

REVISTA
DE
OBRAS PÚBLICAS
EDICIÓN INDUSTRIAL

Año 1906. 1.º MARZO Núm. 1588.

EMPLEO DE LOS HORNOS GIRATORIOS

EN LA FABRICACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND

La industria del *verdadero cemento portland*, que hasta hace muy pocos años era desconocida en España, ha adquirido recientemente importante desarrollo desde que se hallan en explotación algunas fábricas nacionales, que en nada desmerecen de las extranjeras más reputadas, tanto por la perfección de los mecanismos en ella instalados para la trituración, molido y calcinación de los materiales que integran el cemento portland, como por la excelente calidad del producto que obtienen.

La más moderna de todas las establecidas en España, es la que ha montado en Olazagutia (Navarra) la Sociedad anónima «Cementos Portland», con domicilio en Pamplona, y que por su importancia merece ser descrita, sobre todo la parte relacionada con el sistema de calcinación empleado. La mencionada fábrica, que se halla en funcionamiento normal hace próximamente ocho meses, tiene establecidos hornos giratorios, á cuya descripción vamos á dedicar algunas líneas.

Noticias históricas.—La invención de los hornos giratorios aplicados á la calcinación del cemento, es de origen inglés. Hacia el año 1885, M. Ransome instaló el primer horno en una de las fábricas de las orillas del Támesis para fabricar cementos artificiales preparados por vía seca.

El horno se hallaba constituido por un cilindro inclinado de 8 metros de longitud, apoyado sobre rodillos en tal forma dispuestos que pudiera girar alrededor de su eje. Las materias que constituyen el cemento, después de mezcladas en las proporciones convenientes, se introducían en forma de polvo finamente pulve-

rizado por la extremidad más elevada y descendían en el horno siguiendo su inclinación, merced al movimiento lento de rotación de que se hallaba animado. La calcinación se hacía quemando gas producido en un gasógeno é inyectado en el horno con la ayuda de un tiro forzado de aire y vapor. Se obtenía el cemento cocido bajo la forma de pequeñas masas porosas de fácil molido.

Desde aquella época, en que los ensayos fueron coronados de poco éxito, se han ido introduciendo numerosos perfeccionamientos en los hornos giratorios, debidos principalmente á M. Giron, Director de la renombrada fábrica Atlas, y á M. Navarro. Merced á estos adelantos, que han convertido á los hornos en aparatos prácticos y económicos, la industria del cemento, que apenas se había iniciado en América el año 1890, ha alcanzado un desarrollo enorme en los últimos años. La producción de cemento portland en los Estados Unidos el año 1891 era tan sólo de 77.319 toneladas y hoy alcanza la cifra de 4 millones, de las cuales el 98 por 100 provienen de la calcinación en hornos giratorios.



MASCHINENFABRIK OERLIKON
OERLIKON-ZÜRICH

París 1900
Grands Prix

Numerosas instalaciones
en la Península

PARA ESPAÑA Y PORTUGAL

HUBER Y COMPAÑÍA EN COMANDITA

SOCIEDAD ESPAÑOLA OERLIKON

PRINCIPE, 30.—**MADRID**.—HUERTAS, 11.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE TODAS CLASES Y POTENCIAS

Transportes y distribuciones de fuerza.	Tranvías y ferrocarriles eléctricos.
Alumbrado eléctrico.	Grúas y ascensores eléctricos.
Electroquímica.	Electromotores. transportables.

GENERADORES Y MOTORES de corriente continua, alternativa y polifásica.

TRANSFORMADORES

MAQUINAS-HERRAMIENTAS

TURBINAS DE VAPOR OERLIKON

Sistema RATEAU
con potencia hasta 5.000 caballos, gran
rendimiento y moderada velocidad.




