

# UN ANTEPROYECTO DE 1961 PARA LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN URBANA EN PAMPLONA

Débora Bezares Fernández, Laura Elvira Tejedor, César Martín Gómez, Laura Rives Navarro.

Diciembre de 2007.

En octubre de 2003, en el archivo del Departamento de Edificación de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra, se encuentra una recopilación de planos y documentos escritos que llevan por título “Anteproyecto de Calefacción Urbana en Pamplona”, firmada por el ingeniero industrial Joaquín Castiella en junio de 1961. Esta documentación la traslada al Departamento cuando es profesor de la Escuela de Arquitectura.

Rescatado del olvido de los archivos, este anteproyecto resulta un descubrimiento que se pone al alcance de los interesados en urbanismo e infraestructuras energéticas urbanas. Este artículo pretende transmitir el contenido del proyecto de Joaquín Castiella ubicándolo en un contexto técnico e histórico que permita su comprensión.

## INTRODUCCIÓN

Cuarenta años después de su redacción, se decide estudiar estos documentos ya que se trata de una información interesante por varias razones.

En primer lugar, por la fecha tan temprana en la que se elabora en relación al desarrollo de esta tecnología en España<sup>1</sup>, ya que aunque el anteproyecto es de 1961, existen notas de Joaquín Castiella anteriores a esa fecha en las que pone de manifiesto su interés por abordar la ejecución de una instalación de calefacción urbana en Pamplona.

Para apoyar el conocimiento de Castiella sobre estas cuestiones, en la memoria del anteproyecto, recopila ejemplos de algunas de las instalaciones de calefacción urbana existentes en otros lugares del mundo en aquel momento:

En España funciona hace ya muchos años, una instalación importante en la Ciudad Universitaria de Madrid. En Francia, funcionan un gran número de ellas, y puedo decir otro tanto de casi todos los países de Europa (Alemania, la U.R.S.S, Checoslovaquia, Austria, Holanda, Suiza...) y muchos de América, principalmente EEUU.

En este momento pueden calcularse que existen y funcionan calefacciones urbanas en 100 ciudades de Europa y en 200 de América. [...] Consignaré como dato curioso, que la primera instalación urbana, se ejecutó en el año 1877 en Nueva York, en una calle transversal, a la altura de la calle 42. Esta instalación de Nueva York, sigue funcionando y es todavía, una de las más importantes realizadas, con sus cerca de 200 Km. de longitud de canalizaciones y varias centrales de producción de calor, cuyos generadores tienen una superficie de calefacción total de 80.000 metros cuadrados.

Entre otras grandes instalaciones, citaré la existencia en Moscú de una calefacción urbana con una potencia instalada de 400 millones de calorías y 65 Km. de longitud de conductos<sup>2</sup>.

Para valorar el progreso que supone para la ciudad contar con una instalación de calefacción urbana, se utilizan los comentarios del propio ingeniero extraídos de la memoria del anteproyecto:

Vemos hoy, como la cosa más natural y necesaria, disponer en nuestras casas de un servicio ininterrumpido de agua y energía eléctrica, de las que usamos a cualquier hora del día o de la noche, y nos resulta ya difícil de imaginar nuestra vida sin estos elementos indispensables.

Bastaría, sin embargo, remontarse cincuenta años atrás, para comprobar que, entonces, a la mayor parte de la gente, le parecía ilusoria y extravagante la idea de disponer de estos servicios, por considerar que la instalación necesaria había de ser de ejecución difícil y costosa, y los servicios en sí, no imprescindibles.

La calefacción urbana, no es probablemente, tan importante para el confort, como la distribución de agua o de electricidad, pero constituye indudablemente, un progreso análogo y muy apreciable<sup>3</sup>.

El interés del estudio de este proyecto también radica en su ambición: no se conforma con el desarrollo de una instalación para un grupo de edificios, algo relativamente sencillo y viable a la hora de convencer a las partes implicadas para ejecutarla, sino que realiza una propuesta única para tres grandes áreas de la ciudad: un polígono municipal de viviendas, el Hospital y la Universidad.

