

y sumamente atrasado. Está hecho el foso para el establecimiento del puente giratorio de máquinas, pero falta este aparato, haciéndose ahora los giros por medio de una placa ordinaria de carruajes instalada en una vía provisional. Provisionalmente se hace tambien el servicio del movimiento de trenes en la estacion, puesto que, faltando muchas de las instalaciones del proyecto, no pueden establecerse definitivamente las vías que á ellas han de conducir. Preciso es, sin embargo, confesar que aun así dicho servicio se hace ahora de un modo bastante satisfactorio, y suficiente para el tráfico que hasta el presente tiene lugar por esta linea. La Compañía ha ejecutado una rampa de acceso al ala derecha del edificio, por la que la circulacion se verifica con bastante comodidad.

Hay que advertir que la descripcion del estado en que se encuentran las obras de esta seccion se apoya en datos adquiridos hace unos seis meses, y que es posible que algunas de las construcciones que en dicha época se echaban de ménos, hayan progresado algun tanto, porque la Compañía, en mayor ó menor escala, segun los recursos con que cuenta, no ha dejado de trabajar en ellas.

MEMORIA

SOBRE LA RECONSTRUCCION DEL PUENTE DE LUCHANA.

(Láminas 55 y 56.)

Las obras de que nos vamos á ocupar se han llevado á cabo con sujecion estricta al proyecto en cuya Memoria se hizo la descripcion detallada de las mismas, y aun constan gran parte de las experiencias y resultados que vamos á consignar, puesto que dicho proyecto fué redactado cuando los trabajos estaban bastante adelantados; así que sólo recordaremos los hechos por los cuales se llegó á proponer y fué aprobado el empleo del hormigon Coignet para esta obra.

Antecedentes.—El histórico puente de Luchana fué volado por las fuerzas carlistas durante el último sitio de la invicta villa de Bilbao. Para habilitar el paso, se construyó un puente provisional de madera de la mitad del ancho del camino de sirga ó carretera á las Arenas. Se redactó en seguida el proyecto para la reparacion definitiva, que fué aprobado por orden de 7 de Diciembre de 1874; pero como el estado del país en aquella época opo-

nia dificultades para procurarse materiales en la estrecha zona que á uno y otro márgen de la ría se hallaba libre de fuerzas enemigas, se pidió nueva autorizacion á la Superioridad para modificar el proyecto y emplear el hormigon Coignet, á fin de que esta obra sirviera de ensayo é hiciese ver la conveniencia de utilizar este sistema en otras que se hallasen en condiciones análogas. La Direccion general, de acuerdo con el dictámen de la Junta Consultiva, acudiendo á lo propuesto por esta Jefatura, se sirvió disponer que se modificase el referido proyecto, sin perjuicio de proceder desde luego á la ejecucion de la obra por el sistema indicado. Cumpliendo esta orden de la Superioridad, se procedió á recoger algunos datos, se hicieron experiencias, se adquirió un amasador de los empleados en el extranjero para esta clase de construcciones, y cuando se reunieron los elementos necesarios, se dió principio á la reparacion que nos ocupa y se completó el proyecto, que fué aprobado por R. O. de 27 de Junio de 1876.

El puente lleva más de un año abierto al servicio público, y tiene por tanto la sancion práctica más concluyente; ya que el resultado ha sido satisfactorio, creemos de alguna utilidad resumir las observaciones hechas durante la construccion y los resultados obtenidos.

Consideraciones generales.—El hormigon Coignet, como material de construccion, puede emplearse fabricando bloques de la forma y dimensiones que se desee, cuyo asiento se hace por el sistema ordinario despues que han adquirido la consistencia necesaria; ó haciendo una aplicacion directamente en la obra por el sistema de tapiales, lo que produce construcciones monolíticas. Los elementos que forman este compuesto ó piedra artificial son: arena, cal grasa, cemento y agua.

Las proporciones más convenientes de dicha sustancias se ha llegado á deducir que se aproximan á las siguientes:

12	partes de arena.
3	» de cal grasa.
1	» de cemento.
1,20	» de agua.

Claro es que estas cifras sufrirán alguna modificacion cuando se varie la calidad de los respectivos elementos.

Por estas mismas cifras se ve que el material que nos ocupa es por su composicion un mal

mortero ligeramente hidráulico, pero este mortero adquiere propiedades especiales, merced á un batido perfecto y á un apisonado enérgico; de donde se deduce que la bondad del hormigon Coignet y el buen resultado de las obras en que se emplee no depende tanto de la calidad de las sustancias que le forman, como de sus respectivas cantidades y del esmero en todas las operaciones de su manipulacion. La homogeneidad es una condicion esencial de este compuesto; requiere por tanto que la arena sea de grano uniforme, y mejor cuanto más fina, si bien debe tenerse presente que esta última condicion exige más cuidados en la confeccion y obliga á un exceso de precauciones cuando no se tiene la práctica suficiente. El tamaño de los granos de arena regula la cantidad de cal grasa que debe emplearse, pues teniendo ésta por objeto establecer una íntima union entre todos aquéllos, debe ponerse en cantidad suficiente para envolverlos de una ligera película y llenar los huecos que dejen entre unas y otras. La cal debe ser de buena calidad, de coccion reciente, apagada con la cantidad de agua estrictamente necesaria y llenará mejor su objeto si tiene un ligero principio de hidraulicidad.

