



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DEL SISTEMA DOMÓTICO DE LA  
VIVIENDA DOMO<sup>2</sup> Y DISEÑO DE LAS BASES PARA NUEVAS VIVIENDAS  
AUTOMATIZADAS

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL ELECTRICISTA

PAUL JURGUENS PACHECO QUINTANILLA

PROFESOR GUÍA:  
MARCOS ORCHARD CONCHA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN  
HÉCTOR AGUSTO ALEGRÍA  
JESÚS TORREALBA RIQUELME

SANTIAGO DE CHILE  
AGOSTO 2012

RESUMEN DE LA MEMORIA  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
INGENIERO CIVIL ELECTRICISTA  
POR: PAUL J. PACHECO Q.  
FECHA: 17/08/2012  
PROF. GUÍA: DR. MARCOS ORCHARD CONCHA

## **EVALUACIÓN DEL DISEÑO DEL SISTEMA DOMÓTICO DE LA VIVIENDA DOMO<sup>2</sup> Y DISEÑO DE LAS BASES PARA NUEVAS VIVIENDAS AUTOMATIZADAS**

El presente trabajo de título tiene como objetivo general evaluar técnica y económicamente el modelo de domótica empleado en la vivienda Domo<sup>2</sup>; vivienda construida por la empresa INGEIN Ltda. con el afán de ingresar un nuevo producto inmobiliario al mercado chileno. La principal característica de esta vivienda unifamiliar es que permite limitar significativamente el consumo energético, sin perjuicio de asegurar un alto nivel de confort para los usuarios.

Debido a que los sistemas implementados en la vivienda -objeto del presente estudio- fueron instalados por empresas muy disímiles, la documentación disponible era escasa y poco confiable. Por esta razón, este trabajo incorpora un estudio conceptual que revisa el estado del arte de los sistemas domóticas y en base a los mismos, donde se caracterizan y agrupan los actuales sistemas instalados según el área que gestionen: recursos, seguridad, comodidad y comunicaciones. Finalmente, y en particular, se analiza en detalle el funcionamiento del sistema solar térmico, en el que se levanta la lógica de control, programación y su operación.

De acuerdo a la información anteriormente señalada, se evalúa la vivienda según cuatro metodologías: (i) clasificación según características físicas, que analiza las ventajas y desventajas de las diversas configuraciones tipológicas, topológicas y medios de transmisión de la información; (ii) en base a la teoría de los tres niveles de complejidad de la domótica, que señala un enfoque socio-técnico clasificando las unidades domóticas según la interacción entre los diversos sistemas y el usuario; (iii) en base a criterios de certificación de AENOR para instalaciones domóticas, que mediante una tabla asigna puntaje a varios aspectos dentro de una instalación; y por último, (iv) mediante una evaluación económica que permita contrastar los costos asociados por incorporar la actual domótica versus los costos de construcción de la vivienda.

Como resultado del análisis de la vivienda Domo<sup>2</sup>, se generan bases para la futuras instalaciones domóticas, que se incorporaran a una nueva línea de negocios de viviendas para la empresa. Las bases incluyen un rediseño del sistema actual, enfocado a tres segmentos de mercado, definiendo objetivos como: (i) diseñar viviendas con sistemas domóticos que no superen un 15% del valor de una vivienda convencional; (ii) utilizar el tercer nivel de complejidad de los sistemas domóticos en todos los segmentos de mercado propuestos; (ii) asegurar que el sistema sea escalable y versátil, de tal manera que pueda ser incluido en viviendas ya existentes; y finalmente, (iv) permitir la personalización de los sistemas según criterios del usuario.

Para trabajo a futuro se propone incluir estas bases de diseño en el actual desarrollo domótico de la empresa, e implementar los sistemas en un nuevo proyecto de la compañía, estudiando su comportamiento y rendimiento en base a los actuales resultados.

***“A MI QUERIDA FAMILIA QUE HAN DADO TODO  
PARA QUE YO PUEDA LOGRAR ESTE IMPORTANTE  
HITO EN MI VIDA. PAPÁ, MAMÁ Y HERMANA  
INFINITAS GRACIAS ”***

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia, Julio, Jeannette y Ailyn por su apoyo incondicional, cariño y preocupación durante todos estos años, tanto en la carrera como en la vida.

A mi polola Bárbara Cisternas, por su apoyo, amor y ayuda en las correcciones de este trabajo.

A mis grandes amigos David Fuentealba y Danilo Pavez, con los que he compartido una linda experiencia de vida durante mi transito por la universidad.

A mis otros grandes amigos, todos y cada uno de ellos quienes han formado parte de mi vida

A Carlos Valeria y Jesús Torrealba, quienes han confiado en mi, y me han ayudado a iniciar una carrera profesional.

Al Doctor Marcos Orchard por su tiempo, ideas, confianza y colaboración en la elaboración de este trabajo.

Al profesor miembro de la comisión el señor Hector Agusto por sus importantes observaciones a este documento.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. MOTIVACIÓN .....	2
1.2. OBJETIVOS Y ALCANCES .....	2
1.2.1. Objetivo general .....	2
1.2.2. Objetivos específicos .....	2
1.2.3. Alcances.....	2
<b>CAPITULO 2 MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>3</b>
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS .....	3
2.1.1. Definición de la domótica.....	3
2.1.2. Elementos que constituyen un sistema domótico .....	4
2.1.3. Prestaciones generales que ofrece un sistema domótico .....	4
2.1.4. Clasificación de los sistemas domóticos .....	5
2.1.5. Clasificación según Modelo de los tres niveles de complejidad .....	10
2.1.6. Certificación AENOR EA0026:2006 .....	12
2.2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO .....	13
2.2.1. Ubicación y Descripción General.....	13
2.2.2. Arquitectura bioclimática .....	14
2.2.3. Línea de negocio inmobiliario.....	16
<b>CAPITULO 3 ADQUISICIÓN DE DATOS.....</b>	<b>17</b>
3.1. LEVANTAMIENTO DE SISTEMAS, FUNCIONES Y EQUIPOS .....	17
3.1.1. Gestión de los recursos .....	17
3.1.2. Gestión de la seguridad.....	19
3.1.3. Gestión de la comodidad .....	20
3.1.4. Gestión de la comunicación.....	22
3.1.5. Resumen de los sistemas actuales .....	22
3.2. LEVANTAMIENTO DE LA LÓGICA DE CONTROL, PROGRAMACIÓN Y OPERACIÓN .....	23
3.2.1. Sistema solar térmico (SST) .....	24
3.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO .....	28
<b>CAPITULO 4 EVALUACIÓN .....</b>	<b>30</b>
4.1. METODOLOGÍA .....	30
4.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN CARACTERÍSTICAS FÍSICAS .....	31
4.2.1. Tipología.....	31
4.2.2. Topología.....	32
4.2.3. Medios de transmisión.....	33
4.2.4. Protocolos .....	33
4.3. TEORÍA DE LOS TRES NIVELES DE COMPLEJIDAD .....	34
4.3.1. Sistemas domóticos anteriores.....	34

4.3.2. Sistemas domóticos presentes .....	34
4.4. CERTIFICACIÓN AE00026:2006 .....	35
4.5. EVALUACIÓN ECONÓMICA .....	36
4.5.1. Evaluación domótica implementada.....	36
<b>CAPITULO 5 REDISEÑO.....</b>	<b>37</b>
5.1. ELEMENTOS DEL SISTEMA .....	38
5.2. PRESTACIONES DE SERVICIOS .....	38
5.3. TIPOLOGÍA, TOPOLOGÍA, MEDIOS DE TRANSMISIÓN .....	39
<b>CAPITULO 6 CONCLUSIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>CAPITULO 7 GLOSARIO Y DEFINICIONES.....</b>	<b>43</b>
<b>CAPITULO 8 BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>45</b>
<b>CAPITULO 9 ANEXO .....</b>	<b>46</b>
ANEXO A: TABLA DE PONDERACIÓN CERTIFICACIÓN .....	46
ANEXO B: DIAGRAMA DEL SST .....	49
ANEXO C: COLECTORES SOLARES .....	50
ANEXO D: ESTANQUE DE ACUMULACIÓN .....	51
ANEXO E: MAGELIS.....	52
ANEXO F: TWIDO .....	52
ANEXO G: PRESUPUESTO ALTECO .....	53
ANEXO H: LISTADO DE EQUIPAMIENTO Y ASIGNACIÓN DE AUTÓMATA .....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1: ARQUITECTURA CENTRALIZADA PARA UN SISTEMA DOMÓTICO .....	6
FIGURA 2.2: ARQUITECTURA DESCENTRALIZADO PARA UN SISTEMA DOMÓTICO .....	6
FIGURA 2.3: ARQUITECTURA DISTRIBUIDA PARA UN SISTEMA DOMÓTICO .....	8
FIGURA 2.4: USOS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN EN INSTALACIONES DOMÓTICAS EN ESPAÑA, SEGÚN CEDOM .....	9
FIGURA 2.5: EVOLUCIÓN DEL MODELO DE LOS TRES NIVELES DE SÁEZ VACAS .....	11
FIGURA 2.6: REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA VIVIENDA .....	13
FIGURA 2.7: USO DE ALEROS Y MARQUESINAS .....	15
FIGURA 2.8: EFECTO CHIMENEA E INFILTRACIONES .....	15
FIGURA 3.1: INTERFAZ DE USUARIO PARA MONITOREAR EL SISTEMA DOMÓTICO .....	17
FIGURA 3.2: DIAGRAMA CIRCUITO PRIMARIO ACS .....	18
FIGURA 3.3: ESQUEMA SEGURIDAD CONTROL ACCESO PUERTA PRINCIPAL .....	19
FIGURA 3.4: ESQUEMA SEGURIDAD CONTROL PUERTAS SEGUNDARIAS .....	20
FIGURA 3.5: DIAGRAMA CIRCUITO SECUNDARIO CALEFACCIÓN DE PISO RADIANTE .....	21
FIGURA 3.6: DIAGRAMA DEL SISTEMA PISCINA Y JACUZZI .....	22
FIGURA 3.7: SISTEMAS Y FUNCIONES QUE COMPONEN EL SISTEMA DOMÓTICO DE LA VIVIENDA DOMO <sup>2</sup> .....	23
FIGURA 3.8: INTERACCIÓN CIRCUITOS DEL SST .....	24
FIGURA 3.9: INTERFAZ USUARIO PARA EL SISTEMA SOLAR TERMICO .....	26
FIGURA 3.10: ARQUITECTURA DE INTERCONEXIÓN DE LOS SISTEMAS ACTUALES .....	29
FIGURA 3.11: ARQUITECTURA DE COMUNICACIÓN Y SUS COMPONENTES PRINCIPALES .....	30
FIGURA 4.1: ESQUEMA PROPUESTO POR ALTECO PARA EL SISTEMA DOMÓTICO .....	32
FIGURA 4.2: TOPOLOGÍA DEL SISTEMA DISTRIBUIDO INSTALADO POR ELECMATIC .....	33
FIGURA 5.1: TIPOLOGÍA DE SISTEMA DOMÓTICO PROPUESTO .....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1: EJEMPLO DE SISTEMAS DOMÓTICOS (PROTOCOLOS) DISPONIBLES ACTUALMENTE EN EL MERCADO .....	10
TABLA 2.2: NIVELES DE DOMOTIZACIÓN DE LAS VIVIENDAS SEGÚN NORMA EA0026:2006 .....	12
TABLA 2.3: FICHA CARACTERIZACIÓN VIVIENDA DOMO <sup>2</sup> .....	14
TABLA 4.1: RESUMEN PUNTAJES PONDERADOS PARA CERTIFICACIÓN AE0026 PARA LA VIVIENDA DOMO <sup>2</sup> .....	35
TABLA 4.2: RESUMEN COSTOS SISTEMA DOMÓTICO ALTECO .....	37
TABLA 5.1: SEGMENTOS DE MERCADOS PARA GENERAR LAS BASES DEL REDISEÑO .....	37
TABLA 5.2: PRESTACIONES DE SERVICIOS DE LA DOMÓTICA PROPUESTA, SEGÚN SEGMENTO DE MERCADO .....	38
TABLA 9.1: PONDERACIÓN CERTIFICACIÓN AE00026:2006 .....	46

# CAPITULO 1

## INTRODUCCIÓN

El problema energético en Chile y en el mundo es tema de gran prioridad; por lo mismo los esfuerzos de investigación se enfocan en diversas aristas que pasan por la generación de nuevas tecnologías y la gestión de ésta. Actualmente se considera que el sector residencial consume un 21% del total de energía demandada en Chile según la Comisión Nacional de Energía en el año 2010. Este sector genera gran interés nacional, dado que su distribución geográfica y masividad es difícil de atacar.

Es por esta razón que la empresa INGEIN Ltda. ha construido una vivienda eficiente de nombre Domo<sup>2</sup>, cuyo objetivo es la reducción de la demanda y uso de la energía en su operación, asegurando un gran nivel de confort. Para ello la vivienda cuenta con cuatro importantes atributos: arquitectura bioclimática; soluciones constructivas para envolvente térmica y energías renovables; además del uso de tecnología electrónica que permiten un buen funcionamiento, siendo esta última el eje principal de este trabajo.

Una característica no menor por la cual se decide integrar control y automatización a la vivienda prototipo, es por la gran inserción de electrónica de consumo en nuestras vidas, que van desde la utilización de dispositivos portátiles hasta la última tecnología en automóviles y otras área como la medicina, deportes, ocio y educación. Si se revisa las mejoras en el sector residencial, se logra apreciar que la inserción de tecnología en la vivienda viene dado por aparatos particulares, no tratando a ésta como un conjunto sistémico, donde los diversos dispositivos interactúen; observándose nuevas viviendas muy parecidas a las que se construían hace más de 20 años. De esta forma podemos apreciar que existen empresas que proveen sistemas de seguridad, sistemas multimedia que no logran trabajar la vivienda como un sistema global, sin mencionar que no existen empresas que ayuden a controlar los recursos que consume un vivienda.

Los inicios del proyecto Domo<sup>2</sup> como prototipo, ha llevado a la empresa INGEIN a cometer una serie de errores involuntarios, debido a la falta de conocimiento local que permita apoyar eficazmente el diseño de una vivienda de las características anteriormente mencionadas. Como la idea de construir una vivienda eficiente viene dada por la industria, y en particular de la empresa INGEIN, una empresa constructora con más de 18 años en el mercado, se han suscitado un sin número de problemas al llevar a cabo este proyecto innovador. Si bien ya se conocen algunos casos particulares en Chile de viviendas eficientes o domóticas, hasta la fecha no existía alguno conocido que integrara diversos sistemas y por lo mismo fue construida con un sin número de unidades automatizadas cuyo impacto no está aun cuantificado. En este sentido, uno de los objetivos principales de este trabajo es generar conocimiento dentro de la empresa, empezando por analizar la vivienda Domo<sup>2</sup> (la cual se considera un prototipo), donde se detallan los sistemas y subsistemas existentes. Esto permite dar bases para la investigación y desarrollo de nuevos productos. Con esta información se diseñan las bases para los nuevos modelos de sistemas que incluyan características domóticas, que podrán ser implementados en nuevas viviendas construidas por la empresa INGEIN.

## **1.1. MOTIVACIÓN**

Dadas las dificultades de la empresa INGEIN para lograr encontrar un producto que satisficiera los objetivos de su proyecto piloto Domo<sup>2</sup>, y que a su vez permita desarrollar las futuras líneas de negocios asociadas a la automatización de las viviendas, se decide generar las capacidades técnicas asociadas a adquirir o diseñar un producto alineado a sus necesidades, en particular un sistema domótico que aporte a la eficiencia energética de la vivienda y en el confort de los usuarios, funcionando como un conjunto.

Es así, como INGEIN, en búsqueda de una solución está dispuesta a crear un área de investigación y desarrollo, que permita ofrecer un producto inmobiliario de calidad y que pueda ir evolucionando en el tiempo, logrando entregar a futuro servicios post venta a los clientes que adquieran una solución INGEIN.

## **1.2. OBJETIVOS Y ALCANCES**

A continuación se detallan los objetivos de este trabajo y los alcances del mismo.

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluación técnica y económicamente el modelo de domótica empleado en la vivienda Domo<sup>2</sup>, de tal manera de extrapolar sus resultados en el diseño de una línea de negocio inmobiliario.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un estudio del estado del arte, tanto para los conceptos de domótica, como también las tecnologías asociadas a estos conceptos.
- Realizar un levantamiento del equipamiento y sistemas asociados a la vivienda Domo<sup>2</sup>.
- Realizar un levantamiento de la lógica de control, programación y operación del sistema de solar térmico de la vivienda Domo<sup>2</sup>.
- Sugerir mejoras en el equipamiento, sistemas y procesos de automatización existente de la vivienda Domo<sup>2</sup>.
- Generar bases de diseño para viviendas de otros segmentos económicos.

### **1.2.3. ALCANCES**

Los alcances de este trabajo se enmarcan dentro de la revisión del sistema actual, desde el punto de vista de una inspección visual y revisión de los antecedentes provistos por la empresa INGEIN. En ningún caso se experimenta con el funcionamiento del sistema domótico, ni los subsistemas que lo componen. Las evaluaciones se realizan de forma teórica y en el caso de las evaluaciones económicas, se llevan a cabo con precios de lista de los proveedores de equipos y sistemas.

# CAPITULO 2

## MARCO CONCEPTUAL

Para realizar una comprensión más acabada de los temas que trata este trabajo, se expone a continuación una breve descripción teórica de los principales tópicos.

### 2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

En esta sección se presenta un detalle de los conceptos más importantes que el lector debe considerar para entender este trabajo.

#### 2.1.1. DEFINICIÓN DE LA DOMÓTICA

Comenzando por la etimología de la palabra, se obtiene la siguiente definición:

**“Domótica.** (Del latín *domus*, casa, e informática). Conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda” [1].

Aunque la explicación etimológica de la primera parte de la palabra resulta evidente, no ocurre lo mismo con la segunda. Así, ciertas fuentes la relacionan con informática, mientras que otras lo hacen con automática, telemática, entre otros. Por lo anterior se buscan definiciones con una perspectiva más amplia, como por ejemplo:

“Integración funcional de aplicaciones domésticas, relacionada con recursos que se encuentran dentro o fuera del hogar” [2].

En cuanto a la definición en sí, esta ha variado desde que empezó a usarse el término. Lo anterior, debido a los avances tecnológicos como a las relaciones que han ido estableciéndose entre las actividades de automatización de la vivienda propiamente dichas y otros campos, como el de las telecomunicaciones y que han dado lugar al concepto más amplio de Hogar Digital. Es necesario observar, por tanto, que la expresión “instalación domótica” no es, en rigor, equivalente a otras con las que suele identificarse, tales como casa inteligente, hogar inteligente, hogar digital, entre otras.

Asimismo, conviene dejar claro que la palabra domótica sólo es aplicable a instalaciones dedicadas a la gestión técnica de viviendas. Para el caso de edificios de uso terciario, es más adecuada la palabra “inmótila” [3].

Dado los antecedentes anteriores, la definición utilizada por la empresa INGEIN: “Una instalación domótica consiste en un sistema de control y automatización de funciones, basado en equipos que intercambian información e interactúan y que ofrece al usuario prestaciones relacionadas con diferentes aspectos de la actividad cotidiana que se desarrolla en la vivienda, dirigidas a mejorar la calidad de vida de las personas que la habitan y basadas en la racionalización de consumos, el incremento de seguridad de bienes y personas y el aumento de la comodidad de sus habitantes”.

## **2.1.2. ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN UN SISTEMA DOMÓTICO**

Cualquier sistema domótico conocido en la actualidad, está constituido por los siguientes elementos:

### **I. Sensor**

Es el elemento físico que representa el órgano de entrada al sistema y que realiza una función de conversión, transformando una variable física medida (temperatura, presión, humedad entre otros) en otra información, que suele ser una señal eléctrica (análoga o digital). [4]

### **II. Procesador o controlador**

Unidad del sistema capaz de recibir, procesar o tratar la información, según programa o algoritmo preestablecido, y comunicarlo, cuando proceda, a los actuadores correspondientes. Debido a la evolución electrónica embebida, algunos sensores y actuadores han llegado a ser autónomos al incorporar la función de procesador. [4]

### **III. Actuador**

Es el elemento que representa el órgano de salida del sistema y recibe las órdenes del procesador, actuando sobre los equipos terminales (sirenas, válvulas, lámparas entre otros). [4]

### **IV. Red**

Es un sistema de circulación y transmisión de algún elemento y que une distintos puntos, lugares geográficos o topográficos. Según el elemento que circule por dicho sistema tendremos: Suministro (red eléctrica, agua o gas), comunicación (red telefónica, red de datos u otra) entre otras redes presente en un sistema domótico. [4]

Se puede definir una red como:

- Una interconexión de nodos (agentes, dispositivos u otros) que intercambien información o recursos
- Un conjunto de elementos independientes interconectados
- Un sin número de agentes (nodos) que actúan autónomamente (independientes), coordinándose de forma espontánea en la red y que forman un universo reticular.

## **2.1.3. PRESTACIONES GENERALES QUE OFRECE UN SISTEMA DOMÓTICO**

Un sistema domótico ofrece al usuario una serie de prestaciones relacionadas con aspectos muy diferentes de la actividad que se desarrolla en una vivienda y dirigidas todas a mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en ella.

