

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

MADRID, 15 DE OCTUBRE DE 1888.

4.^a Serie.

Tomo 6.^o

Número 19.

AÑO XXXVI DE LA PUBLICACIÓN.

SUMARIO.

Ferrocarriles de vía ancha y de vía estrecha (conclusión), por D. P. de Alzola.—Junta del puerto de Barcelona. Memoria descriptiva de algunos puertos notables de Inglaterra y su estudio crítico comparativo con el de Barcelona, por D. Julio Valdés y Humarán.—Las esclusas del Canal de Panamá, por D. Enrique Gadea.—Lámina 80: *Perfil longitudinal del canal en construcción del istmo de Panamá.*

FERROCARRILES DE VÍA ANCHA Y DE VÍA ESTRECHA

APÉNDICE

VI.

(Conclusión.)

El argumento que se emplea para echar por tierra una fórmula que goza de tan extensa aceptación en el cálculo de la elevación del carril exterior de las curvas, consiste, por lo visto, en que existe en la superficie del globo una vía férrea de la que se cuentan prodigios que las leyes de la física no permiten se reproduzcan en otras partes, y cuyas imitaciones han sido desgraciadas, según la *R. R. Gazette* de 6 de Julio último.

Si en el Festiniog se puede marchar á 50 kilómetros por hora, y aun á 64 con el peralte de 0^m,076 por las curvas de 35 metros de radio, como al aplicar cualquiera de las fórmulas aquél es proporcional á la latitud de la vía y se halla en razón inversa del radio, para una curva de 400 metros del Norte de España, le correspondería en igual velocidad:

$$\frac{1^m,67}{0^m,59} \times \frac{35^m}{400^m} \times 0^m,076 = 0^m,019,$$

ó sea la octava parte de la elevación de 0^m,15 que se da en las vías férreas de la mencionada red, resultado que no puede ser más absurdo.

Por estas y otras muchas razones, no hemos dado crédito á esa marcha tan acelerada del Festiniog, sino como un *tour de force* de ciertos ensayos que nada significan, tratándose de una línea que se ha querido presentar

como modelo, y que se ha conservado con inusitada perfección; pero no hallará seguramente ningún Ingeniero que se atreva á hacer tales temeridades en los ferrocarriles usuales, y que todos nosotros conocemos, sopea de exponerse á constantes descarrilamientos. Es probable que en la mencionada línea del país de Gales se supla la falta de peralte por medio de contracarriles; pero este artificio tiene también sus quiebras, y según la *Memoria de los Anales de Puentes y Calzadas* antes mencionada, no debe emplearse sino en donde la vigilancia de la vía es extremada, para evitar que las piedras ú otros obstáculos interpuestos entre ambos carriles hagan saltar las ruedas de los vehiculos, produciendo el descarrilamiento del tren.

No negaremos que los resultados que da la fórmula mencionada se pueden disminuir algo en la práctica, ó lo que es lo mismo, aumentar la velocidad, y así lo consignamos al discutir este punto. Por ejemplo, en la red del Norte de España, los trenes expresos alcanzan la marcha de 50 kilómetros en la sección en que hay radios de 300 metros, y en vez del

peralte de $\frac{50}{300} = 0^m,166$ se da $0^m,15$, y para la estrecha de Ergastiria

mencionamos una reducción análoga; de modo que para las de 1 00 metro de latitud, admitiremos que se pueda forzar sin peligro la velocidad en seis ú ocho kilómetros más sobre dichos resultados; quiere decir, que en los radios de 120 metros y con $0^m,11$ de peralte, se alcanzará una marcha de 26 á 28 kilómetros por hora; pero no creemos prudente que se transpasen estos límites en el servicio corriente.

Volviendo al peralte de $0^m,075$ de las curvas de 35 metros del Festiniog, haremos observar que aun la fórmula de la fuerza centrífuga que, según opinión unánime de todos los autores, da resultados insuficientes, arroja el de $0^m,33$, ó sea 4,3 veces mayor para la velocidad de 50 kilómetros, subiendo dicha elevación á $0^m,54$ para la marcha de 64 kilómetros; de modo que las exclamaciones de asombro que aquí cuadran, son las que provocan tales prodigios de celeridad y no las motivadas por nuestras trilladas fórmulas.