En América hasta el año 1895, el único combustible empleado en los hornos giratorios fué el petróleo sin refinar, pero desde el momento en que el valor de éste adquirió un precio elevado que hacía imposible la fabricación del cemento, en ciertas comarcas donde las canteras de marga abundaban, ensayaron los Ingenie-

(Dinamarca) el año 1898, habiéndose hecho luego numerosas instalaciones, principalmente en Alemania, por las casas Smiath y Fellner Zugler entre otras. En Inglaterra las patentes y procedimientos Atlas (Hurry et Seaman), han sido adquiridos por la The Portland Cement Manufacturers Co (antiguas fábricas Barley et

2.º Cilindro también de palastro destinado al enfriamiento del cemento calcinado.

3.º Secadero para la mezcla de caliza y arcilla.

4.º Secadero para el carbón que ha de inyectarse en el horno.

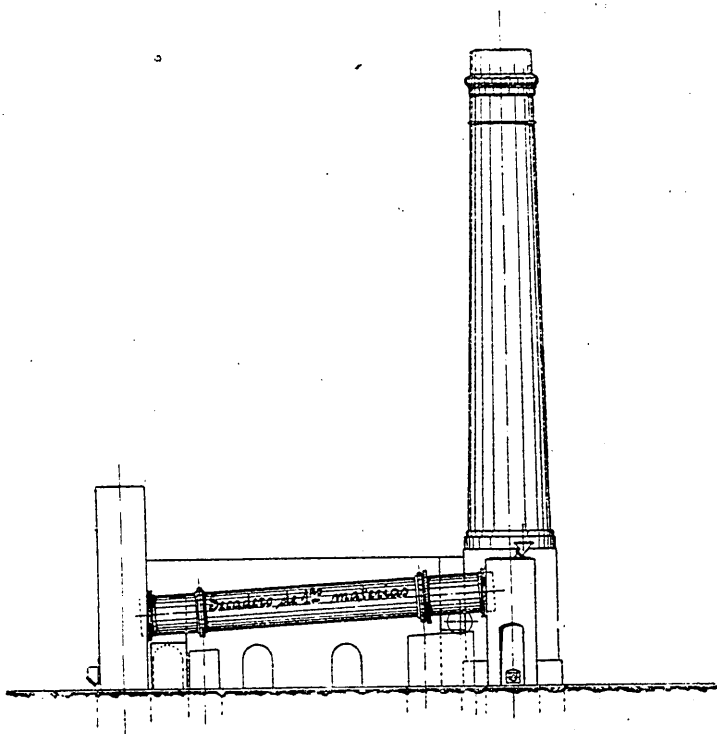
5.º Molino para convertir el carbón en polvo finísimo.

En la fábrica de Olazagutia, que emplea el procedimiento de fabricación por vía seca, se han montado dos hornos giratorios, teniendo todo preparado para instalar el tercero.

El cilindro que constituye cada horno está formado por chapas Siemens-Martin, teniendo 2 metros de diámetro y 25 de longitud, y se halla revestido interiormente de ladrillos refractarios. Su extremidad superior se apoya en una galería, revestida también de ladrillos refractarios, por la cual se escapan a la chimenea los productos de la combustión.

Entre la cabeza superior del horno y la galería en donde se apoya, queda cierto juego necesario para el movimiento de rotación. El cilindro está apoyado por la interposición de anillos-guías, sobre rodillos ligeramente inclinados, y recibe movimiento por medio de ruedas de engranaje que le comunican velocidades variables, siendo la marcha normal de $\frac{3}{4}$ á 1 vuelta por minuto.

