

SECCION DE ICTIOLOGIA Y PISCICULTURA

PURIFICACION DE LOS RIOS GUIPUZCOANOS

— N.º V —

Expuesta en MUNIBE (1), revista publicada por el Grupo de Ciencias Naturales Aranzadi de la Real Sociedad Vascongada de Amigos del País, mi opinión sobre este tema, no pensaba volver sobre el mismo; pero un buen amigo publicó en "Aranzadiana", hoja mensual del Grupo Aranzadi, una nota en la que, recogiendo el ambiente reinante acerca del asunto, manifestaba que la solución económica del mismo no respondía a la realidad, e invitaba a que se expusieran opiniones que serían recibidas en MUNIBE con los brazos abiertos, sin que hasta la fecha haya sido atendida su invitación.

Según he venido exponiendo en mis trabajos anteriores, al decidirme por el estudio de este problema, lo hice con el buen deseo de exponer, dentro de mis conocimientos, con toda sinceridad, las soluciones que la técnica industrial moderna, sobre el tema, recomendaba como más eficaces.

Seguramente por falta de condiciones literarias, aquéllas no fueron desarrolladas con suficiente claridad, o bien, la exposición excesivamente concreta del asunto dejaba entrever lagunas que, naturalmente, no podían satisfacer al técnico exigente. Todo esto me mueve a coordinar cuanto he expuesto en los trabajos anteriores, y, como es posible que se repitan algunos conceptos tratados en éstos, ruego me perdonen, pues ello tiene como finalidad llegar al objetivo con la mayor claridad posible.

Entretanto, he examinado detenidamente la literatura técnica acerca del problema, con objeto de poder satisfacer, ante todo, mis exigencias de técnico, para, satisfechas, exponerlas en la forma que mis aptitudes literarias me lo permitan.

Como era lógico, la primera de mis preocupaciones ha sido la de indagar la razón por la cual, desde el nacimiento del procedimiento de fabricación de celulosa por tratamiento alcalino, las fábricas que lo adoptaron dispusieron de la instalación de recuperación del producto químico empleado en dicha fabricación.

¿Fué esto debido a razones de purificación de las aguas residuarias?

(1) MUNIBE 1954, págs. 62/69, 137/148, 295/307.
" 1955, " 185/189.

Creo, sinceramente, que no, porque los ríos a los que vertían estas aguas las absorbían sin producir perturbación alguna en la vida acuática, dada la reducida capacidad de producción de las fábricas primeramente instaladas.

Entonces, ¿por qué cada fábrica disponía de la instalación de purificación, por recuperación química, correspondiente?

Exclusivamente, a mi juicio, por razones de orden económico, ya que, a pesar de los rudimentarios medios con los que contaban para este fin, el Horno de Porión, que exigían para la combustión de los residuos sólidos de las lejías negras el empleo de combustible auxiliar, con su costo correspondiente, el rendimiento económico de la instalación de recuperación era suficiente para amortizarla rápidamente.

Desde primeros del siglo en curso la industria de la celulosa ha adquirido un desarrollo gigantesco, por algo alimenta las enormes máquinas de fabricar papel para la prensa diaria, cuya capacidad unitaria es superior a la global guipuzcoana, presentando una serie de problemas referentes a impurificación de los ríos, por aumento idénticamente gigantesco del volumen de aguas residuarias vertidas a ellos; a necesidades de aprovechamiento al máximo de los productos contenidos en estas aguas, para reducir los precios de costo al mínimo, etc., que incitaron a los técnicos a resolverlos, tanto para la gran industria como para la pequeña, la que, por causas de fuerza mayor, se ha visto obligada a instalar su propia fabricación de celulosa al margen de los ríos en que nacieron y vivieron sin ocasionarles perturbación alguna, hasta que las capacidades de producción aumentaron en proporción desordenada en relación con la posibilidad de absorción de las referidas aguas por los ríos a los que se vierten éstas.

* * *

Quizás, extrañe que solamente trate del problema que plantean las aguas residuarias procedentes de la fabricación de celulosa por tratamiento alcalino, mas ello está justificado porque éste es el método empleado por la industria de la celulosa en Guipúzcoa. También, puede ser que pregunten si solamente cabe la purificación de las aguas residuales por recuperación termo-química, química, etc., o existen otros métodos de purificación, a lo que contesto que, efectivamente, pueden aplicarse otros procedimientos, que fueron expuestos en mis trabajos anteriores, pero todos ellos son bastante costosos y su rentabilidad no ofrece garantía alguna.