Se nos atribuye la contradicción de que habiendo consignado que la desventaja de la vía estrecha es principalmente para el arrastre de mercancías, la hemos recomendado para las líneas mineras ó industriales. Hemos querido decir que, si el transporte de cada tonelada á un kilómetro cuesta, por ejemplo, un céntimo de peseta más que en la vía normal, la diferencia de coste será sensible en un tren de mercancías, y no así en el de viajeros, puesto que aun conduciendo cien de éstos, su peso no excederá de siete toneladas; pero en cambio, las líneas mineras y fabriles que tienen por lo general un material especial y escasas conexiones con la red

de ferrocarriles, no requieren velocidad en la marcha y se prestan sin inconvenientes a la adopción de trazados extremadamente económicos, mientras que en el servicio de viajeros se palpan todas las imperfecciones del camino.

No le agrada al Sr. Ibarreta que hayamos hecho la clasificación de los ferrocarriles en categorías, según sus mejores ó peores condiciones técnicas, á semejanza de la que existe en Italia y de las que tenemos en España para las carreteras, los puertos, etc., y para combatirla cita la línea de San Gotardo, que, por su excesivo coste, no se adapta debidamente en alguna de las condiciones indicadas para su clase; pero este motivo nos parece bien baladí, pues conocemos también en el litoral del Mediterráneo cierta carretera de segundo orden que tiene algunos trozos cuyo coste ha sido también muchísimo mayor que el de las de primer orden; pero la excepción no hace la regla. Tampoco hay motivo para llevar á mal que hayamos considerado como de sexta clase un ferrocarril estrecho con curvas de 60 metros de radio, pues cuando hemos proyectado otra línea análoga la hemos llamado lo mismo, sin que comprendamos que haya el menor desdoro en ejecutar líneas tortuosas y económicas.

Presenta algunos datos nuevos relativos á Francia para demostrar la economía de la explotación de varios caminos angostos; pero como carecen de tarifas medias y son muy limitados comparados con la extensa lista de los ensanchados que hemos presentado nosotros y que sigue aumentando diariamente (1), nos abstendremos de su examen á fin de dar término á esta discusión.

Se extiende en largas consideraciones para demostrar que en un país pobre como España se debe tener muy en cuenta la economía de los gastos de establecimiento, y no hemos escrito nada en contra de ello, sino por el contrario, hemos abogado porque se evite el despilfarro aun en las vías anchas que, sin necesidad alguna, se han ejecutado en muchas líneas españolas con verdadero lujo de plataforma, de radios y de fortaleza en la vía; y en prueba de las preocupaciones relativas á la inflexibilidad de la latitud ordinaria de 1^m,67, vamos á referir lo que ha ocurrido durante el último invierno en la subida de Pajares. Una formidable avalancha de nieve produjo el hundimiento del puente metálico de Matarredonda, en el kilómetro 62 de la línea de Asturias, arrastrando el tramo metálico de 41^m,00, entre los túneles números 18 y 19, y ante los grandísimos obstáculos que se presentaban para rehabilitar el paso de trenes por el puente, se decidieron los

(1) En los últimos meses ha insertado la *R. R. Gazette* la noticia de que se ha acordado el cambio á la vía normal de la red *Houston, port and west, Texas* de 191 millas; *Churrin falls and southern*, de 190; *Andheim Orinda*, etc., *Pamona*, cuya longitud desconocemos; la *Denver*, etc., *rio Grande* *western* de 310 millas, aunque aplazándolo por falta de recursos; *Monterey Gulf*, de 325 millas, que se proyecta de vía estrecha, se está construyendo ordinaria, etc., etc.

ingenieros de la Compañía del Norte á construir un ramal de vía férrea que contornease el barranco, y, al efecto, hubo necesidad de adoptar tres curvas de 30 metros de radio, con la idea de restablecer la circulación de los vagones, arrastrándolos por *parejas de bueyes*; pero habiéndose decidido á hacer un ensayo con locomotoras del servicio de estaciones de 20,50 toneladas de peso, vacías, después de tomar la precaución de quitar las pestañas de las ruedas centrales, se observó con sorpresa que los trenes pasaban perfectamente á razón de 10 kilómetros de velocidad por hora (aunque tomando ciertas precauciones), y el servicio se hizo con completa regularidad, habiendo día en que circularon, además de los viajeros, 1,047 toneladas de mercancías.

