

LAS CAMARAS DE AIRE EN LA CONSTRUCCION MODERNA

J. Bossut
Ingeniero E. C. P.

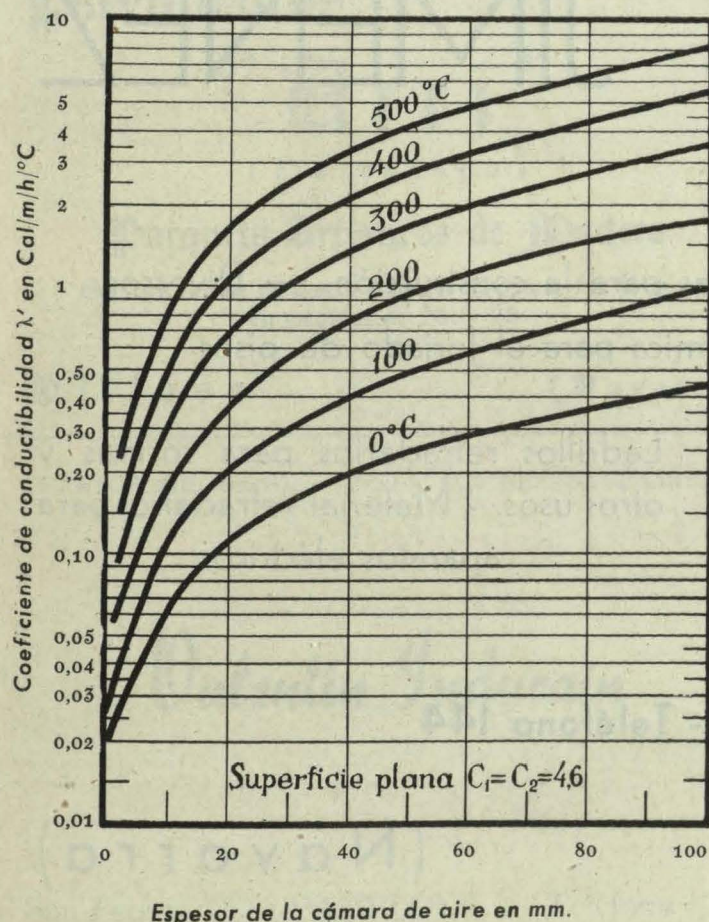
Es creencia muy generalizada que las cámaras de aire en la construcción constituyen eficaces medios para evitar los rigores de la temperatura, y que su empleo proporciona muchas ventajas en todo cuanto se refiere al confort, térmicamente hablando.

La cámara de aire desempeña una función que le pertenece como característica propia, la cual es la de evitar la transmisión de la humedad; pero en cambio vamos a ver que su eficacia, desde el punto de vista del aislamiento térmico, es tan reducida que se puede considerar como nula si la comparamos con otros sistemas que dan resultados positivos.

No puede negarse que los recintos de aire constituyen excelentes medios aislantes, puesto que el aire es el mejor aislante; pero los que parten de esta base para justificar la eficacia de la cámara olvidan que para ello la condición imprescindible es que las dimensiones de los recintos de aire sean lo suficientemente reducidos para que en ellos no se produzcan corrientes de convección, sea que sus dimensiones no pasen de una fracción de milímetro.

Huelga decir que esta condición esencial no se halla realizada en la práctica, ni en las cámaras existentes entre dobles paredes, ni menos aún, si ello es posible, en los espacios bajo cubierta.

Damos a continuación las curvas correspondientes al coeficiente de conductibilidad de las capas de aire en función del espesor de las mismas y de su temperatura.



Coeficiente equivalente de conductibilidad térmica del aire.

Examinando dichas curvas sacamos las conclusiones siguientes:

El coeficiente de conductibilidad térmica λ aumenta con el espesor de la cámara de aire.

Aumenta dicho λ asimismo en forma considerable con la temperatura a consecuencia de los fenómenos de radiación y convección.

La eficacia térmica de la cámara de aire, muy pequeña como dijimos y vamos a demostrar, se expresa por el cociente de su espesor por el coeficiente de conductibilidad correspondiente, según las curvas del cuadro.

Se puede observar que entre los espesores de 4 y 10 cm. dicho coeficiente es casi constante y queda comprendido entre los valores de 4, 4 y 5. Por consiguiente, la eficacia térmica de la cámara de aire es prácticamente independiente del espesor de la misma.