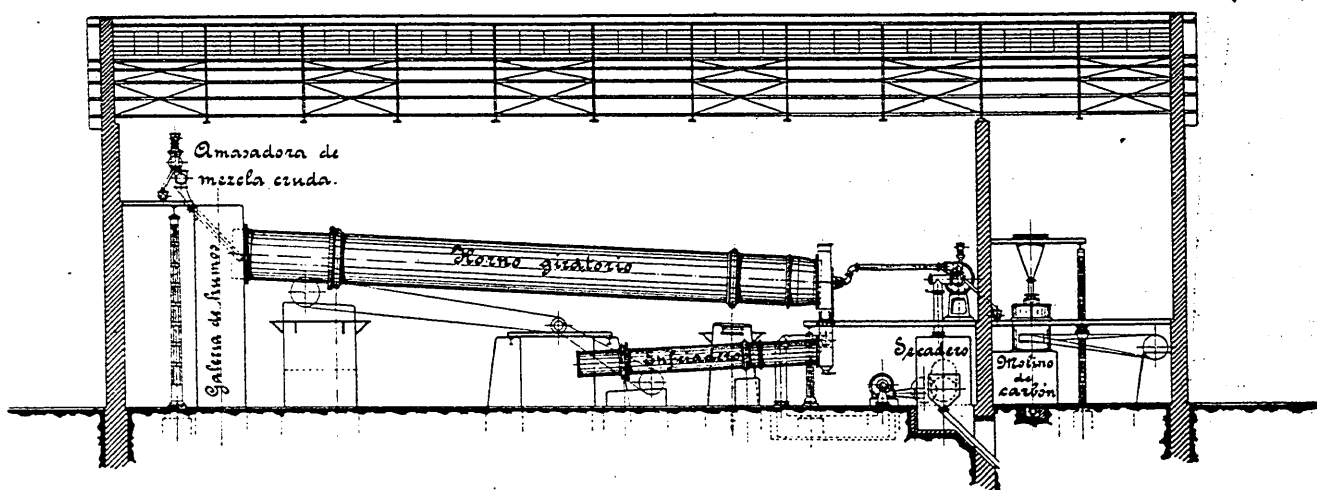
Tiene una inclinación el horno de 40 milímetros por metro desde la cabeza superior hasta la parte inferior, en donde por ser la temperatura muy elevada se le suele enfriar haciendo circular continuamente á su alrededor una corriente de agua, merced á la cual el horno trabaja con toda comodidad y se evita el pe-



ros el polvo de carbón finamente pulverizado, inyectado en los hornos á presión después de mezclado con aire en proporción conveniente. Tras de costosos ensayos, el buen resultado de esta innovación fué asegurado desde el año 1896, y á partir de esta fecha el éxito de los hornos giratorios ha sido extraordinario. La fabri-

White) por la suma de 5 millones de francos, y existen actualmente 28 hornos en marcha y otros muchos en construcción para transformar completamente todas las fábricas de la Compañía, que representan próximamente el 80 por 100 de la producción total de Inglaterra.

Descripción del horno giratorio.—Una



ca Atlas, que es una de las más importantes de América, posee 100 hornos giratorios del sistema Hurry et Seaman, produciendo 3.000 toneladas de cemento por día.

Este sistema de calcinación reapareció en Europa en la fábrica de Aalborg

instalación completa con hornos giratorios comprende los siguientes aparatos:

1.º Cilindro de palastro destinado á la calcinación de los materiales con distribuidor para que la mezcla de arcilla y caliza entre de un modo uniforme y continuo en el horno.

ligro de que sufran los palastros que forman dicha parte inferior.

Para conseguir una marcha regular es preciso que la mezcla cruda de caliza y arcilla penetre de un modo uniforme en el horno, y á este fin se dispone encima de la cabeza de entrada un distribuidor,

merced al cual se puede regular exactamente la cantidad de mezcla, que después de mojarse ligeramente ha de entrar para ser calcinada.