No nos ha causado á nosotros extrañeza este ejemplo, porque habíamos visto pasar las máquinas del ferrocarril de Bilbao á Portugalete por una curva de 40^m,00 de radio; pero demuestra las erróneas ideas que han prevalecido acerca de la falta absoluta de flexibilidad de la vía ordinaria, de la que no se ha sacado partido en España para la construcción de ferrocarriles económicos. Quiere decir que nosotros optamos por la construcción barata con ambas latitudes, cuando las líneas prometan modestos rendimientos, optando resueltamente por la normal en los caminos de porvenir y en los de carácter extratéxico.

Procede después el Sr. Ibarreta á examinar si en la práctica hemos aplicado con acierto nuestras ideas, y sin apelar á indagaciones análogas, demostraremos cuán ilusorias son las contradicciones que ha creído encontrar.

Dice que proyectamos el ferrocarril de Bilbao á San Sebastián, de vía ordinaria, con un presupuesto de 230.000 pesetas por kilómetro, y el de Amorebieta á Guernica-Luno con 109.000 pesetas, lo cual da el 52,6 por 100 de economía; pero ya consignamos que la línea de la costa se trazó con las lujosas condiciones de establecimiento que se nos fijaron, manifestando en la Memoria que si no se lograba la subvención de 60.000 pesetas, se podría, no obstante, violentando las curvas y pendientes, y escatimando en las dotaciones é instalaciones obtener una economía equivalente, á pesar de que algunos trozos son extremadamente accidentados. En cuanto al ferrocarril de Guernica, lo proyectamos con un trazado que pudiera adaptarse á la vía normal, enlazando con el ferrocarril cantábrico en caso de construirse; y si bien ha prevalecido la vía estrecha en dicha línea, lejos de empeorar el trazado lo hemos mejorado en el replanteo, de modo que su transformación en camino normal sería muy fácil y poco costosa, resultando contraproducente el argumento relativo á los desembolsos que originaría su reforma.

En efecto; los radios mínimos son de 200 metros, excepto en una curva

de 175^m; la latitud de las obras de fábrica, que Regan á la rasante, es de 4^m 00 con el balasto empotrado entre las impostas; los cañones de las alcantarillas que cruzan el pie de los terraplenes tienen exceso de longitud; en gran parte de los desmontes y en donde hay muros de contención, la explanación mide 5^m 00; los carriles, de 20,75 kilogramos por metro lineal, apoyados en traviesas distantes 0^m 70 de eje á eje, permiten el paso de las locomotoras de seis ruedas con 24 toneladas de peso; las entrevías de las estaciones son de 3^m 00 y los radios de los cambios de 150^m; los edificios y casi todo el material fijo servirían para la vía normal, incluso las placas giratorias; de modo que si dicho camino estuviese en la infraestructura, necesitaría tan pocas modificaciones para su ensanche, que nos comprometeríamos á transformarlo en otro de vía normal por el que pudiera circular el material móvil de la red española, excepto las locomotoras pesadas, por la suma de diez mil pesetas por kilómetro, á pesar de que el terreno es bastante quebrado; de modo que la diferencia de coste resulta en este caso bien pequeña. En cambio, cuando el trazado sigue el curso de un río muy tortuoso, como el Urola en alguno de sus trozos, puede haber gran diferencia en el coste, reduciendo los radios de las curvas; pero estos casos son la excepción y no la regla general, y también es preciso tener presente que desde que proyectamos la línea catábrica han sufrido una reducción considerable los precios de los túneles, carriles, etc.

No hemos cometido ningún error más ó menos casual al consignar el coste kilométrico del trozo de Durango á Málzaga. Las 230.287 pesetas son el término medio del presupuesto de los once trozos comprendidos entre Bilbao y San Sebastián, mientras que el cuarto de Durango, hasta el límite de la provincia de Vizcaya, cerca de Eibar, se presupuso en 203.294, subiendo á 217.000 con inclusión de la estación de aquella villa y la prolongación á Málzaga; de modo que la equivocación ha estado en suponer que el coste sea de 230.000 pesetas y no en nuestro aserto.

Se nos ha achacado otra contradicción tan imaginaria como las anteriores, porque hemos supuesto que el gasto de explotación sea del 45 por 100 de los productos, lo mismo en la línea de la costa que en la de Guernica, lo cual procede de confundir el coeficiente de explotación con los gastos que ésta origina. En efecto; en el ferrocarril de San Sebastián calculamos la tarifa media de aplicación para mercancías generales, teniendo presente que habría que competir con el cabotaje, en 0,085 pesetas por tonelada kilómetro y 0,05 para los minerales, y en la de Guernica, respectivamente 0,15, y 0,10, ó sea casi el doble; de modo que cobrando precios de arrastre tan económicos, nada tiene de extraño que resultase más barata la explotación en la de San Sebastián, aun en igualdad de coeficientes.

