[tip opreme]</i> v skladu z bistvenimi zahtevami in ostalimi relevantnimi določili direktive 1999/5/ES.
 Slovensky [Slovak]	<i>[Meno výrobcu]</i> týmto vyhlasuje, že <i>[typ zariadenia]</i> spĺňa základné požiadavky a všetky príslušné ustanovenia Smernice 1999/5/ES.
 Suomi [Finnish]	<i>[Valmistaja = manufacturer]</i> vakuuttaa täten että <i>[type of equipment = laitteen tyyppimerkintä]</i> tyyppinen laite on direktiivin 1999/5/EY oleellisten vaatimusten ja sitä koskevien direktiivin muiden ehtojen mukainen.
 Svenska [Swedish]	Härmed intygar <i>[företag]</i> att denna <i>[utrustningstyp]</i> står i överensstämmelse med de väsentliga egenskapskrav och övriga relevanta bestämmelser som framgår av direktiv 1999/5/EG.
 Íslenska [Icelandic]	Hér með lýsir <i>[name of manufacturer]</i> yfir því að <i>[type of equipment]</i> er í samræmi við grunnkröfur og aðrar kröfur, sem gerðar eru í tilskipun 1999/5/EC.
 Norsk [Norwegian]	<i>[Produsentens navn]</i> erklærer herved at utstyret <i>[utstyrets typebetegnelse]</i> er i samsvar med de grunnleggende krav og øvrige relevante krav i direktiv 1999/5/EF.

Note Refer to the Declaration of Conformity (DoC) for this product for any additional regulatory

compliance information. To obtain the DoC for this product, visit ni.com/certification, search by model number or product line, and click the appropriate link in the Certification column.

Environmental Management

National Instruments is committed to designing and manufacturing products in an environmentally responsible manner. NI recognizes that eliminating certain hazardous substances from our products is beneficial not only to the environment but also to NI customers.

For additional environmental information, refer to the *NI and the Environment* Web page at ni.com/environment. This page contains the environmental regulations and directives with which NI complies, as well as other environmental information not included in this document.

Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)

At the end of their life cycle, all products *must* be sent to a WEEE recycling center. For more information about WEEE recycling centers and National Instruments WEEE initiatives, visit ni.com/environment/weee.htm.

电子信息产品污染控制管理办法（中国 RoHS）



中国客户 National Instruments 符合中国电子信息产品中限制使用某些有害物质关于 National Instruments 中国 RoHS 合规性信息, 请登录 ni.com/environment (For information about China RoHS compliance, go to ni.com/environment)

¹ Performance dependent on type of installed C Series I/O modules and number of channels in the task.

² Does not include group delay. Refer to C Series I/O module documentation for more information.

³ Stresses beyond those listed under *Input voltage protection* may cause permanent damage to the device.

⁴ Module-dependent.

⁵ Due to regulations, the valid channels depend upon in which country the device is operating.

⁶ Only PEAPv0/MS-CHAPv2 is supported.

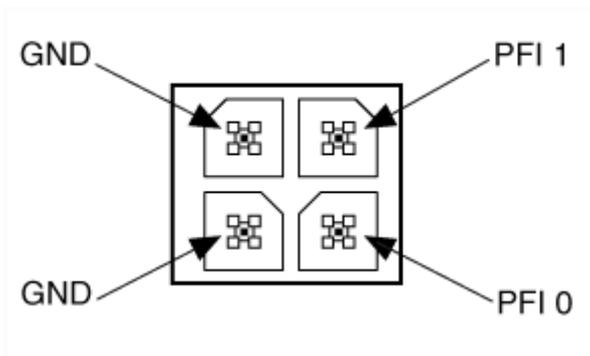
⁷ Only CHAP and MS-CHAPv2 are supported.

⁸ NI WLS-9163 carrier only.

⁹ NI WLS-9163 carrier only.

¹⁰ NI WLS-9163 only.

Pinouts/Front Panel Connections



Trigger Connector Pinout

NI WLS-9215
Wireless 4-Channel Simultaneous Voltage Input



- IEEE 802.11g (Wi-Fi) wireless and Ethernet communication interfaces
- 30 m indoor, 100 m line of sight wireless signal range
- Advanced security with 128-bit AES data encryption and IEEE 802.11i (WPA2)
- Voted 2009 Test Product of the Year by Test & Measurement World magazine
- 4 simultaneously sampled ± 10 V inputs at up to 100 kS/s/ch
- 16-bit successive approximation register (SAR) ADC
- Two digital PFI lines for triggering and sample clock import/export
- NIST-traceable calibration