Cada una de esas posibles aplicaciones recibe el nombre de función domótica y su implementación se realiza mediante un determinado equipo físico (que incluye sensores y actuadores). Todas estas funciones se pueden agrupar en tres grandes áreas de gestión:

- Gestión de los recursos
- Gestión de la seguridad
- Gestión de la comodidad
- Gestión de la comunicación

Las posibilidades que ofrece la automatización de un edificio (independientemente de su uso final) son muchas y pueden idearse nuevas aplicaciones constantemente.

## **2.1.4. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DOMÓTICOS**

Los sistemas domóticos son susceptibles de ser clasificados en función de diferentes criterios en función de la tipología, topología y los medios de transmisión. A continuación, se expone una clasificación que proviene de la norma EA0026: “Instalaciones de sistemas domóticos en viviendas”. Prescripciones generales de instalación y evaluación. dependiendo del tipo de arquitectura empleada, cumplen en aportar a 4 servicios: seguridad, gestión de los recursos, confort y comunicación.

### **I. Tipologías de un sistema**

Según la forma en que la red une los distintos puntos físicos o lugares dispondremos de la que se suele denominar arquitectura de control de la red. Se tienen las siguientes arquitecturas:

#### *a) Sistema Centralizado*

Los sistemas centralizados se caracterizan por tener un único nodo que recibe toda la información de las entradas, que las procesa y envía a las salidas las ordenes de acción correspondientes (están unidas a un nodo central que dispone las funciones de control y mando).

Las ventajas de los sistemas centralizados son:

- Los elementos (sensores y actuadores) son de tipo universal
- Coste reducido o moderado
- Fácil uso y formación
- Instalación sencilla

Los inconvenientes son:

- Cableado significativo
- Sistemas dependiente del funcionamiento óptimo de la central
- Modularidad difícil
- Reducida ampliabilidad
- Capacidad del sistema (canales o puntos)

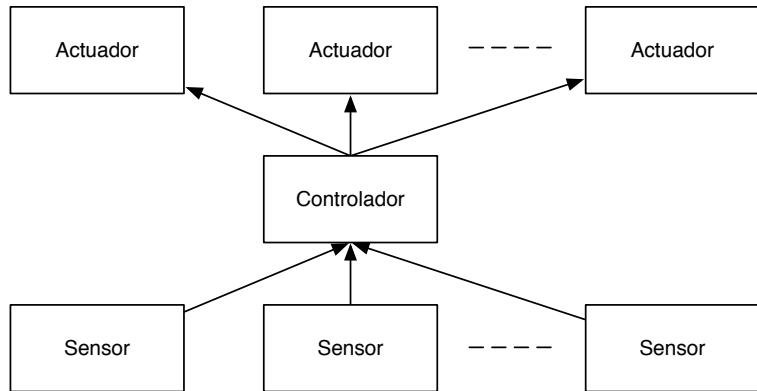


Figura 2.1: Arquitectura centralizada para un sistema domótico

*b) Sistema descentralizado*

En los sistemas descentralizados todos los elementos de la red actúan de forma independiente unos de otros. Comparten la misma línea de comunicación y cada uno de ellos dispone de control y mando.

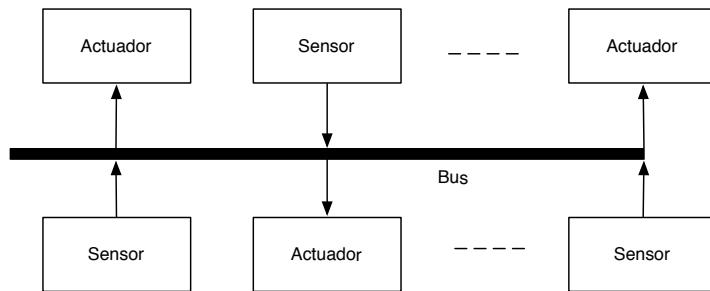


Figura 2.2: Arquitectura descentralizada para un sistema domótico

Es necesario, en estos entornos, un protocolo de comunicación para que todos los elementos produzcan una acción coordinada.

Las ventajas de los sistemas descentralizados son:

- Seguridad de funcionamiento
- Posibilidad de rediseño de la red
- Reducido cableado
- Fiabilidad del producto
- Fácil ampliabilidad

Los inconvenientes son:

- Elementos de sensores no universales y limitados a la oferta
- Coste elevado de la solución
- Más próximos a “edificios inteligentes” que a “viviendas inteligentes”
- Complejidad de programación

c) Sistemas Distribuidos

Los sistemas distribuidos combinan las tipologías centralizadas y descentralizadas. La inteligencia del sistema está localizado en cada uno de los nodos de control y cada nodo tiene acceso físico directo a una serie limitada de elementos de red.

Es necesario, al igual que en el caso de los sistemas descentralizados, un protocolo de comunicación para que todos los módulos produzcan una acción coordinada.

Las ventajas del sistema distribuido son:

- Seguridad de funcionamiento
- Posibilidad de rediseño de la red
- Fácil ampliabilidad
- Sensores y actuadores de tipo universal
- Coste moderado
- Cableado moderado

Como único inconveniente destacamos el hecho que requiere programación o configuración.

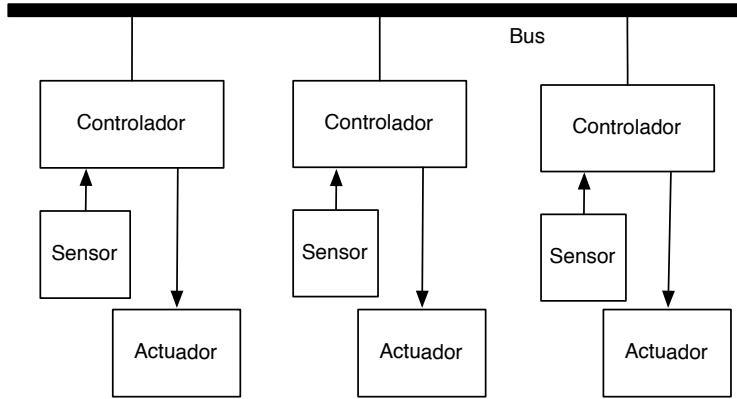


Figura 2.3: Arquitectura distribuida para un sistema domótico

## **II. Topología de un sistema**

Otro aspecto importante a un sistema es su topología, es decir, la organización física y lógica de los nodos de la red. Destacamos las siguientes topologías:

- **Estrella:** Los dispositivos de entrada (sensores) y los de salida (actuadores) van conectados hasta la central de gestión desde donde se efectúa el tratamiento de los datos conjunto
  - **Anillo:** Los nodos se conectan en un bucle cerrado y los datos se transmiten de nodo en nodo alrededor del bucle, siempre en la misma dirección
  - **Bus:** Todos los elementos del sistema(sensores, actuadores y procesadores) están ligados sobre una línea que describe el conjunto o parte de la red
  - **Malla (*Mesh Network*):** En las redes en forma de malla existen diferentes nodos que permiten el envío de los datos por distintos caminos. Cada nodo puede enviar y recibir mensajes, además de tener la capacidad de reenviar mensajes de sus vecinos

### **III. Medios de transmisión**

Como medio de transmisión se entiende el soporte físico por el que circulan los datos de comunicaciones. Los más usuales son:

- Red eléctrica (corrientes portadoras).
  - Cable dedicado.
  - Radiofrecuencia.
  - Infrarrojos.
  - Fibra óptica.

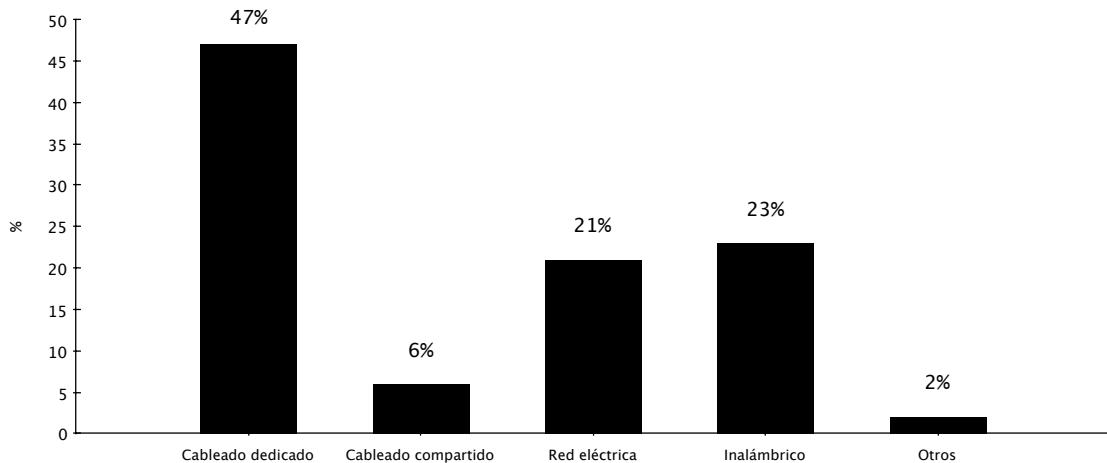


Figura 2.4: Usos de los medios de transmisión en instalaciones domóticas en España, según CEDOM [4]

Un sistema domótico puede combinar varios de los sistemas anteriormente mencionados, debiéndose cumplir particularmente los siguientes aspectos:

#### IV. Protocolo

Una vez establecido el soporte físico y la velocidad de comunicación, un sistema domótico se caracteriza por el protocolo de comunicaciones que utiliza, es decir, el formato de los mensajes que los diferentes elementos de control del sistema deben utilizar para entenderse unos con otros, de manera que el intercambio de información sea coherente.

Dentro de los protocolos existentes, se puede realizar una primera clasificación en función de su estandarización:

- **Privados o patentados:** protocolo desarrollado por una compañía para uso exclusivo de sus clientes; no son públicas sus características y prestaciones.
- **Abierto:** un protocolo abierto es aquel que es conocido por todos las empresas y los usuarios disponen de información y documentación necesaria para su implementación. Normalmente están respaldados por grupos de empresas que se asocian para el desarrollo del protocolo.
- **Normalizados o estándar:** este concepto sólo se usa para los protocolos abiertos. Cuando el grupo de interés de un determinado sistema ofrece a un organismo normalizador reconocido su protocolo y éste lo estudia y decide publicarlo bajo una norma, se dice que un determinado protocolo está normalizado, lo que produce una garantía a los consumidores.

Tabla 2.1: Ejemplo de sistemas domóticos (protocolos) disponibles actualmente en el mercado [4]

Nombre protocolo	Propietario	Año creación
BJC Dialon	FÁBRICA ELECTROTÉCNICA JOSA, S.A. – BJC.	2005
BUSing	Ingenium	2000
Cardio	SECANT	1996
CHORUS	GEWISS	1998
ComuniTEC	MINIATEC	2003
DILARTEC	LARTEC DESARROLLOS INTELIGENTES	2001
DOMONET	ORBIS TECNOLOGÍA ELÉCTRICA	2004
DOMOTIUM (UPnP)	Microsoft	
Dupline	Carlo Gavazzi	
E-domo	DomoSystems	1998
In One by Legrand	Grupo Legrand	2002
Io-homecontrol	Assa Abloy, Honeywell, Hörmann, Somfy, Velux y Niko	2004
KNX	EIBA	1992
LonWorks	Echelon	1988
My Home	Bticino	1989
Osiris Zig	Domodesk	
SICOV	ISDE	1996
SimonVOX.2	Simon	1990
SImonVIT@	Simon	1992
TELETASK		1984
Vivimat	Dinitel 2000, S.A.	2000
X-10	Glenrothes	1978
X2D	Delta Dore	
Zelio Hogar	Schneider Electric	2004

## 2.1.5. CLASIFICACIÓN SEGÚN MODELO DE LOS TRES NIVELES DE COMPLEJIDAD

Este modelo tiene un enfoque sociotécnico y es una evolución de los modelos informáticos creado por Sáez Vacas [5], y ha sido incluido en este trabajo, debido a que los resultados obtenidos, sobre sistemas domóticas en viviendas unifamiliar, irán en directo beneficio para el usuario final, con usos del tipo domésticos y que no entiende la tecnología que la componen.

El modelo clasifica los sistemas domóticos según complejidad en tres niveles. El primero de ellos recoge la complejidad de los objetos aislados; en el caso de la informática comprende la complejidad de circuitos, algoritmos, programas, los que son tratados como objetos separados los unos de los otros. Para la Domótica estos elementos son electrodomésticos, sensores, actuadores, entre otros. Los especialistas hacen frente a este tipo de complejidad y los individuos no tienen dificultades en identificarla. En términos más amplios, se trata de la complejidad de los

elementos constitutivos de un sistema, considerados por separado. Enfocar estos elementos como un todo único supone ascender un nivel en la jerarquía de la complejidad.

En efecto, aparece un segundo nivel de complejidad porque los objetos en general no están aislados sino que se interrelacionan a fin de lograr unos determinados objetivos. Así aparecen los sistemas y la dificultad de orden superior. Existen múltiples ejemplos tanto en el campo informático (sistemas operativos, redes de ordenadores) como en el de nuestro particular interés, la Domótica (sistemas de control automatizado, sistemas avanzados de comunicaciones, redes multimedia). Se trata de un nuevo nivel de complejidad en tanto que del conjunto de objetos que conforman el sistema surgen propiedades novedosas y distintas a la mera suma de las propiedades de los elementos que lo componen. Concretamente, aparecen interrelaciones que antes no existían o no eran de interés, que ahora se erigen como fundamentales para describir el comportamiento del conjunto.

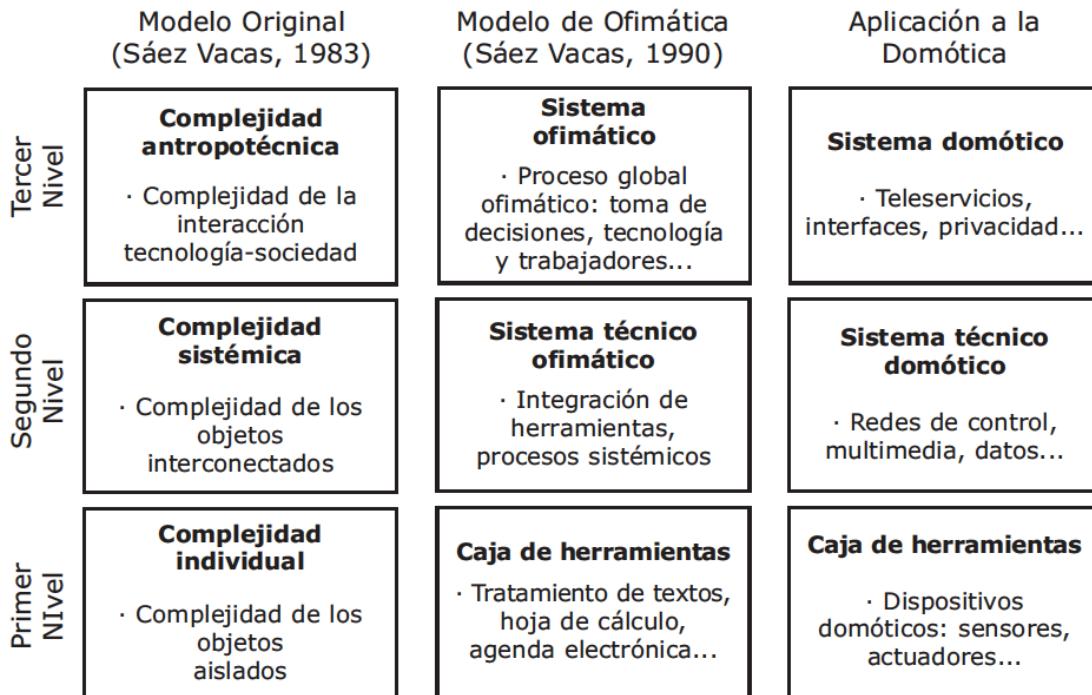


Figura 2.5: Evolución del modelo de los tres niveles de Sáez Vacas [5]

Por último, aparece un tercer nivel de complejidad, fruto de la interacción no siempre conviven los sistemas tecnológicos con los sistemas sociales, que da lugar a la dificultad antropotécnica. El estudio de las interfaces, la aceptación social de la tecnología, el impacto económico de una cierta innovación tecnológica, todos ellos caen dentro de este tercer nivel, de primordial importancia para este trabajo. La complejidad asociada a este nivel crece exponencialmente en términos cualitativos y cuantitativos: no se trata de formalizar y estructurar los aspectos puramente técnicos de los dos niveles inferiores, sino de incorporar al modelo la inmensa problemática social de la tecnología, por naturaleza voluble y nada sencilla. Es aquí

donde el observador desempeña un papel activo y fundamental forma parte del propio sistema, interactuando y evolucionando con él.

## 2.1.6. CERTIFICACIÓN AENOR EA0026:2006

La certificación AENOR EA0026:2006 es considerada por cuanto es la única que no discrimina empresa instaladora, fabricante, o protocolo utilizado en el sistema domótico, además AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación) es una institución española, privada, independiente, sin fines de lucro, que contribuye, mediante el desarrollo de actividades de normalización y certificación a mejorar la calidad en las empresas, sus productos y servicios, así como a proteger el medio ambiente y, con ello, el bienestar de la sociedad. Está reconocida en los ámbitos español, comunitario e internacional para el desarrollo de sus actividades, y acreditada por distintos organismos de acreditación europeos.

Con respecto al desarrollo domótico se ha validado la certificación EA0026:2006 de nombre “Instalaciones de sistemas domóticos en viviendas. Prescripciones generales de instalación y evaluación” fue creada en conjunto con la Asociación Española de Domótica (CEDOM) y AENOR con el objetivo de :

- Demostrar a los clientes el cumplimiento de las normas mediante marcas, certificado por una empresa independiente y reconocida
- Facilitar la introducción de productos en otros mercados
- Ayudar a los consumidores en la compra de productos
- Demostrar el cumplimiento del reglamento (si existe)

Cualquier empresa instaladora y/o integradora podrá certificar las instalaciones domóticas que realice, generando la confianza que proporciona una certificación por una tercera parte, independiente, en base a unos requisitos conocidos y preestablecidos. Los usuarios podrán tener la certeza de que la vivienda que adquieren dispone de un sistema domótico acorde a lo especificado en la memoria de calidades y con una serie de servicios que aseguren la correcta instalación, el buen funcionamiento y un mantenimiento adecuado al sistema domótico de la vivienda. Esta validación se realiza por medio de un puntaje, el cual es calculado contabilizando características de la instalación.

### Características de la instalación

La certificación EA0026:2006 establece los requisitos mínimos que deben cumplir las instalaciones domóticas para su correcto funcionamiento y los requisitos generales para su evaluación. La certificación establece tres niveles de domotización: “básico” o nivel 1, “intermedio” o nivel 2 y “excelente” nivel 3.

Tabla 2.2: Niveles de domotización de las viviendas según norma EA0026:2006 [6]

Grado de domotización	Nivel 1 Mínimo	Nivel 2 Medio	Nivel 3 Alto
Suma mínima ponderada	13	30	45
Funcionalidades mínimas a incluir	3	3	6

El cálculo de los niveles la certificación se define en la tabla (Anexo A) de ponderación que permite caracterizar y cuantificar, mediante puntuación, la incorporación de diversos dispositivos estándares, como a su vez funcionalidades típicas.

Este método de certificación permite evaluar y comparar diversos sistemas domóticos, que no utilizan la misma tecnología, estructura física o protocolo de comunicación.

## 2.2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

En esta sección se presentan las principales características de Domo<sup>2</sup> que son relevantes para contextualizar los objetivos del proyecto y la realización del Trabajo de Título.

### 2.2.1. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL

La vivienda unifamiliar Domo<sup>2</sup> se ubica en la dirección Camino del Maillín N° 3244, comuna de Lo Barnechea. Sus coordenadas geográficas son: 33°20'26" latitud sur y 70°30'25" longitud oeste.

En las imágenes siguientes se aprecia una representación gráfica y fotografías de la vivienda donde se pueden observar las características de su estructura.



Figura 2.6: Representación grafica de la vivienda

En términos generales la vivienda cuenta con una superficie de 515,86 [m<sup>2</sup>] construidos emplazados en tres niveles de edificación que comprenden subterráneo, 1° piso y 2° piso. En su arquitectura se utilizó un concepto de diseño conocido como arquitectura bioclimática, que consiste principalmente en utilizar los recursos disponibles, tales como luz natural y radiación solar. Además, se explotó el uso de aislación perimetral y de termopaneles para reducir pérdidas o ganancias por conducción a través de la envolvente térmica. En resumen se posee un conjunto de sistemas que benefician la eficiencia energética de la vivienda.