Una curiosidad técnica sobre este proyecto es que incluso se baraja la posibilidad de emplear energía nuclear en la central térmica para la producción de calor, con la inicial aprobación del Ayuntamiento de Pamplona en agosto de 1960, aunque finalmente optaría por el uso de carbón como combustible, dadas las características energéticas de los suministros de aquella época.

Para finalizar este apartado introductorio, los autores quieren agradecer la ayuda de Rafael Fernández, Ingeniero Industrial y profesor de Instalaciones en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra, a quien se ha entrevistado para la redacción de este artículo, y quien ha apuntado interesantes comentarios para comprender el panorama técnico y profesional en la Pamplona de aquellos años.

Además, se da la circunstancia de que Rafael Fernández conoció a Joaquín Castiella directamente, ya que trabajó en su empresa de ingeniería durante cuatro años (de 1966 a 1970) y colaboró con él en la Escuela de Arquitectura durante dos años.

## EL CONTEXTO

En la década de los sesenta son numerosos los proyectos de megaestructuras urbanas (como la Ciudad Oceánica de K. Kikutake o la Ciudad Ambulante de Archigram, por poner dos ejemplos), y esa ambición teórica se materializa en proyectos de gran envergadura en los que la técnica industrial despega en relación a los titubeantes desarrollos utópicos de la arquitectura: se construyen palas excavadoras gigantes con un consumo superior al de muchas ciudades (como la pala mecánica excavadora gigante “Big Brutus”), se construyen grandes redes de infraestructuras necesarias para el crecimiento económico (en España en 1964 se superaron los 2’5 millones de kilómetros de circuitos telefónicos interurbanos), e incluso en estos años tienen cabida las referencias a la carrera espacial, pues en 1961 tuvo lugar el primer vuelo tripulado al espacio. Es en este contexto histórico en el que debe entenderse el ambicioso planteamiento de una calefacción urbana para Pamplona de Joaquín Castiella.

En lo que respecta al contexto urbano durante la primera mitad de siglo, la ciudad experimenta cambios sustanciales en diversos ámbitos que promueven su desarrollo urbanístico: el establecimiento de industrias (Inquinasa, Azcoyen, Imenasa), la multiplicación del sector terciario con nuevas oficinas y comercios, el aumento de espacios destinados al ocio como los cines y el teatro y la mejora de las comunicaciones con el entorno.

La ciudad tiene por entonces 72.000 habitantes, una población que se encuentra mayoritariamente concentrada en el Casco Antiguo, y en los Ensanches, y se establece de manera más diseminada en el extrarradio. Por otro lado, el emplazamiento de la estación de ferrocarril al otro lado del río Arga, favorece la consolidación a extramuros de viviendas para obreros, y de ciertas industrias, como se refleja en la Rochapea o Magdalena, mientras en la meseta occidental, otros barrios sin planificación alguna (San Juan, Milagrosa e Iturrama) van adquiriendo entidad.

En los años cincuenta, Pamplona pasa a ser un importante centro de atracción industrial y destino del flujo migratorio provincial e interprovincial. Un crecimiento urbanístico que genera la necesidad de elaborar el Primer Plan General de Pamplona, que se encarga a Pedro Bidagor y se aprueba en 1957. En este Plan, se zonifica el término municipal en diferentes usos, previendo el desarrollo residencial más denso sobre la meseta, de ciudad jardín en su declive y un desarrollo fundamentalmente industrial al norte del río; todo ello dando prioridad al desarrollo de la ciudad en la zona del Tercer Ensanche y el Hospital de Barañain<sup>4</sup>.

En lo que se refiere a la tecnología aplicada a la edificación, y de acuerdo con Rafael Fernández, el nivel técnico medio en Pamplona en aquellos años era mínimo y las viviendas (aquellas que tenían calefacción) disponían de una caldera individual alimentada con carbón. En los edificios que se construyen en los

nuevos barrios se comienza a instalar calefacción central, y el primero en diseñarlas es Joaquín Castiella (primero en edificios en Conde Rodezno, después los de San Juan y posteriormente en Barañain).