Overview

Wi-Fi data acquisition is an extension of PC-based data acquisition to measurement applications where cables are inconvenient or uneconomical. NI Wi-Fi data acquisition (DAQ) devices combine IEEE 802.11g wireless or Ethernet communication; direct sensor connectivity; and the flexibility of NI-DAQmx driver software for remote monitoring of electrical, physical, mechanical, and acoustical signals. NI Wi-Fi DAQ devices can stream data on each channel at up to 250 kS/s. In addition, built-in NIST-approved 128-bit AES encryption and advanced network authentication methods offer the highest commercially available network security. With the flexibility of NI LabVIEW graphical programming and the ubiquity of 802.11 network infrastructure, NI Wi-Fi DAQ makes it easy to incorporate wireless connectivity into new or existing PC-based measurement or control systems. The NI WLS-9215 Wi-Fi DAQ device includes four channels of simultaneously sampled voltage inputs with 16-bit accuracy to provide minimal phase delay when scanning multiple channels. With both screw-terminal and BNC connector options, the WLS-9215 is designed for flexible and low-cost signal wiring. You can synchronize a WLS-9215 with other devices by using two onboard individually programmable digital trigger lines to export or import sample clocks, start triggers, pause triggers, and reference triggers. In addition, channel-to-earth isolation and calibration traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST) standards provide safety and accuracy for high-quality sensor measurements.

Requirements and Compatibility

OS Information

- Windows 2000/XP
- Windows Vista x64/x86

Driver Information

- NI-DAQmx

Software Compatibility

- C#, Visual Basic, .NET
- ANSI C/C++
- LabVIEW
- LabVIEW SignalExpress
- LabWindows/CVI
- Measurement Studio

Comparison Tables

Voltage Input Device	Part Number	Channels	Sample Rate	Resolution	Feature
NI WLS-9205	781189-01	32	250 kS/s	16-bit	High-density multiplexed input
NI WLS-9205 D-Sub	781190-01	32	250 kS/s	16-bit	37-pin D-Sub connectivity
NI WLS-9206	781191-01	16	250 kS/s	16-bit	600 VDC bank isolation
NI WLS-9215	780497-01	4	100 kS/s/ch	16-bit	Simultaneous sampling
NI WLS-9215 BNC	780498-01	4	100 kS/s/ch	16-bit	Simultaneous with BNC connectivity
NI WLS-9219	780499-01	4	100 S/s/ch	24-bit	±60 V maximum input range

Application and Technology

NI WLS-9163 and C Series Hardware

Each NI WLS-9215 wireless simultaneous voltage device is a combination of an NI WLS-9163 wireless carrier and an NI 9215 C Series measurement module. The WLS-9163 provides both IEEE 802.11g and Ethernet connectivity back to a host PC. You can synchronize a WLS-9163 with other devices by using two onboard individually programmable digital trigger lines to export or import sample clocks, start triggers, pause triggers, and reference triggers.

C Series modules provide direct sensor connectivity and built-in signal conditioning for a variety of measurements, including temperature, strain, acceleration, current, and voltage. In addition to the WLS-9163, these modules may be used interchangeably for measurement and control applications with different chassis, including NI CompactDAQ and CompactRIO, and the NI USB-9162 and NI ENET-9163 carriers.



Figure 1. Each NI Wi-Fi DAQ device combines an NI WLS-9163 carrier and an NI C Series module to

provide wireless sensor measurements.

You may purchase WLS-9163 carriers and select C Series modules separately or together in a kit as WLS-9xxx devices. Visit ni.com/crio/cseries for a list of compatible devices.

Wireless Security

NI Wi-Fi DAQ devices implement the highest commercially available wireless network security standard, IEEE 802.11i (commonly known as WPA2 or WPA2 Enterprise), including network authentication and data encryption. IEEE 802.1X authentication ensures that only authorized devices have network access, and encryption prevents data packets from being intercepted. NI Wi-Fi DAQ devices support multiple Extensible Authentication Protocol (EAP) methods that provide for mutual authentication between the data acquisition devices and wireless access points (WAPs). These devices also support the Advanced Encryption Standard (AES), a 128-bit cryptographic algorithm endorsed by the National Institute of Standards and Technology for use in many U.S. government facilities. By using standard security protocols, NI Wi-Fi DAQ devices make it easy to add wireless measurements to existing IT networks safely.

Recommended Software

NI Wi-Fi DAQ devices use the same NI-DAQmx API as hundreds of other NI PCI, PXI, and USB DAQ devices, so incorporating an NI Wi-Fi DAQ device into a new or existing measurement system is easy. National Instruments measurement services software, built around NI-DAQmx driver software, includes intuitive application programming interfaces, configuration tools, I/O assistants, and other tools designed to reduce system setup, configuration, and development time.



Figure 2. NI Wi-Fi DAQ devices stream continuous waveform data back to a host computer.