Tabla 2.3: Ficha caracterización vivienda Domo<sup>2</sup>

<b>Ficha descriptiva</b>	
Nombre	Vivienda Domo <sup>2</sup>
Ubicación	Lomas del Huinganal, Lo Barnechea
Arquitecto	Conrado Valderrama
Construye	Grupo INGEIN
N° pisos	2 pisos y un subterráneo
Superficie terreno [m2]	925
Superficie construida [m2]	516
Año de construcción	2009
Año de término	2011
Costo de construcción [UF/m2]	68,5
Costo construcción [UF]	12.902
Terreno [UF]	4.632
Total [UF]	30.063

## 2.2.2. ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Entre los principales aspectos de la arquitectura bioclimática que se incorporan en la vivienda destacan los siguientes:

### I. Orientación

La orientación de la casa considera la utilización del sol como principal fuente de energía calórica y de luz, por lo que el uso de ventanales juega un rol importante en la vivienda. Ejemplo de lo anterior, es que las fachadas correspondientes a los recintos de mayor uso como dormitorios, estar o escritorio, se orientaron hacia el norte y el oriente, considerando el uso de grandes ventanales. En cambio, hacia el sur sólo se consideraron dependencias como baños y cocina, resaltando el uso de ventanas pequeñas. Gracias a esta configuración se aprovechan las condiciones favorables del medio, sobre todo en período de invierno, lo que permite reducir la necesidad de calefacción para alcanzar la temperatura de confort de 20 [°C] [7]

### II. Construcción

Los aspectos constructivos de la fachada de la vivienda juegan un rol muy importante en el manejo de las ganancias térmicas. Si se toma en cuenta la distribución de ventanales discutida en el punto anterior, existirá un gran ingreso de energía en verano, lo que elevará la temperatura interna de la vivienda y, por lo tanto, se aumentará la necesidad de enfriar su interior. Para controlar esta ganancia térmica se utilizan elementos constructivos que impiden el ingreso de radiación en períodos en los que ésta es desfavorable para el confort. En este sentido, un elemento bien diseñado permite reducir las ganancias en verano y aumentar las ganancias en invierno gracias a la variación del sombreado producto del cambio en el ángulo de declinación del sol durante el año. En la Figura 2.7 se puede observar la forma en la que actúa el diseño de aleros y marquesinas, elementos utilizados para el control de iluminación y ganancias térmicas. [7]

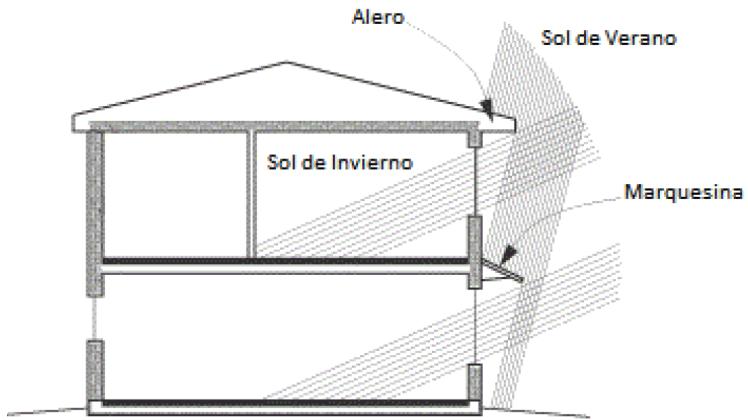


Figura 2.7: Uso de aleros y marquesinas

### III. Efecto chimenea

Otro concepto aprovechado por la arquitectura bioclimática es el efecto chimenea, que consiste principalmente en el ascenso de las masas de aire caliente dentro de la vivienda debido a su baja densidad con respecto a las masas de aire frío. Al combinar este efecto con el concepto de infiltraciones y exfiltraciones pueden producirse dos situaciones dependiendo del período del año. [8]

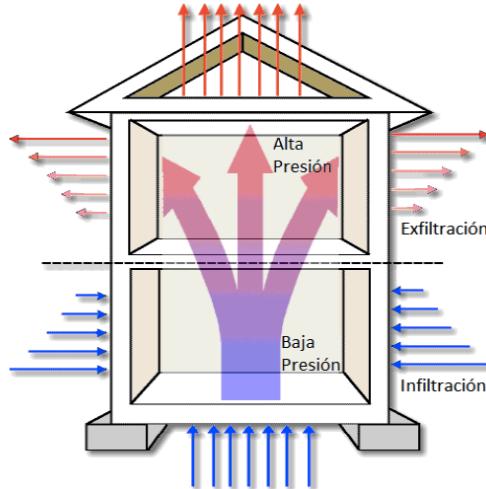


Figura 2.8: Efecto chimenea e infiltraciones

- Condición de Invierno: El efecto chimenea favorece la pérdida de energía en la vivienda al ascender aire caliente a zonas de alta presión, como se muestra en la Figura 2.8. En este contexto el efecto se produce si el movimiento de masa de aire por diferencia de densidad es suficiente para vencer la del movimiento por diferencia de presión.

- Condición de Verano: El efecto chimenea favorece la ventilación natural de la vivienda gracias a un núcleo central que comunica sus pisos con ventanas basculantes ubicadas en el techo, éstas son accionadas por medio del sistema domótico si se requiere ventilar la vivienda.

De esta forma, el uso del efecto chimenea puede resultar perjudicial al requerir mayor calefacción en situación de invierno, sin embargo, al utilizar una buena aislación perimetral de la vivienda y un diseño arquitectónico adecuado, se logra impedir en gran medida la pérdida de energía por conceptos de infiltración y exfiltración, lo que significa aprovechar el efecto chimenea para el beneficio del confort térmico dentro de la vivienda.

#### **IV. Ventilación Cruzada**

La ventilación cruzada es un recurso utilizado por la arquitectura bioclimática para producir una ventilación eficiente en todas las dependencias de la vivienda, para lo cual se usa la diferencia de presión entre dos zonas de ésta, ya sea por diferencias de temperatura y/o la acción del viento. De esta forma, el núcleo central de la vivienda y su orientación permiten una buena comunicación entre sus diferentes dependencias y el provecho de la acción del viento, favoreciendo el uso de la ventilación cruzada. Gracias a este efecto se logra una buena ventilación de la vivienda y reducir la carga de aire acondicionado en condiciones de verano. [8]

#### **V. Vegetación Vertical de Hoja Caduca**

Un último concepto de la arquitectura bioclimática utilizado en la vivienda consiste en el uso de vegetación vertical con hoja caduca para el control de las ganancias térmicas en situación de invierno y verano. La vegetación de hoja caduca se caracteriza por presentar follaje en los meses de verano y perderlo durante los meses de invierno, resultando una buena herramienta para bloquear el ingreso de radiación solar en verano y, una vez caídas las hojas, permitir el ingreso de radiación en invierno. [7]

### **2.2.3. LÍNEA DE NEGOCIO INMOBILIARIO**

En el sector de la construcción se abre una nueva oportunidad para mejorar la calidad y competitividad del mismo, sumándose el proyecto a una iniciativa que aspira a remover las bases de la industria, producto de un modelo habitacional con innumerables mejoramientos respecto al estándar de edificaciones. El proyecto pretende aportar eslabones a una cadena en crecimiento esencialmente por el modelo de vivienda que registra en línea el efecto de los atributos de los productos incorporados en su construcción. Hay un uso intensivo de energías renovables y sistemas de aislación que garantizan el confort térmico generando condiciones de habitabilidad óptimas, donde además el impacto sobre el precio de uso de la vivienda, producto de una reducción de la demanda energética, da al sector nuevos enfoques de soluciones habitacionales con una clave tecnológica que proporciona un alto grado de automatización y control.

# CAPITULO 3

## ADQUISICIÓN DE DATOS

### 3.1. LEVANTAMIENTO DE SISTEMAS, FUNCIONES Y EQUIPOS

Dado que el sistema domótico de la vivienda no ha sido instalado por una sola entidad, y a su vez conviven diversas tecnologías, no existe información que ilustre al sistema domótico como un conjunto funcional. A la fecha solo se dispone de antecedentes básicos, tales como: Hoja de datos de los equipos instalados; ubicación espacial dentro de la vivienda; y la lógica de control, que fue sugerida en un inicio de la instalación, y que ha sufrido modificaciones durante la operación.

A continuación se presenta, de forma resumida, una relación de algunas de las posibilidades de los sistemas domóticos que constituyen la oferta actual, agrupadas dentro de las áreas de gestión más adecuadas, mencionadas en el capítulo anterior.

Conviene aclarar que la clasificación es una de las muchas que podrían hacerse, ya que una determinada prestación, como el control de la iluminación, puede asociarse a categorías diferentes, como el ahorro energético o el incremento de la comodidad de las personas.

#### 3.1.1. GESTIÓN DE LOS RECURSOS

##### I. Sistema de Monitoreo

Objetivo: Sistema encargado de recoger las variables de los otros sistemas, permitiendo conocer el estado de estos, gestionar los recursos asociados, y a su vez de desplegar la información para el usuario. Además se proyectó la incorporación de medición de variables energéticas y una estación meteorológica.

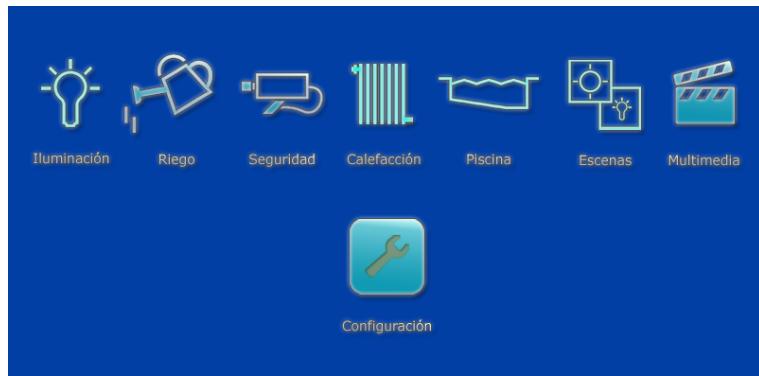


Figura 3.1:Interfaz de usuario para monitorear el sistema domótico

Estado Actual: El sistema solo recoge información del sistema solar térmico y mide el consumo eléctrico de la vivienda.

Para la interacción con el usuario se dispone de 2 pantallas informativas que despliegan una interfaz con el contenido replicado.

## II. Agua Caliente Sanitaria (A.C.S.)

Objetivo: Gestionar la fuente energética para la producción de A.C.S., como a su vez controlar los excedentes térmicos por conceptos de sobrecalentamiento en verano.

Estado Actual: El sistema es controlado por la central solar térmica, la cual regula el flujo de calor desde los colectores solares hacia los estanques de acumulación.

Un detalle del sistema se describe en el siguiente diagrama, que muestra el circuito primario del sistema y como se integran el arreglo de colectores solares al sistema de ACS y climatización:

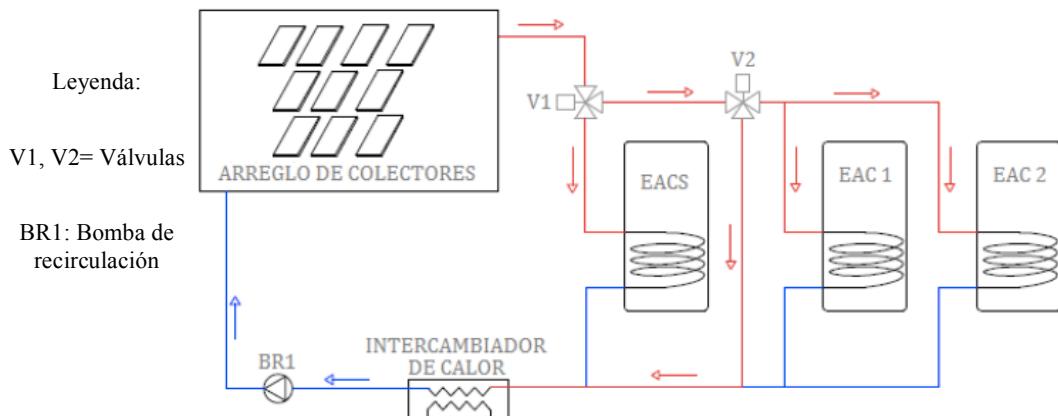


Figura 3.2: Diagrama circuito primario ACS

## III. Iluminación

Objetivo: Gestionar el consumo energético y la optimización del uso de iluminación según cantidad de luminiscencia, para esta labor se realiza control sobre las luminarias y persianas mecanizadas.

Estado Actual: Solo se pueden controlar conjuntos de luminarias, que permiten controlar la iluminación según horario y demandas por el usuario.

Debido a las dimensiones y características generales de la vivienda, su sistema de iluminación es bastante grande y consta de 23,28 [kW] instalados. Por esta razón se hace imperioso utilizar sistemas de bajo consumo energético y de alta eficiencia que permitan mantener el enfoque original de la vivienda. En este contexto, Domo<sup>2</sup> posee un sistema de iluminación mixto compuesto por luces de bajo consumo energético e iluminación de alta eficiencia tipo LED. La iluminación LED se utiliza como sistema de apoyo ya que se acciona por sensores de movimiento con el objetivo de iluminar sólo en caso de circulación dentro de una habitación. Si bien su uso es auxiliar a la iluminación de bajo consumo, permite un ahorro de

energía considerable junto con una importante reducción de las ganancias térmicas en comparación con un sistema de iluminación incandescente.

El sistema de iluminación esta constituido por iluminarias leds de diferentes formas, potencias y luminiscencia, de acuerdo a las especificaciones del proyecto de iluminación. Para controlarlas se utiliza el sistema de comunicación *powerline communication bus* (PLC bus).

#### IV. Riego

Objetivo: El sistema fue diseñado para controlar las diversas áreas de riego, ya sea por medición de humedad, condiciones meteorológicas y por control de horario.

Estado Actual: Funciona de forma manual y con control horario para cada una de las zonas controladas.

### 3.1.2. GESTIÓN DE LA SEGURIDAD

#### I. Control de acceso

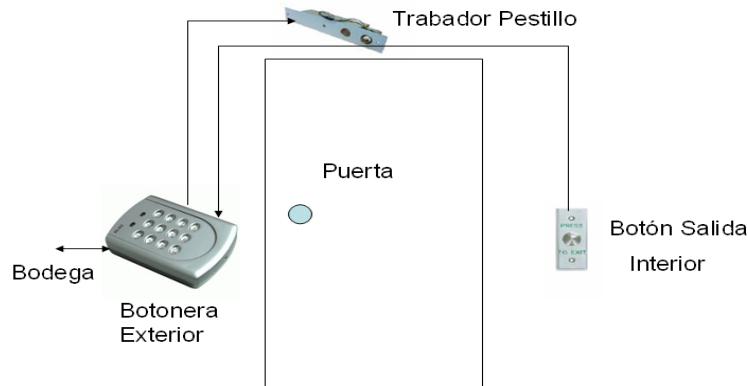
Objetivo: Administrar el control de acceso tanto del perímetro del terreno, como los accesos exteriores de la vivienda.



Figura 3.3: Esquema seguridad control acceso puerta principal

Estado Actual: Los accesos exteriores son controlados con cerraduras con teclera,

La puerta principal (acceso hall) funciona con teclado, sensor biométrico dactilar y control remoto, las puertas secundarias solo funcionan con teclado y no están interconectados con el sistema domótico. El siguiente esquema detalla de manera simple la interconexión de los elementos del sistema de control de acceso, ya sea para el acceso principal, como el secundario.



**Figura 3.4:Esquema seguridad control puertas secundarias**

## **II. Control perimetral**

Objetivo: Monitorear la apertura de puertas y ventanas de la vivienda durante todo evento.

Estado Actual: Todas las puertas y ventanas de la vivienda se encuentran con dispositivos magnéticos cableados a cada uno de los autómatas ubicados en los pisos de la vivienda

## **III. Cámaras de seguridad**

Objetivo: Disuasor, registro de evento y monitoreo de los suceso en el perímetro de la propiedad

Estado Actual: Cinco cámaras se encuentran instaladas, pero no están operativas. No es posible registrar eventos ni monitorear actividades.

### **3.1.3. GESTIÓN DE LA COMODIDAD**

#### **I. Climatización**

Objetivo: Administrar el suministro de energía a cada uno de los recintos calefaccionados, proporcionando una temperatura controlada.

Estado Actual: Sólo se pueden injectar calor a los recintos, sin poder controlar la temperatura deseada, ya que no existe programación alguna que utilice la información proveniente de los sensores.

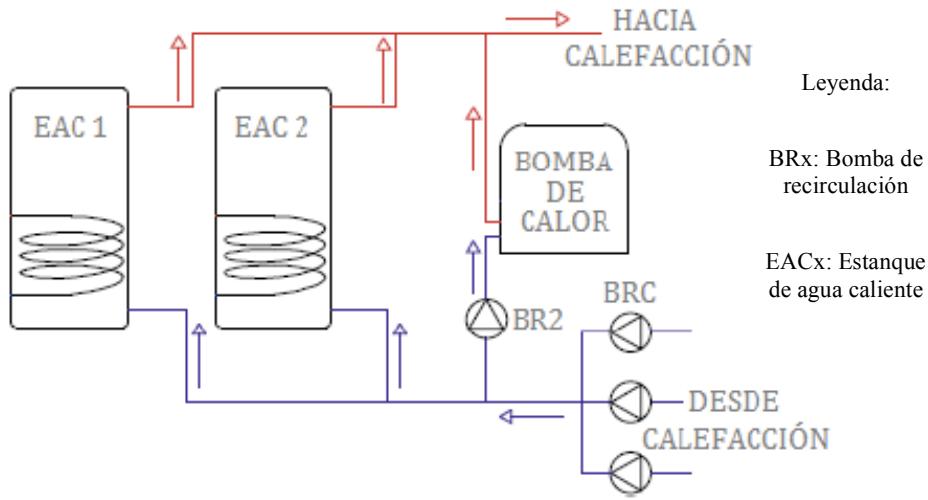


Figura 3.5: Diagrama circuito secundario calefacción de piso radiante

## II. Multimedia

Objetivo: Gestionar el sistema de audio en los diferentes recintos y el contenido a presentar en la sala de entretenimiento

Estado Actual: Se puede manejar el audio en cada recinto que fue considerado, mediante un control remoto de radio frecuencia. Este sistema funciona de manera aislada con respecto al sistema domótico general.

## III. Piscina y Jacuzzi

Objetivo: Realizar el proceso de recirculación y filtrado de manera automática, además de controlar la temperatura del agua.

Estado Actual: Se puede realizar la recirculación y filtrado de manera automática y programada según horario, además se puede elevar la temperatura del agua. Sin embargo no se tiene control sobre la temperatura del agua, debido a que no se ha implementado una lógica de control.

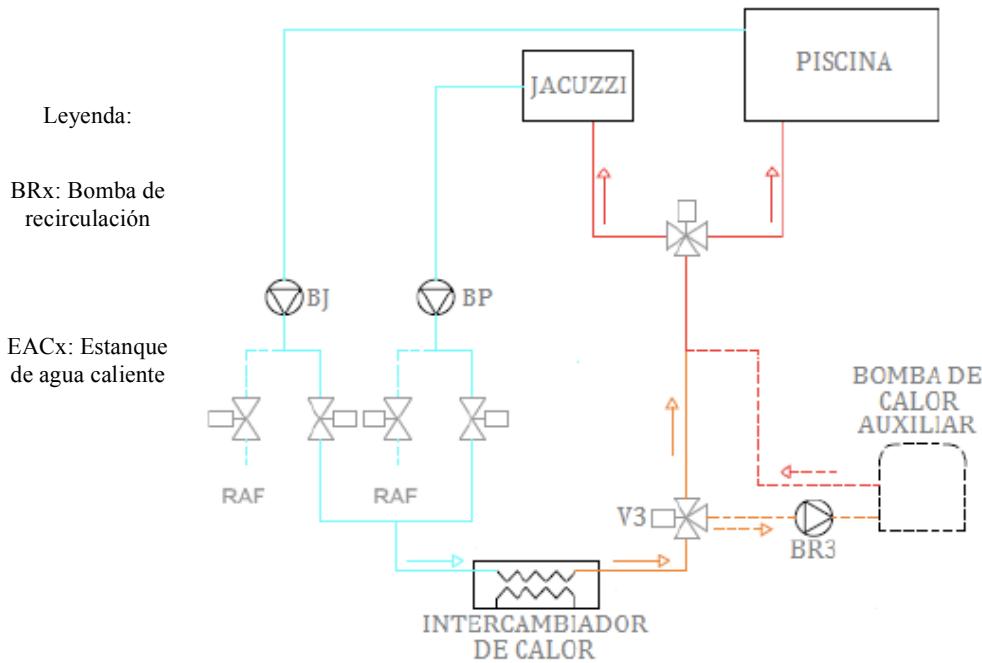


Figura 3.6: Diagrama del sistema piscina y Jacuzzi

### 3.1.4. GESTIÓN DE LA COMUNICACIÓN

#### I. Telefonía

Objetivo: Proveer de comunicación telefónica dentro de la vivienda, incluyendo mas de una línea telefónica

Estado Actual: Se cuenta con una central telefónica y acceso a los recintos previstos, este sistema funciona de manera independiente al sistema domótico general.

#### II. Internet

Objetivo: Instalar una red inalámbrica con acceso a los distintos niveles de la vivienda

Estado Actual: Se encuentra operativa una red local, donde cada piso tiene su propio repetidor, garantizando el alcance en todos los recintos de la vivienda.

### 3.1.5. RESUMEN DE LOS SISTEMAS ACTUALES

Para tener una visualización general de los sistemas que actualmente están funcionando se ha diseñado una infografía que muestra el sistema y los servicios que operan de forma parcial o en su totalidad.