Por efecto de la inclinación y el movimiento de rotación del horno desciende la masa de caliza y arcilla en sentido contrario al de los gases de la combustión que van en sentido ascendente, puesto que el carbón penetra en el horno por la cabeza inferior después de haber sido finamente molido y mezclado con una corriente de aire caliente. Un distribuidor análogo al de la mezcla cruda sirve para graduar de un modo exacto las proporciones de aire y carbón que bajo presión ha de entrar en el horno por medio de

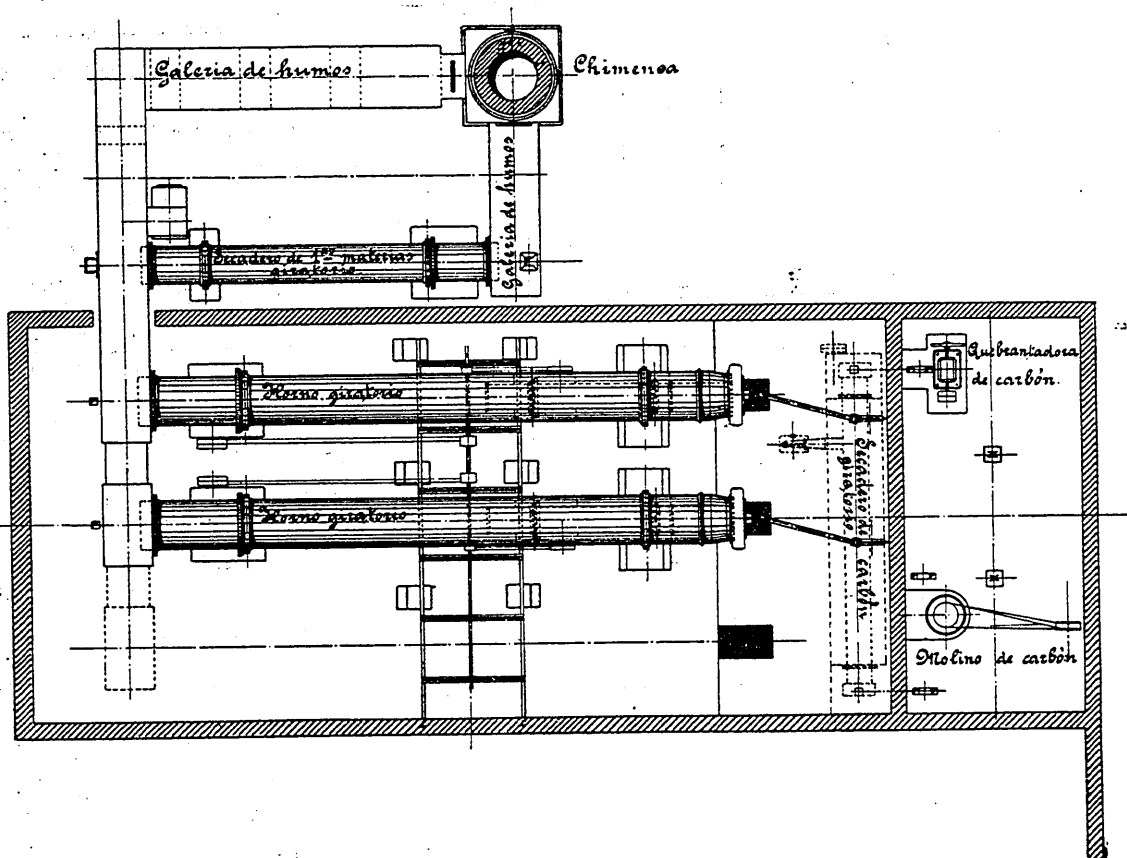
- 2.º Idem id. id. gris.
- 3.º Idem bien calcinadas de color negro.
- 4.º Partes vitrificadas.
- 5.º Polvo ligero de color amarillo procedente de partes mal calcinadas.
- 6.º Polvo pesado de color gris, resultante de cementos que han sufrido exceso de coadura.

Estos diferentes productos son clasificados á su salida del horno para obtener de ellos las clases siguientes de cemento:

El cemento llamado en Francia «administrativo» *Ciments des Ponts et Chaussées*, *ciment núm. 1*, resulta de la trituration de las partes negras bien cocidas,

pañando un cuadro deslumbrador de resistencias obtenidas en los grandes laboratorios y que solamente son verdaderas para el cemento núm. 1 bien escogido. Se comprende que en estas condiciones la marca no significa nada.