National Instruments recommends using the latest version of NI-DAQmx driver software for application development in NI LabVIEW, LabVIEW SignalExpress, LabWindows™/CVI, and Measurement Studio software. To obtain the latest version of NI-DAQmx, visit ni.com/support/daq/versions. NI measurement services software speeds up your development with features including the following:

- A configuration-based interface to create fast and accurate measurements with no programming using the DAQ Assistant
- Automatic code generation to create your application in LabVIEW; LabWindows/CVI; LabVIEW SignalExpress; and C#, Visual Studio .NET, ANSI C/C++, or Visual Basic using Measurement Studio
- Multithreaded streaming technology for 1,000 times performance improvements
- More than 3,000 free software downloads that are available at ni.com/zone to jump-start your project
- A single programming interface for hundreds of PCI, PXI, USB, Ethernet, and Wi-Fi data acquisition hardware devices
-

NI Wi-Fi DAQ devices are compatible with the following versions (or later) of NI application software: LabVIEW 8.2, LabWindows/CVI 7.x, and Measurement Studio 7.x. They are also compatible with ANSI C/C++, C#, Visual Basic .NET, and Visual Basic 6.0.

Shipping Kit Contents

Every WLS-9215 shipping kit includes the following:

- WLS-9163 802.11b/g C Series carrier
- NI 9215 simultaneous voltage input module
- 12 VDC power supply (region-specific power cord not included)
- Micro-fit plug and terminal kit (NI 9942)
- Rubber nonslip adhesive feet
- Omnidirectional antenna, 2.4 GHz, 2 dBi
- NI-DAQmx 8.9 (or later) software CDs for Windows Vista/XP/2000
- NI LabVIEW SignalExpress LE data-logging software
- *NI-DAQmx for the NI WLS/ENET-9163 Getting Started Guide*

Ordering Information

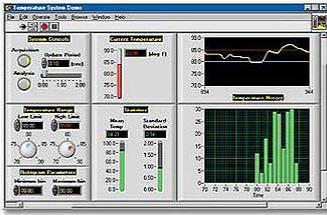
For a complete list of accessories, visit the product page on ni.com.

Products	Part Number	Recommended Accessories	Part Number
Region-Specific Power Cord (Required)			
U.S., 120 VAC	763000-01	No accessories required.	
UK, 240 VAC	763064-01	No accessories required.	
Australia, 240 VAC	763066-01	No accessories required.	
Europe, 240 VAC	763067-01	No accessories required.	
Switzerland, 220 VAC	763065-01	No accessories required.	
Japan, 100 VAC	763634-01	No accessories required.	
North America, 240 VAC	763068-01	No accessories required.	
Wireless Simultaneous Voltage Input Data Acquisition Device			
NI WLS-9215 BNC 4 Ch, Simultaneous, 100 kS/s/ch, 16-Bit, ± 10 V AI	780498-01	No accessories required.	
NI WLS-9215 4 Ch, Simultaneous, 100 kS/s/ch, 16-Bit, ± 10 V AI	780497-01	No accessories required.	
Connectivity, Mounting, and Other Accessories (Optional)			
DIN Rail Mounting Kit for DAQ and GPIB Devices	779689-01	No accessories required.	
NI 9942 Trigger (PFI Line) Connector Kit	194611-01	No accessories required.	
2-Position Screw Terminal Kit for Power Supply Connection, Qty 4	780702-01	No accessories required.	
NI 9932 Backshell with 10-pos connector block (qty 1)	779017-01	No accessories required.	

NI 9936 10-pos screw term connector block (qty 10)	779105-01	No accessories required.
BNC Male (plug) to BNC Male (plug) cables, 1m, 4 pack	779697-01	No accessories required.

Software Recommendations

LabVIEW Professional Development System for Windows



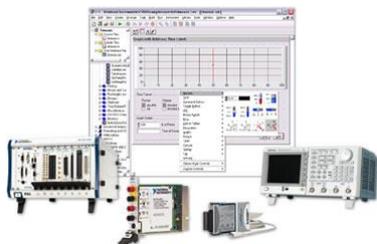
- Advanced software tools for large project development
- Automatic code generation using DAQ Assistant and Instrument I/O Assistant
- Tight integration with a wide range of hardware
- Advanced measurement analysis and digital signal processing
- Open connectivity with DLLs, ActiveX, and .NET objects
- Capability to build DLLs, executables, and MSI installers

NI LabVIEW SignalExpress for Windows



- Quickly configure projects without programming
- Control over 400 PC-based and stand-alone instruments
- Log data from more than 250 data acquisition devices
- Perform basic signal processing, analysis, and file I/O
- Scale your application with automatic LabVIEW code generation
- Create custom reports or easily export data to LabVIEW, DIAdem or Microsoft Excel

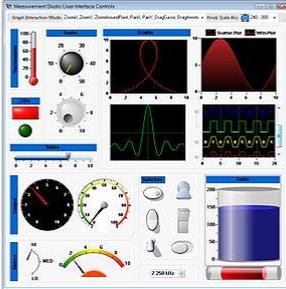
NI LabWindows™/CVI for Windows



- Real-time advanced 2D graphs and charts
- Complete hardware compatibility with IVI, VISA, DAQ, GPIB, and serial

- Analysis tools for array manipulation, signal processing statistics, and curve fitting
- Simplified cross-platform communication with network variables
- Measurement Studio .NET tools (included in LabWindows/CVI Full only)
- The mark LabWindows is used under a license from Microsoft Corporation.