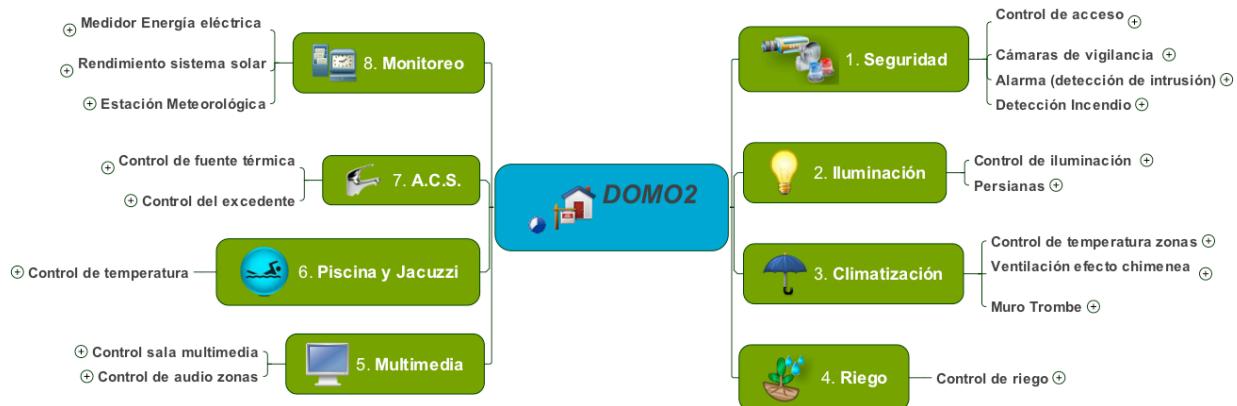


Figura 3.7: Sistemas y funciones que componen el sistema domótico de la vivienda Domo<sup>2</sup>

### 3.2. LEVANTAMIENTO DE LA LÓGICA DE CONTROL, PROGRAMACIÓN Y OPERACIÓN

El levantamiento de equipos consiste en reconocer detalladamente todos los componentes de un sistema de la vivienda que participan en el funcionamiento sistema solar térmico, permitiendo así establecer las condiciones de operación de los equipos y las distintas interacciones entre éstos. Para llevar a cabo esta tarea es relevante conocer los siguientes aspectos de los equipos participantes:

- Especificaciones técnicas
- Especificaciones de instalación
- Condiciones de operación
- Interacción entre equipos

Adicionalmente, es necesario realizar un reconocimiento de la lógica de control de cada uno de los componentes y sistemas, permitiendo establecer la integración con el sistema domótico de la vivienda. La información más relevante para realizar esta tarea es la siguiente:

- Especificaciones técnicas de equipos de control participantes
- Identificación de sensores y puntos de medición de variables
- Identificación de los componentes actuadores sobre el sistema domótico
- Identificación de componentes controlados por domótica

### **3.2.1. SISTEMA SOLAR TÉRMICO (SST)**

El proyecto cuenta con un SST compuesto por tres circuitos independientes que se encuentran enlazados a un cuarto circuito denominado Circuito Primario, el cual corresponde al circuito de colección de energía solar. Los tres circuitos independientes reciben, en conjunto, el nombre de Circuitos Secundarios y corresponden al Circuito de Agua Caliente Sanitaria (Circuito ACS), Circuito de Calefacción y Circuito de Piscina/Jacuzzi. El control del aporte energético que se realiza a los circuitos secundarios se realiza por medio de sensores, válvulas y bombas conectados al sistema domótico de la vivienda. Dicho sistema se encarga de determinar, en base a una lógica específica o al deseo de los usuarios, hacia donde se dirige el aporte solar entregado por los colectores. En la Figura 3.8 se presenta un esquema básico de la interacción de los circuitos que, en su conjunto, forman el SST de la vivienda. En esta figura se puede observar que la energía solar es recibida por el circuito primario y éste es el encargado de realizar el aporte energético a los demás circuitos de la vivienda por medio de intercambiadores de calor. En el Anexo 0 se presenta un diagrama más acabado del SST donde se puede apreciar de mejor forma la interacción física entre los circuitos que lo conforman.

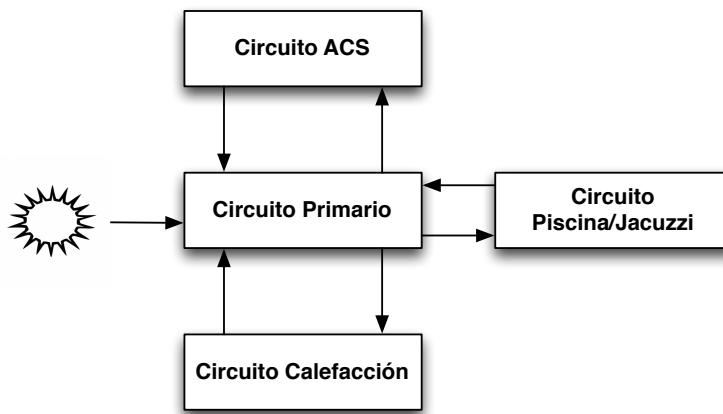


Figura 3.8: Interacción circuitos del SST

A continuación se describen con mayor detalle los circuitos involucrados en el SST de la vivienda.

#### **i. Circuito Primario**

El circuito primario es un circuito cerrado de circulación forzada que utiliza agua como fluido caloportador. Como ha mencionado anteriormente, este circuito se encuentra enlazado a los circuitos secundarios del SST y se encarga de entregar el aporte energético a éstos. Los elementos de enlace entre los circuitos primario y secundario corresponden a intercambiadores de calor que permiten realizar el traspaso de energía de un fluido a otro.

#### **ii. Circuitos Secundarios**

Los circuitos secundarios corresponden a los circuitos de ACS, calefacción y piscina/jacuzzi.

- a) Circuito ACS: Corresponde al circuito de agua caliente que es consumida en la vivienda, por lo cual el fluido caloportador es el agua proveniente de la red.
- b) Circuito Calefacción: Corresponde al circuito utilizado para calefaccionar la vivienda por medio de la energía solar. Es un circuito cerrado de circulación forzada que utiliza agua como fluido caloportador. Posee un sistema de bombeo y un sistema auxiliar de calor para suplir la demanda energética de calefacción.
- c) Circuito Calefacción piscina/Jacuzzi: Corresponde al circuito utilizado para entregar energía al sistema piscina/jacuzzi. Básicamente es un circuito que posee un intercambiador de calor de placas que aporta la energía del circuito primario y un sistema auxiliar por bomba de calor.

A continuación se presentan con mayor detalle las principales características de los equipos pertenecientes al SST de la vivienda:

## 1. Colectores Solares:

La vivienda cuenta con 10 Colectores Selectivos marca Chromagen modelo CR 12-SN que se encargan de captar la energía solar y transmitirla al fluido caloportador del circuito primario. Los colectores se agrupan en tres arreglos en serie, dos de los cuales son de 3 colectores y uno de 4 colectores. Los tres arreglos que posee el sistema se conectan en paralelo al circuito primario. Entre las principales características que identifica el fabricante de los colectores solares destacan:

- Factor Óptico ( $FR_{\text{at}}$ ): 0,7132
- Factor de Pérdidas Térmicas ( $FRUL$ ): 4,396 [ $Wm2K$ ]
- Superficie del Absorbedor ( $A_{ab}$ ): 2,54 [ $m^2$ ]
- Presión Máxima de Trabajo ( $P_{max}$ ): 8 [ $bar$ ]

En el Anexo C se expone la hoja de especificaciones de los colectores en cuestión, donde se puede encontrar mayor información sobre éstos.

## 2. Estanques acumuladores:

El SST cuenta con 3 estanques verticales marca Chromagen de 300 [l] cada uno y con intercambiadores de calor en su interior, gracias a los cuales se realiza el traspaso de energía entre el circuito primario y los circuitos de ACS y calefacción. De esta forma, los estanques acumuladores son los elementos de enlace entre el circuito primario y los circuitos secundarios de ACS y calefacción. Éstos se pueden clasificar en:

- Estanque ACS: El circuito de ACS posee un estanque cuyo intercambiador de calor forma parte del circuito primario, comunicando el circuito de ACS al SST. Este estanque cuenta con una resistencia eléctrica interna de 2,5 [ $kW$ ] como sistema auxiliar de calor ( $Q_{aux}$ ).
- Estanques Calefacción. El circuito de calefacción cuenta con dos estanques cuyos intercambiadores de calor forman parte del circuito primario, comunicando el Circuito de

Calefacción al SST. Estos estanques sólo cumplen una función de acumulación ya que no poseen resistencia eléctrica en su interior.

En el Anexo D se presenta la hoja de especificaciones de los estanques acumuladores

Para explicar parte de la lógica de control del SST de la vivienda es necesario comenzar con un reconocimiento de las principales variables que relacionan el SST con el Sistema Domótico de la vivienda. Las cuatro primeras variables corresponden a sensores de temperatura que se pueden identificar en la

**Figura 3.9** y la quinta variable corresponde a un caudalímetro ubicado junto a la bomba de recirculación BR1. A continuación se enumeran las variables de control del SST.

- T1: T° del fluido caloportador en los colectores (techumbre)
- T2: T° del fluido caloportador del serpentín del estanque de acumulación de ACS (parte inferior)
- T3: T° del agua del estanque de acumulación de calefacción (parte inferior, primer estanque)
- T4: T° del agua del estanque de acumulación de calefacción (parte superior, primer estanque)
- T5: T° del agua de recirculación del sistema de calefacción
- T6: T° del agua entrega al sistema de calefacción
- Q1: Caudal del Circuito Primario

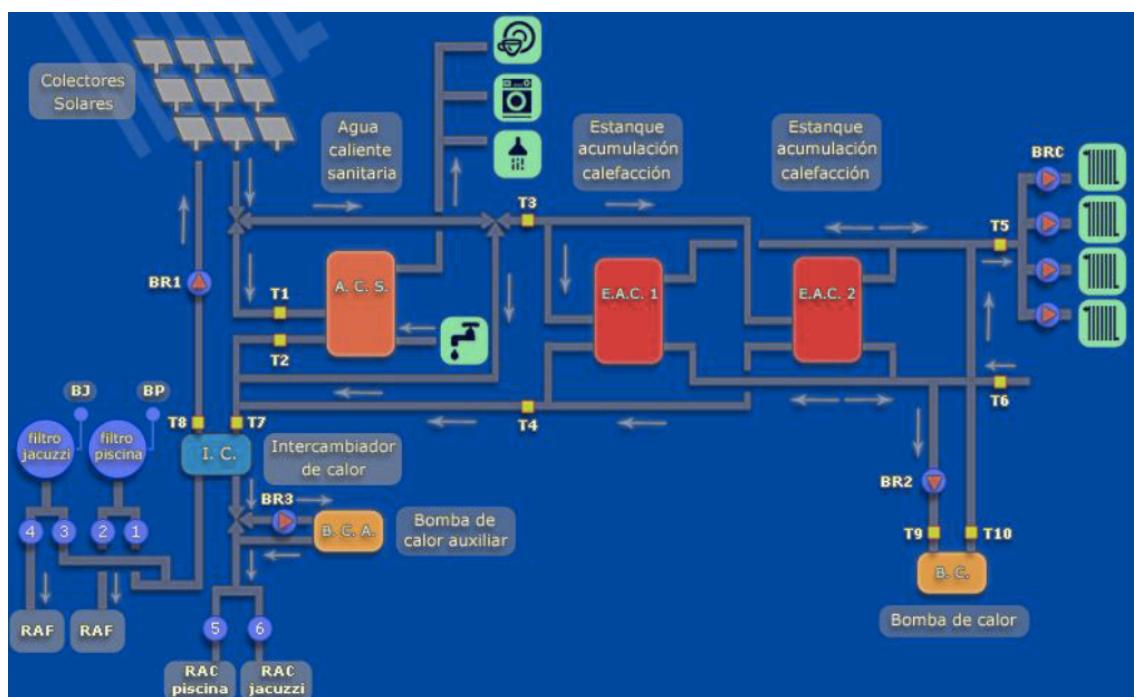


Figura 3.9:Interfaz usuario para el sistema solar térmico

Donde: E.A.C: Estanque Agua Calefacción, Tx: Sensores de temperatura, BRx: Bomba recirculación circuito solar, BRC: Bomba Recirculación circuito Calefacción, BJ: Bomba Jacuzzi, BP: Bomba Piscina, RAC: Retorno Agua Caliente, RAF: Retorno Agua Fría, I.C: Intercambiador de Calor, B.C: Bomba de Calor, B.C.A: Bomba de calor Auxiliar

Con esta información es posible presentar algunos aspectos de la lógica de control establecida para el funcionamiento de los circuitos enlazados al SST.

### iii. Control Circuito Primario

El sistema solar térmico aporta a través de la energía captada del sol cuando existe una diferencia de temperatura mayor a 5 [°C] entre  $T_1$  y  $T_2$  ( $T_1-T_2>5[°C]$ ) lo que permite activar la bomba de circulación (BR1=ON). De esta manera, comienza la recirculación del fluido caloportador desde los colectores solares hasta el serpentín del estanque de ACS.

Se puede añadir además que, si la diferencia de temperatura entre  $T_1$  y  $T_2$  es menor que 5 [°C] ( $T_1-T_2<5[°C]$ ) y, adicionalmente, la diferencia entre  $T_1$  y  $T_3$  también lo hace ( $T_1-T_3<5[°C]$ ), entonces la bomba de recirculación se apaga (BR1=OFF), ya que el aporte solar no es suficiente.

Por otra parte, cuando  $T_2$  llega a un máximo 40 °C quiere decir que el requerimiento para el estanque de ACS está satisfecho, por lo tanto, la central solar chequea la diferencia entre  $T_1$  y  $T_3$ . Si esta diferencia es mayor a 5[°C] la central energiza V1 (V1=ON) para permitir el flujo hacia V2, válvula que es controlada por domótica. Además, cuando  $T_3$  llega a un máximo 35[°C] quiere decir que el requerimiento para el estanque de calefacción está satisfecho por lo que el sistema se detiene.

Por último, se tiene que si se cumple que  $T_2$  baje 5 [°C] de su máximo o ( $T_1-T_2>5[°C]$ ), la central desenergiza V1 (V1=OFF), aportando energía al estanque de ACS, que es su primera prioridad.

### iv. Control Circuito de Calefacción

De lo anterior se desprende que el Circuito Primario es el encargado de entregar la energía a los estanques de calefacción. Para controlar la temperatura del Circuito de Calefacción existe un termostato sumergido en uno de los estanques y que se encuentra conectado con la bomba de calor. Este termostato mide la temperatura de acumulación del agua  $T_4$  y según ésta ordena el encendido o apagado de la bomba de calor. La temperatura de este termostato está fijada en 35[°C]. Luego, cuando el termostato mide menos de esa temperatura en los estanques de calefacción, se da la orden de encender la bomba de calor con el objetivo de proporcionar la energía requerida para subir la temperatura a 35[°C] . Cuando la temperatura llega nuevamente a los 35[°C] el termostato da la orden de apagar la bomba de calor.

### v. Control Circuito de ACS

El circuito de agua caliente sanitaria no posee control ya que es de libre demanda del usuario. Sin embargo, es importante destacar que el estanque acumulador perteneciente a este circuito cuenta con una resistencia eléctrica como apoyo auxiliar de calor, por lo que debe existir un control sobre el encendido y apagado de dicha resistencia. En este contexto, el control está destinado a la domótica por medio de una programación horaria en la cual el dispositivo se

encuentra disponible entre las 4:00 y las 9:00 horas, en la mañana, y entre las 20:00 y 23:00 horas, en la tarde. Si bien entre dichas horas el sistema está disponible, este sólo entra en funcionamiento si la temperatura del estanque de ACS es menor a 50[°C] . Esta programación permite mantener la temperatura del ACS en los momentos de mayor consumo.

#### **vi. Control Circuito Piscina/Jacuzzi**

El control lógico de este circuito aún no ha sido completamente establecido por lo que, a continuación, se presenta una planificación básica de cómo desarrollará. El aporte solar al sistema de Piscina y Jacuzzi se realiza por medio del intercambiador de calor que comunica el circuito primario con el circuito Piscina/Jacuzzi. Por este intercambiador siempre está circulando el fluido caloportador, ya sea proveniente de los estanques de calefacción o de la válvula V2. En los meses de verano, cuando el SST suple con mayor facilidad las demandas energéticas de la vivienda, se desea un mayor aporte al Circuito de Piscina/Jacuzzi, para lo cual se debe energizar V2 (V2=ON) y así dirigir el aporte solar directo al intercambiador. De esta forma, se establecerá una programación horaria en el sistema domótico para controlar V2, contando además con un control manual de ésta. Con lo anterior, se realizará el aporte energético a la piscina y/o jacuzzi en base al accionamiento de las bombas correspondientes. Adicionalmente, si se desea un aporte extra se contará con el apoyo de una bomba de calor que será accionada junto con la válvula V3 y con la bomba de circulación BR3, equipos pertenecientes al apoyo auxiliar de calor del Circuito Piscina/Jacuzzi.

### **3.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO**

La actual domótica de la vivienda tiene una arquitectura hibrida totalmente cableada, que conjuga que algunos sistemas funcionen con arquitectura centralizada, y otros distribuida. Para ilustrar con mayor claridad lo mencionado la figura siguiente hace una descripción de los sistemas utilizados.

El funcionamiento del sistema depende exclusivamente de PLC Maestro. La función de este dispositivo es leer los sensores o instruir a los actuadores por medios de los bloques de entrada y salida (E/S) distribuidas (*Advantys OTB*) utilizando Bus de comunicación Ethernet. Con esta topología se logra distribuir un bloque en cada uno de los pisos de la vivienda.

Los bloques están encargados de adquirir y enviar las señales de los sistemas que actúan en el piso donde están instalados. Y enviar esta información al PLC Maestro, el cual procesa y ejecuta la lógica de control que fue previamente cargada en el.

Para realizar modificaciones de ciertos parámetros de la lógica de control sobre el PLC Maestro, y además para visualizar el estado de los sistemas, se tienen dos HMI: una pantalla táctil empotrada (Magelis XTB) en el hall de acceso de la vivienda, y un computador central, los cuales tienen un software de configuración que actúa sobre el PLC Maestro.

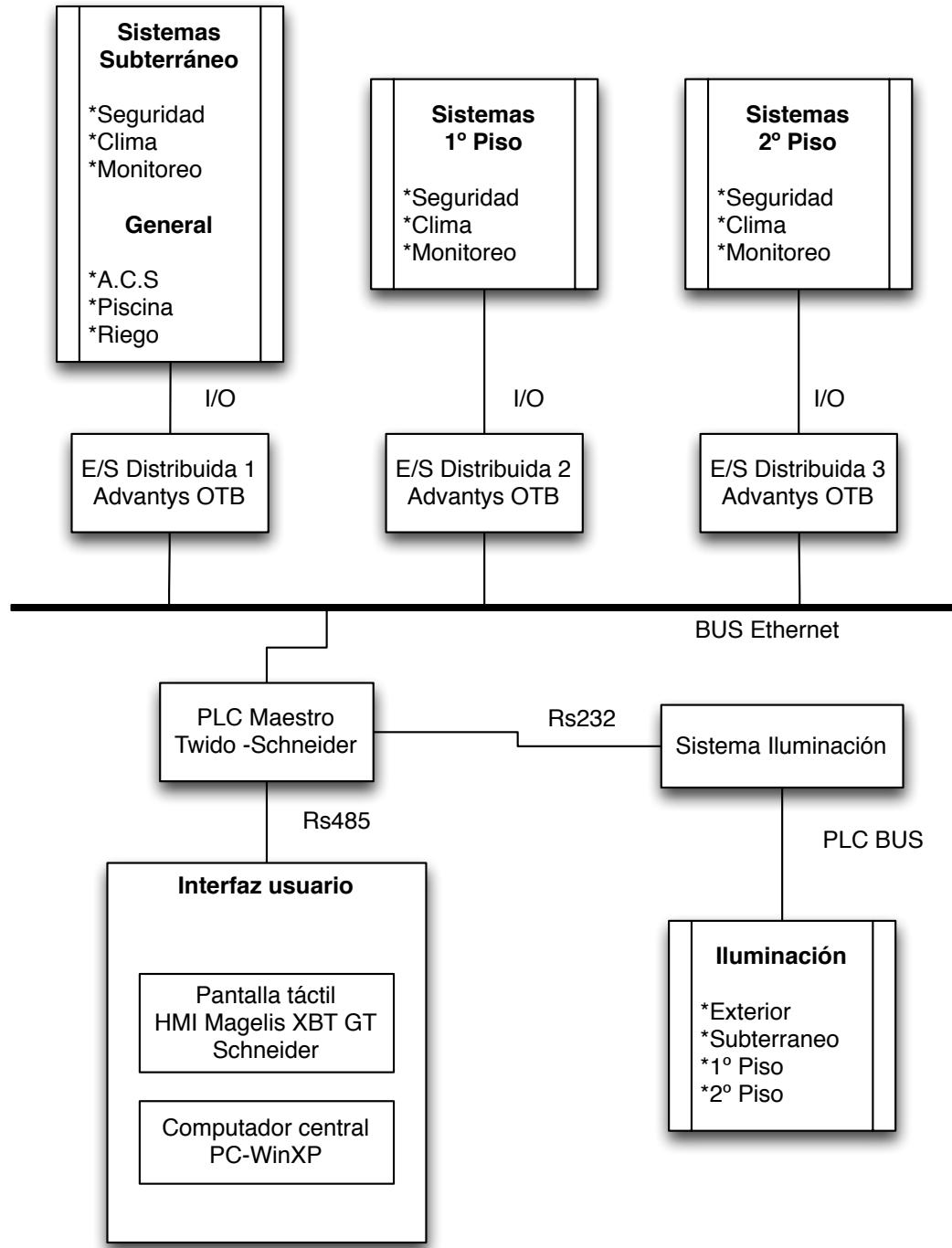
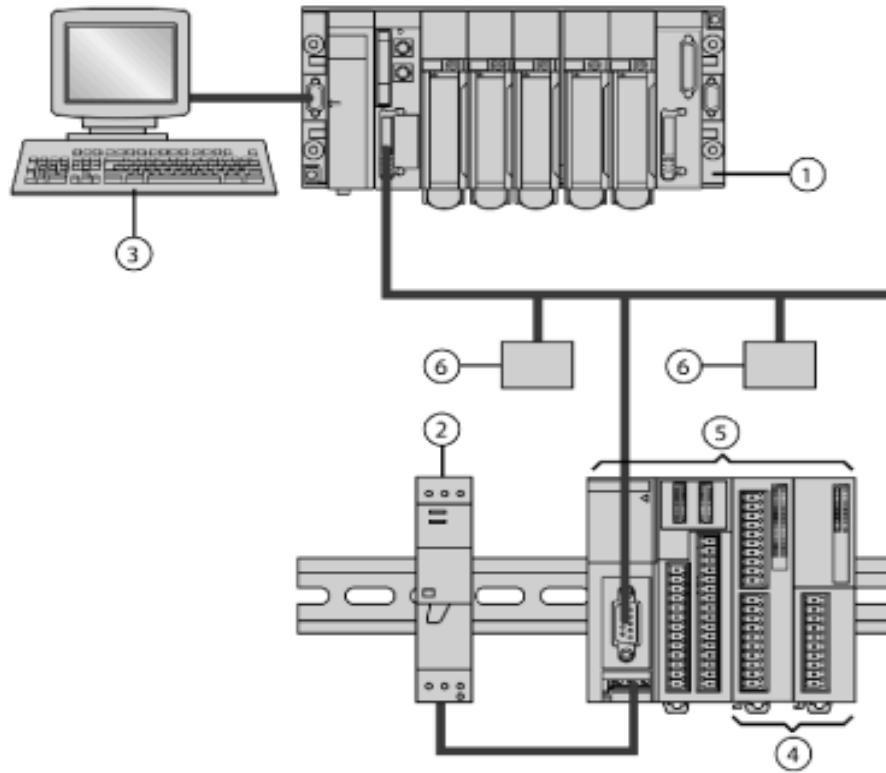


Figura 3.10: Arquitectura de interconexión de los sistemas actuales

La lógica de control ha sido diseñada por la empresa INGEIN, basándose en los objetivos esperados del proyecto. Esta lógica de control fue suministrada a la empresa ELECMATIC para que la programe en el PLC y además genere la interacción con las gráficas para las interfaz de usuario.