* * *

Entre los métodos recomendados por la técnica moderna en la materia ninguno más práctico, a mi juicio, que los que expongo a continuación, instalados casi en el 99% de las industrias celulósicas, pues, a excepción de algunas que utilizan los residuos de las lejiás negras para la fabricación de diversos productos químicos, cuya rentabilidad está garantizada por disponer de un mercado suficiente, etc., las demás emplean los métodos de purificación por recuperación química, termo-química, etc., de los productos sólidos contenidos en las lejiás negras.

Exige el estudio de un proyecto de esta naturaleza, cualquiera que sea el método de purificación a utilizar, el planteamiento de los siguientes estudios o balances.

Balancede líquidos
 " sólidos
 " térmico

de cuyos resultados se deducirán los datos básicos para concretar la instalación más apropiada en cada caso particular.

Balancede líquidos

Comprende su desarrollo, por una parte el cálculo de la cantidad de líquido contenido en la lejiadora en el momento de su vaciado, valor que nos da a conocer la concentración inicial de las lejiás negras; por otra la cantidad de agua a utilizar en el lavado de la celulosa, para eliminar de la misma las materias incrustantes que la acompañan, además del agente químico utilizado en el lejiado; entendiendopor agua no solamente la clara o limpia, sino la aprovechada en circuito cerrado para, con una eficiencia de lavado suficiente a los fines que la celulosa se destina, fabricación de papel o blanqueo, alcanzar la máxima concentración de la lejiá después del lavado, con una pérdida mínima del producto químico empleado en el lejiado.

Este estudio, para su ejecución, no ofrece dificultad alguna, sobre todo si se emplean los modernos métodos de lavado de la celulosa, pero aun en el caso de no disponerlos, por razones económicas, aquél no requiere un trabajo excesivo, siendo rigurosamente necesario el uso de un método de lavado racional, ya que, de no hacerlo, podría llegarse a concentraciones de la lejiá negra que imposibilitarían el empleo de métodos de purificación por recuperación química, termo-química, etc.

Balance de sólidos

Este es un complemento del balance de líquidos, pues su estudio se refiere al contenido de productos sólidos por kg. de lejía en cada uno de los procesos de lavado de la celulosa recién obtenida.

Comprende los factores siguientes, que constituyen el conjunto de productos sólidos que, como residuos, acompañan a la celulosa, separados de ésta por la acción del agente químico de lejiado sobre las materias incrustantes que acompañan al producto empleado para la obtención de la misma:

A) Productos no celulósicos, compuestos celulósicos degradados, etc., cuya cantidad es función del rendimiento obtenido, el cual, a su vez, depende de la intensidad del tratamiento, temperatura, concentración, etc., etc.

B) Contenido en sólidos del líquido utilizado para la disolución del producto empleado en el lejiado.

C) Cantidad de sosa cáustica, etc., añadida a la lejiadora.

Sumadas las cantidades resultantes por estos tres conceptos, su total representa el contenido de sólidos en la lejiadora, excluida la celulosa, en el momento de vaciarla, y, por lo tanto, nos da a conocer la cantidad de sólidos por Kg. de lejía negra, que debe vigilarse en las posteriores operaciones de lavado para llegar al final de la operación de lavado a la concentración máxima posible, con el fin de alcanzar el máximo rendimiento térmico, pues cuanto mayor sea aquélla, menor será la cantidad de agua a evaporar. Además interesa, también, vigilar la pérdida de producto químico para que su recuperación sea máxima, concretada por la cantidad de líquido, con su contenido sólido, retenido por la celulosa después de la última operación de lavado.

Balance térmico

Tiene por objeto conocer la potencia calorífica disponible en la instalación en proyecto, siendo el primer dato de interés a este fin, el concretar la cantidad de residuo sólido que se obtiene por tonelada de celulosa producida, y que es función de la materia prima a lejar, rendimiento alcanzado, etc., pudiendo admitir, teniendo en cuenta las materias primas utilizadas por la industria nacional, de 1.300 a 1.800 kgs. de productos sólidos por tonelada de celulosa seca.

Determinado este dato, según lo expuesto en el balance de sólidos, deben efectuarse los estudios siguientes:

1º.—Cálculo del poder calorífico de los residuos sólidos.