También le sorprende al Sr. Ibarreta que para el ferrocarril normal de

Portugalete propusiésemos tarifas máximas de mercancías superiores á las del estrecho de Guernica, sin tener en cuenta que tan solo la expropiación del primero ha costado por kilómetro más que la totalidad del segundo, y que tiene arrastres de muy poco recorrido. En cuanto á las tarifas de aplicación no son más altas en la línea de Portugalete, y respecto de viajeros rigen las siguientes:

FERROCARRILES.	Kilómetros.	1. ^a clase. Pesetas.	2. ^a clase. Pesetas.	3. ^a clase. Pesetas.
Bilbao á Portugalete.	12	0,75	0,30	»
Amorebieta á Guernica.	15	1,50	1,10	0,80

es decir, que en la línea de Portugalete se cobra por kilómetro en segunda clase, que es la más numerosa, la *tercera parte* que en la de Guernica, á pesar de que se supone lo contrario, fijándose en las tarifas máximas.

Para demostrar el desarrollo que va adquiriendo la vía estrecha, se consigna que en Francia y Córcega hay 485 kilómetros en explotación y 180 en Bélgica, siendo de 1.515 kilómetros la longitud concedida en la vecina república; pero á los que lejos de rechazarla la admitimos en ciertos afluentes y líneas secundarias, nos parecen bastante exigüos esos datos, que demuestran que la generalidad de los ingenieros de dichas naciones han sido mucho más refractarios que nosotros hacia la vía de 1^m.00. Tampoco nos extraña que en las empresas de colonización de los desiertos del Brasil se contenten con la vía angosta; pero 3.630 kilómetros explotados en toda Europa, con inclusión de sus islas, ó sea menos del 2 por 100 de la extensión que alcanza la vía normal en la parte más civilizada del mundo, nos parece un testimonio harto modesto para esos éxitos tan decantados.

Si el Congreso de Bruselas declaró que las operaciones del trasbordo no son un *obstáculo* para el desarrollo de los ferrocarriles estrechos, esto no significa que se hallen exentas de inconvenientes, que no deben ser siempre tan insignificantes, cuando hemos citado ejemplos de líneas extensas que se han ensanchado, principalmente para evitar los trasbordos.

Por último, se comprendería la exclamación de Galileo si hubiésemos afirmado que había terminado la era de las líneas estrechas; pero lejos de sostenerlo, hemos discutido una cuestión puramente de superioridad, y para terminar, reproduciremos la síntesis del asunto que hace *The R. R. Gazette* de 6 de Julio último, que va aun más lejos que nosotros en sus opiniones:

«Un borrico no tiene la fuerza de un caballo. El peso de las máquinas

»y coches originaba constantes reparaciones. La menor velocidad, así como
 »la capacidad insuficiente de los coches y de la superficie de las calderas
 »y los trasbordos, hacían imposible la competencia con la vía normal. Se
 »encontró que los carriles ligeros no debían aplicarse sino en líneas aisla-
 »das, y en consecuencia, la vía ordinaria ha alcanzado una supremacía
 »casi completa en los Estados Unidos, y si no acaban de desaparecer los
 »camino estrechos, es por no recargar sus gastos de establecimiento. Se
 »admite generalmente que las líneas económicas normales pueden cons-
 »truirse y explotarse con la baratura de las estrechas, y sin las desventa-
 »jas que originan el empleo de distinto material móvil y los trasbordos.»

Por nuestra parte, creemos haber huido de toda clase de radicalismos, colocando la cuestión debatida en su justo medio.

P. DE AIZOLA.

JUNTA DEL PUERTO DE BARCELONA

MEMORIA DESCRIPTIVA

DE ALGUNOS PUERTOS NOTABLES DE INGLATERRA Y SU ESTUDIO CRÍTICO
 COMPARATIVO CON EL DE BARCELONA

REDACTADA POR

D. JULIO VALDÉS Y HUMARÁN

Ingeniero Sub-Director de las obras, en virtud de la comisión que en 4 de Diciembre de 1885 le fue conferida por la Junta, y publicada por acuerdo de la misma de 21 de Octubre de 1886.

(Continuación.)

Distribución de los muelles.