Vamos a ver, sobre un caso concreto, que efectivamente la cámara de aire tiene muy poca eficacia y no puede compararse, en manera alguna, con un revestimiento aislante de buena calidad.

El conocimiento de lo anterior ha llevado a prescindir por completo de las cámaras de aire a muchos arquitectos y constructores, sustituyéndolas con materiales aislantes de alta eficacia térmica; esta es la única solución racional y eficaz al problema del aislamiento térmico.

EJEMPLO CONCRETO DE UN CHALET

A título de ejemplo vamos a estudiar el caso de un chalet protegido con cámara de aire y luego el mismo chalet aislado. Supondremos que este chalet, situado en Madrid, tiene como dimensiones 10 m. $\times$ 12 m. $\times$ 6 m.; la cubierta es de tejado inclinado de 3 m. de flecha. Tomaremos como base, asimismo, un grueso de muros del chalet de 38 cm., sea, aproximadamente, 1 1/2 pies de ladrillo corriente, con cámara de aire de 8 cm. y tabique de panderete de 3,5 cm.; revoques exterior de cemento de 20 m/m. e interior de yeso de 15 m/m.

En cuanto a la cubierta, la supondremos de teja plana corriente sobre listones con juntas cerradas, cámara de aire de altura media igual a 0,50 y enlucido de yeso sobre cañizo o tela metálica bajo correas.

Se llama coeficiente de transmisión de calor K a la cantidad de calorías que pasa por 1 m². de la superficie, y por hora, cuando la diferencia de temperatura entre ambas caras es 1° C.

Dicho coeficiente se calcula por la fórmula:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_2}$$

α_1 — es el coeficiente de cambio de calor en la cara exterior.

α_2 — es el coeficiente de cambio de calor en la cara interior.

$\lambda_1 \lambda_2 \dots$ son los coeficientes de conductibilidad térmica de los varios elementos que entran en la composición del muro.

$e_1 e_2 \dots$ los espesores de los mismos expresados en metros.

En el caso que nos ocupa:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 7 \\ \alpha_2 &= 20 \end{aligned} \left\{ \begin{array}{l} \text{Cifras admitidas por las máximas} \\ \text{autoridades en la materia.} \end{array} \right.$$

1.º CASO DEL CHALET AISLADO CON
CÁMARA DE AIRE.

Muros (con cámara de aire de 8 cm.):

Cemento	$e_1 = 0,020$	$\lambda_1 = 0,75$	Coeficiente λ tomados del libro de los señores Boscut y Villatte El aislamiento térmico y acústico y el acondicionamiento del sonido en la construcción.
Ladrillos	$e_2 = 0,380$	$\lambda_2 = 0,75$	
Cámara de aire.	$e_3 = 0,080$	$\lambda_3 = 0,40$	
Panderete	$e_4 = 0,035$	$\lambda_4 = 0,30$	
Yeso	$e_5 = 0,015$	$\lambda_5 = 0,25$	

y desarrollando la fórmula:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{7} + \frac{0,020}{0,75} + \frac{0,380}{0,75} + \frac{0,080}{0,40} + \frac{0,035}{0,30} + \frac{0,015}{0,25} + \frac{1}{20}$$

$$= 0,143 + 0,027 + 0,507 + 0,200 + 0,117 + 0,060 + 0,050 = 1,104$$

de donde:

$$\frac{1}{K} = 1,104 \text{ y } K = \frac{1}{1,104} = 0,905 \text{ Cal/m}^2\text{/h.}$$

Cubierta:

Según Rietschel, Jürges y Gröber, tenemos:
 $K = 5 \text{ Cal/m}^2\text{/h.}$

Ventanas (sencillas con marco de madera):
Según los mismos investigadores, tenemos:
 $K = 5 \text{ Cal/m}^2\text{/h.}$

En cuanto a las puertas exteriores, tratándose de una superficie muy pequeña, no las tendremos en cuenta para simplificar los cálculos.

2.º CASO DEL CHALET AISLADO CON
UN BUEN AISLANTE.