Para este fin se emplean los métodos corrientemente usados en los laboratorios, por vía directa o indirecta, deducida de la composición de la materia orgánica, única combustible, contenida en los referidos residuos sólidos.

2º.—Idem de la composición gravimétrica de los gases formados en la combustión de la materia orgánica, por los medios normalmente empleados para este objeto.

Conocidos estos datos, tendremos en nuestras manos la potencia calorífica disponible para su utilización en la concentración de la lejía hasta lograr el grado de sequedad necesario a su combustión, mas la disponible para su empleo en la producción de vapor, etc.

Interesa, naturalmente, que el calor a consumir en la concentración de la lejía sea mínimo, con el fin de disponer el mayor número de calorías posible para fines útiles, empleándose para este objeto los aparatos siguientes:

A).—Evaporadores de múltiple efecto, cuyo rendimiento no puede ser mejor para este objeto.

B).—Concentradores por contacto directo, para aprovechar al máximo el calor contenido en los gases de la combustión.

Ahora bien, según la finalidad que se desea obtener de la instalación de recuperación, varía el número de evaporadores a instalar, la disposición de los concentradores por contacto directo, la temperatura de los gases a su salida a la atmósfera, etc. Tratándose de una recuperación termo-química, es necesario añadir al estudio anterior el correspondiente al rendimiento de la caldera en función de la temperatura de salida de los gases, posibilidad de instalar economizadores o precalentadores de aire, etc.

Prácticamente podrán apreciar todo lo expuesto en los ejemplos referentes a instalaciones tipo, que según la finalidad a conseguir, paso a exponer.

Soluciones posibles

Caben varias soluciones al problema de purificación de las lejías negras, las cuales dependen de la capacidad de producción de la industria, precio del combustible, idem de la energía eléctrica, etc. pudiendo clasificarlas como sigue:

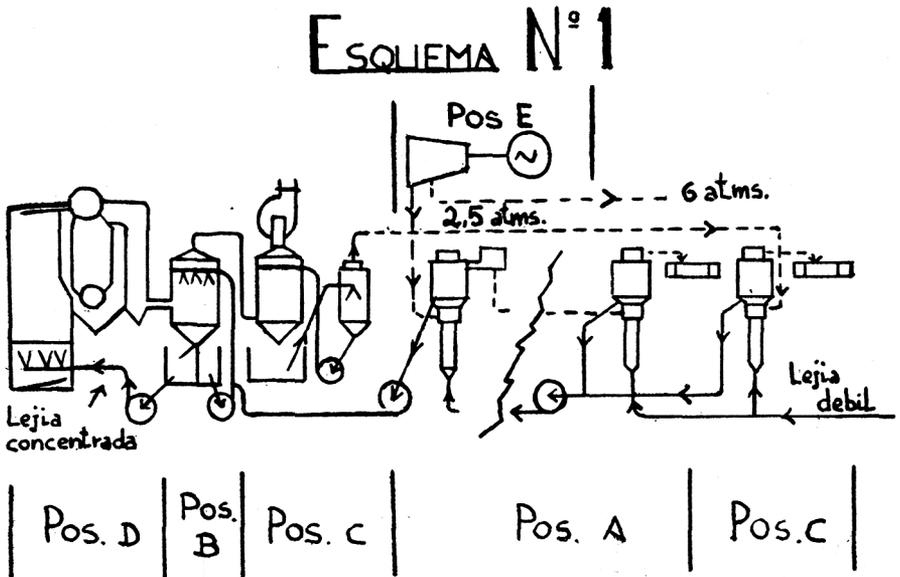
- 1.º—Purificación por recuperación termo-químico-energética
- 2.º— " " " " termo-química
- 3.º— " " " " química

Recuperación termo-químico-energética

Este método de recuperación es el más interesante, ya que aprovecha al máximo la energía termo-energética de los residuos sólidos de las lejas negras, pero el coste de la instalación es elevadísimo, por razón de los elementos que la integran, siendo indicadísima para instalaciones de gran capacidad de producción de celulosa, e incluso para capacidades de producción media, pues su amortización es mucho más rápida que para instalaciones de reducida capacidad de producción de celulosa.

Representa el esquema número 1 una instalación tipo de esta clase la que comprende los elementos siguientes:

A) Grupo de tres, cuatro o más evaporadores de múltiple efecto, según las condiciones de trabajo más favorables al fin de la instalación, deducidas del estudio térmico.