NI Measurement Studio Professional Edition



- Support for Microsoft Visual Studio .NET 2010/2008/2005
- Customizable Windows Forms and Web Forms controls for test and measurement user interface design
- Hardware integration support with data acquisition and instrument control libraries
- Automatic code generation with data acquisition, instrument control, and parameter assistants
- Cross-platform communication with network variables
- Analysis libraries for array operations, signal generation, windowing, filters, signal processing

Support and Services

Calibration

NI measurement hardware is calibrated to ensure measurement accuracy and verify that the device meets its published specifications. NI offers a number of calibration services to help maintain the ongoing accuracy of your measurement hardware. These services allow you to be completely confident in your measurements, and help you maintain compliance to standards like ISO 9001, ANSI/NCSL Z540-1 and ISO/IEC 17025. To learn more about NI calibration services or to locate a qualified service center near you, contact your local sales office or visit ni.com/calibration.

Technical Support

Get answers to your technical questions using the following National Instruments resources.

- **Support** - Visit ni.com/support to access the NI KnowledgeBase, example programs, and tutorials or to contact our applications engineers who are located in NI sales offices around the world and speak the local language.
- **Discussion Forums** - Visit forums.ni.com for a diverse set of discussion boards on topics you care about.
- **Online Community** - Visit community.ni.com to find, contribute, or collaborate on customer-contributed technical content with users like you.

Repair

While you may never need your hardware repaired, NI understands that unexpected events may lead to necessary repairs. NI offers repair services performed by highly trained technicians who quickly return

your device with the guarantee that it will perform to factory specifications. For more information, visit ni.com/repair.

Training and Certifications

The NI training and certification program delivers the fastest, most certain route to increased proficiency and productivity using NI software and hardware. Training builds the skills to more efficiently develop robust, maintainable applications, while certification validates your knowledge and ability.

- **Classroom training in cities worldwide** - the most comprehensive hands-on training taught by engineers.
- **On-site training at your facility** - an excellent option to train multiple employees at the same time.
- **Online instructor-led training** - lower-cost, remote training if classroom or on-site courses are not possible.
- **Course kits** - lowest-cost, self-paced training that you can use as reference guides.
- **Training memberships** and training credits - to buy now and schedule training later.

Visit ni.com/training for more information.

Extended Warranty

NI offers options for extending the standard product warranty to meet the life-cycle requirements of your project. In addition, because NI understands that your requirements may change, the extended warranty is flexible in length and easily renewed. For more information, visit ni.com/warranty.

OEM

NI offers design-in consulting and product integration assistance if you need NI products for OEM applications. For information about special pricing and services for OEM customers, visit ni.com/oem.

Alliance

Our Professional Services Team is comprised of NI applications engineers, NI Consulting Services, and a worldwide National Instruments Alliance Partner program of more than 600 independent consultants and integrators. Services range from start-up assistance to turnkey system integration. Visit ni.com/alliance.

Detailed Specifications

The following specifications are typical for the range -40 to 70 °C unless otherwise noted.

NI WLS-9215 Input Characteristics

Number of channels	4 analog input channels
ADC resolution	16 bits
Type of ADC	Successive approximation register (SAR)
Input range	± 10.0 V
Input voltage ranges (AI+ to AI-) ¹	
Minimum Measurement Voltage (V) ₂	± 10.2
Typical Measurement Voltage (V)	± 10.4
Maximum Measurement Voltage (V)	± 10.6
Maximum working voltage (signal + common mode)	
With screw terminal	Each channel must remain within ± 10.2 V of common
With BNC	All inputs must remain within ± 10.2 V of the average AI- inputs
Overvoltage protection	± 30 V
Conversion time	
Channel 0 only	4.4 μ s
Channels 0 and 1	6 μ s
Channels 0, 1, and 2	8 μ s

Accuracy		
Measurement Conditions	Percent of Reading (Gain Error)	Percent of Range (Offset Error) ³
Calibrated max (–40 to 70 °C)	0.2%	0.082%
Calibrated, typ (25 °C, \pm 5 °C)	0.02%	0.014%
Uncalibrated max (–40 to 70 °C)	1.05%	0.82%
Uncalibrated typ (25 °C, \pm 5 °C)	0.6%	0.38%