Autómata con master o cliente  
 Alimentación eléctrica externa de 24 VCC  
 PC con el software de configuración del autómata (API)  
 Módulos de ampliación de E/S  
 Isla Advantys OTB

Figura 3.11: Arquitectura de comunicación y sus componentes principales [9]

## CAPITULO 4

# EVALUACIÓN

### 4.1. METODOLOGÍA

Debido a la escasa documentación en los diseños e implementación de sistemas domóticos en la vivienda Domo<sup>2</sup>, además de no existir una metodología reconocida por alguna entidad que permita realizar una evaluación de las instalaciones, se ha elegido usar diversos criterios de evaluación para el sistema en estudio. Esta metodología es propuesta en esta memoria y es corregida y aceptada por la empresa INGEIN.

La evaluación contempla un área cualitativa, basado en antecedentes y bibliografía revisada en el Capítulo 2, y una evaluación cuantitativa que pretende dar un antecedente de gran interés para la empresa. Los 4 aspectos a considerar son:

#### Evaluación Cualitativa

- **Clasificación según características físicas:** se determinara que tipo de topología, tipología, medios de transmisión y protocolos utilizados, revisando como concepto su capacidad de responder a las necesidades de los usuarios y como esta arquitectura actúa en caso de fallas.
- **Según los tres niveles de complejidad :** Este análisis le da un enfoque sociotécnico, de gran importancia para la empresa, ya que es aquel que relaciona la funcionalidad del sistema domótico, con el actuar de los usuarios.

#### Evaluación Cuantitativa

- **Certificación AE00026:2006 :** La certificación española pretende categorizar según puntaje el tipo de instalación domótica, para este trabajo se utilizará la tabla de ponderación para calcular el puntaje de la instalación domótica de la vivienda.
- **Evaluación económica:** Esta evaluación considera la comparación con respecto al valor total del sistema domótico con respecto al valor de la vivienda, evaluando el costo unitario de cada uno de los sistemas que componen la unidad domótica.

## 4.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Como se mostro en los capítulos anteriores el sistema domótico de la vivienda ha sido intervenido en dos oportunidades, lo cual provee información relevante para su evaluación. De acuerdo a los antecedentes históricos de la construcción y puesta en marcha de la vivienda, esta ha sido modificada por dos empresas que han realizado los trabajos sobre el mismo sistema domóticos

### 4.2.1. TIPOLOGÍA

La recolección de información realizada en el Capítulo 3, permitió determinar que la primera instalación provista por la empresa ALTECO, consistía en un sistema que por objetivo debía ser centralizada, donde existiría un computador central que comandara la mayor parte de la instalación. La poca experiencia de la empresa y la complejidad del proyecto Domo<sup>2</sup> provocó que la empresa ALTECO no cumpliera con lo estipulado, utilizando mas recursos y sin finalizar en los plazos estipulados, sin tener claridad de si era posible completar los objetivos. Es por ello que el trabajo quedó inconcluso, donde la principal debilidad era la centralización de las señales y su procesamiento.

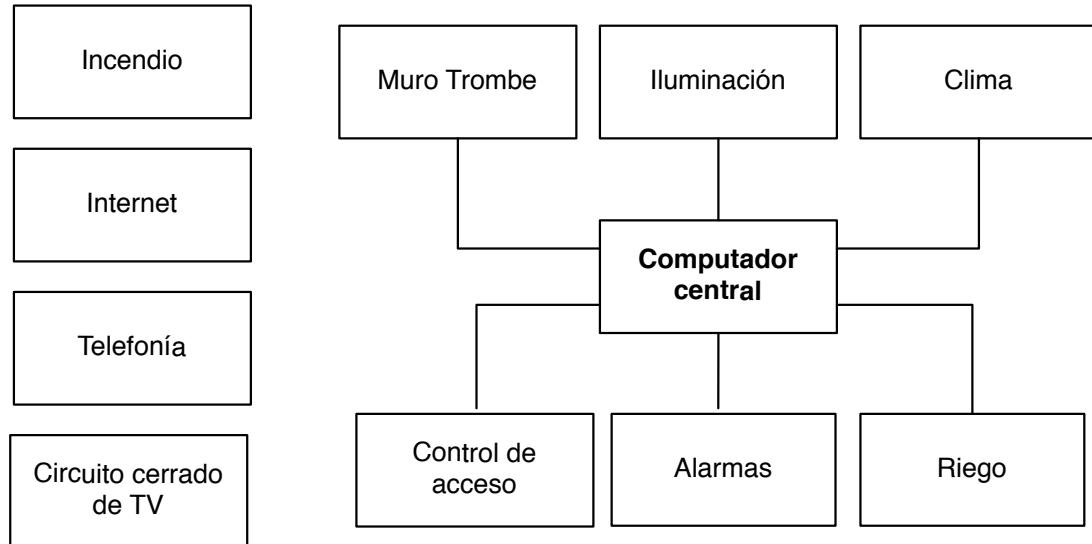


Figura 4.1: Esquema propuesto por ALTECO para el sistema domótico

Es por esta razón que ingresa la empresa ELECMATIC, cuya experiencia radica en proyectos de automatización y control industrial, lo cuales proponen solucionar el problema no resuelto por la empresa anterior, mediante la incorporación de módulos intermedios ubicados estratégicamente en los conductos de comunicación de la vivienda. De esta manera el sistema domótico pasa de una tipología centralizada a una distribuida. Donde se conservan la mayor parte de los sensores y actuadores del sistema.

Como mejora sustancial sobre la nueva instalación, es la disminución de cables, y una distribución más simple de estos. Así como se muestra la Figura 3.10: Arquitectura de interconexión de los sistemas Figura 4.1: Esquema propuesto por ALTECO para el sistema domótico, el sistema incorpora tres centrales de procesamientos de datos, comandadas por un PLC maestro. Esto permite generar cierta autonomía en cada una de las centrales, las cuales operan de manera independientes entre si.

#### 4.2.2. TOPOLOGÍA

Volviendo a analizar ambas instalaciones, la primera disposición tiene una topología en estrella, donde cada sistema se conecta directamente a el computador central mediante un modulo I/O. En cambio en la segunda instalación tiene una combinación de una topología bus entre los autómatas y el PLC maestro, mientras que las señales de los sensores y actuadores se interconectan con una topología en estrella con el autómata, un ejemplo de esto se aprecia en la Figura 4.2:

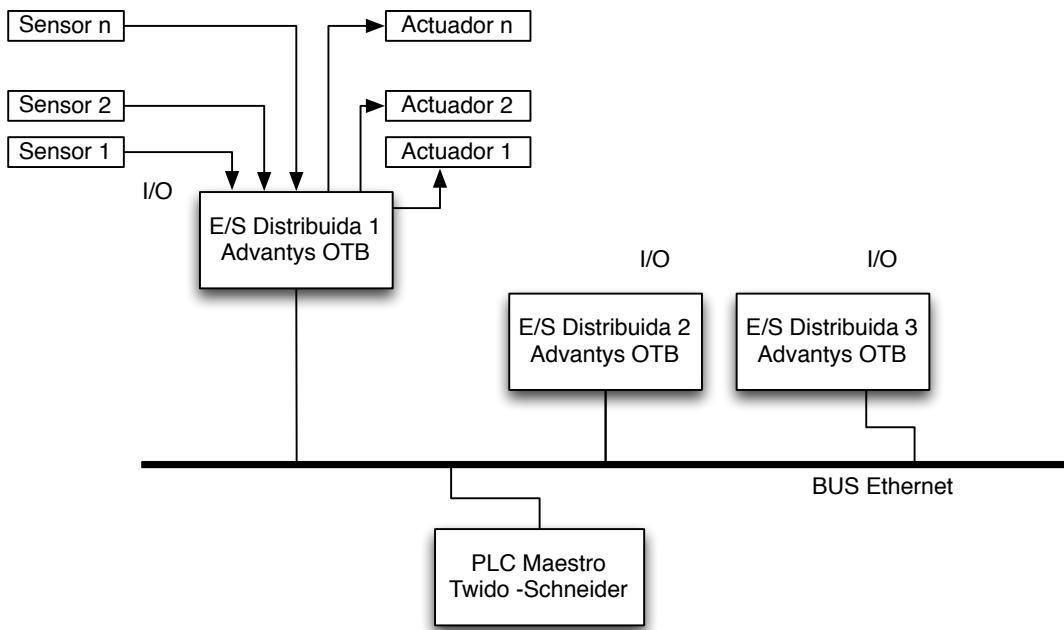


Figura 4.2: Topología del sistema distribuido instalado por ELECMATIC

### 4.2.3. MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Para ambas instalaciones el medio transmisión de datos de los sensores, así como los actuadores, son cable dedicados. Esto se debe a que para su instalación se han utilizado dispositivos universales, lo que permite modificaciones, y en particular, la reutilización de la mayor parte de la infraestructura del sistema domótico.

Las características de los cables dedicados son variadas y depende de cada sensor y actuador, y la distancia a la que estén ubicadas. Si bien, con la modificación de la empresa ELECMATIC, se disminuye la utilización de cable para un proyecto de estas envergadura, cabe destacar que sigue siendo un ítem cuyo valor es para considerar a proyectos futuros. En particular, considerando que la vivienda tiene 925 [m<sup>2</sup>] de terreno y 516 [m<sup>2</sup>] de superficie construida distribuida en 3 niveles. Por ejemplo se necesita una sobre los 300 metros de cable para la red de sensores de temperatura. Se estima que se utilizaron mas de 5.700 metros para realizar el cableado de todo el sistema domótico.

### 4.2.4. PROTOCOLOS

Sobre los protocolos de comunicación, sólo el sistema de iluminación utiliza el protocolo PLC BUS para comunicar los distintos dispositivos que controlan la iluminaria y el conversor del sistema de iluminación, el resto de las señales (actuadores y sensores) se conectan directamente al autómata esclavo. La comunicación de los autómatas esclavos y el maestro es por medio de *Modbus/TCP*, mientras que la comunicación entre la interfaz de usuario y el sistema de iluminación hacia el autómata maestro es por medio de *Modbus RS485*.

## **4.3. TEORÍA DE LOS TRES NIVELES DE COMPLEJIDAD**

Para realizar una análisis que determine en que nivel de complejidad se encuentra el sistema domótico de la vivienda es necesario entender los objetivos planteados en el diseño inicial.

### **4.3.1. SISTEMAS DOMÓTICOS ANTERIORES**

En un inicio el sistema domótica instalado por ALTECO se podría catalogar como un sin numero de sistemas que actuaban por sí solos , sin interacción. De esta manera se puede revisar el detalle, donde se encuentran los siguientes sistemas: Control de acceso, alarmas, incendio, sistema de CCTV, red interna de internet, telefonía, condiciones climatológicas externas, muro trombe, iluminación, clima y riego.

Cada uno de los sistemas anteriormente mencionados actuaban de manera independiente unos de otros, algunos solo eran equipos independientes que cumplían una función. De acuerdo a esto y el modelo de los tres niveles, la domótica de la vivienda en una primera instancia se denomina de segundo nivel, ya que cada uno de los objetos que componen los sistemas mencionados no están aislados sino que se interrelacionan a fin de lograr unos determinados objetivos.

Si bien esta configuración cumplía el objetivo de la vivienda desde el punto de vista técnico, no satisface las necesidades de los usuarios desde el punto de vista interacción usuario sistema. Ya que cada sistema debía ser operado de forma distinta, con sus propios lenguaje y dificultades, lo que requiere un usuario experto en operar cada uno de los sistemas instalados.

### **4.3.2. SISTEMAS DOMÓTICOS PRESENTES**

En la actualidad la vivienda tiene un sistema domótico reestructurado por la empresa ELECMATIC, la cual utiliza parte de los componentes anteriores de la domótica, e instala nuevos equipamientos, apostando por una arquitectura centralizada en un PLC y que permita relacionar los diversos sistemas con E/S distribuidas. Logrando la interacción con los distintos sistemas y el usuario. Si bien la empresa ejecutora de la obra se especializa en instalaciones industriales, ha logrado adaptar estos dispositivos a la vivienda prototipo analizada. Permitiendo incluso la incorporación de pantallas táctiles que permiten al usuario recibir y ejecutar ordenes sobre el sistema domótico.

De acuerdo a esto, la clasificación del modelo de los tres niveles sitúa a esta nueva configuración en el nivel 3, ya que busca una interacción entre distintos dispositivos, entre sistemas y el usuario, formando un sistema integral domótico. El modelo no permite realizar una nueva clasificación dentro de este nivel, pero la experiencia de los usuarios de Domo<sup>2</sup> determinaron que esta nueva domótica no es suficiente para satisfacer los objetivos planteados en el proyecto. Ya que el sistema no permite la integración de cámaras de vigilancia y la interfaz de usuario queda limitada a los dos dispositivos fijos que se encuentran en el hogar. Otro punto a mencionar es la complejidad de crear un sistema replicable con estas características, dado que al tener dispositivos industriales que tienen una robustez y protecciones superiores, dificultan su

masividad y su disminución de costos, sin considerar que estos dispositivos suelen ser de un tamaño mayor al espacio disponible en la vivienda.

## 4.4. CERTIFICACIÓN AE00026:2006

Esta evaluación se realiza considerando todo el equipamiento (Anexo H) y funcionalidades que actualmente estén operando en la vivienda Domo<sup>2</sup>. Se realiza el cálculo utilizando la tabla de ponderaciones de equipamiento y funcionalidades que contiene la certificación (Anexo A)

El calculo para cada uno de los elementos que evalúa la certificación se resumen en la Tabla 4.1:

Tabla 4.1: Resumen puntajes ponderados para certificación AE0026 para la vivienda Domo<sup>2</sup>

Funcionalidad	Puntaje
Alarma de intrusión	16
Alarmas técnicas	5
Simulación de presencia	3
Video portero	1
Control de persianas	0
Control de iluminación	8
Control de clima	3
Programaciones	4
Interfaz usuario	6
Dispositivos conectables a empresas suministros	0
Red multimedia	4
<b>Total</b>	<b>50</b>

Como se puede apreciar, la vivienda tiene ciertas carencias en las características de “control de persianas” y “dispositivo conectados a empresas de suministros”, si bien la ultima no tiene un impacto hacia los beneficios del usuario, el ítems de las persianas es considerado un aspecto importante, ya que impacta directamente en la gestión de recursos y gestión de la comodidad. Las razones por las cuales no fue incluido en el proyecto piloto se debe a los altos costos de este tipo de tecnología en Chile, los cuales equivalían al 50% del costo total del proyecto domótico. Actualmente este ítem es evaluado por la empresa INGEIN para ser incorporado en proyectos futuros. Los otros ítems están muy bien evaluados, por lo que es considerado todo un éxito la instalación domótica bajo el análisis normativo de AENOR.

Finalmente la clasificación según la certificación (Tabla 2.2) corresponde al nivel 3, el que corresponde al más alto estándar. Con un valor sobre los 50 puntos de ponderación y más de 10 servicios asociados.

## **4.5. EVALUACIÓN ECONÓMICA**

El análisis económico se realizó en base a la determinación del grado de inversión y los flujos de ahorros, relacionados con los costos operacionales de la vivienda prototipo versus los costos operacionales de una vivienda estándar. La evaluación económica se llevó a cabo para cuatro escenarios distintos de acuerdo a las proyecciones de precios de energía eléctrica y gas natural, mediante datos históricos extraídos de las páginas de Chilectra y de la Comisión Nacional de Energía respectivamente. La proyección de esta nueva solución habitacional a otros segmentos de mercado, se hizo mediante la generación de ecuaciones que permitieron determinar la inversión de cada uno de los sistemas implementados. Se estudiaron cinco proyectos inmobiliarios de viviendas unifamiliares de la Región Metropolitana determinando la inversión total de implementar, en cada una de éstas, todos los sistemas de la vivienda prototipo de acuerdo a la superficie útil de cada una de ellas.

Los costos operacionales se determinaron de acuerdo a los consumos promedios proyectados tanto para la energía eléctrica como para el agua potable de acuerdo a los consumos reales de la familia que habitará la vivienda. El consumo de la energía eléctrica se dividirá en la utilizada por conceptos de uso de electrodomésticos, iluminación y calefacción. Y las tarifas serán las establecidas por las empresas suministradoras de estos servicios, Chilectra y Aguas Cordillera respectivamente.

### **4.5.1. EVALUACIÓN DOMÓTICA IMPLEMENTADA**

Un aspecto importante a la hora de evaluar la incorporación de un sistema domótica en un proyecto inmobiliario es la cuantificación económica de este sistema, por sobre el valor total de la vivienda, evaluando distintos criterios, que van desde el uso de tecnologías hasta el grado de complejidad.

$$\% \text{ sistema domótico} = \frac{\text{costo del sistema domótico}}{\text{costo total de la vivienda}} \quad a)$$

Para el caso articular del proyecto Domo<sup>2</sup> se evaluara el costo de la domótica instalada en las dos etapas, la cual contempla a dos empresas distintas.

Considerando el primer sistema domótico instalado por la empresa Alteco, el detalle de la cotización se encuentra disponible en el Anexo G, a continuación se tiene el siguiente desglose de instrumentación, cableado e instalación como resumen:

Tabla 4.2: Resumen costos sistema domótico ALTECO

<b>Sistema</b>	<b>Valor</b>
Control Acceso	\$1.559.638
Alarms	\$2.254.407
Incendio	\$1.025.661
Sistema de CCTV	\$2.226.571
Red Interna	\$691.985
Telefonía	\$65.450
Cond. Exteriores	\$799.228
Muro Trombe	\$481.950
Iluminación	\$5.406.111
Clima	\$4.166.190
Riego	\$556.920
<b>Total</b>	<b>\$19.234.110</b>

Donde obtenemos un costo del sistema domótico equivalente al 13% del costo total de la vivienda.

## CAPITULO 5 REDISEÑO

El rediseño de la domótica en la vivienda Domo<sup>2</sup> viene a satisfacer las necesidades del mandante para este proyecto, y además proyectar una línea de negocios en torno a las visión de la empresa, la cual pretende desarrollar viviendas unifamiliares eficientes energéticamente y con altos niveles de confort. Por lo anteriormente mencionado, se debe buscar un diseño que permita tener un sistema domótico replicable a una escala que supere las 10 unidades en un próximo proyecto.

Además estas base de diseño, deben considerar 3 segmentos de mercado distintos, los cuales han sido definido por la empresa INGEIN en la siguiente tabla.

Tabla 5.1: Segmentos de mercados para generar las bases del rediseño

Segmento de mercado	Tamaño	Nº de ocupantes	Valor
Bajo	70 - 90 m2	4	4.000 – 5.000 UF
Medio	90 - 110 m2	5	7.000 – 8.000 UF
Alto	120 -180 m2	5	12.000 – 13.000 UF

De esta forma realizamos las siguientes objetivos planteados por la empresa:

- El valor de la incorporación de la domótica no supere el 15% del valor total de la vivienda

- Debe considerar estar dentro del tercer nivel de complejidad, para marcar una diferencia en el mercado inmobiliario nacional.
- Ser capaz de implementar el sistema domótica en viviendas ya existentes, debido a que el mercado es más amplio que el de vivienda nueva.
- Bajos costos de implementación y simple de instalar.
- Capacidad de personalizar e interacción con la comunidad

## 5.1. ELEMENTOS DEL SISTEMA

Al igual que en el caso del proyecto Domo<sup>2</sup>, el sistema domótico propuesto debe contar con la incorporación tanto de sensores como de actuadores que permitan medir y controlar diversos aspectos en la vivienda. Por otra parte se plantea, bajo la experiencia de uso de Domo<sup>2</sup>, que el sistema no puede depender de un solo procesador o controlador, ya que los servicios suministrados pueden ser catalogados como críticos en algunos casos, y por tanto se debe resguardar el funcionamiento del sistema critico en la domótica.