Exceptuando el de Barrow, que es un puerto completamente nuevo, todos los demás que he visitado, como la mayor parte de los de Inglaterra, se remontan en su establecimiento á épocas muy anteriores al desarrollo de los ferrocarriles. Hé aquí la causa de la viciosa distribución de los muelles, que sólo ofrecen modelos dignos de imitación en los docks de creación reciente ó en los que se hallan actualmente en construcción.

El tipo de anchura media reconocido hoy día como indispensable para un buen servicio de muelles, es el de 80 á 90 metros, de los que deben destinarse de tres á cinco, para las aceras; doce á quince, para vías ordinarias; quince á veinte, para vías férreas; cuatro á ocho, para la zona próxima á la arista que sirve de emplazamiento á las gruas, y el resto para tinglados y almacenes.

Es cierto que en la mayor parte de los casos, la distancia que media

Figura 24.
Tipos de doble vía (Francia)

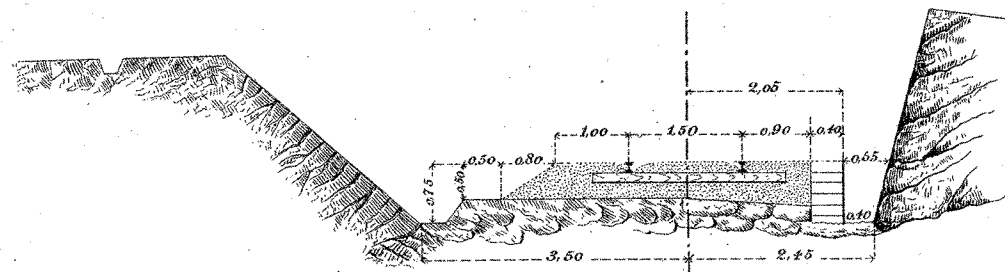


Figura 25

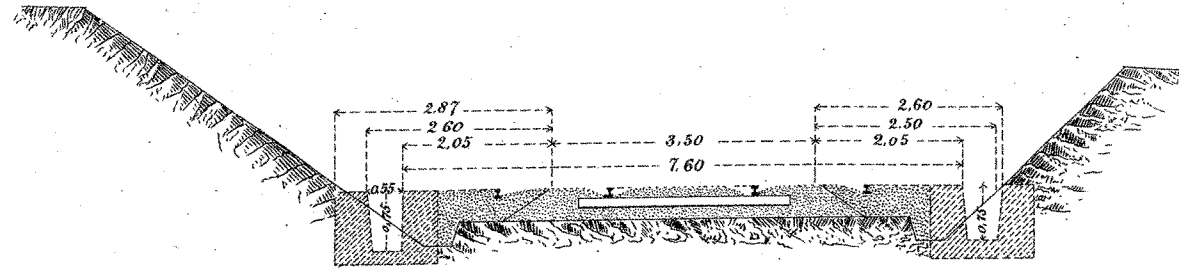


Figura 26.

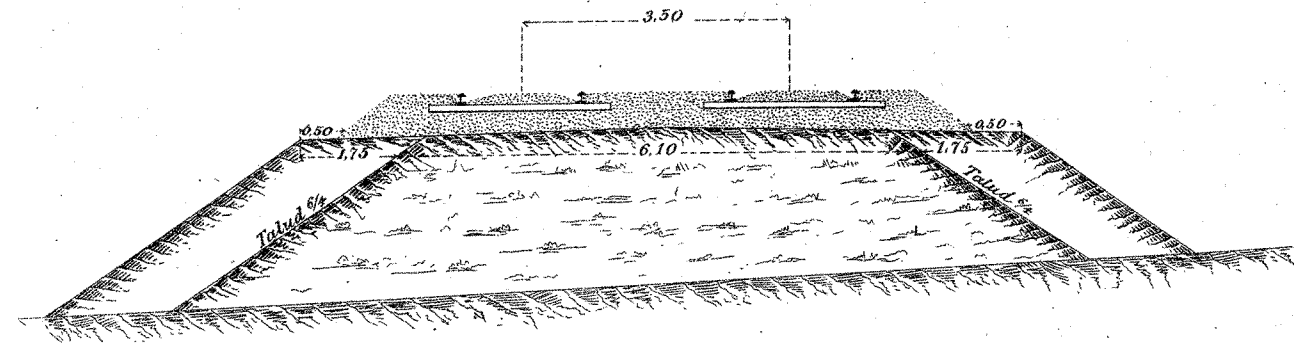


Figura 27.
Galibo (Francia.)