Debe cuidarse de emplearla en cantidad suficiente, pero no excesiva, pues cuanto más separados estén los granos de arena, tanto más débil es la union que entre ellos se establece. Conviene sin embargo pecar más bien por exceso que por defecto, pues en este último caso el enlace es imperfecto y el todo resulta deleznable. El cemento tiene por objeto dar más energía á la cal para el oficio de ganga que desempeña; la proporcion depende de su potencia hidráulica, pero conviene no usarlo demasiado enérgico, porque disminuyendo su volúmen en la misma proporcion, es difícil se distribuya por igual en todas las partes de la masa. Puede prescindirse de este elemento empleando cal medianamente hidráulica, lo cual dará quizá mejor resultado. Finalmente, el agua se hace entrar en cantidad sólo necesaria para humedecer todas las partes de la masa y que la cal se adhiera á los granos de arena: su pequeño volúmen demuestra que la mezcla de los materiales que hemos fijado no puede formar pasta y que con el batido más perfecto no se puede obtener un todo resistente; esta propiedad es resultado de la compresion ó apisonado, operacion por la cual se reduce el total de primeras materias mezcladas á 0,60 de su volúmen. Para que el apisonado sea

eficaz, es preciso que la masa no esté ni demasiado seca ni excesivamente húmeda: en uno y otro caso es imposible conseguir la compactidad y resistencia que son indispensables, de modo que durante la ejecucion de este trabajo se aprecia perfectamente cuándo hay que aumentar ó disminuir la cantidad de agua.

En vista de las cantidades y clase de materiales que se han de mezclar, se comprende la dificultad de llegar á la perfeccion de batido por el sistema ordinario, y de aqui la necesidad de usar el amasador perfeccionado por el inventor de esta piedra artificial, por lo cual harémos una ligera descripcion de este aparato.

Amasador sistema Coignet.—El adquirido en esta provincia para la reparacion del puente de Luchana, tiene, como se ve en el dibujo que se acompaña, la misma forma y disposicion general que las batideras de arcilla, mortero, hormigon ordinario, etc. Se reduce á un cilindro vertical, cuyo eje gira sobre sí mismo y lleva una serie de paletas horizontales que en union con otras fijas en la superficie interior de aquél, hacen el batido de la mezcla que en el mismo se echa. Dicho cilindro se compone de dos partes; la superior, de palastro, formando dos chapas desiguales, unidas por hierros de ángulo; la inferior, de fundicion, se compone de un anillo en que se enchapa y roblona la anterior, uniéndose á la plancha del fondo, por cuatro puntos: entre la plancha del fondo y el anillo que forma cuerpo con ella queda una separacion de 0^m,22, espacio dividido en cuatro partes iguales por los apoyos ó enlaces; éstos sirven de guías á otro anillo que se mueve en aquel hueco y sirve para graduar la salida del producto amasado, para lo cual se fija á la altura deseada por medio de clavijas. La abertura máxima que permite es de 0^m,40 y puede á su vez cerrarla por completo. Este cilindro así compuesto, se apoya sobre una cruz formada por hierros de T que se unen entre sí y á la plancha de fundicion por medio de otros de ángulo: esta cruz sirve para fijar sólidamente el todo á una base de mampostería ó bastidor de madera, lo cual es necesario porque ha de estar sujeto á fuertes sacudidas.

La forma de las paletas unidas á la superficie interior del cilindro es la representada en la figura 6.^a; de éstas sólo hay seis colocadas segun dos generatrices, separadas por un arco de 90°. La figura 5.^a es la de las paletas unidas á la parte superior del eje donde su seccion es cuadrada; de

éstas hay once distribuidas á distintas alturas sobre las cuatro caras.

La especialidad de este amasador consiste en las dos piezas unidas á la parte inferior del eje en que su seccion es exagonal; éstas ya no son paletas sencillas, y sin ellas apénas se comprenderia la necesidad de usar el amasador; estas dos piezas están en contacto entre sí y con la plancha del fondo; la superior es una hélice de tres brazos que perfecciona la mezcla y hace un verdadero batido: la inferior ó compresor tiene tambien tres brazos que ocupan los ángulos de los de la anterior; es más pesada que la hélice y sirve para recoger y empujar al anterior la masa confeccionada despues de ejercer sobre ella una presion enérgica. Estas dos piezas tienen la forma representada en las figuras 5.^a y 4.^a

El eje se prolonga 0,90 sobre la base superior del cilindro, y á los 0,50 está fijo el collar por medio de planchas roblonadas á la superficie exterior del cilindro. Por intermedio de un malacate, al cual se enganchan caballerías ó bueyes, se da movimiento á este eje y se confecciona la mezcla.