Para ilustrar la escasez que se sufre en aquellos años, Rafael Fernández cuenta cómo su suegro (hermano de Joaquín Castiella y que trabaja en la misma empresa que éste) se ve obligado a comprar tubos de órganos desechados para utilizarlos como tuberías, ya que éstas son difíciles de encontrar durante aquellos años en el mercado.

## EL INGENIERO, JOAQUÍN CASTIELLA

Joaquín Castiella Idoy nace en 1913, por lo que cuenta con 48 años cuando redacta este anteproyecto. Muere en Pamplona tras muchos problemas de salud en mayo de 1989.

Estudia Ingeniería Industrial en Bilbao y es profesor de la asignatura de Instalaciones en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra hasta el año 1972, cuando la abandona por problemas de salud. Compagina su trabajo en la empresa familiar, especializada en instalaciones de calefacción, fontanería y electricidad, con el puesto de Ingeniero Titular de la Diputación de Navarra, la docencia en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra y la representación de la empresa Caliqua en Navarra<sup>5</sup>.

Por todas estas circunstancias, y siendo Pamplona una ciudad pequeña, Joaquín Castiella es un ingeniero reconocido a nivel provincial, contando con numerosos contactos. Al ser un profesional de mucho prestigio, sus iniciativas son apoyadas y valoradas, aunque no siempre se realizan debido a la escasez de medios.

A pesar de lo elaborado del proyecto que aquí se presenta, no ejecuta ninguna instalación de calefacción urbana<sup>6</sup>, aunque realiza numerosos proyectos de calefacción y fontanería para viviendas, edificios públicos y para la industria. Estos últimos le permiten conocer la tecnología del vapor y el agua sobrecalentada.

De acuerdo con Rafael Fernández, Castiella tiene noticia de lo que se hace en el extranjero por la lectura de revistas especializadas. Además, en una de sus notas manuscritas, Joaquín Castiella afirma haber estado en Alemania y Francia<sup>7</sup>, lo que confirma su conocimiento de este tipo de instalaciones.

Plantea este proyecto porque es un apasionado de las instalaciones de climatización y está convencido de la rentabilidad y las posibilidades que ofrece la calefacción urbana y cree que en Pamplona también es factible su construcción.

## ÁMBITO DE ACTUACIÓN

En la descripción del anteproyecto, Joaquín Castiella se refiere a las tres zonas diferenciadas que se beneficiarían de la instalación de calefacción urbana: Tercer Ensanche, Hospital y Universidad de Navarra.

En primer lugar define los “terrenos estudiados por el Ayuntamiento de Pamplona para la construcción del Tercer Ensanche de la ciudad”, que en la actualidad corresponden a la zona delimitada por el Parque de la Vaguada, Avenida de Navarra, Camino de Biurdana, y Avenida de Bayona, en el extremo oeste del barrio de San Juan.

La construcción del Tercer Ensanche para la ciudad de Pamplona, se inicia por la parte más alejada del núcleo, tratándose de una operación de compra de suelo a bajo precio por su alejamiento y falta de infraestructuras, que permiten ofrecerlo al mercado a bajo precio a cooperativas y agrupaciones que promocionan vivienda de protección oficial. En el Pleno del 29 de agosto de 1958, se declara el ámbito del polígono “zona de inmediata urbanización”. La nueva ordenación permite la construcción de 3.300 viviendas, que alojarían aproximadamente a 13.500 personas.

Respecto a la zona del hospital, Joaquín Castiella la define como el “recinto que contiene las edificaciones de la Beneficencia Provincial, Hospital, Maternidad y Orfanato”, que en la actualidad constituye el complejo hospitalario del Servicio Navarro de Salud. Es en 1906 cuando se levantan los

pabellones del Hospital de Navarra a más de un kilómetro de la Ciudadela hacia el Oeste y que en 1931 sustituyen al viejo Hospital de la Misericordia (hoy Museo de Navarra).