Con el procedimiento de los hornos giratorios, el apartado ó separación después de calcinado el cemento *queda suprimido absolutamente*. El comprador puede tener la completa seguridad de que el producto que adquiere es de primera calidad, y, por tanto, la marca de un cemento obtenido en estas condiciones viene á ser una garantía para la clientela. Produciéndose en el horno giratorio una combustión muy perfecta, no quedan en



una tobera que puede recibir inclinaciones variables.

La mezcla de caliza y arcilla pierde en la parte superior del horno el ácido carbónico hasta que llega á la zona de vitrificación, que está á pocos metros de la cabeza inferior. En esta parte es donde resulta el cemento calcinado, que después de salir del horno pasa al enfriadero, donde abandona calor al aire que sirve luego para la combustión.

Ventajas de los hornos giratorios sobre los hornos fijos para la obtención de cementos de mejor calidad.—Actualmente, con los hornos fijos, cualquiera que sea el sistema (Hoffmann, Dietrich, Aalborg, Johnson, Baudiere, Schneider, etc.) el cemento calcinado á su salida del horno se descompone en:

- 1.º Partes mal calcinadas de color amarillo.

mezcladas con el polvo pesado de color gris. *Es el cemento que sirve de base para los ensayos y sobre el cual se establece la reputación de la marca.*

El núm. 2, llamado «cemento comercial», está constituido por el resto de partes negras que no han sido utilizadas por el núm. 1, las partes grises, las vitrificadas, polvos grises, etc.

Las partes poco cocidas y el polvo ligero de color amarillo, á veces se las somete á nueva coadura, ó lo que es más general, suelen añadirse á la masa del cemento comercial si no representan una gran cantidad.

Tanto el cemento des *Ponts et Chaussées* ó administrativo, como el destinado á los consumidores que practican ensayos de laboratorio y el que utilizan los que no hacen pruebas de ningún género, se vende todo bajo la misma marca, acom-

pañando un cuadro deslumbrador de resistencias obtenidas en los grandes laboratorios y que solamente son verdaderas para el cemento núm. 1 bien escogido. Se comprende que en estas condiciones la marca no significa nada.

En los hornos fijos es punto menos que imposible dirigir la calcinación, mientras que en los giratorios puede llevarse la llama á todas las partes del horno merced á las inclinaciones variables que recibe la tobera por donde entra el carbón en polvo, consiguiéndose con esto dominar completamente la coadura.

Además de lo dicho, por efecto de la homogénea y completa calcinación obtenida en los hornos giratorios, no queda parte alguna con cal libre y no hay temor, por tanto, de que al cemento que re-

sulte le falte estabilidad de volumen, como ocurre con tantos otros procedentes de hornos fijos.

Por todas estas razones, el cemento calcinado en hornos giratorios resulta mucho más puro y también más resistente á la tracción y compresión, pudiendo

valorarse este incremento de resistencias en un 20 por 100.

Comoprueba de lo que llevamos dicho, véanse las resistencias obtenidas con el cemento marca «Cangrejo» procedente de la fábrica de Olazagutia:

Laboratorio central para ensayos de materiales de construcción de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Resultado parcial del ensayo ordinario de un cemento portland marca «Cangrejo» procedente de la fábrica de Olazagutia, solicitado á nombre de la Sociedad «Cementos Portland» de Pamplona.

EXPEDIENTE NÚM. 47.

Cuadro de resistencias á la tracción.

MEZCLAS CON ARENA DE LEUCATE	Medio en que se han conservado	Á LOS 7 DÍAS		Á LOS 28 DÍAS	
		Maxima.	Media.	Maxima.	Media.
Mortero de 1:1 y 14,2 % agua.....	En agua dulce.	47	43,70	46,90	44,80
Idem de 1:3 y 9,8 % id.....	Idem.....	30,10	27	33,50	32,20
Idem de 1:5 y 7,8 % id.....	Idem.....	18	14,50	21,50	19,80

Cuadro de resistencias á la compresión.