Stability

Offset drift	60 μ V/ °C
Gain drift	10 ppm/ °C
CMRR (at 60 Hz)	–73 dB min
Input bandwidth (–3 dB)	420 kHz min
Input impedance	
Resistance	
With screw terminal	1 G Ω
With BNC (between any two AI– terminals)	200 k Ω
Input bias current	10 nA
Input noise	
RMS	1.2 LSB _{rms}
Peak-to-peak	7 LSB
Crosstalk	–80 dB
Settling time (to 2 LSBs)	
With screw terminal	
10 V step	10 μ s
20 V step	15 μ s
With BNC	
10 V step	25 μ s
20 V step	35 μ s
No missing codes	15 bits guaranteed
DNL	–1.9 to 2 LSB max
INL	\pm 6 LSB max
MTBF	1,167,174 hours at 25 °C; Bellcore Issue 6, Method 1, Case 3, Limited Part Stress Method

Note Contact NI for Bellcore MTBF specifications at other temperatures or for MIL-HDBK-217F specifications.

NI WLS-9215 Power Requirements

Power consumption from chassis (full-scale input, 100 kS/s)

Active mode	560 mW, max
Suspend mode	25 μ W, max
Thermal dissipation (at 70 °C)	
Active mode	560 mW, max
Suspend mode	25 μ W, max

NI WLS-9215 Physical Characteristics

If you need to clean the module, wipe it with a dry towel.

Screw terminal wiring	12 to 24 AWG copper conductor wire with 10 mm (0.39 in.) of insulation stripped from the end
Torque for screw terminals	0.5 to 0.6 N · m (4.4 to 5.3 lb · in.)
Ferrules	0.25 mm ² to 2.5 mm ²
Weight	
With screw terminal	150 g (5.3 oz)
With BNC	173 g (6.1 oz)

NI WLS-9215 Safety

Safety Voltages

NI WLS-9215 with Screw Terminal Safety Voltages

Connect only voltages that are within these limits.

Channel-to-COM	±30 V max
Isolation	
Channel-to-channel	No isolation between channels
Channel-to-earth ground	
Continuous	250 V _{rms} , Measurement Category II
Withstand	2,300 V _{rms} , verified by a 5 s dielectric withstand test

Measurement Category II is for measurements performed on circuits directly connected to the electrical distribution system (MAINS⁴). This category refers to local-level electrical distribution, such as that provided by a standard wall outlet (for example, 115 AC voltage for U.S. or 230 AC voltage for Europe). Examples of Measurement Category II are measurements performed on household appliances, portable tools, and similar hardware.

Caution Do not connect the NI WLS-9215 with screw terminal to signals or use for measurements within Measurement Categories III or IV.

NI WLS-9215 with BNC Safety Voltages

Connect only voltages that are within these limits.

AI+-to-AI-	±30 V max
Isolation	
Channel-to-channel	No isolation between channels
Channel-to-earth ground	
Continuous	60 VDC, Measurement Category I
Withstand	1,500 V _{rms} , verified by a 5 s dielectric withstand test

Measurement Category I is for measurements performed on circuits not directly connected to the electrical distribution system referred to as MAINS⁵ voltage. This category is for measurements of voltages from specially protected secondary circuits. Such voltage measurements include signal levels, special hardware, limited-energy parts of hardware, circuits powered by regulated low-voltage sources, and electronics.

Caution Do not connect the NI WLS-9215 with BNC to signals or use for measurements within Measurement Categories II, III, or IV.

Safety Standards

This product is designed to meet the requirements of the following standards of safety for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use:

- IEC 61010-1, EN 61010-1
- UL 61010-1, CSA 61010-1

Note For UL and other safety certifications, refer to the product label or the *Online Product Certification* section.

Hazardous Locations

U.S. (UL)	Class I, Division 2, Groups A, B, C, D, T4; Class I, Zone 2, AEx nC IIC T4
Canada (C-UL)	Class I, Division 2, Groups A, B, C, D, T4; Class I, Zone 2, Ex nC IIC T4
Europe (DEMKO)	EEx nC IIC T4

NI WLS-9215 Environmental

National Instruments C Series modules are intended for indoor use only but may be used outdoors if installed in a suitable enclosure. Refer to the manual for the chassis you are using for more information about meeting these specifications.

Operating temperature (IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2)	-40 to 70 °C
Storage temperature (IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2)	-40 to 85 °C
Ingress Protection	IP 40
Operating humidity (IEC 60068-2-56)	10 to 90% RH, noncondensing
Storage humidity (IEC 60068-2-56)	5 to 95% RH, noncondensing
Maximum altitude	2,000 m
Pollution Degree (IEC 60664)	2

NI WLS-9215 Shock and Vibration

To meet these specifications, you must panel mount the system. If you are using the NI WLS-9215 with screw terminal, you must also either affix ferrules to the ends of the terminal wires or use the NI 9932 backshell kit to protect the connections.