Supondremos que paredes y tejado del mismo chalet han sido aisladas con un espesor de 5 cm. de fibra de vidrio, material hoy muy empleado en la construcción. El coeficiente de conductibilidad térmica de este material, a la temperatura atmosférica, es del orden de 0,029.

Muros:

Tenemos:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{7} + \frac{0,02}{0,75} + \frac{0,38}{0,75} + \frac{0,050}{0,29} + \frac{0,035}{0,30} + \frac{0,015}{0,25} + \frac{1}{20}$$

$$= 0,143 + 0,027 + 0,507 + 1,724 + 0,117 + 0,060 + 0,050 = 2,628$$

Luego:

$$K = \frac{1}{2,628} = 0,38 \text{ Cal/m}^2\text{/h.}$$

Cubierta:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{5} + \frac{0,050}{0,029} = 0,20 + 1,724 = 1,924$$

Luego:

$$K = \frac{1}{1,924} = 0,519 \text{ Cal/m}^2\text{/h.}$$

Pavimentos

"Arri"

(Patentado)

Parquets Artísticos de Madera

Su colocación es exacta a la del mosaico. Se fabrica en medidas de 20 × 20

Villava

(Navarra)

CUARTOS DE BAÑO - INSTALACIONES SANEAMIENTO

Valentín Inducain

San Fermín, 2

PAMPLONA

Teléfono 1224

HOJALATERIA Y FUMISTERIA
INSTALACIONES DE
AGUA CALIENTE Y FRIA

CUARTOS DE BAÑO Y SANEAMIENTO
CALEFACCIONES
ELECTRICIDAD

Sucesor de Zalvide

Estafeta, 65 - Teléfono 1778

PAMPLONA

Sinforiano Goñi

PINTURA DECORATIVA

P A M P L O N A

Ventanas:

Sin variación, sea el mismo K ya indicado.

Si comparamos los respectivos resultados, observamos inmediatamente que el aislante ya mencionado es en el caso de los muros unas dos veces y media más eficaz que la cámara de aire, y en el caso de la cubierta casi diez veces. Estas cifras hablan de por sí tan elocuentemente que considero inútil todo comentario.

Estudiaremos ahora concretamente las pérdidas de calor en el chalet que nos ocupa.

A) CALCULO DE LA CALEFACCION

Vamos a estudiar la calefacción del mismo chalet aislado con cámara de aire, de un lado, y con fibra de vidrio, de otro lado.

En invierno no es suficiente la temperatura ambiente para asegurar las condiciones normales de vida. Para elevar la temperatura de los locales y mantenerla en el punto deseado es necesaria una aportación de calorías, que se logra por medio de la combustión de leña, carbón u otro combustible.

En el caso que vamos a estudiar aquí nos referimos exclusivamente al sistema de calefacción central por agua caliente, muy generalizado; pero empleando cualquier otro sistema, el problema es análogo.

La calefacción introduce un determinado número de calorías en los locales; ahora bien, parte de las calorías aportadas se pierden por todas las superficies del edificio que dan al exterior, en cantidad directamente proporcional a la permeabilidad térmica de dichas superficies e inversamente proporcional al sistema o protección térmica que éstas poseen.

Una vez lograda la temperatura deseada, o sea, aproximadamente, 18° , las calorías aportadas son exactamente iguales a las que se pierden, ya que, de no ser así, la temperatura subiría o bajaría, pero nunca permanecería constante.

Para conocer la cantidad de calorías que es necesario introducir en el chalet que nos ocupa, basta con calcular la cantidad igual de calorías que se pierden por las paredes del edificio durante el mismo lapso de tiempo, entendiéndose por paredes tanto los muros como la cubierta, puertas, ventanas, etcétera, etc.

Ya hemos visto que un elemento de construcción pierde por metro cuadrado y hora, y por cada grado de diferencia de temperatura entre el exterior y el interior, K calorías. Si la superficie que pierde tiene X metros cuadrados, y la diferencia de temperatura entre la calle y el interior es P grados; la pérdida total horaria será:

$$Q = X \times K \times P$$

La instalación de calefacción debe ser suficiente para aportar al local las calorías necesarias en los días de más frío. En Madrid se considera que la temperatura en estos días es de -2° , y la deseable en una vivienda, 18° durante el día, admitiéndose que dicha temperatura pueda bajar hasta 14° en las altas horas de la noche, después de apagar la calefacción.