MEZCLAS CON ARENA DE LEUCATE	Medio en que se han conservado.	Á LOS 7 DÍAS		Á LOS 28 DÍAS	
		Maxima.	Media.	Maxima.	Media.
Mortero de 1:1 y 14,2 % agua.....	En agua dulce.	572	547	735	700
Idem de 1:3 y 9,8 % id.....	Idem.....	313	288	463	424
Idem de 1:5 y 7,8 % id.....	Idem.....	118	106	182	161

Madrid 24 de Enero de 1906.—El Ingeniero Jefe, Juan Alonso y Millán.

SUBASTAS

Subasta para el día 9 de Marzo, á las diez.

Anunciada en el Boletín oficial de 7 de Febrero.

BADAJOS (Higuera de Vargas)

Suministro del alumbrado público pormedio de la electricidad durante un período de diez años.—Presupuesto, 2.341,40 pesetas.—Depósito provisional, 118 pesetas.

La subasta se celebrará en el Ayuntamiento de Higuera de Vargas, en cuya Secretaría se hallan de manifiesto las condiciones.

Las proposiciones se presentarán en pliegos cerrados, extendidas en papel sellado de la clase 11.ª, y con estricta sujeción al siguiente

Modelo de proposición.—D. N. N., vecino de..., con cédula personal que, con el resguardo del depósito provisional, acompaña en vista del eticto publicado al efecto en el Boletín oficial correspondiente al día 7 de Febrero, y el pliego de condiciones que ha leído, se comprometo á suministrar, durante diez años, el fluido necesario para las cuarenta y cinco lamparas de diez bujías y quince de cinco de que ha de constar el alumbrado eléctrico de esta población, por la cantidad anual de (tantas) pesetas. (Fecha y firma.)

Subasta para el día 9 de Marzo, á las doce.

Anunciada en el Boletín oficial de 8 de Febrero.

BARCELONA (Mataró)

Adquisición de 500 metros cúbicos de grava con destino al arreglo de los arroyos de las calles del ensanche de la población.—Presupuesto, 2.750 pesetas.—Depósito provisional, 138 pesetas.

La subasta se celebrará en el Ayuntamiento de Mataró, hallandose de manifiesto las condiciones en el Negociado de Fomento de la Secretaría municipal.

Las proposiciones se presentarán en pliegos cerrados, extendidas en papel sellado de la clase 11.ª, y con estricta sujeción al siguiente

Modelo de proposición.—D. N. N., vecino de..., enterado del pliego de condiciones y presupuesto que han de regir en la subasta relativa á la adquisición de 500 metros cúbicos de grava con destino al arreglo de arroyos de las calles del Ensanche, ofrece verificar dicho servicio, por el precio de... pesetas (en letra).—(Fecha y firma del proponente.)

Subasta para el día 10 de Marzo, á las once.

Anunciada en la Gaceta de 10 de Febrero.

BARCELONA

Acopios para la conservación durante el año 1906, de las carreteras de cerco orden de Viladecaballs á la Puda y de Collbató á la

provincial de Esparraguera á Manresa.—Presupuesto, 2.833,80 pesetas.—Depósito provisional, 29 pesetas.

Las subastas se celebrarán en la Jefatura de Obras públicas de la provincia de Barcelona (calle de relay, 11, 3.ª), donde se hallan de manifiesto las condiciones.

Las proposiciones se presentarán en pliegos cerrados, extendidas en papel sellado de la clase 11.ª, y con estricta sujeción al siguiente

Modelo de proposición.—D. N. N., vecino de..., según cédula personal núm. enterado del anuncio publicado por el Gobierno civil de Barcelona, con fecha 9 de Febrero, y de las condiciones y requisitos que se exigen para la adjudicación en pública subasta de los acopios para conservación de... (tal carretera), cuyo proyecto está redactado para el año 1906, se comprometo á tomar á su cargo la ejecución de los mismos, con estricta sujeción á los expresados requisitos y condiciones, por la cantidad de... (Aquí la proposición, admitiendo ó mejorando lisa y llanamente el tipo fijado; pero advirtiendo que será desechada toda proposición en que no se exprese determinadamente la cantidad, en pesetas y céntimos, escrita en letra, por la que se comprometo á la ejecución de las obras, así como toda aquella en que se añada alguna cláusula).—(Fecha y firma del proponente.)