B) Concentrador por contacto directo de la lejía pulverizada, concentrada en los evaporadores de múltiple efecto, con los gases calientes de la combustión.

C) Recuperador de calor por calentamiento de agua pulverizada por contacto directo con los gases citados, con aprovechamiento de la mayor parte del calor latente del vapor de agua que acompaña a los mencionados gases, depósito de expansión y evaporador de simple efecto.

Estos últimos pueden ser sustituidos por concentradores tipo Arnaud, Bergstroem y Trobeck, etc., cuyo rendimiento es elevadísimo.

D) Caldera para la producción de vapor, de características apropiadas a la instalación, con su economizador y calentador de aire, dependiendo esto del estudio térmico correspondiente y de las condiciones de trabajo exigidas por la práctica.

E) Grupo turbo-alternador para la producción de energía enéctrica, de acuerdo con las características del vapor producido por la caldera anterior.

Cuando se trata de instalaciones de gran importancia se incluye un filtro eléctrico para la recuperación de las cenizas sódicas arrastradas por los gases de la combustión.

F) Aparatos auxiliares para la disolución de las cenizas sódicas, caustificación, filtración, etc., no especificados en el esquema.

Concretamente expongo a continuación las posibilidades de una instalación de esta naturaleza, con objeto de no alargar excesivamente este trabajo, referidos a una tda. de celulosa seca.

Balance de líquido-sólidos

Concentración inicial de la lejía	200	grs. por litro
Contenido sólido por tda. de celulosa seca	1.400	Kgs.
Agua por tda. de ídem	5.600	"
Concentración final de la lejía por litro	650	Grs.
Agua por tda. de celulosa seca	753	Kgs.
Cantidad de agua a evaporar por tda. de celulosa	4.847	"
Para evaporar esta cantidad de agua, según indica el esquema número 1, se		

instalan un grupo de evaporadores y otro de concentradores por contacto directo, entre los cuales se distribuye la cantidad de agua a evaporar como sigue:

Evaporadores de múltiple efecto, concentración a la salida de 360 grs. por litro. Agua evaporada por tda. de celulosa seca	2.358	Kgs.
Concentradores por contacto directo, agua evaporada por ídem	2.489	"

Balance térmico

Poder calorífico de un Kg. de residuo seco	3.200	Cal.
Calorías por tda. de celulosa seca	4.480.000	
Caldera para la producción de vapor a 25 atms., recalentado a 350 grados. Agua de alimentación a 90 grados. Aire caliente a 120 grados. Ambos calentados por medio de vapor a 2,5 atms. Calorías por Kg. de vapor	657	
Rendimiento de la caldera	65	%
Vapor a producir con las calorías disponibles	4.400	Kgs.
Consumo de vapor en los evaporadores de múltiple efecto	778	"
Consumo de vapor para calentar el agua	440	"
Consumo de vapor para calentar el aire	420	"
Vapor disponible para la fabricación	2.762	"

Podría aumentarse la cantidad de vapor disponible reduciendo la cantidad de agua a evaporar en los evaporadores a múltiple efecto y aumentar la de los concentradores por contacto directo, lo que deberá estudiarse en cada caso particular, según los resultados económicos que se deduzcan del estudio financiero del asunto.

Balance energético

Vapor disponible para la producción de KWH.	4.400 Kgs.
Turbo-alternador para 25 atms., tipo a contrapresión con dos extracciones, una a 6 atms. y otra a 2,5 atms. Vapor recalentado a 350 grados. Consumo de vapor por KWH	18 Kgs.
KWH a producir por tda. de celulosa seca	245
Consumo de KWH en los evaporadores, por tda. de celulosa seca	25
KWH disponibles para la fabricación	220

Balance de recuperación química

Suponiendo un consumo de productos químicos en el lejiado de 330 Kgs. por tda. de celulosa, con un rendimiento en la recuperación del 80% la cantidad de producto químico a recuperar por tda. de celulosa será de	260 Kgs.
--	----------

Resumen

Conclúyese de los balances estudiados que, por tda. de celulosa seca, puede recuperarse mediante la instalación correspondiente al esquema número 1 lo que sigue:

Producto químico	260 Kgs.
Kgs. de vapor para la fabricación	2.762 "
KWH para ídem	220

Valorizadas estas cifras, de acuerdo con la capacidad de producción de la fábrica correspondiente, nos demuestran la eficacia de las instalaciones de purificación de las lejías negras, pues su amortización es rápida, siendo esta la razón por la cual se utilizan tanto este tipo de instalaciones, especialmente para capacidades de producción de celulosa elevadas y medianas.