Experiencias preliminares.—Antes de recibir el amasador descrito que habia de servir para fabricar el hormigon, se procuró tener algunos datos prácticos sobre el material que se iba á emplear: á este fin se emprendieron en la oficina una serie de experiencias en pequeño; se amasaron una porcion de cubos de un decimetro de lado, con distintas cantidades de arena, cal grasa y cemento, y en algunos ejemplares, para darles distintas apariencias, se añadió una pequeña cantidad de arcilla ligeramente cocida, de polvo de ladrillo, polvo de mineral de hierro y una de carbon. Claro es que estas experiencias no podrian ser concluyentes, porque, como se ha dicho, no es posible dar á mano las condiciones de batido, uniformidad y presion que necesita la masa y se habia de obtener con un aparato especial destinado á este objeto; sin embargo, no dejan de tener importancia los resultados que se pusieron de manifiesto; éstos son de dos clases: los primeros se refieren á la proporcion en que deben entrar las sustancias que componen la masa, y los segundos á las condiciones de estas primeras materias. Proporciones de arena, cal grasa, cemento y agua. Las cantidades de estos elementos que constituyen el material que se estudia debian determinarse con precision, pues de ellos depende el buen resultado: fijado un volúmen de arena que es la base del hormigon, ha-

bia que determinar el de los demas componentes. Del exámen de todos los cubos fabricados se deduce que la combinacion de dichos elementos es más perfecta cuando se aproximan á las cifras que ántes se han consignado. Los ejemplares resultaban tanto más deleznales cuanto mayor era la proporcion de cemento, siendo los peores aquellos en que se suprimió por completo la cal grasa: de aquí parecia deducirse la conveniencia de reducir á un mínimo la cantidad de cemento, y por este camino se llegó en las pruebas á hacerle desaparecer por completo; los ejemplares de arena y cal grasa resultaron mejores que los de arena y cemento, pero á su vez muy inferiores en resistencia á aquellos en que se hacia entrar los tres componentes como queda dicho, de modo que todos hacen un papel importante en el producto, y no se puede prescindir de ninguno de ellos, á no ser, como se ha dicho, que se emplee cal medianamente hidráulica. De este estudio resulta comprobado lo que ántes se ha dicho, y repetimos conviene pecar por exceso en la cantidad de cal grasa y por defecto en la de cemento; el volúmen de agua debe fijarse con la precision posible, pues es un elemento muy importante para el apisonado, que es la operacion más indispensable para el buen resultado. Como resúmen de todo lo dicho, se han fijado las proporciones dichas de 12 partes de arena, 5 de cal, una de cemento y 1,20 de agua: las cuales concuerdan bastante bien con las adoptadas en el extranjero en obras de este género.

Condiciones de los materiales.—En nuestras experiencias se han empleado arenas de distintas clases, y se ha llegado á un resultado casi idéntico, lo que parece demostrar que las ventajas de uniformidad que da la arena cuanto más finos sean sus granos, se compensa con las dificultades de la perfecta manipulacion, por lo cual se ha adquirido el convencimiento de que no deben imponerse sacrificios para procurarse arena de una ú otra condicion, sino emplear en cada localidad la que de ordinario se use en las obras, procurando sólo que esté bien limpia, por lo cual se la deberá lavar y cribar.

En el puente de Luchana se ha empleado sin preparacion alguna la procedente de los bancos que se forman en la desembocadura del Nervion.

Nada añadirémos respecto á la cal cuyas condiciones quedan consignadas.

El cemento se ha dicho que debe ser de accion lenta y se puede confirmar con otra razon ademas

de la expuesta, y es que teniendo que sufrir la masa un apisonado enérgico despues de puesta en obra, no debe empezar á ejercerse la accion hidráulica hasta despues de concluido el macizo en suficiente espesor para que los golpes no tengan accion sobre las capas inferiores.

Del agua sólo hay que decir que no se ha notado diferencia entre la completamente dulce y la de la ría, que, segun el estado de la marea, era más ó menos salada; pero como para toda clase de morteros debe considerarse preferible la primera, y así se ha usado en nuestra obra. Se ha dicho que ademas de los elementos constitutivos del hormigon Coignet se han mezclado otras sustancias; éstas, se puede decir que han obrado como materia inerte; en los ejemplares en que se han hecho entrar, sólo se ha notado la diferencia de color, pero ninguna otra propiedad favorable ó adversa á la resistencia del material.

Experiencias definitivas.—Por lo dicho anteriormente se ve que ántes de recibir el amasador sistema Coignet se pusieron de manifiesto resultados muy importantes sobre la aplicacion de este hormigon, pero preciso es confesar que dichos resultados no satisfacian por completo: los pequeños tubos fabricados eran sólo comparables á areniscas demasiado blandas y deleznales, puesto que los granos de arena se desprendian á la presion de la mano.

La reconstruccion del puente de Luchana, obra ya de alguna consideracion, exigia que las pruebas fueran más concluyentes para adquirir la seguridad de que este sistema de construccion es práctico y puede utilizarse en condiciones determinadas con preferencia á otros materiales. Con este objeto, una vez instalado el amasador en el punto elegido y lo más próximo á la obra que se iba á ejecutar, se emprendieron nuevas experiencias con objeto de estudiar el partido que se podia sacar del amasador, y demostrar que si las anteriores dejaban algo que desear, debia atribuirse á defecto en la manipulacion, y por tanto que el resultado dependia del uso de la máquina ántes descrita.