La última parte de la actuación afecta a la Universidad, esto es, a los “terrenos en los que se ha iniciado la construcción de varios edificios universitarios, destinados al servicio del Estudio General de Navarra” que actualmente se corresponden con el Campus de la Universidad de Navarra.

Aunque no se ejecuta nada del proyecto aquí analizado, puede considerarse como una reminiscencia del mismo, el proyecto para la Universidad de Navarra que sí tiene una pequeña instalación de calefacción centralizada, suministrando calefacción desde el Edificio Central a la Escuela de Arquitectura y al Edificio de Biblioteca<sup>8</sup>.

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El propio autor resume del siguiente modo el anteproyecto en una carta dirigida al entonces Alcalde de Pamplona, D. Miguel Javier Urmeneta:

Consiste ello, en una instalación central de producción de calor, para cuyo estudio pienso tantear la posibilidad actual de la energía nuclear, desde cuya central se envía el calor transportado por el vehículo que se elija, vapor, agua sobrecalentada, etc, por una red de tuberías, hasta los distintos edificios a calentar, en los cuales, con este fluido caliente y por medio de un cambiador de calor apropiado, se produce el agua caliente o vapor a baja presión que precise la instalación de calefacción del inmueble.

Los propietarios, pagan a la empresa suministradora de calefacción el importe de su consumo, determinado por la lectura de un contador, y simplifican notablemente la atención necesaria para conseguir ese servicio. El municipio ve desaparecer el engorro y suciedad de tantas carboneras y chimeneas. La empresa explotadora debe conseguir unas tarifas y condiciones de suministro, que aseguren una economía a sus clientes y un beneficio industrial aceptable, cosa que estimo perfectamente factible<sup>9</sup>.

La instalación de calefacción urbana está formada por la central de producción de calor, la red de distribución y las subestaciones de intercambio de calor, elementos descritos a través de una serie de planos, una memoria, un presupuesto y un estudio económico.

Joaquín Castiella comienza su anteproyecto describiendo las ventajas que se consiguen con una instalación de calefacción urbana en relación a instalaciones similares de la época:

- Mejores rendimientos que las calderas ordinarias por el gran tamaño y diseño de los generadores de calor.
- Combustible más barato con aprovechamiento máximo de las posibilidades del combustible, porque las calderas se construyen ex profeso para el combustible elegido.
- Menor cantidad de mano de obra, al sustituir por un equipo de pocos hombres, todos los que se precisan para la atención de las instalaciones secundarias servidas por la calefacción urbana.
- Precisión en la regulación de la temperatura del fluido calentador, en función de la temperatura exterior, evitando el despilfarro energético.
- Desaparición de los problemas de adquisición y acopio de combustible para los abonados y de recogida de cenizas, distribución y vigilancia para el fogonero que ha de cuidar del servicio de la instalación.
- Desaparición del peligro de averías en la caldera para los abonados.
- Desaparición de los gastos de limpieza y conservación de las chimeneas y ahorro de la renta correspondiente al local que ha de destinarse al almacén de combustible.
- Desaparición del problema de recogida de cenizas para el Municipio.
- Mejora de las condiciones higiénicas del aire de la ciudad, al desaparecer las chimeneas de evacuación de humos, ya que, entre otras cuestiones, es más fácil instalar en una chimenea única los dispositivos apropiados de depuración.

Central de producción de calor.

En ella se produce el calor necesario para las instalaciones de calefacción, tanto si alimenta un sistema por agua caliente, por vapor a baja presión o por aire caliente.

El calor necesario, es conocido para la mayor parte de los edificios construidos, y está calculado con aproximación suficiente para los demás edificios proyectados. Las necesidades caloríficas totales las estima Joaquín Castiella en 32.000 miles de kcal<sup>10</sup> y plantea varias soluciones: centrales independientes

para cada uno de los tres grupos, central independiente para uno de estos grupos y otra central común para los dos restantes, o una central única que sirva a los tres grupos de edificios considerados.