Recuperación termo-química

Tal como manifiesta el epígrafe de este capítulo, la finalidad de una instalación de este tipo, debe ser alcanzar, juntamente con la

Balance líquido-sólidos

Concentración inicial de la lejía negra	150 grs. litro
Materia seca por tda. de celulosa	1.400 Kgs.
Agua por tda. de celulosa seca	7.934 "
Concentración final de la lejía	580 grs. litro
Materia seca por tda. de celulosa seca	1.400 Kgs.
Agua por tda. de celulosa seca	1.014 "
Cantidad a evaporar	6.920 "

Esta será íntegramente evaporada en los evaporadores de múltiple efecto.

Balance térmico

Poder calorífico de un Kg. de residuo seco	3.200 Calorías
Calorías disponibles por tda. de celulosa seca	4.480.000
Caldera para la producción de vapor a 6 atms., vapor recalentado a 250 grados, precalentador de aire a 120 grados, economizador agua a 90 grados.	
Calorías necesarias por Kg. de vapor	614
Vapor a producir con las calorías disponibles	4.960 Kgs.
Vapor consumido por los evaporadores	2.352 "
Vapor disponible para la fabricación	2.608 "

Balance de recuperación química

Como en el caso anterior, Kgs. a recuperar	260 "
--	-------

Resumen

Resulta de los balances desarrollados que, por tda. de celulosa seca, puede recuperarse, mediante la instalación descrita, lo siguiente:

Producto químico	260 Kgs.
Vapor para fabricación	2.608 "

Podría mejorarse el rendimiento de la instalación estudiada colocando un concentrador por contacto directo para la producción de agua caliente, y destinarla para alimentar un evaporador de

simple efecto en el que se concentraría previamente la lejía negra.

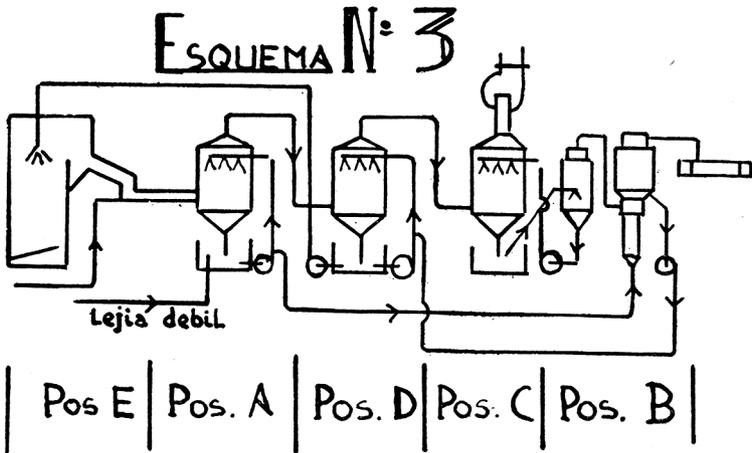
Valorizados, como en el caso anterior, los rendimientos obtenidos, los resultados les expresarán las posibilidades de amortización, etc., de una instalación de este tipo, las cuales no pueden ser más satisfactorias.

Purificación por recuperación química

Cuando se trata de instalaciones de reducida capacidad de producción de celulosa, coinciden todos los técnicos en que la instalación más apropiada es aquella que tiene por objetivo exclusivo la purificación de las lejías negras por recuperación del producto químico utilizado en el lejiado, ya que la instalación resultante es la más económica bajo todos los aspectos.

A tal fin basta concentrar las lejías negras al límite necesario para su combustión, sin adición alguna de combustible auxiliar, salvo para la puesta en marcha, pues el balance térmico es positivo siempre que, naturalmente, el lavado de la celulosa se efectúe en forma metódica, ya que de no hacerlo así puede llegarse a concentraciones de sólidos que imposibiliten la concentración necesaria para que la combustión se efectúe sin adición de combustible auxiliar.

Varias son las disposiciones que pueden utilizarse al objeto que se persigue con estos tipos de instalaciones, una de las cuales está representada en el esquema número 3.