En estas experiencias se empezó por mezclar en seco y con todo esmero las primeras materias, arena, cal y cemento; la mezcla así hecha se llevaba al amasador, puesto en movimiento en porciones iguales, donde se añadia la parte proporcional de agua. Se mantenía cerrada la salida hasta que la resistencia al movimiento era excesiva, y entónces se levantaba el anillo-compuerta, se recogia la masa

en los depósitos formados al efecto y era conducida á los moldes en que se habia de apisonar; para hacer esta operacion se igualaba el hormigon por capas horizontales de 0^m.10 de espesor próximamente y se daba por terminada cuando los golpes de pison no dejaban huella sobre las diferentes capas. Como el objeto era obtener muestras que no dejaran duda sobre la bondad del material é hiciesen desaparecer todo temor de emplearlo en obras definitivas, se llevaron á cabo todas las operaciones con el mayor cuidado y se exageraron las precauciones; así se obtuvieron bloques de 0.50 de arista, cuyo aspecto de compacidad y resistencia era completamente satisfactorio; resultaban, sin embargo, con una condicion que hacia inaplicable este material, y era el excesivo coste del metro cúbico puesto en obra: se necesitaba, por tanto, abreviar las operaciones de manipulacion á fin de hacer práctico el empleo de este hormigon. Con este objeto se fué haciendo cada vez más á la ligera la mezcla en seco de los materiales, y se pudo ver con satisfaccion que el amasador, en el mismo tiempo y con el mismo número de revoluciones suplia un trabajo que hecho á mano significaba varios jornales: así se llegó á la consecuencia de que no era preciso más cuidado en aquella primera operacion que el que requiere la mezcla de cal y arena para la confeccion de mortero ordinario.

Respecto al apisonado se puede ver igualmente que no sólo era innecesario emplear tanto tiempo en esta operacion sino que llegaba á ser muy perjudicial, pues las superficies de las distintas capas quedaban tan tersas y pulimentadas que no se unian bien, resultando el macizo dividido en fajas horizontales, cuyas juntas se hacian más sensibles á medida que el todo se iba secando. Este defecto, muy capital cuando las presiones no fueran normales á las expresadas capas, fué desapareciendo, pero á cambio de la compacidad del macizo. De estas observaciones se dedujo que un apisonado suficiente, sin ser excesivo, se obtenia destinando un operario á cada metro cúbico de obra concluida.

En virtud de todo lo dicho, se hizo la distribucion de trabajo y se fijó la clase y cantidad de obra que podia hacer cada peon. El punto de partida debia ser el rendimiento del amasador, que puede llegar hasta 15 m³ al dia con tres revoluciones por minuto. Este trabajo exigia caballerías de gran resistencia, que no pudieron hallarse en la localidad, así que era preciso trabajar sin llenar por comple-

to el amasador, lo cual se traducía en falta de perfección y batido; otro efecto debido á la misma causa consistía en tener que sufrir interrupciones muy perjudiciales económica y prácticamente.

En vista del mal resultado de las caballerías se emplearon bueyes para dar movimiento al amasador, pero esto tenía también el inconveniente de reducir á dos el número de revoluciones por minuto, disminuyendo en una tercera parte la cantidad de masa que se podría fabricar. Así es que en nuestro ensayo no se ha podido pasar de un metro cúbico por cada hora de trabajo ó sean 41 m^3 en las once horas que por término medio duraba éste.

Dichos once metros cúbicos son de mezcla en seco, que representan 12 de primeras materias y se reducen por el apisonado á $7,25\text{ m}^3$ próximamente, es decir, á los 0,66 de su volumen primitivo. El macizo de hormigón terminado resultaba con una densidad de 1,950 á 2,000.

Conocida la cantidad de obra que se podía hacer, determinado el volumen de arena, cal y cemento, fijas las distancias del amasador á los puntos en que se hacía la primera mezcla y aquel en que había de emplearse, y finalmente, sabiendo el trabajo de cada operario, ya fué fácil apreciar el número de éstos que eran necesarios para atender á todas las operaciones que en definitiva se iban á emprender, y conocer con bastante exactitud el precio de la manipulación del metro cúbico de hormigón, y por tanto su coste total, añadiendo el de las primeras materias que le constituyen.

Para los siete metros cúbicos de obra hecha en un día se emplearon:

- 3 jornales en apagar la cal, preparar y mezclar las primeras materias.
- 2 jornales en trasportar dichas mezclas al amasador.
- 1 jornal en distribuir el agua en el mismo.
- 2 jornales en recoger y cargar la masa confeccionada.
- 3 jornales en trasportar ésta al punto de su empleo.
- 1 jornal en arreglar la superficie para un regular apisonado.
- 9 jornales en dicha última operación.

TOTAL. 24 jornales, que con el de la pareja de bueyes para hacer el batido en el amasador, componen el gasto total de fabricación y corresponde 10,50 pesetas al metro cúbico. Si á esto se añade que en dicho volumen de hormigón apisonado en-

tra $1,20\text{ m}^3$ de arena, 0,55 de cal grasa, 0,10 de cemento y 0,10 de agua, y que el precio de estos materiales resultó á 2,50 pesetas, 28,00 140,00 y 1,50 respectivamente, tendremos que los componentes costaron $3,00+9,80+14,00+0,15=26,95$, cantidad que sumada á la anterior hace subir el precio del metro cúbico de obra ejecutada á 37,45 pesetas.