Además, necesitamos modelos replicables, que nos permitan implementar y dar soporte técnico al sistema domótico dentro de una línea de negocio inmobiliario. Por lo que se sugiere la utilización de sensores y actuadores universales, lo que permiten a su vez bajar los costos, debido a que existe una mayor oferta de estos. Como consecuencia de esta opción, es la utilización de un controlador que permita la lectura de múltiples señales, es decir un controlador más genérico.

## 5.2. PRESTACIONES DE SERVICIOS

Dentro de las prestaciones de servicio, se espera considerar las cuatro prestaciones generales, donde se realizará una diferenciación según segmento definido por la siguiente tabla:

Tabla 5.2: Prestaciones de servicios de la domótica propuesta, según segmento de mercado

		Segmento de mercado		
	Bajo	Medio	Alto	
<b>Gestión de los recursos</b>				
Monitoreo energía	x	x	x	
Sistema solar térmico	-	x	x	
Agua Caliente Sanitaria	-	x	x	
Riego	-	-	x	
Iluminación	x	x	x	
<b>Gestión de la seguridad</b>				
Control de acceso	-	x	x	
Control perimetral	x	x	x	
Cámaras de seguridad	-	x	x	

Incendio	-	-	x
<b>Gestión de la comodidad</b>			
Climatización	x	x	x
Multimedia	-	x	x
Persianas	-	-	x
Piscina	-	-	x
<b>Gestión de la comunicación</b>			
Telefonía	x	x	x
Internet	x	x	x
Acceso remoto	x	x	x
Interfaz usuario	x	x	x

Estos servicios son considerados como base para generar las bases de diseño.

### 5.3. TIPOLOGÍA, TOPOLOGÍA, MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Para asegurar un buen funcionamiento del sistema domótico proyectado y considerando las especificaciones planteada por la empresa, se propone una solución basada en el estado del arte de los sistemas domóticos.

Se propone utilizar una topología de control distribuido, este es el paso siguiente en la evolución de los sistemas de control que se han expuesto en el Capítulo 2. Así, en los sistemas centralizados, ya clásicos, su potencia de procesamiento se concentra en un único elemento (el ordenador central), mientras que en el control distribuido la potencia de tratamiento de la información se encuentra repartida en el espacio. De esta manera podemos utilizar dispositivos de bajas prestaciones, y por ende bajos costos. De esta manera permitimos mayor independencia y confiabilidad al sistema domótico .

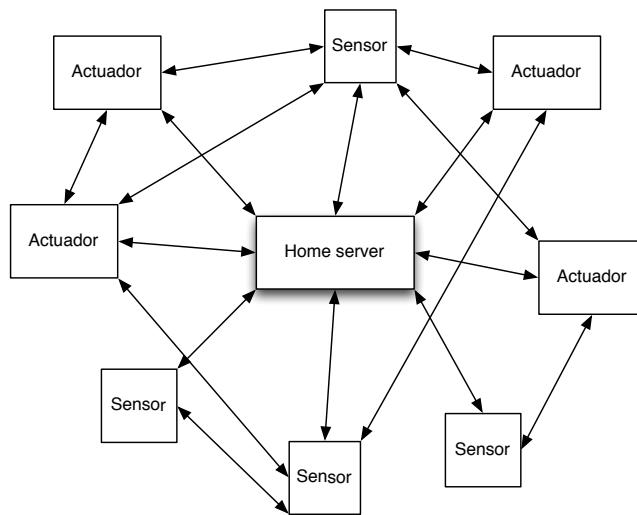


Figura 5.1: Tipología de sistema domótico propuesto

Estos sistemas de control distribuido fueron desarrollados para proporcionar las ventajas del control por ordenador pero con más seguridad y flexibilidad. A su vez se propone que la información del sistema esté centralizada para que los usuarios y el sistema puedan gestionar el uso de la vivienda.

Otra característica que debe cumplir el sistema, es minimizar el concepto de cableado, ya que aumenta los costos, y se deben proyectar canalizaciones en el diseño de la vivienda, generando una barrera de entrada en las viviendas ya existentes. De esta manera se propone como medio de transmisión las radiofrecuencias, las cuales tienen una mayor penetración en el mercado de la domótica gracias a la estandarización del protocolo de comunicación Zigbee. [4]

## CAPITULO 6

## CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del Trabajo de Título se aplicó exitosamente la metodología planteada para realizar las tareas requeridas, cumpliéndose los objetivos impuestos para cada una de ellas. De esta forma, se logró abarcar completamente el objetivo general del trabajo, estudiando y documentando el sistema domótico presente en la vivienda Domo<sup>2</sup>, por medio de la revisión del estado del arte y la clasificación del sistema. A continuación se expone de forma general el cumplimiento de los distintos puntos expuestos en la metodología de trabajo, destacando las principales conclusiones que se derivan de ellos:

### 1. Estado del arte

El estudio de investigación y su documentación han permitido a la empresa INGEIN redefinir sus objetivos con respecto a los sistemas domóticos, estructurando y revisando los sistemas ya instalados.

Además permiten identificar las deficiencias tecnológicas y de oferta del mercado chileno, lo que impulsa a generar investigación y desarrollo en torno a estos conceptos, con la finalidad de obtener un producto de gran valor para los usuarios.

### 2. Recolección de antecedentes

La falta de conocimiento técnico en la empresa y en la falta de información del mercado domótico llevan a la empresa a cometer una serie de errores que incluye contratar 2 empresas que ejecuten el proyecto domótico sin obtener los resultados esperados, y sin capacidad de evaluar los trabajos realizados.

Sobre el análisis acabado de un sistema, se recopiló con éxito toda la información necesaria para conocer detalladamente los equipos instalados y el funcionamiento del SST, identificando la lógica de control del sistema, los puntos específicos en los cuales se miden las variables de control y los puntos específicos en los que se registra información importante. En este contexto, se desprenden las siguientes conclusiones:

- a. El sistema cuenta con todos los elementos necesarios para confeccionar un SST funcional.
- b. Con la información recopilada se logró crear una versión inicial del modelo computacional que representa el circuito primario del SST.
- c. Es posible identificar la ausencia de válvulas de corte a la entrada y salida de la mayoría de los componentes, esto hace más difícil la detención del sistema durante los períodos de mantenimiento, produciéndose mayores pérdidas de fluido caloportador durante dichos períodos.

### 3. Evaluación

Mediante la evaluación realizada en este trabajo, podemos concluir que los trabajos realizados en Domo<sup>2</sup> tienen una muy buena evaluación con respecto el estado del arte, y a pesar de que es un proyecto piloto, los resultados obtenidos son bastante gratificante, teniendo en cuenta que el proyecto involucra un gran numero de atributos, donde el sistema domótico era considerado sin mayor importancia en un inicio, y dadas las dificultades en su implementación se transformó en un ítem de mayor importancia.

Si bien la arquitectura lograda es muy parecida a una instalación industrial lamentablemente los costos asociados y el nivel de conocimiento necesario para replicar el sistema, hacen inviable

En relación al funcionamiento del sistema, es importante tener siempre en cuenta identificar los componentes críticos y establecer un plan de mantenimiento de éstos. Este tipo de acciones preventivas es muy útil si se desea mantener la operación del sistema en su óptimo y evitar fallas que generen una detención inesperada. En este contexto, también es muy relevante que la domótica opere el sistema en los parámetros para los cuales fue diseñado, siendo esta la única forma de garantizar el funcionamiento para el cual se concibió.

### 4. Rediseño

Para diseñar un sistema domótico es importante recopilar la mayor cantidad de antecedentes de los equipos del sistema que se modelará. Esto permite crear un primer modelo con alto nivel de detalle en base a los equipos instalados. El modelo debe ofrecer la capacidad de evolucionar, es decir, permitir un fácil ajuste de su programación para obtener una mejor recreación del sistema que se desea diseñar. Segundo, si se estudia un sistema domótico con capacidad de medición es importante registrar la mayor cantidad de variables que permitan caracterizar el funcionamiento del sistema, lo que incluye posibilidad de calcular aportes energéticos y conocer el comportamiento de las variables utilizadas en el control. Esto permite ajustar con mayor nivel de detalle el modelo a generar. Adicionalmente, se debe tener en cuenta las condiciones de operación del sistema ya que estas influyen en su comportamiento. Por esta razón, puede resultar útil incluir registro de variables de los equipos externos al sistema estudiado y que cuya operación puede afectar su funcionamiento. Lamentablemente no fue posible registrar o evaluar el sistema domótico de la vivienda desde el punto de vista práctico, ya que el sistema no quedó operativo al 100% y la última empresa que ejecuto las obras sobre el sistema, no dejo acceso para su manipulación, dejando archivos con claves de acceso y software sin registrar.

Las bases de diseño expuestas ya son consideradas por la empresa, la cual ha generado un área de tecnología, encargada de investigar y desarrollar un sistema domótico propio y como

resultado de esto se tendrán los primeros productos a fines de agosto de 2012, siendo la vivienda Domo<sup>2</sup> el caso a estudio para evaluar los resultados. Además ya se han integrado estos criterios para un proyecto de vivienda inteligente y eficiente en la comuna de la Reina, un condominio de 9 viviendas de 140 m<sup>2</sup> y con valores sobre los 13.000 UF, siendo uno de los factores diferenciadores el sistema domótico propuesto en este trabajo.

Por otra parte, se ha mostrado parte del concepto de sistema domótico en el 3º encuentro nacional de la vivienda eficiente, donde hemos validado las tendencias y los intereses del mercado.

Como trabajo a futuro, se tiene el desarrollo más acabado de un sistema domótico, que permita la integración de las comunidades y servicios que ya utilizan los usuarios actualmente.

# CAPITULO 7

## GLOSARIO Y DEFINICIONES

**Intervalo de medida o rango (*range*):** Es la capacidad de medir de manera exacta y precisa un abanico de valores de magnitud correspondiente. Idealmente, la variable debe estar entre los valores 30 a 60% o 30 a 70% del rango.

**Alcance (*span*):** es la diferencia algebraica entre los valores superiores e inferior del rango de medida del instrumento.

**Precisión:** Es una indicación de la uniformidad de la medida, es decir, el grado de dispersión de las medidas. El instrumento será mas preciso cuanto sea menor esta dispersión. El coste es proporcional a la precisión, es decir, un instrumento muy preciso es de valor mayor al de uno menos preciso.

**Exactitud (*accuracy*):** Es la cualidad de un instrumento de medida por la que tiende a dar lecturas próximas al verdadero valor de magnitud medida; el instrumento debe poder detectar el verdadero valor de la variable sin errores sistemáticos. Sobre varias mediciones, la media de errores cometidos debe tender a cero.

**Error:** Es la desviación que presentan las medidas prácticas de una variable con relación a las medidas teóricas, como resultado de las imperfecciones de los aparatos y de las variables parásitas que afectan al proceso. El error relativo representa la calidad de la medida.

**Incertidumbre de la medida (*uncertainty*):** Es la dispersión de los valores que puede ser atribuidos razonablemente al verdadero valor de la magnitud medida. Sucede que los equipos de medida deben ser calibrados con un instrumento patrón, para poder determinar si los errores que muestra el instrumento están dentro de los límites dados por el fabricante, ya que el aparato patrón no permite medir exactamente.

**Fiabilidad:** Medida de la probabilidad de que un instrumento continúe comportándose dentro de límites especificados de error a lo largo de un tiempo determinado y bajo condiciones determinadas.

**Resolución:** Es la diferencia de valor más pequeña que el aparato puede distinguir. No hay que confundirla con el número de dígitos que el instrumento visualiza.

**Ruido:** Cualquier perturbación eléctrica o señal accidental no deseada que modifica la transmisión, la indicación o el registro de los datos deseados.

**Sensibilidad:** Es el rango de medida más pequeño del instrumento.

**Temperatura de servicio:** Campo de temperaturas en el que se espera que trabaje el instrumento dentro de los límites de error especificados.

**Vida útil de servicio:** Tiempo mínimo especificado durante el cual se espera que el instrumento trabaje sin que se presenten cambios en su comportamiento más allá de las tolerancias determinadas.

**Zona muerta:** Es la falta de respuesta del sensor ante cambios en el proceso, es decir, el porcentaje de cambio de la variable para que el sensor lo detecte.

**Calibración:** Proceso mediante el cual se establece la relación entre la variable medida y la señal de salida que produce el sensor. La calibración debe poder efectuarse de manera sencilla y el sensor no debe precisar una recalibración frecuente.

**Tiempo de respuesta o reproductibilidad:** Tiempo necesario para que un sensor o un lazo de control responda completamente a un cambio en la señal de entrada.

**API:** Automata Programable Industrial

**PLC:** *Programmable Logic Controller* (Controlador lógico programable)

**HMI:** *Human Machine Interface* ( Interfaz de usuario )

**OTB:** *Optimized Terminal Block* ( Bloque terminal optimizado )

**CCTV:** Circuito cerrado de televisión

# CAPITULO 8

## BIBLIOGRAFÍA

- RAE. (2001) Real Academia Española. [Online].  
1] [http://buscon.rae.es/draE/SrvltConsulta?TIPO\\_BUS=3&LEMA=domotica](http://buscon.rae.es/draE/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=domotica)
- Ryan J.L., "Home Automation," *Electronics & Communication Engineering Journal*,  
2] vol. I, pp. 185-192, jul-agosto 1989.
- Santiago Lorente, "El Hogar Digital," Colegio Oficial y Asociación Española de  
3] Ingenieros Técnicos de Telecomunicación, 2005.
- Sáez Vacas, *Domótica: Un enfoque sociotécnico*, 1st ed., Fundación Rogelio Segovia,  
5] Ed. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid, 2006.
- AENOR, *Cuaderno de divulgación. Domótica (2º edición)*, Asociación Española de  
4] Domótica (CEDOM), Ed. España, 2008.
- Colegio de ingenieros especialistas de Córdoba, *Guía de contenidos mínimos para la  
10] elaboración de un proyecto de domótica*. Argentina, 2011.
- AENOR, *Norma EA0026:2006 "Instalación de sistemas domóticos en viviendas.  
6] Prescripciones generales de instalación y evaluación"*. España, 2006.
- Schneider, *Advantys OTB Ethernet, Manual del usuario.*, 2008.  
9]
- Jesús Torrealba, *Análisis técnico económico de una vivienda unifamiliar de alto  
7] confort y energéticamente eficiente*. Chile, 2009.
- Juan Hinojosa, *Simulación y análisis del sistema solar térmico de una vivienda  
8] energéticamente eficiente*. Chile, 2011.
- Nicolás Castelvetri, *Las tesis de Belgrano, Smart Home.*, 2005.  
11]
- KNX Association, *KNX System Specifications, Arquitecture.*, 2009, vol. 3.  
12]
- Alejandro Casado, *Laboratorio Domótico Remoto.*: Universidad Politecnica de  
13] Cataluña, 2008.
- Dario Bonino, "Automatic Domotic Device Interoperation," abril 2009.  
14]

# CAPITULO 9

## ANEXO

### ANEXO A: TABLA DE PONDERACIÓN CERTIFICACIÓN

Tabla 9.1: Ponderación certificación AE00026:2006

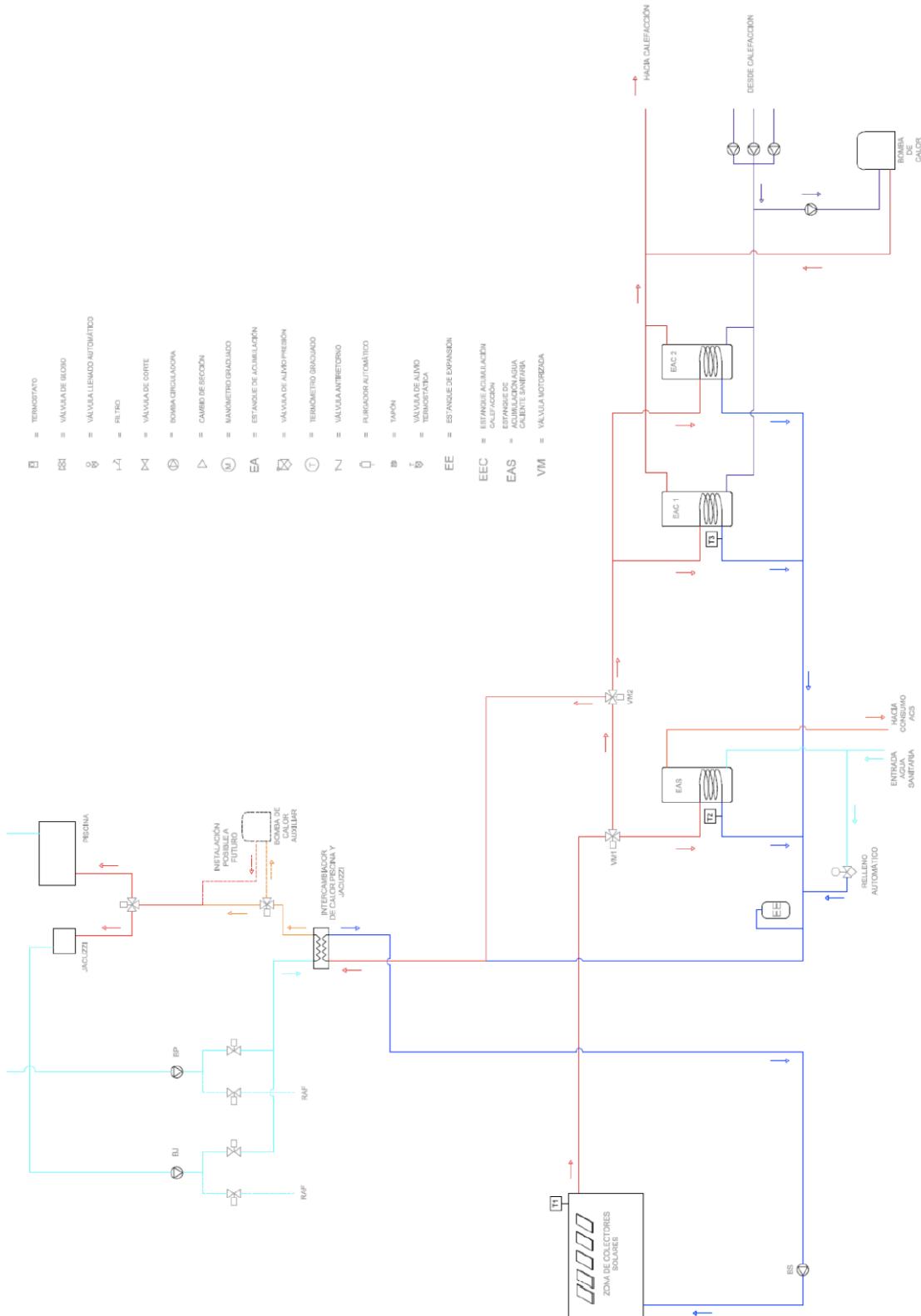
Ponderación de las aplicaciones y dispositivos domóticos para su asignación a un determinado nivel domótico, con indicación de la o las funcionalidades asociadas

Aplicación domótica	Dispositivos <sup>1)</sup>	Ponderación de la aplicación domótica		Funcionalidades			
		Nº de dispositivos o condición a cumplir	Puntuación	Confort	Seguridad	Ahorro energético	Comunicaciones
Alarma de intrusión	Detectores de presencia	2	1		x		
		1 cada 20 m <sup>2</sup>	2				
		1 por estancia	3				
	Teclado codificado, llave electrónica, o equivalente	No	0		x		
		Sí	1				
	Sirena interior	No	0		x		
		Sí	2				
	Contactos de ventana y/o impactos	En puntos de fácil acceso	1		x		
		En todas las ventanas	2				
	Sistema de mantenimiento de alimentación en caso de fallo de suministro eléctrico	No	0		x		
		Sí	2				
	Módulo de habla/escucha, destinado a la escucha en caso de alarma	No	0		x		
	También se admite cualquier tipo de control que permita conocer si realmente existe un intruso (cámaras web...)	Sí	3				
	Sistema conectable con central de alarmas	No	0		x		
		Sí	3				x

Alarmas técnicas	Detectores de inundación necesarios en zonas húmedas (baños, cocina, lavadero, garaje)	No	0		x		
		Los necesarios <sup>2)</sup>	1				
	Electro válvula de corte de agua con instalación para "bypass" manual	No	0		x		
		Los necesarios <sup>2)</sup>	1				
	Detectores de concentraciones de gas butano y/o natural en zonas donde se prevea que habrá elementos que funcionen con gas	No	0		x		
		Los necesarios <sup>2)</sup>	1				
	Electro válvula de corte de gas con instalación para "bypass" manual	No	0		x		
		Los necesarios <sup>2)</sup>	1				
	Detector de incendios	1 en cocina	1		x		
		1 cada 30 m <sup>2</sup>	2				
		En todas las estancias	3				
Simulación de presencia		No	0		x	x	x
		Relacionado con las persianas motorizadas o con puntos de luz	2				
		Relacionado con las persianas motorizadas o con puntos de luz	3				
Videoportero		No	0		x		
		Sí	1				
Control de persianas	Monitorización y control de persianas	No	0		x	x	
		Todas las de superficie superior a 2 m <sup>2</sup>	1				
		Todas	2				
Control de iluminación	Regulación lumínica con control de escenas	No	0		x	x	
		En dependencias dedicadas al ocio	2				
		En salón y dormitorios	3				
	En jardín o grandes terrazas mediante interruptor crepuscular o interruptor horario astronómico	No	0		x	x	
		Sí	2				
	Conexión/desconexión general de iluminación	No	0			x	
		Un acceso	1				