Operating vibration Random (IEC 60068-2-34)	5 g _{rms} , 10 to 500 Hz
Sinusoidal (IEC 60068-2-6)	5 g, 10 to 500 Hz
Operating shock (IEC 60068-2-27)	30 g, 11 ms half sine, 50 g, 3 ms half sine, 18 shocks at 6 orientations

NI WLS-9215 Electromagnetic Compatibility

This product is designed to meet the requirements of the following standards of EMC for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use:

- EN 61326 EMC requirements; Industrial Immunity
- EN 55011 Emissions; Group 1, Class A
- CE, C-Tick, ICES, and FCC Part 15 Emissions; Class A

Note For EMC compliance, operate this device with shielded cables.

NI WLS-9215 CE Compliance

This product meets the essential requirements of applicable European Directives, as amended for CE marking, as follows:

- 2006/95/EC; Low-Voltage Directive (safety)
- 2004/108/EC; Electromagnetic Compatibility Directive (EMC)

Note For the standards applied to assess the EMC of this product, refer to the *Online Product Certification* section.

NI WLS-9215 Online Product Certification

Refer to the product Declaration of Conformity (DoC) for additional regulatory compliance information. To obtain product certifications and the DoC for this product, visit ni.com/certification, search by module number or product line, and click the appropriate link in the Certification column.

NI WLS-9215 Calibration

You can obtain the calibration certificate for this device at ni.com/calibration.

Calibration interval

1 year

¹ Refer to the *Safety Guidelines* section of the *NI WLS-9215 Operating Instructions and Specifications* for more information about safe operating voltages.

² The minimum measurement voltage range is the largest voltage the device is guaranteed to accurately measure.

³ Range equals 10.4 V.

⁴ MAINS is defined as a hazardous live electrical supply system that powers hardware. Suitably rated measuring circuits may be connected to the MAINS for measuring purposes.

⁵ MAINS is defined as a hazardous live electrical supply system that powers hardware. Suitably rated measuring circuits may be connected to the MAINS for measuring purposes.

NI WLS/ENET-9163 Carrier Specifications

These specifications are typical at 25 °C unless otherwise noted.

For C Series I/O module specifications, refer to the documentation included with the modules.

Note These specifications are for the NI WLS/ENET-9163 carrier only, unless otherwise noted.

WLS/ENET-9163 Analog Input

Input FIFO size	4095 samples >16 bit, 8191 samples ≤16 bit
Sample rate ¹	
NI WLS/ENET-9163 carrier	5 MS/s (multi-channel, aggregate), maximum
With NI WLS/ENET-9215	100 kS/s, maximum
Timing accuracy ²	50 ppm of sample rate
Timing resolution ²	50 ns
Number of channels supported	Determined by the C Series I/O module

WLS/ENET-9163 Digital Triggers

Static Characteristics	
Number of terminals	2 bi-directional, individually settable
Pull-down resistor	49.9 k Ω \pm 0.5%
Input voltage protection ³	\pm 20 V on each pin
Power-on state	Input
Required minimum input pulse width	100 ns
PFI Functionality	
PFI 1	Sample Clock In, Sample Clock Out ⁴
PFI 0	Start Trigger In, Start Trigger Out, Pause In, Reference Trigger In

Maximum Operation Conditions		
Level	Min	Max
I _{OL} output low current	—	8 mA
I _{OH} output high current	—	–8 mA

Digital Input Characteristics		
Level	Min	Max
V _{IL} input low voltage	0 V	0.8 V
V _{IH} input high voltage	2 V	5 V
I _{IL} input low current (V _{in} = 0 V)	—	–15 μ A
I _{IH} input high current (V _{in} = 5 V)	—	120 μ A

Digital Output Characteristics		
Parameter	Voltage Level	Current Level
V _{OL}	0.5 V	6 mA
V _{OH}	4.0 V	–6 mA

WLS/ENET-9163 Wireless (NI WLS-9163 Carrier Only)

Radio mode	IEEE 802.11b, 802.11g
Wireless mode	Ad-Hoc and Infrastructure
Frequency range	2.412–2.462 GHz
Channel ⁵	1–14
Security	WEP-40, WEP-104, WPA, WPA2
EAP Type	LEAP, PEAP ⁶ , TTLS ⁷ , TLS
Center frequency	
11b	2412–2484 MHz
11g	2412–2472 MHz
Channel interval	
11b	5 MHz
11g	5 MHz
Modulation type	
11g	OFDM-CCK (64QAM, 16QAM, QPSK, BPSK)
11b	DSSS (CCK, DQPSK, DBPSK)