Si un edificio tiene x_1 m2. de muros exteriores, x_2 m2. de cubierta y x_3 m2. de puertas y ventanas, siendo K_1 , K_2 y K_3 los coeficientes de transmisión correspondiente, t_1 la temperatura interior deseada y t_2 la exterior más fría. La cantidad de calorías que perderá el edificio por hora y, por consiguiente, la cantidad igual de calorías que será necesario introducir por medio de la calefacción, será la siguiente:

$$Q = (x_1 K_1 + x_2 K_2 + x_3 K_3) (t_1 - t_2)$$

Cada m2. de superficie de radiadores irradia cada hora 450 calorías. Por consiguiente, la superficie total, en metros cuadrados, de los radiadores necesarios, será:

$$S \text{ m2.} = \frac{Q}{450} = \frac{(x_1 K_1 + x_2 K_2 + x_3 K_3) (t_1 - t_2)}{450}$$

HUARTE Y CIA., S. L.

CAPITAL: 8.000.000 DE PESETAS

CONSTRUCCIONES EN GENERAL - INDUSTRIAS METALICAS
CARPINTERIA METALICA - OBRAS PUBLICAS

Casa Central: PAMPLONA

Plaza del Castillo, 21 - Tel. 1955

Oficinas en MADRID

Av. José Antonio, 76 - Tel. 228301

El chalet estudiado tiene de superficies:

Muros:

$$[(10 + 12) \times 2] \times 6 = 264 \text{ m}^2. - 26 \text{ m}^2. \text{ de ventanas} = 238 \text{ m}^2.$$

Techo (2 m. altura sobre el nivel superior del muro):

$$2 \times 12 \times \sqrt{6^2 + 2^2} = 152 \text{ m}^2.$$

1.º CHALET CON CÁMARA DE AIRE.

Utilizando la fórmula primera y acoplándola a los valores del coeficiente de transmisión de calor K y a las superficies correspondientes, tendremos como valor de la pérdida de calorías del edificio, por hora:

$$[(238 \times 0,905) + (152 \times 5) + (26 \times 5)] \times 20 = 22.107 \text{ Cal/h.}$$

Y la superficie de radiadores necesarios para compensar esta pérdida:

$$\frac{22.107 \text{ Cal/h.}}{450 \text{ Cal/h.}} = 49,12 \text{ m}^2.$$

2.º CHALET AISLADO.

La pérdida horaria del edificio con aislamiento será:

$$[(238 \times 0,38) + (152 \times 0,519) + (26 \times 5)] \times 20 = 5.986 \text{ Cal/h.}$$

Y la superficie de radiadores:

$$\frac{5.986 \text{ Cal/h.}}{450 \text{ Cal/h.}} = 13,30 \text{ m}^2.$$

ECONOMÍA DE RADIADORES.

La economía de radiadores obtenida aislando el chalet es:

$$49,12 - 13,30 = 35,82 \text{ m}^2.$$

Hemos prescindido de la pérdida de calorías por renovación del aire, cantidad pequeña comparada con la pérdida por paredes y, naturalmente, igual en ambos casos.

Esta economía de radiadores representa aproximadamente unas 40.000 ptas., mientras que el costo total del aislamiento sería del orden de 13.000 ptas. La sustitución de la cámara

de aire por el aislante previsto produce, por consiguiente, una economía inicial de unas 27.000 ptas. en el momento de construir.

B) CALCULO DE LA ECONOMIA DE COMBUSTIBLE

Las temperaturas medias del aire atmosférico en Madrid, durante el período de calefacción, son:

Novbre.	Dicbre.	Enero	Febrero	Marzo	Promedio
8°,2	5°,3	4°,8	6°,2	8°,8	6°,6

La temperatura que se exige en el interior de las viviendas es, generalmente, de 18° durante doce horas, pudiéndose admitir que la temperatura puede bajar hasta 14° en el momento más frío de las otras doce horas. Durante estas últimas doce horas, la temperatura media en el interior de las viviendas deberá ser, por consiguiente:

$$(18^\circ + 14^\circ) : 2 = 16^\circ$$

La temperatura media en las veinticuatro horas del día será, por consiguiente:

$$(18^\circ + 16^\circ) : 2 = 17^\circ$$

Un error que se cometió con frecuencia cuando se trata de calcular las calorías a introducir en el chalet, sea la economía de combustible, es el de limitarse a considerar las doce horas durante las cuales suele funcionar la calefacción. Durante las otras doce horas, la construcción sigue perdiendo calorías, que son las que se han almacenado en los muros, pisos, muebles, etc., mientras funcionaba la calefacción.