		Todos los accesos	2				
Control de clima	Cronotermostato	No	0	x	x		
		1 en salón	1				
		Zonificando la vivienda en un mínimo de dos zonas	2				
		Varios cronotermostatos, zonificando la vivienda por estancias	3				
Programaciones	Posibilidad de realizar programaciones horarias sobre los equipos controlados	No	0	x	x		
		Sí	2				
	Gestor energético	No	0		x		
		Sí	2				
Interfaz usuario	Consola o equivalente	No	0	x			x
		Sí	2				
	Control telefónico bidireccional	No	0				x
		Sí	1				
		Interacción mediante SMS	2				
	Equipo para control a través de internet, WAP o equivalente	No	0				x
		Sí	3				
Dispositivos conectables a empresas suministradoras a través de redes de comunicación		No	0				x
		1	1				
		2	2				
		3 o más	3				
	Tomas SAT y Tomas Multimedia	No	0				x
Red Multimedia		3 tomas satélite + 3 tomas multimedia	2				
	3 tomas satélite + 3 tomas multimedia en todas las estancias, incluido terrazas	3				x	
	Punto de acceso inalámbrico	No					
	Wi-Fi	1					
	<p>1) La consideración de los dispositivos de esta columna es únicamente a efectos cuantitativos para poder valorar y asignar un nivel a la instalación</p> <p>2) Se entiende por "los necesarios" el mínimo número de dispositivos que hacen posible la aplicación domótica, siempre y cuando exista la correspondiente instalación. Por ejemplo,</p> <p>si no hay instalación de gas en la vivienda no es necesario ningún detector de gas y los puntos asignados serían 0; en caso de existir cocina a gas e dos estancias distintas los detectores necesarios serían 2 (puntos asignados 1); sin embargo las válvulas de corte podrían ser 1 ó 2 (puntos asignados 1 en ambos casos)</p>						

## **ANEXO B: DIAGRAMA DEL SST**



## DIAGRAMA HIDRÁULICO GENERAL

## ANEXO C: COLECTORES SOLARES



# CHROMAGEN

Sistemas De Energía Solar

## CAPTADORES SOLARES SELECTIVOS DE ALTA EFICIENCIA

NUESTRAS CERTIFICACIONES









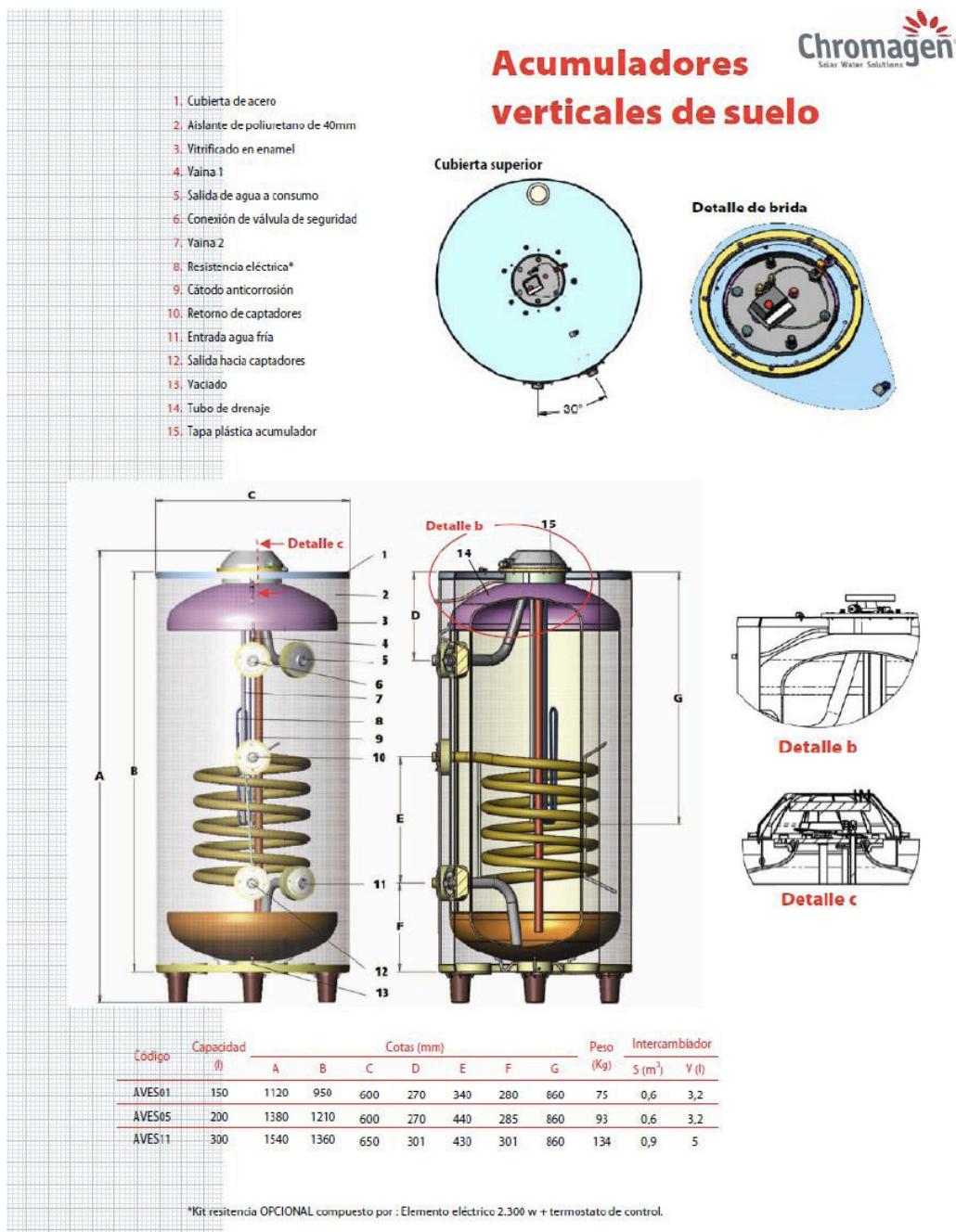
NUESTRAS DELEGACIONES

<b>DELEGACIÓN BARCELONA</b> Prol. Avenida Acelvea, 91-93 P.I. SANTIGA Esborrà del Vallès 08.110 BARCELONA Tel.: (+34) 93 415 12 00 Fax: (+34) 93 415 00 00 <a href="mailto:barcelona@chromagen.es">barcelona@chromagen.es</a>	<b>DELEGACIÓN SEVILLA</b> C/ Benjíola, 8 (en C/Tomate) P.I. PISA Mairena del Aljarafe 41.097 SEVILLA Tel.: (+34) 95 415 41 51 Fax: (+34) 95 415 05 57 <a href="mailto:seville@chromagen.es">seville@chromagen.es</a>	<b>DELEGACIÓN CANARIAS</b> C/ Las Caserinas cequina C/Olivos P.I. ARINAGA Agüimes 35.110 LAS PALMAS Tel.: (+34) 92 85 80 50 50 <a href="mailto:canarias@chromagen.es">canarias@chromagen.es</a>
--	---	--

TIPO DE CAPTADOR SOLAR	CHROMAGEN CR 10-SN	CHROMAGEN CR 12-SN
<b>DIMENSIONES /PESOS</b>		
Dimensiones (mm)	2.190 x 1.090 x 90	2.190 x 1.290 x 90
Superficie total (m <sup>2</sup> )	2,39	2,83
Superficie de apertura (m <sup>2</sup> )	2,18	2,60
Superficie del absorbedor (m <sup>2</sup> )	2,13	2,54
Peso en vacío (kg)	44,0	51,0
Capacidad de fluido caloportador (l)	4,2	5,0
<b>PRESIONES DE PRUEBA</b>		
Presión de timbre (bar)	14,0	
Presión máxima de trabajo (bar)	8,0	
Caída de presión (mm.c.a.) (q = l/min)	0,375 · q <sup>2</sup> + 1,250 · q	0,100 · q <sup>2</sup> + 2,050 · q
Fluidos compatibles	Agua o Agua con anticongelante	
<b>CALIDADES DE FABRICACIÓN</b>		
Cubierta transparente	Vidrio solar templado de 3,20 mm de espesor ( $\tau = 0,91$ )	
Carcasa	Acero Inoxidable AISI 316	
Absorbedor	Aletas de cobre $\epsilon = 0,5$ mm soldadas por ultrasonidos a parrilla de cobre	
Tratamiento selectivo	Cromo Negro sobre base de Níquel Claro	
Relación en parrilla	Colector principal Ø 23mm / Colector secundario Ø 12mm	
Aislamiento térmico FONDO	Políuretano rígido inyectado 30mm + lámina de aluminio + Lana mineral 30mm	
Aislamiento térmico LATERAL	Políuretano rígido inyectado 30mm + lámina de aluminio	
Terminación posterior	Lámina de polipropileno moldeado	
Sellado	Esponja de EPDM	
Conexiones	BSP hembra de $\frac{3}{4}$ " en bronce (4)	
<b>CURVAS DE RENDIMIENTO ESTACIONARIO</b>		
Factor óptico ( $\eta_0$ )	0,6715	0,7132
Factor de pérdidas ( $\alpha_1$ ) W/(m <sup>2</sup> ·K)	3,141	4,396
Registro I.N.T.A.	DOC. N° CA/RPT/4451/010/INTA/01	CA/RPT/4451/002/INTA/02
Contraseña de certificación Mo. Ec.	NPS -0702	
	NPS -0802	

parcial  
**6**

## ANEXO D: ESTANQUE DE ACUMULACIÓN



## ANEXO E: MAGELIS

### *Magelis XBT GT Large*

	7.5"	10.4"	12.1"	15"
XBT GT 4230				
XBT GT 5330		XBT GT 5340		
XBT GT 7340				
Resolution/Type	VGA/STN Color	VGA/TFT Color	VGA/STN Color	VGA/TFT Color
Color	4 096 colors	65 536 colors	4 096 colors	65 536 colors
Backlighting	CFL, 54 000 h			CFL, 50 000 h
Entry mode			Analog touch pad, resolution 1 024 x 1 024	
Memory	Application/Backup		32 MB/512 KB	
	Additional		Compact Flash Card: 128 KB --> 1 GB	
Supply			24 VCC	
Serial			COM1 SubD9 (RS232C-422) & COM2 RJ45 (RS485)	
USB	1 port Type A Master		2 ports Type A Master	
Ethernet			1 port 10/100 Base T	
Auxiliary			3 digital outputs and 1 digital outputs, 1 speaker output	
Multimedia	No	1 video/sound input	No	1 video/sound input
External dimensions	215 x 170 x 60 mm	313 x 239 x 56 mm	271 x 213 x 57 mm	313 x 239 x 56 mm
				395 x 294 x 60 mm

## ANEXO F: TWIDO



Type of base	Compact			
Number of digital I/O	10	16	24	40
Number of digital inputs (24 VDC)	6 sink/source	9 sink/source	14 sink/source	24 sink/source
Number of digital outputs	4 relay 2 A	7 relay 2 A	10 relay 2 A	14 relay 2 A, 2 solid-state 1 A
Type of connection	Screw terminals (non removable)			
Possible I/O expansion modules	-	-	4	7
Counting	3 x 5 kHz, 1 x 20 kHz			4 x 5 kHz, 2 x 20 kHz
PWM positioning	-	-	-	2 x 7 kHz
Serial ports	1 x RS 485	1 x RS 485 ; option : 1 x RS 232C or RS 485		
Protocol			Modbus master/slave, ASCII, I/O relocation	
Ethernet port	-	-	-	RJ45 Ethernet
Dimensions, W x D x H	80 x 70 x 90 mm		95 x 70 x 90 mm	150 x 70 x 90 mm
Ref Supply voltage 100...240 VAC	TWDLCAA10DRF	TWDLCAA16DRF	TWDLCAA24DRF	TWDLCAE40DRF <sup>(1)</sup>
Supply voltage 19.2...30 VDC	TWDLCDA10DRF	TWDLCDA16DRF	TWDLCDA24DRF	TWDLCDCE40DRF <sup>(1)</sup>
Real-time clock (option)	TWDXCPRTC			
Display unit (option)	TWDXCPODC			
Memory cartridge (option)	TWDXCPMFK32 <sup>(2)</sup>		TWDXCPMFK64 <sup>(3)</sup>	

<sup>(1)</sup> 40 I/O version without Ethernet also available: TWDLCAA40DRF and TWDLCDA40DRF

<sup>(2)</sup> Application backup, program transfer    <sup>(3)</sup> Memory expansion, application backup, program transfer

# ANEXO G: PRESUPUESTO ALTECO

## Control de acceso

<b>Descripción</b>	<b>Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>PT</b>
CERRADURA BIOMÉTRICA PARA ACCESO PRINCIPAL	380.000	1	380.000
CERRADURA CÓDIGO ACCESO STAND ALONE	46.620	1	46.620
BOTONERAS DE ACCESO	35.000	3	105.000
CARCASAS METÁLICAS PARA BOTONERA DE ACCESO	15.000	3	45.000
TRABADORES MAGNÉTICOS	55.000	4	220.000
PULSADORES DE SALIDA	11.000	4	44.000
SISTEMA DE ENERGÍA, COMPUESTO POR GABINETE, BATERÍA 12 VDC, CARGADOR DE BATERÍA, TRANSFORMADOR DE 24 VAC	35.000	4	140.000
SISTEMA DE SEGURIDAD VIOLACION DE BOTONERA DE ACCESO	20.000	4	80.000
SISTEMA DE INTEGRACIÓN A DOMÓTICA PERMITE BYPASSEAR BOTONERA DE ACCESO	50.000	1	50.000
MATERIALES DE INSTALACIÓN.	80.000	1	80.000
MANO DE OBRA E INSTALACIÓN	120.000	1	120.000
<b>1.559.638</b>			

## Alarmas

<b>Descripción</b>	<b>Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>PT</b>
CENTRAL DE ALARMA VISTA 50, 8 ZONAS AMPLIABLE HASTA 87 ZONAS	179.760	1	179.760
EXPASOR DE ZONAS 4208U (8 ZONAS)	44.100	6	264.600
GABINETE CON BATERÍA, TRANSFORMADOR Y CARGADOR DE BATERÍA	65.000	1	65.000
BANCO BATERÍAS	60.000	1	60.000
SENSORES MAGNÉTICOS EMBUTIDOS	1.190	50	59.500
SENSOR DE MOVIMIENTO PARA INTERIOR	7.700	20	154.000
SENSOR DE MOVIMIENTO PARA EXTERIOR	18.000	6	108.000
BOTÓN DE PÁNICO	560	5	2.800
LLAMADOR TELEFÓNICO (POR CELULAR, CORTE DE ENERGÍA, ACTIVACIÓN ALARMA)	170.000	1	170.000
SIRENA CON GABINETE Y TAMPER	26.000	1	26.000
SENSOR MOVIMIENTO PARA INTERIOR 360°	17.400	2	34.800

ELECTRÓNICA INTEGRACIÓN DOMÓTICA	190.000	1	190.000
MATERIALES DE INSTALACIÓN Y MANO DE OBRA	580.000	1	580.000
2.254.407			

incendio

CENTRAL DE ALARMA VISTA 48D 8 ZONAS AMPLIABLE HASTA 87 ZONAS	95.000	1	95.000
EXPASOR DE ZONAS 4208U (8 ZONAS)	44.100	1	44.100
GABINETE CON BATERÍA, TRANSFORMADOR Y CARGADOR DE BATERÍA	55.000	1	55.000
SENSORES DE HUMO	9.800	13	127.400
SENSOR TÉRMICO	7.000	1	7.000
SENSOR DE MONÓXIDO DE CARBONO	45.000	1	45.000
PALANCAS DE INCENDIO	9.800	3	29.400
SIRENAS DE INCENDIO	33.000	3	99.000
ELECTRÓNICA INTEGRACIÓN DOMÓTICA (RELES, DUPLICADOR DE SEÑALES, MICROPROCESADOR)	100.000	1	100.000
MATERIALES Y MANO DE OBRA	260.000	1	260.000

**1.025.661**

Círculo cerrado de televisión

Descripción	Unitario	Cantidad	PT
CÁMARAS VISTA VISIÓN VS-730	67.452	6	404.712
LENTE 2.8 A 10mm	35.266	6	211.596
GABINETES PARA EXTERIOR VISTA VISIÓN	25.256	6	151.536
SOPORTES PARA GABINETES EXTERIOR VISTA VISIÓN	3.080	6	18.480
CÁMARAS BALA PARA INTERIOR (INCLUYEN SOPORTE)	64.834	2	129.668
TRANSFORMADORES DE 24VAC	4.760	6	28.560
TRANSFORMADORES DE 12 VDC	3.896	2	7.792
GRABADOR DIGITAL BASADO EN PC PARA HASTA 8 CÁMARAS	326.700	1	326.700

CABLE COAXIAL RG59U 100% COBRE	295	300	88.500
CABLE PARALELO AWG2X18	258	150	38.700
CONECTORES BNC	924	16	14.784
UPS PARA RESPALDO DE ENERGÍA 1400 VA 840 Watts	137.500	1	137.500
INSTALACIÓN Y MANO DE OBRA	450.000	1	450.000

**2.390.148**

#### Red interna

<b>Descripción</b>	<b>Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>PT</b>
ROUTER LINKSYS GESTOR DE CONEXIÓN A INTERNET	62.500	1	62.500
SWITCH DLINK PARA 16 PUNTOS 1016D	48.000	1	48.000
ACCESS POINTLINKSYS WAP54G PARA CONEXIÓN INALÁMBRICA	54.000	2	108.000
GABINETE TIPO RACK	65.000	1	65.000
MTS CABLE UTP CATEGORÍA 5E	350	200	70.000
PUNTOS DE CONEXIÓN CAT. 54 MARCA LEGRAND	6.800	10	68.000
INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN DE RED INTERNA	160.000	1	160.000

**691.985**

#### Telefonía

<b>Descripción</b>	<b>Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>PT</b>
CENTRAL TELEFÓNICA	280.000	1	280.000
CITOFOONO PARA PUERTA	60.000	1	60.000
CERRADURA ELÉCTRICA	45.000	1	45.000
TELÉFONOS CONVENCIONALES	10.000	8	80.000
TELÉFONO INALÁMBRICO	30.000	1	30.000
CABLE TELEFÓNICO	40.000	1	40.000
INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN DE TELEFONÍA	150.000	1	150.000

**815.150**

## Iluminación

<b>Descripción</b>	<b>Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>PT</b>
AR-2260 MÓDULOS DE ILUMINACIÓN SIMPLE, CONTROL DE DIMER	55.000	18	990.000
AR-2261 MÓDULOS DE CARGA SIMPLE	60.500	7	423.500
AR-2264 MÓDULOS DE ILUMINACIÓN DOBLE, CONTROL DE DIMER	66.550	11	732.050
AR-2323 INTERFAZ USB	108.900	2	217.800
AR-3011 CONTROL DE DISPOSITIVOS IR	90.750	5	453.750
CONTROL DE CORTINAS	68.200	10	682.000
CONTROL DE LEDS (5 RGB) (2 MODULOS DOBLES POR LUZ RGB)	66.550	7	465.850
ACOPLADOR TRIFÁSICO	178.000	1	178.000
INSTALACIÓN Y MANO DE OBRA	400.000	1	400.000

**5.406.111**

## Clima

<b>Descripción</b>	<b>Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>PT</b>
PLC FATECK, ETHERNET, SALIDAS DIGITALES, ENTRADAS DIGITALES COMUNICACIÓN DIRECTA CON EL PC SERVIDOR (FUNCIONAMIENTO EN FORMA AUTONOMA)	480.000	1	480.000
MÓDULOS PARA TEMPERATURA DE 6 ENTRADAS	245.000	4	980.000
SENSORES DE TEMPERATURA TIPO K (UNA POR AMBIENTE)	37.500	18	675.000
CARCASAS PARA ACOMODAR SENSORES DE TEMPERATURA	12.000	18	216.000
CAJAS DE RELES MANIPULACIÓN DE CALEFACCION POR ZONA	54.000	3	162.000
SENSORES DE TEMPERATURA PARA <b>PANEL SOLAR</b>	45.000	1	45.000
SENSOR DE TEMPERATURA PARA <b>ACUMULADOR</b>	45.000	1	45.000
CAJA CONTROL DE ENCENDIDO DE BOMBA ACUMULADOR BASE DE CONTACTOR)	48.000	1	48.000
PROGRAMACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE PLC, PUESTA EN MARCHA	650.000	1	650.000
INSTALACIÓN MATERIALES Y MANO DE OBRA	200.000	1	200.000