Finalmente se inclina por esta última opción para el desarrollo del estudio, por ser más aconsejable técnica y económicamente.

La central térmica consta de:

- 1 edificio contenedor de todos los aparatos necesarios y parque adyacente de almacenamiento de carbón.
- 3 generadores de vapor.
- 1 preparador de agua sobrecalentada.
- 1 bomba centrífuga y 1 grupo electro-bomba de reserva igual al anterior.
- 1 equipo de alimentación de agua a las calderas.
- 1 equipo de control de las condiciones de la combustión y de las temperaturas del agua.

#### Red de distribución

Es la instalación encargada de transportar el calor producido desde la central de producción de calor hasta los edificios.

De la central de producción de calor parten tres ramales de dos tubos, que discurren por zanjas excavadas en el terreno, o bien, por galerías visitables que también sirven a otras instalaciones. En el anteproyecto también se define la disposición de la red de distribución dentro de cada uno de los tres núcleos de edificios a servir.

Las tuberías se plantean de acero estirado y unidas entre sí por soldadura, aseguradas con liras para compensar las dilataciones, con puntos fijos establecidos para controlar los desplazamientos, calorifugadas por medio de coquillas de fibra de vidrio para reducir las pérdidas de calor al mínimo, y pintadas con un preparado asfáltico. Disponen también de válvulas de seccionamiento que independizan unos tramos de otros en caso de averías o labores de mantenimiento.

El fluido finalmente planteado para transportar el calor necesario, desde la central hasta los distintos intercambiadores de calor o aparatos de consumo directo, es el agua sobrecalentada. Joaquín Castiella considera que este vehículo es más adecuado que el agua caliente a baja presión o que el vapor de agua a alta presión, como confirma con diversas experiencias contemporáneas<sup>11</sup>, y cuyas ventajas expone del siguiente modo:

- Mejor rendimiento de las calderas, por ausencia de incrustaciones, al ser el agua en circulación siempre la misma, conservándose completamente pura.
- Simplificación de la red de distribución, como consecuencia de que el montaje de las tuberías del agua sobrecalentada no está sujeto a ninguna exigencia de pendientes.
- Conservación indefinida de las tuberías: al no entrar en contacto con el aire no se produce corrosión alguna por el oxígeno y el carbónico.
- Elasticidad en el funcionamiento por razón de la gran masa de agua contenida en la red, que permite salvar fácilmente las variaciones instantáneas de demanda de calor, haciendo que las calderas trabajen con una marcha más regular, lo que mejora su rendimiento.
- Facilidad de regulación, que puede ser central, actuando sobre la temperatura del agua a la salida de la central, siguiendo las variaciones de la temperatura exterior.
- Supresión de golpes de ariete en las tuberías, como consecuencia de la homogeneidad del fluido portador de calor.
- Facilidad de puesta en marcha, que se hace de manera progresiva.

El funcionamiento del sistema basado en agua sobrecalentada incluye la posibilidad de combinar la producción de calor con la de energía eléctrica, lo que mejoraría considerablemente el balance económico de la explotación del sistema.

#### Subestaciones de intercambio de calor

En cada uno de los edificios a servir, o para servir a varios edificios, según lo aconsejen las condiciones de tamaño, condiciones del suministro de calor,... se instala un intercambiador de calor. El abonado no

tiene que modificar nada en su instalación de calefacción, si es que tiene ya instalada su caldera. Sus canalizaciones y sus radiadores siguen siendo recorridos por el mismo fluido de antes.

El intercambiador de calor es un depósito que comprende un circuito primario y un circuito secundario. El fluido primario que proviene de la central de producción de calor, alimenta el intercambiador y circula dentro de él por el interior de un serpentín.

Este fluido primario no se mezcla con el fluido secundario que alimenta la instalación interior del abonado. “En el caso excepcional de un fallo de la calefacción urbana, por ejemplo, por obras de ampliación de la red, basta una sencilla maniobra de la válvula de by-pass, para tener servicio en la estación anterior, encendiendo la antigua caldera”.