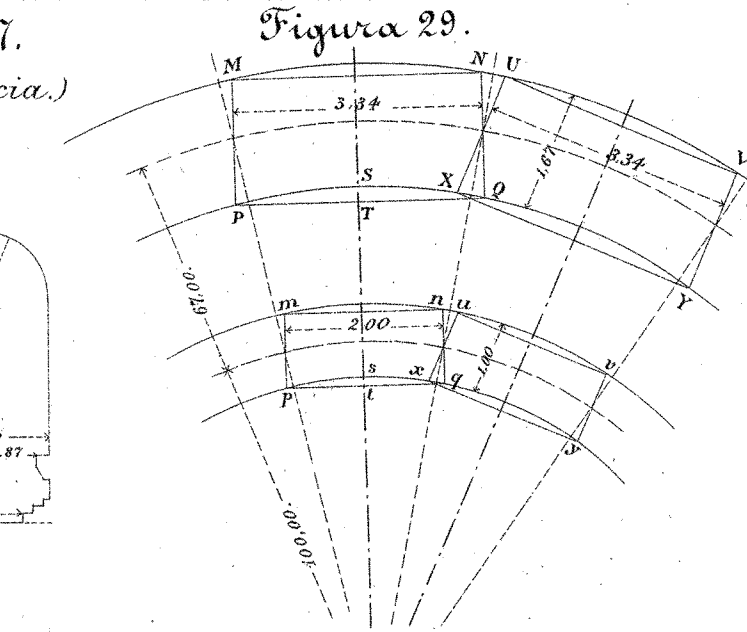
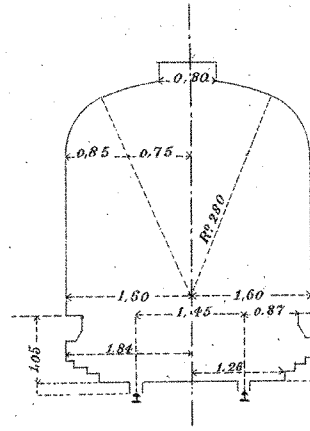


Figura 28
Túnel para ferro-carril económico

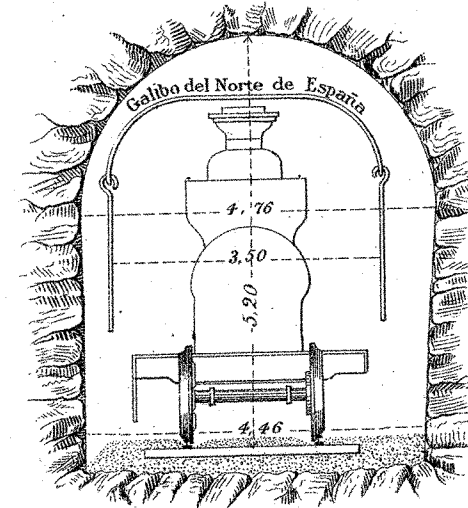


Figura 30.
Línea de Hermes á Beaumont (Francia.)