El cemento empleado es de Portland, y por eso figura á un precio tan subido; con el de las fábricas de Guipúzcoa se hubiera obtenido una economía de consideración y quizá el mismo resultado.

Reconstrucción del puente de Luchana. Sólo nos ocuparemos del arco central de once metros de luz, pues en el lateral de aguas abajo no se hizo más que repararlos desportillos que en sus frentes habían producido los barrenos con que intentaron destruirle. Al redactar el proyecto se juzgó conveniente reemplazar el arco antiguo, que era de medio punto, por otro carpanel de tres centros, no sólo con objeto de modificar la rasante, que era injustificada, sino para poder hacer la reparación conservando el paso provisional tal como estaba construido. Habiendo quedado algunas hiladas de sillería en los arranques se completaron hasta la junta de 30° ; primero porque era lo más económico, y segundo, porque su altura es la de las marcas ordinarias y no convenia que el agua llegase á la masa el mismo día de su fabricación, y mucho ménos durante el apisonado. Así es que la obra de hormigón quedó reducida á la parte superior del arco. La parte de sillería, así como la construcción y colocación de la cimbra, se hizo durante el tiempo empleado en las experiencias de que se ha hecho mención.

Terminada la cimbra, exactamente con arreglo al proyecto, era preciso decidir el sistema más conveniente de llenar el cajón formado por la misma; podía hacerse esto por capas paralelas al intrados, por anillos paralelos á los frentes ó por grandes dovelas de todo el ancho del puente. De estos tres sistemas se eligió el último, pues cualquiera de los otros ofrecía más dificultades de ejecución sin ventaja apreciable en el resultado.

Se ha dicho que se podían fabricar al día siete metros cúbicos de hormigón, y como el arco con los espesores proyectados cubicaba cuarenta y nueve, se dividió la bóveda en siete partes; esta división clara es que convenia hacerla por planos perpendiculares al intrados, pero la dificultad de pisonar bien los macizos parciales obligó á disponer los tableros casi verticalmente prescindiendo

de la inclinacion de las juntas, á lo cual no se daba importancia puesto que se habian de unir perfectamente y formar un todo compacto uniforme y de igual resistencia en todos sus puntos.

En los siete dias que duró la construccion de la bóveda se hizo un trabajo casi constante, á excepcion del primero, que por precaucion se hizo la division algo más estrecha de lo que correspondia, resultando el volumen hecho 6,50 m³, en lugar de algo más de siete que debia haber tenido.

En todos los dias siguientes se hizo más de los siete metros cúbicos, no sólo para compensar la falta del primero, sino porque era difícil seguir exactamente la curva de trasdos, así que en lugar de los 49 m³ de la cubicacion resultaron cerca de 50.

Para hacer este cubo de obra se emplearon 82,50 m³ de primeras materias (prescindiendo del agua). Cantidades que están próximamente en la relacion de 1 á 1,65, y esto representa el grado de compresion que conviene dar á este material.

Se ve por otra parte que se ha amasado muy cerca de un metro cúbico por hora de trabajo. A los dos dias de terminada la bóveda se quitaron los costados del cajon que formaba la cimbra, sin que en los paramentos se notáran más juntas que las de separacion del trabajo en los distintos dias en las que por precaucion y para hacer más íntima la union se interpuso una ligera lechada de cemento. En este estado se dejó la obra expuesta á las acciones atmosféricas para que se secase más pronto y adquiriese dureza ántes del descimbramiento. Este no se verificó hasta dos meses despues, cuando ya se tenía seguridad del resultado, puesto que la contraccion de la masa habia hecho desprender la cimbra casi por completo; así es que cuando se quitaron la cuñas descendió aquélla sin producir el más pequeño desportillo en las aristas. Antes de hacer el descimbramiento se construyeron los tímpanos y se hizo el relleno de tierra apisonada.

Pruebas de resistencia.— Teniendo en cuenta que sólo la mitad del puente se iba á poner en servicio y para hacer las pruebas en las condiciones más desfavorables, no se cargó más que dicha primera mitad; para esta operacion se emplearon carriles y se tendió una capa general á razon de 330 kilógramos por metro cuadrado; una segunda capa debia aumentar esta carga hasta 600 kilógramos, pero un fuerte temporal obligó á suspender la operacion y quedó el puente durante tres

dias cargado desigualmente, la parte de aguas arriba con la primera cifra indicada y la de aguas abajo con la segunda; en cuanto fué posible se igualó la carga hasta los 600 kilógramos por metro cuadrado y se dejó ejercer su peso un dia más. Despues de esto se concentró la carga en la clave poniendo en una faja de 0^m,70 y todo el ancho del puente 8.000 kilógramos, ó sean 1.800 por metro cuadrado de la superficie ocupada: esta carga no se dejó permanecer más que una hora. En todas estas pruebas no se notó el más pequeño descenso en la clave y se consideraron suficientes para tener la más completa seguridad de que se podia abrir al tránsito público, lo cual se hizo así que se terminó la imposta, barandilla y afirmado.