TX power		
Specification	Channel	Maximum Radio Output
11g	1	12 dBm
	2	16 dBm
	3, 4	15.5 dBm
	5–7	15 dBm
	8–10	14.5 dBm
	11–13	14 dBm
11b	1–14	16 dBm

WLS/ENET-9163 Receiver Sensitivity

11b, FER<8%	
11 Mbps	-82 dB/min
5.5 Mbps	-84 dB/min
2 Mbps	-86 dB/min
1 Mbps	-88 dB/min
11g, PER<10%	
54 Mbps	-68 dB/min
48 Mbps	-68 dB/min
36 Mbps	-75 dB/min
24 Mbps	-79 dB/min
18 Mbps	-82 dB/min
12 Mbps	-84 dB/min
9 Mbps	-87 dB/min
6 Mbps	-88 dB/min

Antenna (NI WLS/ENET-9163 Carrier Only)

Connector

Female RP-SMA connector

Electrical performance	
Property	Performance
VSWR	Max. 2.0 (2.4–2.5 GHz)
Impedance	50 Ω nominal
Directivity	Omni
Max. gain	2.0 dBi (2.4–2.5 GHz)

WLS/ENET-9163 Ethernet

Network interface

100 Base-TX, full-duplex; 100 Base-TX, half-duplex; 10 Base-T, full-duplex; 10 Base-T, half-duplex

Network protocols

TCP/IP, UDP

Network ports used	HTTP:80 (configuration only), HTTPS:43 (configuration only), TCP:31415, UDP:44515
Network IP configuration	DHCP + Link-Local, DHCP, Static, Link-Local
Communication rates	10/100 Mbps, auto-negotiated
Maximum cabling distance	100 m/segment

WLS/ENET-9163 Module I/O States

At power-on	Module-dependent. Refer to the documentation included with the C Series I/O module.
-------------	---

WLS/ENET-9163 Power Requirements

Caution You must use a National Electric Code (NEC) UL Listed Class 2 power supply with NI WLS/ENET-9000 Series devices.

Note Some C Series I/O modules have additional power requirements. For more information about the C Series I/O module power requirements, refer to the documentation included with the C Series I/O module.

Input voltage range	9 V to 30 V
Maximum required input power	4.5 W
Power input mating connector	2 position combicon, Phoenix Contact part number: 1714977

WLS/ENET-9163 Physical Characteristics

Weight	Approx. 242 g (8.5 oz)
Weight with antenna (NI WLS-9163 Only)	Approx. 256 g (9 oz)
Dimensions	182 mm × 95 mm × 37 mm (7.18 in. × 3.75 in. × 1.50 in.)
With rubber feet attached	+3.56 mm (+0.140 in.)

WLS/ENET-9163 Antenna

Antenna connector (antenna not attached)	+5.71 mm (+0.225 in.)
Attached, fully extended	+108.7 mm (+4.28 in.)

Note Refer to the *Dimensions* section for device dimensions with the antenna attached.

WLS/ENET-9163 Safety

If you need to clean the carrier, wipe it with a dry towel.

Safety Standards

The NI WLS/ENET-9163 carrier is designed to meet the requirements of the following standards of safety for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use:

- IEC 61010-1, EN 61010-1
- UL 61010-1, CSA 61010-1
- EN 50371⁸

Note For UL and other safety certifications, refer to the product label, or go to ni.com/certification, search by model number or product line, and click the appropriate link in the Certification column.

Safety Voltages

Connect only voltages that are within these limits.

V terminal to C terminal

30 V max, Measurement
Category I

Measurement Category I is for measurements performed on circuits not directly connected to the electrical distribution system referred to as MAINS voltage. MAINS is a hazardous live electrical supply system that powers equipment. This category is for measurements of voltages from specially protected secondary circuits. Such voltage measurements include signal levels, special equipment, limited-energy parts of equipment, circuits powered by regulated low-voltage sources, and electronics.

Caution Do not connect the system to signals or use for measurements within Measurement Categories II, III, or IV.

RF Safety Warning (NI WLS-9163 Carrier Only)

This equipment complies with FCC radiation exposure limits set for uncontrolled equipment and meets the FCC radio frequency (RF) Exposure Guidelines in Supplement C to OET65. This product generates and radiates radio frequency energy. To comply with the radio frequency radiation exposure guidelines in an uncontrolled environment, this equipment should be installed and operated with at least 20 cm and more between the radiator and the person's body (excluding extremities: hands, wrists, feet, and legs).

ENET-9163 Environmental

The NI WLS/ENET-9163 carrier is intended for indoor use only. For outdoor use, mount the system in a suitably rated enclosure.