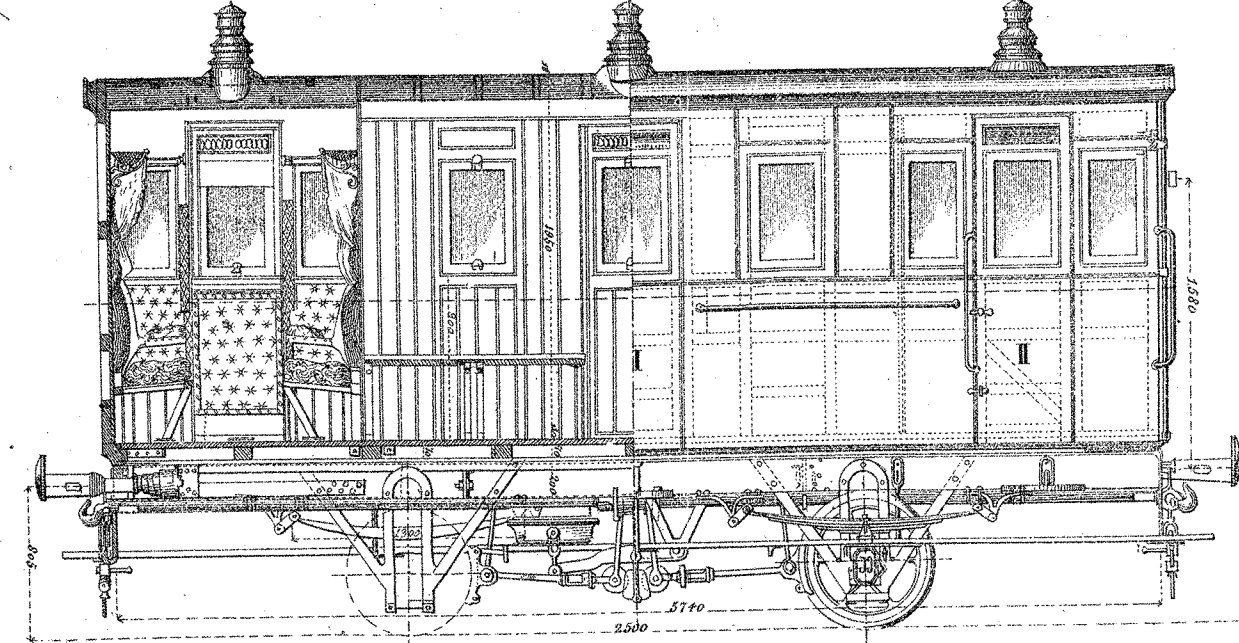


Figura 32.
Línea de Hermes á Beaumont (Francia.)

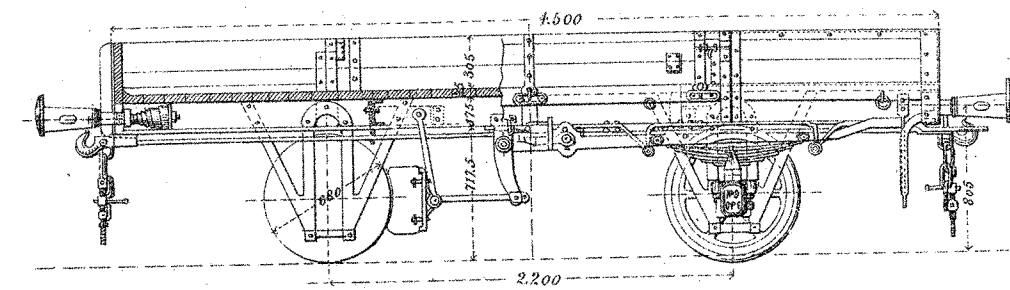


Figura 31.

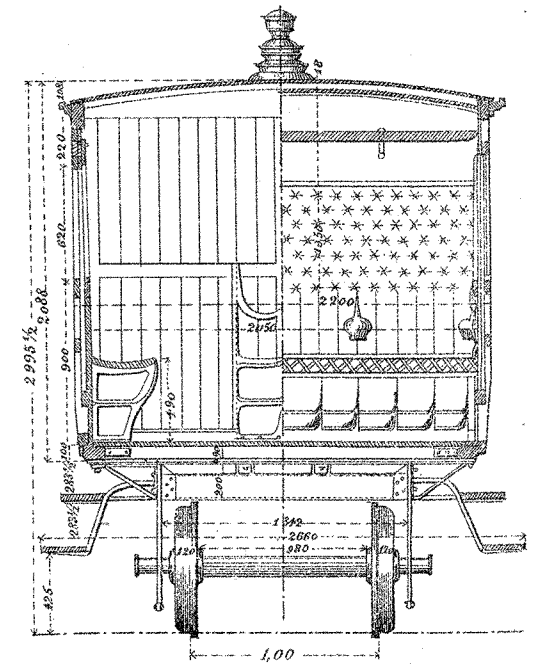
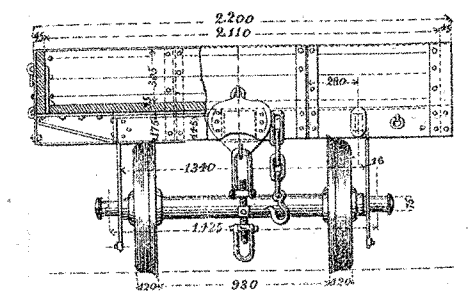


Figura 33.



ESCALA DE 1:100, Excepto en los radios de la fig.ª 29.