Terminada la primera mitad del puente, se desmontó el paso provisional para hacer las obras que faltaban en la segunda mitad, de modo que la reconstruccion pudo hacerse sin interceptar el tránsito ni un solo dia.

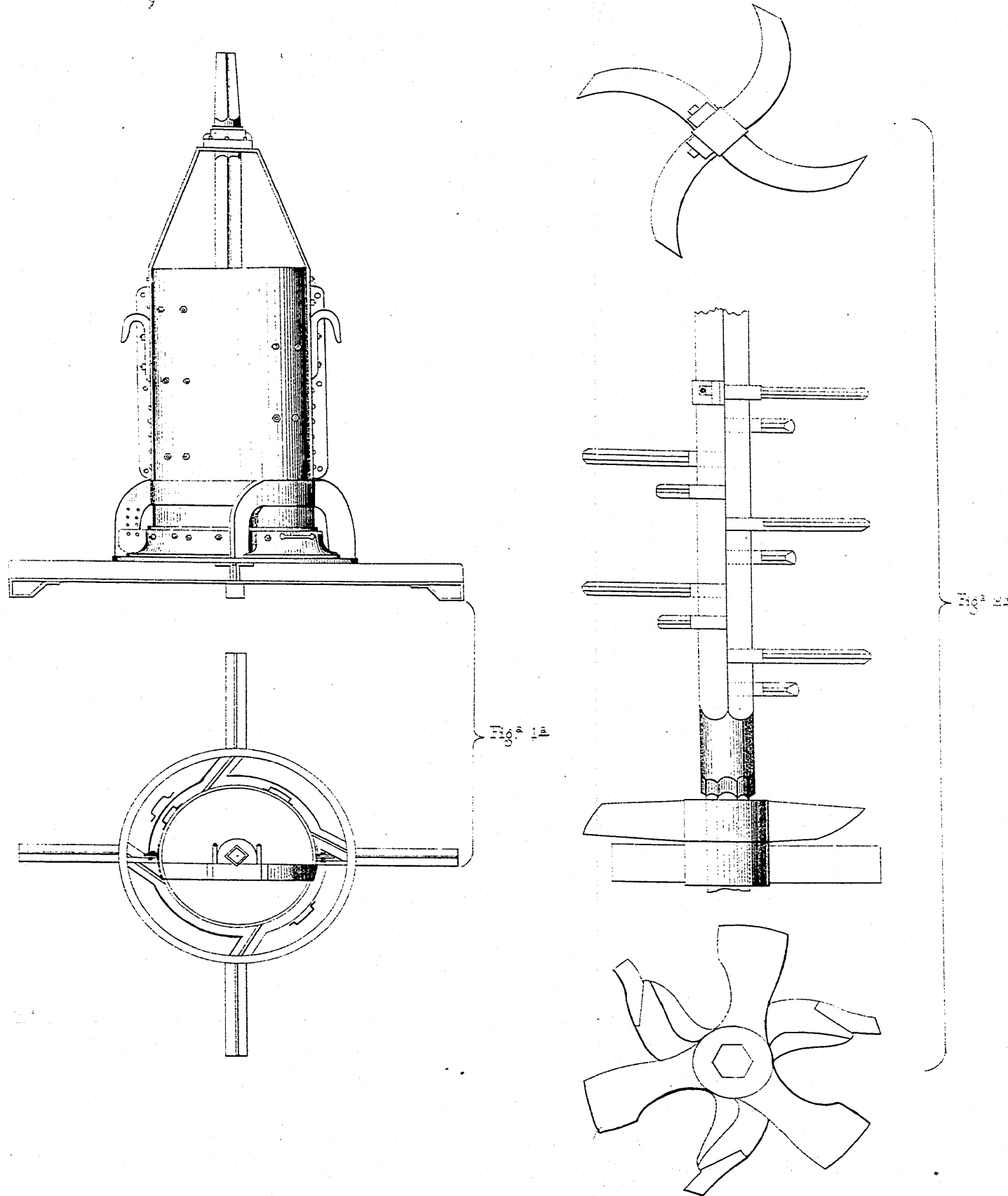
El puente de Luchana en todo el tiempo que lleva de servicio (desde Diciembre de 1875), no ha sufrido desperfecto alguno; sólo las gabarras que recorren el rio Asua con sus repetidos choques han ocasionado pequeños desportillos en las aristas, pero tan insignificantes, que no deberian mencionarse.

En resumen, la prueba hecha en esta provincia sobre el empleo del hormigon Coignet ha sido completamente satisfactoria, y si en el precio del metro cúbico no se ha obtenido toda la economía que era de esperar, se debe á que son subidos los jornales (tres pesetas); á que el cemento de Portland es excesivamente caro; á que ha sido preciso emplear bueyes para dar movimiento al amasador, por lo cual no se ha podido sacar de éste todo el partido que sus condiciones permiten, y finalmente, á que se pierde mucho tiempo cuando no hay operarios adiestrados.

Para obras en que dicha clase de materiales esté á gran distancia y los trasportes sean difíciles, puede tener una aplicacion útil el hormigon Coignet, pero debe emplearse en puntos que no esté expuesto á choques, sobre todo ántes de haber adquirido toda su consistencia.