Operating temperature (IEC-60068-2-1 and IEC-60068-2-2)	0 to 55 °C
Storage temperature (IEC-60068-2-1 and IEC-60068-2-2)	– 10 to 70 °C
Ingress protection	IP 30
Operating humidity (IEC-60068-2-56)	10 to 90% RH, noncondensing
Storage humidity (IEC-60068-2-56)	5 to 90% RH, noncondensing
Maximum altitude	2,000 m
Pollution Degree (IEC 60664)	2

WLS/ENET-9163 Shock and Vibration

To meet these specifications, you must panel mount the NI WLS/ENET-9163 carrier and affix ferrules to the ends of the terminal lines.

Operational shock	30 g peak, half-sine, 11 ms pulse (Tested in accordance with IEC-60068-2-27. Test profile developed in accordance with MIL-PRF-28800F.)
Random vibration Operating	5 to 500 Hz, 0.3 g _{rms} 5 to 500 Hz, 2.4 g _{rms} (Tested in accordance with IEC-60068-2-64. Nonoperating test profile exceeds the requirements of MIL-PRF-28800F, Class 3.)
Nonoperating	

WLS/ENET-9163 Electromagnetic Compatibility

This product is designed to meet the requirements of the following standards of EMC for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use:

- EN 61326 EMC requirements; Minimum Immunity
- EN 55011 Emissions; Group 1, Class A
- CE, C-Tick, ICES, and FCC Part 15 Emissions; Class A
- EN 301489-01⁹, EN 301489-17⁹
- FCC 15-247⁹, IC RSS-210⁹, EN 300328⁹

Note For EMC compliance, operate this device according to product documentation. For country-specific restrictions, go to ni.com/certification, search by model number or product line, and click the appropriate link in the Certification column

Electronic Compatibility Information

This hardware has been tested and found to comply with the applicable regulatory requirements and limits for electromagnetic compatibility (EMC) as indicated in the hardware's Declaration of Conformity (DoC). These requirements and limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the hardware is operated in the indicated electromagnetic environment. In special cases, for example when either highly sensitive or noisy hardware is being used in close proximity, additional mitigation measures may have to be employed to minimize the potential for electromagnetic interference.

While this hardware is compliant with the applicable regulatory EMC requirements, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. To minimize the potential for the hardware to cause interference to radio and television reception or to experience unacceptable performance degradation, install and use this hardware in strict accordance with the instructions in the hardware documentation and the DoC.

If this hardware does cause interference with licensed radio communications services or other nearby electronic hardware, which can be determined by turning the hardware off and on, you are encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:

- Reorient the antenna of the receiver (the device suffering interference).
- Relocate the transmitter (the device generating interference) with respect to the receiver.
- Plug the transmitter into a different outlet so that the transmitter and the receiver are on different branch circuits.

This hardware may generate emissions that exceed regulatory requirements or may become more sensitive to disturbances in the local electromagnetic environment when test leads are attached or when connected to a test object.

Operation of this hardware in a residential area is likely to cause harmful interference. Users are required to correct the interference at their own expense or cease operation of the hardware.

Changes or modifications not expressly approved by National Instruments could void the user's authority to operate the hardware under the local regulatory rules.

WLS/ENET-9163 CE Compliance

This product meets the essential requirements of applicable European Directives, as amended for CE marking, as follows:

- 2006/95/EC; Low-Voltage Directive (safety)
- 2004/108/EC; Electromagnetic Compatibility (EMC) Directive
- 1999/5/EC¹⁰; Radio and Telecommunications Terminal Equipment (R&TTE) Directive

EU Regulatory Statements

Note Refer to the Declaration of Conformity (DoC) for this product for any additional regulatory compliance information. To obtain the DoC for this product, visit ni.com/certification, search by model number or product line, and click the appropriate link in the Certification column.

Environmental Management

National Instruments is committed to designing and manufacturing products in an environmentally responsible manner. NI recognizes that eliminating certain hazardous substances from our products is beneficial not only to the environment but also to NI customers.

For additional environmental information, refer to the *NI and the Environment* Web page at ni.com/environment. This page contains the environmental regulations and directives with which NI complies, as well as other environmental information not included in this document.

Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)

EU Customers At the end of their life cycle, all products *must* be sent to a WEEE recycling center. For more information about WEEE recycling centers and National Instruments WEEE initiatives, visit ni.com/environment/weee.htm.

¹ Performance dependent on type of installed C Series I/O modules and number of channels in the task.

² Does not include group delay. Refer to C Series I/O module documentation for more information.

³ Stresses beyond those listed under *Input voltage protection* may cause permanent damage to the device.

⁴ Module-dependent.

⁵ Due to regulations, the valid channels depend upon in which country the device is operating.

⁶ Only PEAPv0/MS-CHAPv2 is supported.

⁷ Only CHAP and MS-CHAPv2 are supported.

⁸ NI WLS/ENET-9163 carrier only.

⁹ NI WLS/ENET-9163 carrier only.

¹⁰ NI WLS/ENET-9163 only.