**4.166.190**

## ANEXO H: LISTADO DE EQUIPAMIENTO Y ASIGNACIÓN DE AUTÓMATA

Tip o	Equipo	Modulo	Canal	PLC Existente Canal	Descripción
DI	OTB-0	0	0		Pulso Medidor de KWh Iluminación
DI	OTB-0	0	1		Pulso Medidor de KWh Enchufes
DI	OTB-0	0	2		Pulso Medidor de KWh Total
DI	OTB-0	0	3		Pulso Medidot de kWh Bomba de Calor
DI	OTB-0	0	4		Vacante
DI	OTB-0	0	5		Vacante
DI	OTB-0	0	6		Vacante
DI	OTB-0	0	7		Vacante
DI	OTB-0	0	8		Vacante
DI	OTB-0	0	9		Vacante
DI	OTB-0	0	10		Vacante
DI	OTB-0	0	11		Vacante
DI	OTB-0	1	0	X10 X21	Sensor de Humo Sala Música SUB
DI	OTB-0	1	1		Palancas de Incendio
DI	OTB-0	1	2		Sensor magnético Sala de música S
DI	OTB-0	1	3		Sensor magnético ventana Jacuzzi S
DI	OTB-0	1	4		Sensor magnético ventana Gimnasio S
DI	OTB-0	1	5		Sensor magnético Puerta Gimnasio S
DI	OTB-0	1	6		Sensor magnético Baño 4 S
DI	OTB-0	1	7		Sensor magnético ventana Dormitorio 4
DI	OTB-0	1	8		Sensor interior de movimiento Pasillo S
DI	OTB-0	1	9		Sensor interior de movimiento Escala S
DI	OTB-0	1	10		Sensor interior de movimiento Sala de música
DI	OTB-0	1	11		Sensor interior de movimiento Sala de Control
DI	OTB-0	1	12		Sensor interior de movimiento Gimnasio
DI	OTB-0	1	13		Sensor interior de movimiento Dormitorio 4
DI	OTB-0	1	14		Sensor exterior de movimiento Patio Cubierto
DI	OTB-0	1	15		Vacante
DI	OTB-0	2	0		Sensor de Estado Bomba de recirculacion 1 (BR1)
DI	OTB-0	2	1		Sensor de Estado Bomba de recirculacion 2 (BR2)
DI	OTB-0	2	2		Sensor de Estado Bomba de recirculación 3 (BR3)
DI	OTB-0	2	3		Sensor de Estado válvula 1 Agua caliente Sanitaria (V1)
DI	OTB-0	2	4		Sensor de Estado válvula 2 Calefacción ambiental (V2)
DI	OTB-0	2	5		Sensor de Estado válvula 3 Calefacción Piscina (V3)
DI	OTB-0	2	6		Estado de resistencia eléctrica Agua caliente Sanitaria (RE)
DI	OTB-0	2	7		Sensor de Estado Bomba de calor (BC)
DI	OTB-0	2	8		Sensor de Estado Bomba de calor auxiliar (BCaux)
DI	OTB-0	2	9		Pulso Medidor de Flujo ACS (Q1)
DI	OTB-0	2	10		Pulso Medidor de Flujo circuito primario SST (Q2)
DI	OTB-0	2	11		Pulso Medidor de Flujo Bomba de Calor (Q3)
DI	OTB-0	2	12		Vacante
DI	OTB-0	2	13		Vacante

DI	OTB-0	2	14		Vacante
DI	OTB-0	2	15		Vacante
DI	OTB-1	0	0		Vacante
DI	OTB-1	0	1		Vacante
DI	OTB-1	0	2		Vacante
DI	OTB-1	0	3		Vacante
DI	OTB-1	0	4		Vacante
DI	OTB-1	0	5		Vacante
DI	OTB-1	0	6		Vacante
DI	OTB-1	0	7		Vacante
DI	OTB-1	0	8		Vacante
DI	OTB-1	0	9		Vacante
DI	OTB-1	0	10		Vacante
DI	OTB-1	0	11		Vacante
DI	OTB-1	1	0	X6	Sensor de Humo Estar 1P
DI	OTB-1	1	1	X8	Sensor de Humo Comedor 1P
DI	OTB-1	1	2	X14	Sensor de Humo Lavadero 1P
DI	OTB-1	1	3	X18	Sensor magnética puerta exterior
DI	OTB-1	1	4	X19	Sensot magnético portón exterior
DI	OTB-1	1	5	X20	Sensor Termico Cocina 1P
DI	OTB-1	1	6	X22	Vacante
DI	OTB-1	1	7		Sensor magnético en Puerta Hall de acceso 1P
DI	OTB-1	1	8		Sensor magnético en ventana Estar 1P
DI	OTB-1	1	9		Sensor magnético en puerta Estar 1P
DI	OTB-1	1	10		Sensor magnético en ventana Comedor 1P
DI	OTB-1	1	11		Vacante
DI	OTB-1	1	12		Sensor magnético en ventana Escritorio 1P
DI	OTB-1	1	13		Sensor magnético en ventana Cocina 1P
DI	OTB-1	1	14		Sensor magnético en Puerta Cocina 1P
DI	OTB-1	1	15		Sensor magnético en ventana Lavadero 1P
DI	OTB-1	2	0		Sensor magnético en puerta Lavadero 1P
DI	OTB-1	2	1		Sensor magnético en ventana Dorm y baño servicio + baño visita
DI	OTB-1	2	2		Botón de pánico Dorm servicio
DI	OTB-1	2	3		Sensor interior de movimiento Hall de acceso 1P
DI	OTB-1	2	4		Sensor interior de movimiento Estar 1P
DI	OTB-1	2	5		Sensor interior de movimiento Comedor 1P
DI	OTB-1	2	6		Sensor interior de movimiento Escritorio 1P
DI	OTB-1	2	7		Sensor interior de movimiento Lavadero 1P
DI	OTB-1	2	8		Sensor interior de movimiento Cocina 1P
DI	OTB-1	2	9		Sensor exterior de movimiento (arriba del hall de entrada 202E)
DI	OTB-1	2	10		Sensor interior de movimiento Dormitorio Servicio 1P
DI	OTB-1	2	11		Sensor exterior de movimiento Exterior (terraza)
DI	OTB-1	2	12		Sensor exterior de movimiento Exterior (acceso)
DI	OTB-1	2	13		Sensor interior de movimiento Hall cocina
DI	OTB-1	2	14		Sensor exterior de movimiento Cocina (patio de servicio)
DI	OTB-1	2	15		Vacante
DI	OTB-1	3	0		Vacante
DI	OTB-1	3	1		Vacante

DI	OTB-1	3	2		Vacante
DI	OTB-1	3	3		Vacante
DI	OTB-1	3	4		Vacante
DI	OTB-1	3	5		Vacante
DI	OTB-1	3	6		Vacante
DI	OTB-1	3	7		Vacante
DI	OTB-1	3	8		Vacante
DI	OTB-1	3	9		Vacante
DI	OTB-1	3	10		Vacante
DI	OTB-1	3	11		Vacante
DI	OTB-1	3	12		Vacante
DI	OTB-1	3	13		Vacante
DI	OTB-1	3	14		Vacante
DI	OTB-1	3	15		Vacante
DI	OTB-2	0	0		Vacante
DI	OTB-2	0	1		Botón de pánico Dormitorio 2 2P
DI	OTB-2	0	2		Botón de pánico Dormitorio 3 2P
DI	OTB-2	0	3		Botones de pánico Dormitorio Principal x 2 (en serie)
DI	OTB-2	0	4		Dumper sirena alarma
DI	OTB-2	0	5		Vacante
DI	OTB-2	0	6		Vacante
DI	OTB-2	0	7		Vacante
DI	OTB-2	0	8		Vacante
DI	OTB-2	0	9		Vacante
DI	OTB-2	0	10		Vacante
DI	OTB-2	0	11		Sensor interior de movimiento Dormitorio 2
DI	OTB-2	1	0	X7	Sensor de Humo Dormitorio 1 principal 2P
DI	OTB-2	1	1	X9	Sensor de Humo Estar Familiar 2P
DI	OTB-2	1	2	X11	Sensor de Humo Walk in close 2P
DI	OTB-2	1	3	X12	Sensor de Humo Dormitorio 3 2P
DI	OTB-2	1	4	X13	Sensor de Humo Dormitorio 2 2P
DI	OTB-2	1	5		Sensor magnético en ventana Dormitorio y Baño 2 2P
DI	OTB-2	1	6		Vacante
DI	OTB-2	1	7		Vacante
DI	OTB-2	1	8		Sensor magnético en ventana Escotilla 2P
DI	OTB-2	1	9		Sensor magnético en ventana Escotilla 2P
DI	OTB-2	1	10		Sensor magnético en ventana Escotilla 2P
DI	OTB-2	1	11		Sensor magnético en ventana Escotilla 2P
DI	OTB-2	1	12		Sensor magnético en ventana Escotilla 2P
DI	OTB-2	1	13		Sensor magnético en ventana Escotilla 2P
DI	OTB-2	1	14		Sensor magnético en ventana Dormitorio 3 2P
DI	OTB-2	1	15		Vacante
DI	OTB-2	2	0		Sensor magnético en ventana Estar familiar x3 + Baño 3
DI	OTB-2	2	1		Vacante
DI	OTB-2	2	2		Vacante
DI	OTB-2	2	3		Sensor magnético en ventana Walk in-closet + Baño 1
DI	OTB-2	2	4		Sensor magnético en ventana Terraza Cubierta (jardinera)
DI	OTB-2	2	5		Sensor magnético en ventana Dormitorio Principal 2P
DI	OTB-2	2	6		Sensor magnético en puerta Dormitorio Principal 2P

DI	OTB-2	2	7		Sensor magnético en puerta Dormitorio 2
DI	OTB-2	2	8		Sensor interior de movimiento Escalera
DI	OTB-2	2	9		Sensor interior de movimiento Pasillo Walk in close (cerca Dorm1)
DI	OTB-2	2	10		Sensor interior de movimiento Pasillo Walk in close (cerca shaft)
DI	OTB-2	2	11		Sensor interior de movimiento Pasillo central 2P
DI	OTB-2	2	12		Sensor interior de movimiento Dormitorio 3 2P
DI	OTB-2	2	13		Sensor interior de movimiento Estar familiar 2P
DI	OTB-2	2	14		Sensor interior de movimiento Dormitorio principal 2P
DI	OTB-2	2	15		Sensor exterior de movimiento Exterior (terraza)
DI	OTB-M	0	0		Vacante
DI	OTB-M	0	1		Vacante
DI	OTB-M	0	2		Vacante
DI	OTB-M	0	3		Vacante
DI	OTB-M	0	4		Vacante
DI	OTB-M	0	5		Vacante
DI	OTB-M	0	6		Vacante
DI	OTB-M	0	7		Vacante
DI	OTB-M	0	8		Vacante
DI	OTB-M	0	9		Vacante
DI	OTB-M	0	10		Vacante
DI	OTB-M	0	11		Vacante
DO	OTB-0	0	0	MOD_1_Y1 MOD_1_Y0	V3: válvula de tres vías BCaux
DO	OTB-0	0	1		V2: válvula de tres vías
DO	OTB-0	0	2		Trabador Magnético Gimnasio Subterráneo
DO	OTB-0	0	3		VH5: válvula piscina
DO	OTB-0	0	4		VH6: válvula jacuzzi
DO	OTB-0	0	5		Sirena de incendio
DO	OTB-0	0	6		Vacante
DO	OTB-0	0	7		Vacante
DO	OTB-0	3	0	MOD_1_Y2 MOD_1_Y3 MOD_1_Y4 MOD_1_Y9 MOD_1_Y8 MOD_1_Y7 MOD_1_Y20 MOD_1_Y21 MOD_1_Y22 MOD_1_Y23 MOD_1_Y12 MOD_1_Y13 MOD_1_Y14 MOD_1_Y15 MOD_2_Y1 MOD_2_Y2	MURO TROMBE Ventana inferior (M4)
DO	OTB-0	3	1		MURO TROMBE Dumper inferior (M1)
DO	OTB-0	3	2		MURO TROMBE Ventana superior (M3)
DO	OTB-0	3	3		MURO TROMBE Dumper superior (M2)
DO	OTB-0	3	4		Bomba Jacuzz (BJ)
DO	OTB-0	3	5		Bomba Piscina (BP)
DO	OTB-0	3	6		Bomba Colector1
DO	OTB-0	3	7		Bomba Colector2
DO	OTB-0	3	8		Bomba Colector3
DO	OTB-0	3	9		Bomba Colector4
DO	OTB-0	3	10		PISCINA A CALEFACCION (VH1)
DO	OTB-0	3	11		PISCINA A RETORNO (VH2)
DO	OTB-0	3	12		JACUZZY A CALEFACION (VH3)
DO	OTB-0	3	13		JACUZZI A RETORNO (VH4)
DO	OTB-0	3	14		Calefaccion Dormitorio 4 subterraneo
DO	OTB-0	3	15		Calefaccion Gimnasio
DO	OTB-0	4	0	MOD_2_Y3 MOD_2_Y4 MOD_2_Y5 MOD_2_Y6	Calefaccion Pasillo
DO	OTB-0	4	1		Calefaccion Taller
DO	OTB-0	4	2		Calefaccion Sala Multimedia
DO	OTB-0	4	3		Calefaccion Seca Toalla

DO	OTB-0	4	4	MOD_3_Y1	Riego aspersor jardin exterior (Z1)
DO	OTB-0	4	5	MOD_3_Y2	Riego ASPERSORES JARDIN PISCINA Poniente (Cable Azul) (Z5)
DO	OTB-0	4	6	MOD_3_Y2	Riego ASPERSOR JARDIN PISCINA Oriente (Cable Verde)(Z6)
DO	OTB-0	4	7	MOD_3_Y3	Riego ASPERSOR JARDIN QUINCHO (Z12)
DO	OTB-0	4	8	MOD_3_Y4	Riego Goteo Naranjos (Cable Café) (Z7)
DO	OTB-0	4	9	MOD_3_Y4	Riego Goteo Jardín Exterior (Cable Azul) (Z2)
DO	OTB-0	4	10	MOD_3_Y5	Riego Goteo JARDIN FRONTIS (Cable Naranjo)(Z3)
DO	OTB-0	4	11	MOD_3_Y5	Riego Goteo PLANTA PISCINA (Cable Naranjo/Negro)(Z4)
DO	OTB-0	4	12	MOD_3_Y5	Riego Goteo Bajo Escala (Cable Blanco/Café) (Z8)
DO	OTB-0	4	13	MOD_3_Y6	Riego GOTEZO VENTANA DORMITORIO 4 (Cable Azul) (Z9)
DO	OTB-0	4	14	MOD_3_Y6	Riego Goteo ORILLA PONIENTE y ARBOLES NATIVOS (Cable Verde)(Z10)
DO	OTB-0	4	15	MOD_3_Y7	Riego GOTEZO TERRAZAS PLANTAS QUINCHO (Z11)
DO	OTB-1	0	0		Vacante
DO	OTB-1	0	1		Vacante
DO	OTB-1	0	2		Vacante
DO	OTB-1	0	3		Vacante
DO	OTB-1	0	4		Vacante
DO	OTB-1	0	5		Vacante
DO	OTB-1	0	6		Vacante
DO	OTB-1	0	7		Vacante
DO	OTB-1	4	0	MOD_2_Y7	Calefaccion Cocina/ Comedor Diario
DO	OTB-1	4	1	MOD_2_Y8	Calefaccion Dormitorio / Baño Servicio
DO	OTB-1	4	2	MOD_2_Y9	Calefaccion Lavadero
DO	OTB-1	4	3	MOD_2_Y10	Calefaccion Seca Toalla Baño Visita
DO	OTB-1	4	4	MOD_2_Y11	Calefaccion Hall Acceso visita
DO	OTB-1	4	5	MOD_2_Y12	Calefaccion Pasillo
DO	OTB-1	4	6	MOD_2_Y13	Calefaccion Escritorio
DO	OTB-1	4	7	MOD_2_Y14	Calefaccion Estar
DO	OTB-1	4	8	MOD_2_Y15	Calefaccion Comedor
DO	OTB-1	4	9	MOD_3_Y9	Vacante
DO	OTB-1	4	10	MOD_3_Y10	Vacante
DO	OTB-1	4	11	MOD_3_Y11	Vacante
DO	OTB-1	4	12	MOD_3_Y12	Vacante
DO	OTB-1	4	13	MOD_3_Y13	Vacante
DO	OTB-1	4	14	MOD_3_Y14	Vacante
DO	OTB-1	4	15	MOD_3_Y15	Vacante
DO	OTB-1	5	0	MOD_3_Y16	Vacante
DO	OTB-1	5	1	MOD_3_Y17	CONTROL DE ACCESO PUERTA DE CALLE
DO	OTB-1	5	2	MOD_3_Y18	CONTROL DE ACCESO PORTON
DO	OTB-1	5	3	MOD_1_Y11	SIRENA DE ALARMA
DO	OTB-1	5	4		Trabador Magnético Hall de acceso
DO	OTB-1	5	5		Trabador Magnético Cocina
DO	OTB-1	5	6		Trabador Magnético Estar 1º Piso
DO	OTB-1	5	7		Vacante
DO	OTB-2	0	0		Vacante
DO	OTB-2	0	1		Escotilla

DO	OTB-2	0	2		Escotilla
DO	OTB-2	0	3		Escotilla
DO	OTB-2	0	4		Escotilla
DO	OTB-2	0	5		Escotilla
DO	OTB-2	0	6		Escotilla
DO	OTB-2	0	7		Escotilla
DO	OTB-2	3	0	MOD_2_Y16	Calefaccion Dormitorio 1 Principal
DO	OTB-2	3	1	MOD_2_Y17	Calefaccion Estar Familia
DO	OTB-2	3	2	MOD_2_Y18	Calefaccion Pasillo escala baño 2do piso
DO	OTB-2	3	3	MOD_2_Y19	Calefaccion Dormitorio 3
DO	OTB-2	3	4	MOD_2_Y20	Calefaccion Dormitorio 2/ Baño
DO	OTB-2	3	5	MOD_2_Y21	Vacante
DO	OTB-2	3	6	MOD_2_Y22	Vacante
DO	OTB-2	3	7	MOD_2_Y23	Vacante
DO	OTB-M	0	0		Vacante
DO	OTB-M	0	1		Vacante
DO	OTB-M	0	2		Vacante
DO	OTB-M	0	3		Vacante
DO	OTB-M	0	4		Vacante
DO	OTB-M	0	5		Vacante
DO	OTB-M	0	6		Vacante
DO	OTB-M	0	7		Vacante
NT C	OTB-0	5	0		Sensor de t° interior Dormitorio 4 (T1 )
NT C	OTB-0	5	1		Sensor de t° interior Gimnasio (T2)
NT C	OTB-0	5	2		Sensor de t° interior Pasillo Subterraneo (T3)
NT C	OTB-0	5	3		Sensor de t° interior Taller (T4)
NT C	OTB-0	5	4		Sensor de t° interior Sala Multimedia (T5)
NT C	OTB-0	5	5		Sensor de t° intersticio vidrio-muro Superior (MT2)
NT C	OTB-0	5	6		Sensor de t° intersticio vidrio-muro Inferior (MT1)
NT C	OTB-0	5	7		Vacante
NT C	OTB-0	6	0		Sensor de t° agua Piscina
NT C	OTB-0	6	1		Sensor de t° agua Jacuzzi
NT C	OTB-0	6	2		Sensor de t° entrada intercambiador de Calor
NT C	OTB-0	6	3		Sensor de t° salida intercambiador de Calor
NT C	OTB-0	6	4		Vacante
NT C	OTB-0	6	5		Vacante
NT C	OTB-0	6	6		Vacante
NT C	OTB-0	6	7		Vacante

AI	OTB-0	7	0		Medidor de Humedad Exteriores
AI	OTB-0	7	1		Medidor de radiación
AI	OTB-0	7	2		Medidor Velocidad de viento
AI	OTB-0	7	3		Medidor de Intensidad de luz
AI	OTB-0	7	4		Medidor de lluvia
AI	OTB-0	7	5		Vacante
AI	OTB-0	7	6		Vacante
AI	OTB-0	7	7		Vacante
NT C	OTB-1	6	0		Sensor de t° interior Cocina (T6)
NT C	OTB-1	6	1		Sensor de t° interior Dormitorio de Servicio (T7)
NT C	OTB-1	6	2		Sensor de t° interior Lavadero (T8)
NT C	OTB-1	6	3		Sensor de t° interior Hall de Acceso (T9)
NT C	OTB-1	6	4		Sensor de t° interior Pasillo 1º Piso (T10)
NT C	OTB-1	6	5		Sensor de t° interior Escritorio (T11)
NT C	OTB-1	6	6		Sensor de t° interior Estar (T12)
NT C	OTB-1	6	7		Sensor de t° interior Comedor (T13)
NT C	OTB-2	4	0		Sensor de t° interior Dormitorio 1 (T14)
NT C	OTB-2	4	1		Sensor de t° interior Estar Familiar (T15)
NT C	OTB-2	4	2		Sensor de t° interior Pasillo 2º Piso (T16)
NT C	OTB-2	4	3		Sensor de t° interior Dormitorio 3 (T17)
NT C	OTB-2	4	4		Sensor de t° interior Dormitorio 2 (T18)
NT C	OTB-2	4	5		Sensor de t° interior Walk in Closet (T19)
NT C	OTB-2	4	6		Sensor de t° ambiente (techumbre)
NT C	OTB-2	4	7		Vacante
NT C	OTB-M	1	0		Sensor de t° Entrada Estanque de ACS
NT C	OTB-M	1	1		Sensor de t° Salida estanque de ACS
NT C	OTB-M	1	2		Sensor de t° Entrada Estanque de Calefacción
NT C	OTB-M	1	3		Sensor de t° Salida Estanque de Calefacción
NT C	OTB-M	1	4		Sensor de t° en surtidor
NT C	OTB-M	1	5		Sensor de t° retorno de manifold general
NT C	OTB-M	1	6		Sensor de t° entrada Bomba de calor
NT C	OTB-M	1	7		Sensor de t° salida Bomba de calor