Para calcular la cantidad de calorías a introducir en la construcción durante el invierno, conviene considerar que durante los cinco meses de funcionamiento de la calefacción será conveniente aportar en el interior del edificio la cantidad de calorías suficiente para mantener una temperatura media de 17°, mientras que el aire ambiente está a una temperatura media de 6,6°

Llamando T_m a la temperatura media en los cinco meses

CEMENTOS PORTLAND

(S. A.)

FABRICANTE DE LOS CEMENTOS PORTLAND

CANGREJO - DIAMANTE

Fábrica en OLAZAGUTIA

Producción: 180.000 toneladas

Estella, 6, pral.

PAMPLONA

TALLER DE ESCULTURA Y DECORACION
ESPECIALIDAD EN ESTILOS

Elorza y Cía.

TALLERES:

CALLE DE LA MEDIA LUNA, 30

E ITURRALDE Y SUIT

PAMPLONA

Tejería Mecánica de SEGURA HERMANOS

Cuentas Corrientes: { LA VASCONIA
BANCO POPULAR ESPAÑOL

TEJAS Y LADRILLOS
DE TODAS CLASES
TUBERIA PARA HUMOS

PAMPLONA

TELEFONOS:

Plaza del Castillo, 15

Fábrica: 2551 Oficinas: 2553

MATERIALES DE CONSTRUCCION

GABRIEL CHALMETA

CALEFACCIONES - SANEAMIENTO

DIRECCION:

Almacén y Oficinas:

Teléfono 1430

Navarro Villoslada, 7

PAMPLONA

considerados, y tomando como base un aprovechamiento de 4.000 Calorías/Kg. de carbón, el peso en kilos de este combustible será el siguiente para la temporada mencionada (24 horas $\times$ 30 días $\times$ 5 meses = 3.600 horas):

$$\text{Kgs.} = \frac{[(x_1 K_1 + x_2 K_2 + x_3 K_3) \times (17^\circ - T_m)] \times 3.600 \text{ h.}}{4.000 \text{ Cal.}}$$

Tenemos pues:

1.º CASO DEL CHALET AISLADO CON CÁMARA DE AIRE.

$$\text{Kgs.} = \frac{[(238 \times 0,905) + (452 \times 5) + (26 \times 5)] \times (17 - 6,6) \times 3.600}{4.000 \text{ Cal.}} = \frac{41.382,432}{4.000} = 10.345 \text{ Kgs.}$$

2.º CASO DEL CHALET AISLADO CON UN BUEN AISLANTE.

$$\text{Kgs.} = \frac{[(238 \times 0,38) + (152 \times 0,519) + (26 \times 5)] \times (17 - 6,6) \times 3.600}{4.000 \text{ Cal.}} = \frac{11.206,540}{4.000} = 2.801 \text{ Kgs.}$$

La economía de carbón es, por lo tanto, de:
10.345 - 2.801 = 7.544 Kgs.

Hemos dicho que un kilo de carbón desprende unas 4.000 calorías. La potencia calorífica de un buen carbón es superior a esta cifra, pero cualquier caldera tiene un rendimiento que no es nunca 100 por 100, pudiéndose considerar un rendimiento de 60 por 100 como bastante aceptable. La práctica demuestra que la cifra admitida de 4.000 calorías aprovechables por kilo de carbón es bastante optimista, de modo que la economía práctica de carbón es generalmente superior a la cifra calculada.

Si suponemos que el costo de la tonelada de carbón es de 400 ptas., vemos que la economía anual de combustible es de:

$$7,544 \text{ tns.} \times 400 \text{ ptas.} = 3.017,60 \text{ ptas.}$$

C) ASPECTO ECONOMICO DE CONJUNTO DEL AISLAMIENTO

Hemos visto que la sustitución de la cámara de aire clásica por un buen aislante produce una economía de radiadores que se traduce por un ahorro de 27.000 pesetas en el momento de construir.