Subasta para el día 8 de Marzo, á las once y media.

Anunciada en el Boletín oficial de 12 de Enero.

GUIPUZCOA (San Sebastián)

Obras de alcantarillado de la calle de Urbietta (entre Larramendi y final del Paseo del Arbol de Guernica), D. Pedro de Egaña (entre Urbietta y Easo), y Prim (entre Moraza y final del Paseo del Arbol de Guernica).—Presupuesto, 25.038,50 pesetas.—Depósito provisional, 1.235 pesetas.

La subasta se celebrará en el Ayuntamiento de San Sebastián, en cuya Secretaría se hallan de manifiesto las condiciones.

Las proposiciones se presentarán en pliegos cerrados, arregladas al siguiente

Modelo de proposición.—D. N. N., vecino de..., con cédula personal que acompaña y resguardo del depósito que ha efectuado, enterado del anuncio, presupuesto, planos y pliego de condiciones para las obras de alcantarillado de la calle de Urbietta (entre Larramendi y final del Paseo del Arbol de Guernica), D. Pedro de Egaña (entre Urbietta y Easo) y Prim (entre Moraza y final del Paseo del Arbol de Guernica), se comprometo á ejecutar las obras necesarias para llevarlo á cabo con estricta sujeción á lo expresado en los citados documentos, por la cantidad de... pesetas (en letra).—(Fecha y firma del interesado).—(En números) Son... pesetas.

Subasta para el día 15 de Marzo, á las once y media.

Anunciada en el Boletín oficial de 19 de Febrero.

GUIPUZCOA (San Sebastián)

Construcción de las obras de ampliación del pabellón de desinfección, sito en los terrenos de Arroca.—Presupuesto, 16.967,50 pesetas.—Depósito provisional, 800 pesetas.

La subasta se celebrará en el Ayuntamiento de San Sebastián, en cuya Secretaría se hallan de manifiesto las condiciones.

Las proposiciones se presentarán en pliegos cerrados, arregladas al siguiente

Modelo de proposición.—D. N. N., vecino de..., con cédula personal que acompaña y resguardo del depósito que ha efectuado, enterado del anuncio, presupuesto, planos y pliegos de condiciones para la construcción de las obras de ampliación del pabellón de desinfección, se comprometo á ejecutar las obras necesarias para llevarlo á cabo con estricta sujeción á lo expresado en los citados documentos, por la cantidad de... pesetas (en letra).—(Fecha y firma del interesado).—(En números) Son... pesetas.

Subasta para el día 15 de Marzo, á las doce.

Anunciada en la Gaceta de 14 de Febrero.

LEÓN

Obras de reparación extraordinaria de la primera sección del templo parroquial de Pozuelos del Rey.—Presupuesto, 3.000 pesetas.—Depósito provisional, 400 pesetas.

La subasta se celebrará ante la Junta diocesana de reparación de templos del Obispado de León, en cuya Secretaría se hallan de manifiesto las condiciones.

Las proposiciones se presentarán en pliegos cerrados, extendidas en papel sellado de la clase 11.ª, y con estricta sujeción al siguiente

Modelo de proposición.—D. N. N., vecino de..., enterado del anuncio publicado con fecha 13 de Febrero y de las condiciones que se exigen para la adjudicación de las obras de... se comprometo á tomar á su cargo la construcción de las mismas, con estricta sujeción á los expresados requisitos y condiciones, por la cantidad de...—(Fecha y firma del proponente.)