P. LANDA.

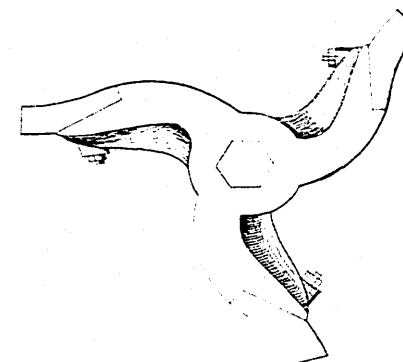
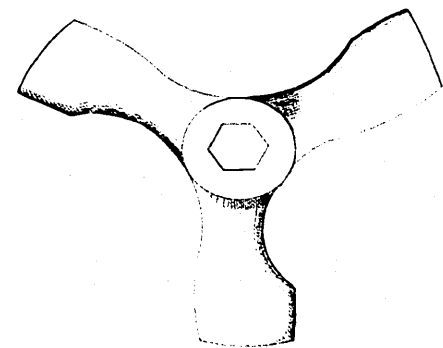
DISPOSICION DE LAS PALETAS



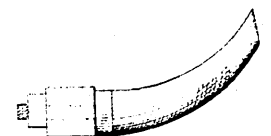
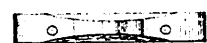
PROYECTO DE REPARACION