El ahorro de combustible, de unas 3.000 pesetas anuales, representa, en realidad, una renta suplementaria para el propietario, la cual, capitalizada al 6 por 100, representa un capital de 50.000 pesetas. Este concepto nos parece razonable, ya que la construcción de un edificio representa una inversión de capital que se traduce por un rendimiento o interés anual, y que una diferencia en el gasto anual de 3.000 pesetas representa, efectivamente, una renta suplementaria, renta al 6 por 100 de un capital de 50.000 pesetas.

La sustitución de la cámara de aire por un buen aislante produce, pues, una economía inicial, muy interesante, de 27.000 pesetas, y, además, representa, por el ahorro anual de combustible de calefacción, una renta de 50.000 pesetas, sea un total de:

$$27.000 \text{ pts.} + 50.000 = 77.000 \text{ pts.}$$

Un chalet como el de nuestro ejemplo, cuya superficie construída en sus dos plantas es de 240 metros cuadrados, puede muy bien, al valor actual de la construcción, costar, aproximadamente, de 250.000 a 300.000 pesetas.

El ahorro total producido por la sustitución de la cámara de aire por un buen aislante representa, por consiguiente, un 25 a un 30 por 100 del costo del edificio.

Esta cifra es considerable, y puede sorprender, pero creemos que nuestros cálculos son perfectamente correctos, y, además, la experiencia nos ha permitido comprobar en muchas ocasiones que la realidad se amolda perfectamente a ellos, con un pequeño margen de errores, siempre admisible en esta clase de cálculos.

CONSTRUCCIONES

Hijos de SECUNDINO ERROZ

TALLERES DE CANTERÍA Y MARMOLES - CARPINTERÍA
Y CERRAJERÍA - ASERRADERO DE MADERAS - CON-
STRUCCIONES EN GENERAL - HORMIGON ARMADO

TALLERES Y OFICINAS:

Teléfono 2774

BARRIO SAN JUAN

P A M P L O N A

La impresión de la persona que decide sobre la cámara de aire o colocación de un aislante, arquitectos o propietarios, es que dicho aislante, si bien proporcionará ventajas, costará dinero, ya que, evidentemente, la fibra de vidrio y el corcho, que son los dos aislantes más empleados y los más serios, cuestan cierta cantidad de dinero. Pero un examen más profundo del asunto, como el que acabamos de hacer, demuestra, en realidad, que este desembolso se traduce por una economía; economía en el momento de construir (gracias a la reducción del sistema de calefacción) y economía progresiva por reducción considerable en el gasto de combustible. La necesidad en la construcción moderna de sustituir la cámara de aire por un buen aislante aparece, pues, como evidente.

D) ASPECTO «CONFORT» DEL AISLAMIENTO

Además del ahorro del dinero que produce el empleo de un buen aislante en sustitución de la cámara de aire, existe otro aspecto que no es menos importante para las personas que van a vivir en el edificio, y es el aumento del *comfort*.

En efecto, en invierno se puede mantener la misma temperatura interior con un gasto menor de combustible; además, en una casa aislada, la temperatura se conserva mejor después de apagada la calefacción; del mismo modo se alcanza rápidamente la temperatura deseada al poco rato de encender ésta. Nuestra experiencia es que en una casa donde hacía falta que transcurrieran tres horas después de haber encendido la calefacción para alcanzar en la vivienda una temperatura aceptable, una vez aisladas éstas, la misma temperatura se alcanzaba en menos de una hora.

En verano las casas correctamente aisladas con un buen aislante presentan sobre las otras una ventaja que todos conocemos; también esta ventaja se puede valorar en fórmulas y números, lo cual no haremos aquí, por ser muy extenso el estudio de dicha cuestión.



A. ZAPATERIA AMORENA

ELECTRICIDAD

MATERIAL ELECTRICO - RADIO
MOTORES - TRANSFORMADORES - ASCENSORES Y MONTA-CARGAS-LINEAS ALTA TENSION

REPARACIONES ELECTRICAS
CENTRALES - BOBINADOS
MAQUINARIA INDUSTRIAL
INSTALACIONES

Despacho y Ventas: POZOBLANCO, 24-26 - Teléfono 1149

Taller y Domicilio: AVDA. FRANCO, 9 - Teléfono 1187

P A M P L O N A