Es de notar, señala Castiella, que para una misma potencia calorífica, el tamaño del intercambiador de calor que sustituye a una caldera o a un grupo de calderas, es muchísimo menor que el de éstas.

#### Presupuesto

La inversión final necesaria prevista para la construcción de la instalación de calefacción urbana es de 64.000.000 pesetas, que Joaquín Castiella desglosa en los siguientes apartados:

- Central de producción de calor.
- Tratamiento de depuración del agua de alimentación, en el caso de que fuese necesario tratar la escasa cantidad de agua nueva requerida por el sistema.
- Instalación eléctrica para alimentar los receptores de la central.
- Red de distribución de calor.
- Medición del calor suministrado: un contador de volumen especial para agua caliente que mide el gasto de agua sobrecalentada; dos sondas termométricas de dilatación que registran la diferencia de temperatura sobre la ida y el retorno; un dispositivo integrador mecánico que indica en cada instante el producto del gasto por la diferencia de temperaturas del agua sobrecalentada en la ida y retorno del circuito.

#### Estudio económico de explotación

Los datos de partida son:

- Potencia calorífica instalada: 32.000 miles de Kcal.
- Capital a invertir en la ejecución: 64.000.000 pesetas.
- Temporada: seis meses<sup>12</sup> de servicio de calefacción a viviendas y otros locales. Cantidad de calor consumida en una temporada de calefacción: 47.520 millones de calorías.
- Cantidad de combustible necesaria (carbón menudo de 7.000 calorías de potencia por Kg., 80% de rendimiento, a 650 pesetas la Tm, 5% de pérdidas de calor en la conducción y demás elemento): 8.910.000 kgs.

Los gastos estimados en el estudio económico de Joaquín Castiella son:

- Gastos por combustible: 5.791.500 pesetas.
- Gastos de conducción y conservación<sup>13</sup>: 835.000 pesetas.
- Gastos por intereses y amortización<sup>14</sup>: 5.000.510 pesetas.
- Total de gastos anuales de la explotación: 11.633.010 pesetas.
- Coste de un millón de calorías suministradas por la empresa explotadora de la calefacción urbana a sus abonados: 244'80 pesetas.

Suponiendo las mismas horas de utilización en una temporada y la misma proporción de potencia en cada periodo:

- Coste de un millón de calorías en la calefacción de una pequeña vivienda: 522 pesetas.
- Coste de un millón de calorías en la calefacción de un gran edificio: 318 pesetas.

De acuerdo con Joaquín Castiella se obtiene una rentabilidad para la empresa suministradora del 10,8 % del capital invertido.

## REFLEXIONES FINALES

¿Por qué no se ejecuta siendo un proyecto completamente justificable desde el punto de vista técnico en aquel momento? El problema para su ejecución es la dependencia de los estamentos políticos por la importante inversión económica a largo plazo. Además, se dan otras circunstancias como falta de apoyo de las empresas privadas, desacuerdo entre las partes implicadas, problemas en la promoción inmobiliaria de la zona...

Rafael Fernández opina que el motivo principal por el cual no llega a buen puerto la propuesta de Joaquín Castiella es la falta de recursos económicos: es una época de gran escasez en todos los aspectos, no había empresas que financiaran el proyecto y él era el único promotor.

En todo caso, este proyecto representa una oportunidad perdida para el crecimiento (que hoy se diría "sostenible") de la ciudad.

El principal objeto de este artículo es recordar la importancia de la planificación de las grandes infraestructuras urbanas en las ciudades. Hoy en día pocos recuerdan cuánto costaron ciertas infraestructuras, como las acometidas de agua a las ciudades, su saneamiento, las acometidas eléctricas,... pero todos los ciudadanos se benefician de estas instalaciones.