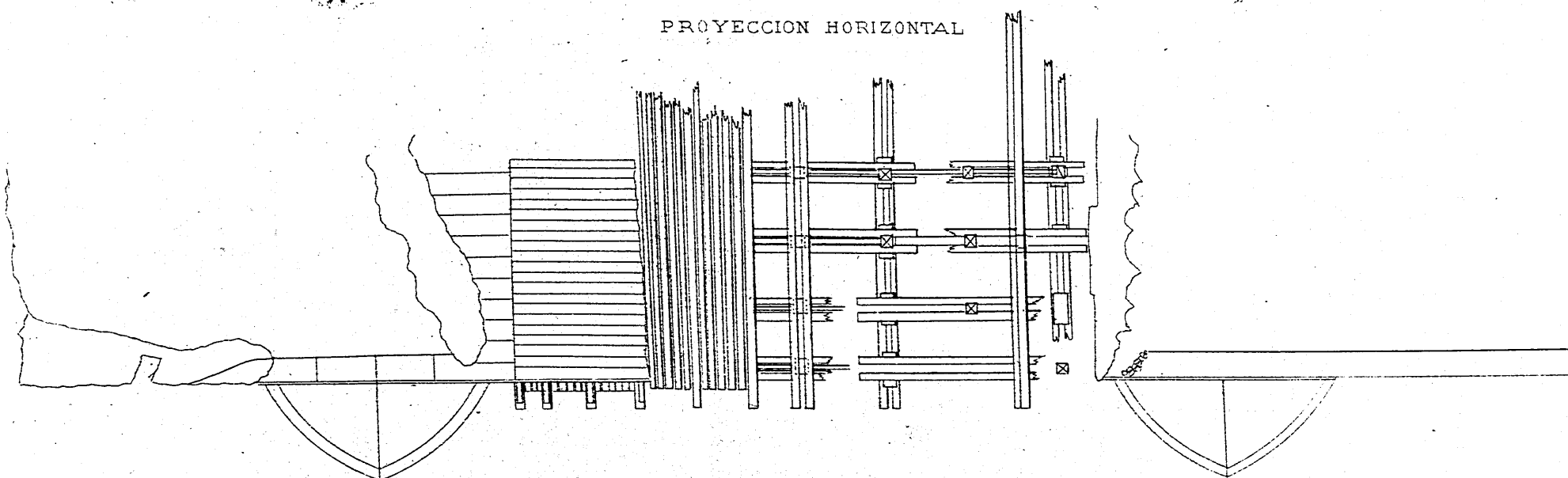
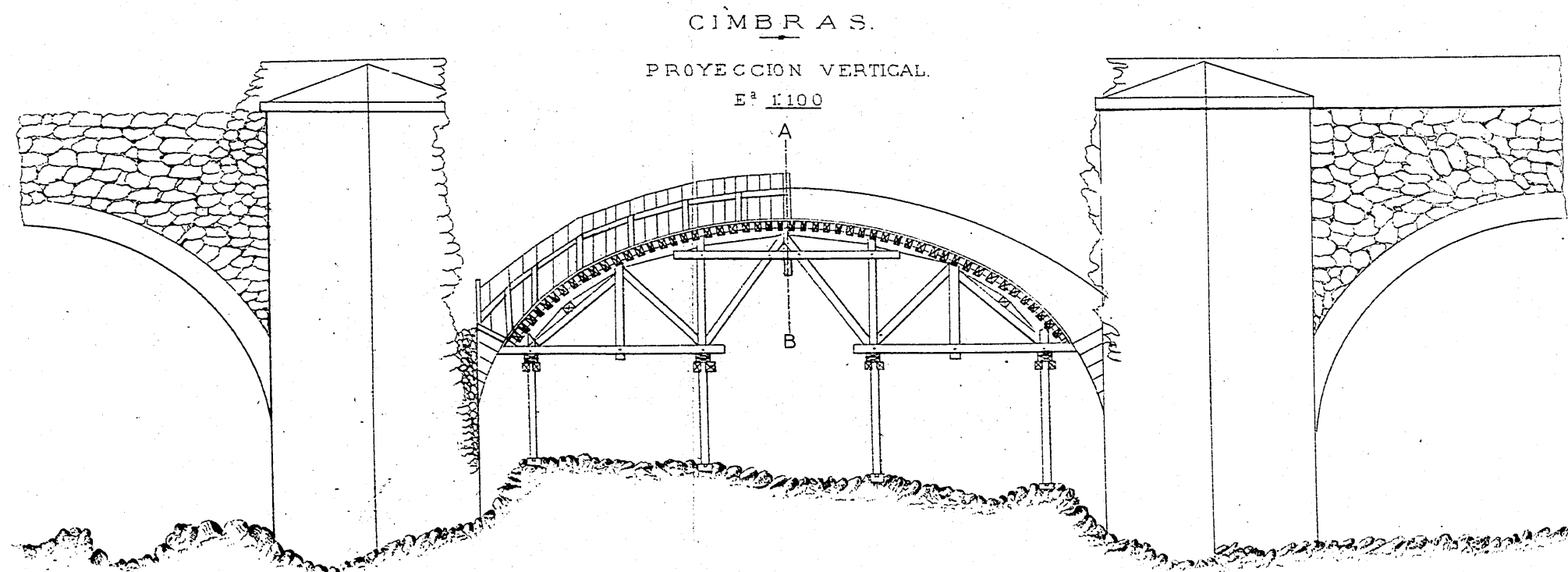
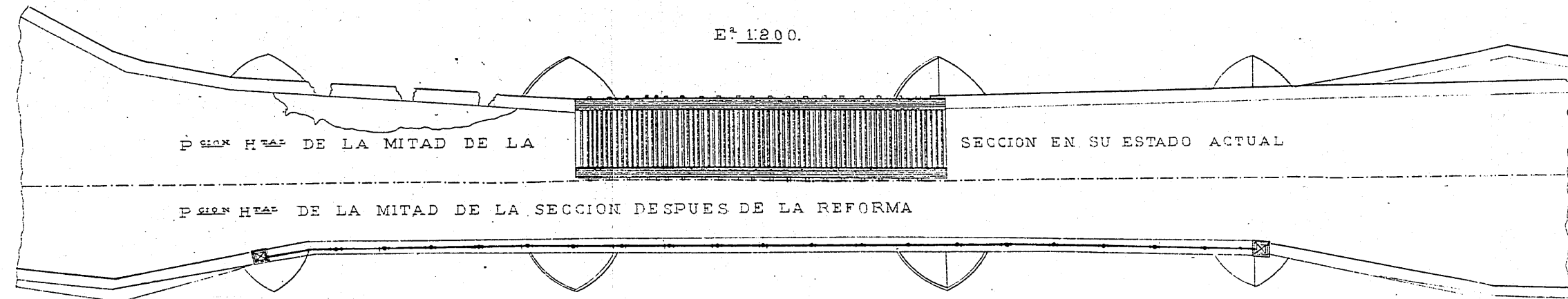
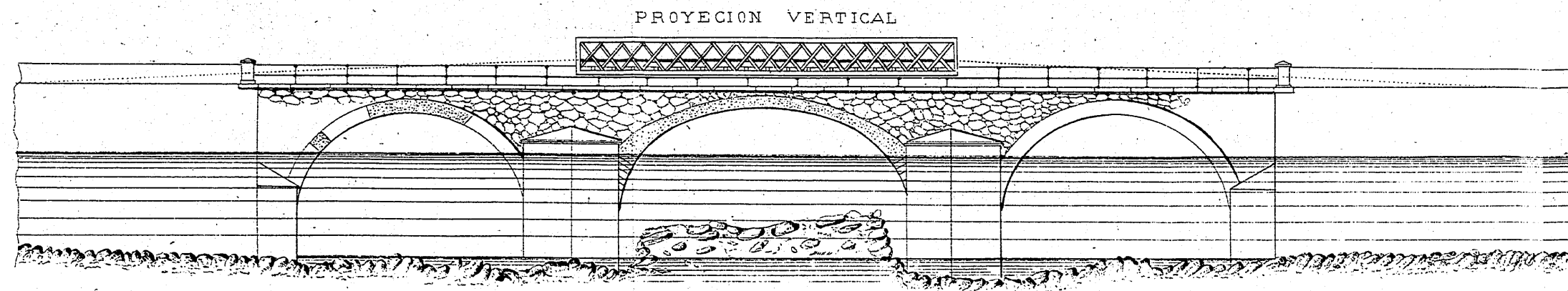
DEL
Puente de Luchana, en Bilbao.

AMASADOR COIGNET



DETALLES





PROYECTO DE REPARACION DEL PUENTE DE LUCHANA

CORTE PROYECCION POR LA CLAVE DEL ARCO CENTRAL
ANTES DE DEMOLER EL PUENTE PROVISIONAL DE MADERA