Integran esta instalación los elementos siguientes:

A) Circuito de pre-concentración compuesto por un evaporador por contacto directo de las lejías negras de baja concentración con los gases calientes de la combustión.

B) Idem de concentración de las lejías procedentes del concentrador anterior en un evaporador de simple efecto alimentado por vapor producido por el circuito siguiente.

C) Idem de producción de agua caliente por contacto directo de ésta con los gases calientes de la combustión, con aprovechamiento de parte del calor latente del vapor de agua que acompaña a dichos gases, acoplado al evaporador de simple efecto.

D) Idem de concentración por contacto directo de la lejía procedente del evaporador de simple efecto con los ya mencionados gases.

E) Cámara de combustión alimentada por la lejía concentrada mas el aire necesario a la combustión de los sólidos contenidos en ella.

F) Aparatos de disolución, caustificación, filtración, etc.

Además del método expuesto en el esquema número 3 pueden utilizarse otros procedimientos, según las necesidades de la industria, elementos de que dispone, etc., tales como los siguientes concretamente desarrollados :

Disposición número 1

- A) Circuito de evaporación por simple efecto.
- B) " " producción de agua caliente.
- C) " " evaporación por contacto directo.
- D) Horno de Porión.

Disposición número 2

- A) Circuito de evaporación por simple efecto.
- B) " " producción de agua caliente.
- C) " " evaporación por contacto directo.
- D) Caldera para la producción de vapor a 3/5 atms.

Esta última disposición permite aprovechar una pequeña cantidad de vapor para las necesidades de la fabricación, con un aumento prácticamente reducido del costo de la instalación.

Resumen

Para los efectos de cálculo del rendimiento económico de la instalación debe tenerse en cuenta solamente el producto químico recuperado con las cenizas sódicas producidas en la combustión de los sólidos contenidos en las leñas negras, recuperación que puede llegar a 260 Kgs. por tda. de celulosa.

OBSERVACIONES

Conclúyese de cuanto he expuesto que la purificación de las leñas negras, con la correspondiente recuperación de las materias en ellas contenidas, satisface necesidades de orden social, ya que, además de cumplir con exigencias de este orden, aumenta la riqueza nacional, por aprovechamiento de las mencionadas materias

Ahora bien, la instalación a implantar debe elegirse de acuerdo con las necesidades a cubrir, es decir sería absurdo proyectar una instalación de características superiores o inferiores a las requeridas por aquellas necesidades, o bien que no exista equilibrio entre los distintos elementos que han de integrar la referida instalación. Supondría en el primer caso un despilfarro de capital, y en el segundo un uso indebido del mismo, dando origen en ambos casos a una disminución de la rentabilidad de la instalación y por lo tanto de la riqueza nacional.

Según esto, ante todo deba concretarse el tipo de instalación más conveniente, en cada caso particular, lo que dependerá entre otros factores: del precio de la energía eléctrica, del combustible, de la capacidad de la instalación, de la potencia térmica disponible, etc., pudiendo afirmar, generalizando, que para instalaciones de gran producción de celulosa es aconsejable instalar el método de purificación por recuperación químico-termo-energética, o termo-energética, mientras que para capacidades reducidas interesa emplear la purificación de las leñas negras por recuperación química exclusivamente, salvo algunos casos particulares.

Como se habrán dado cuenta, en cada uno de los métodos de purificación estudiados, se indican las bases que permiten llevar a cabo el estudio económico del asunto, una vez conocido el presupuesto de la instalación, los gastos totales de explotación, etc., con lo que podrán realizar cuantos estudios comparativos deseen para deducir de ellos la instalación más apropiada a las condiciones técnico-económicas de la industria en particular.

Refiriéndome al caso de las instalaciones de fabricación de celulosa existentes en Guipúzcoa, a mi juicio, salvo algún caso particular, la instalación más apropiada es la correspondiente a la purificación por recuperación química exclusivamente, por ser la que mejor responde a las condiciones técnico-económicas de aquéllas.

Expuse ya en el número 3 del año 1955 de MUNIBE el estudio económico de una instalación de este tipo. Posteriormente he tenido la oportunidad de mantener conversaciones con técnicos especialistas en la materia, quienes me han confirmado cuanto sobre este interesantísimo punto expuse en dicho número de MUNIBE, por lo que nada debo indicar a lo ya expuesto en el mismo.

Felipe PEÑALBA