La gestión y la información para desarrollar este tipo de proyectos es fundamental. No comunicar adecuadamente la importancia a la sociedad de este tipo de infraestructuras provoca, no solo que los proyectos no se realicen, sino que caigan en el más absoluto de los olvidos, lo que conlleva, en el caso que nos ocupa, a que no se realice la instalación de calefacción urbana en los nuevos barrios de Pamplona.

Son necesarios políticos con conocimientos técnicos que se atrevan a gestionar el desarrollo de estas complejas infraestructuras, con mejoras de servicio de las que nadie quiere prescindir una vez ejecutadas, pero que requieren un proyecto consensuado de futuro más allá de una o dos legislaturas. De lo contrario, sólo se hará historia de lo que pudo ser y no fue.

Los autores del artículo confiamos en que la concienciación actual sobre la energía haga recapacitar sobre el hecho de que la calefacción urbana es una respuesta directa a la ineficacia energética que suponen las soluciones individualizadas de acondicionamiento en las ciudades.

Una respuesta energética que debería especificarse en el desarrollo de los planteamientos urbanísticos de las ciudades.

## NOTAS

1. Algunas de estas instalaciones, como la central térmica para la Ciudad Universitaria de Sánchez Arcas (1933), son ejemplos notables de las posibilidades de estos sistemas en España.
2. Castiella, J. "Memoria del Anteproyecto de Calefacción Urbana en Pamplona", junio 1961.
3. Castiella, J. "Memoria del Anteproyecto de Calefacción Urbana en Pamplona", junio 1961.
4. El antiguo Hospital de Navarra, del que se hablará más adelante, es un conjunto de edificaciones existentes desde principios de siglo, que tienen la condición de límite de trazado urbano en dirección a Barañain.
5. Caliqua es una empresa ubicada en Madrid, que ejecuta instalaciones de calefacción centralizada y urbana en aquella época.
6. De hecho, las primeras que se hacen en Pamplona las diseña Rafael Fernández (quien cita la "Cruz Negra" y "Calor San José" en Chantrea), en la que el combustible utilizado es fuel oil, no carbón. Aunque son proyectos que proporcionan calefacción a 600 viviendas, no son tan ambiciosos como el que idea Joaquín Castiella.
7. "Visité al Sr. Alcalde. Le hablé de mi contacto con Caliqua y mis visitas de Alemania y Francia". Castiella, J, nota del 2 de febrero de 1961.
8. Es Rafael Fernández quien proyecta esta instalación, aunque no se basa en la anterior propuesta de Joaquín Castiella.

9. Castiella, J. Carta a D. Miguel Javier Urmeneta, Alcalde de Pamplona, 2 de julio de 1960. Compárese lo que plantea con el papel que actualmente asumen las ESCOs (Energy Services Companies).
10. Tercer Ensanche 18.110 miles de kcal; Hospital 5.500 miles de kcal; Universidad 8.030 miles de kcal.
11. "Munich e Ingolstadt en Alemania y París, Orly y Macón en Francia, en todas las cuales se emplea como vehículo portador del calor, el agua sobrecalentada". Castiella, J. "Memoria del Anteproyecto de Calefacción Urbana en Pamplona", junio 1961.
12. Noviembre: 10 horas diarias, \_ potencia instalada; Diciembre: 15 horas diarias, \_ potencia instalada; Enero: 16 horas diarias, \_ potencia instalada; Febrero: 15 horas diarias, \_ potencia instalada; Marzo: 12 horas diarias, \_ potencia instalada; Abril: 8 horas diarias, \_ potencia instalada.
13. 4 sueldos anuales de fogonero: 60.000 pesetas; 9 sueldos anuales de peón: 270.000 pesetas; 1 sueldo anual de operario montador: 40.000 pesetas; 1 sueldo anual de administrador: 100.000 pesetas; 1 sueldo anual de mecanógrafa: 35.000 pesetas; 1 sueldo anual de cobrador: 30.000 pesetas; energía eléctrica, engrase y varios: 200.000 pesetas.
14. Plazo de amortización de 25 años y tipo de interés al 6%.