Figura 13. (Italia)

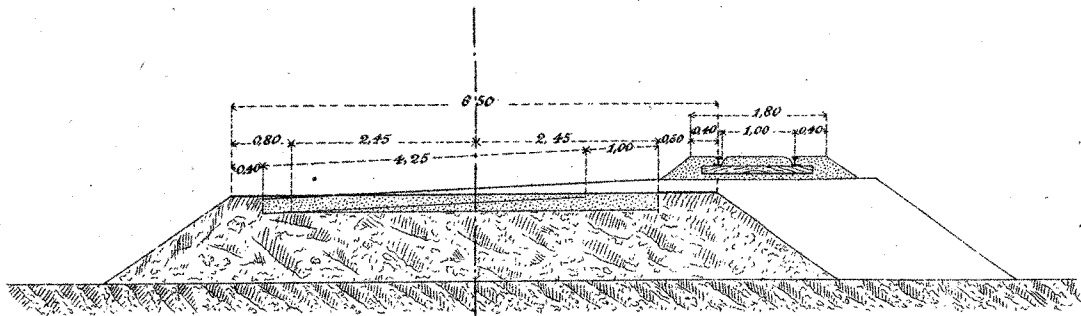


Figura 14. (Italia)

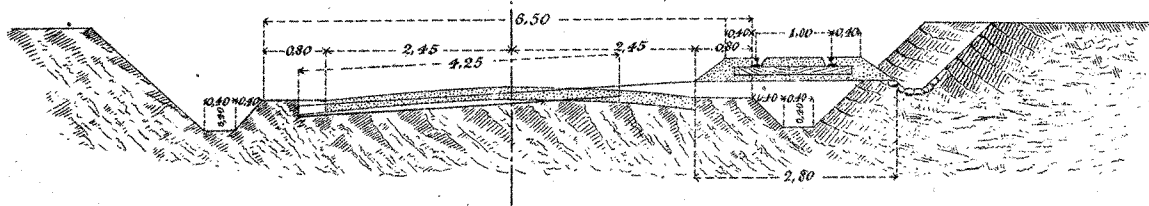


Figura 15. (Italia)

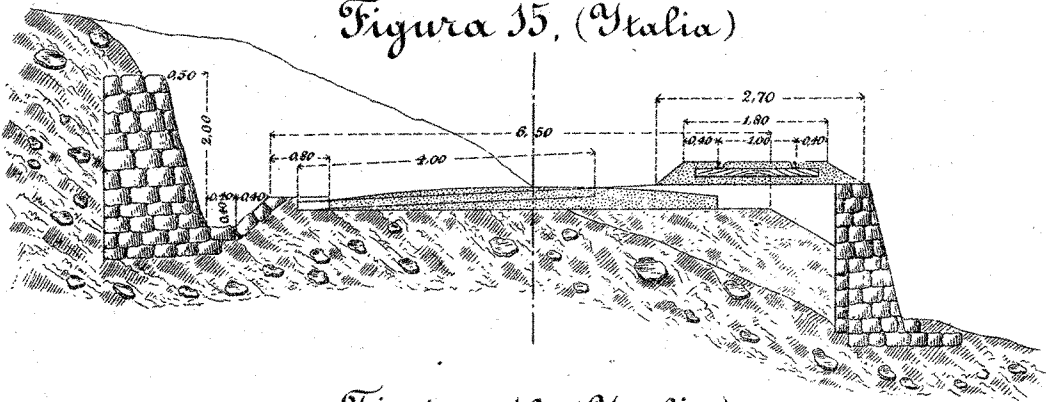


Figura 16. (Italia)

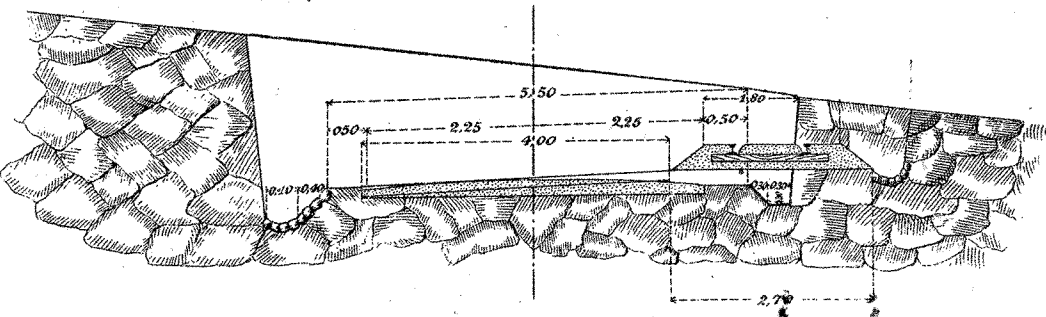


Figura 17. (Irlanda.)

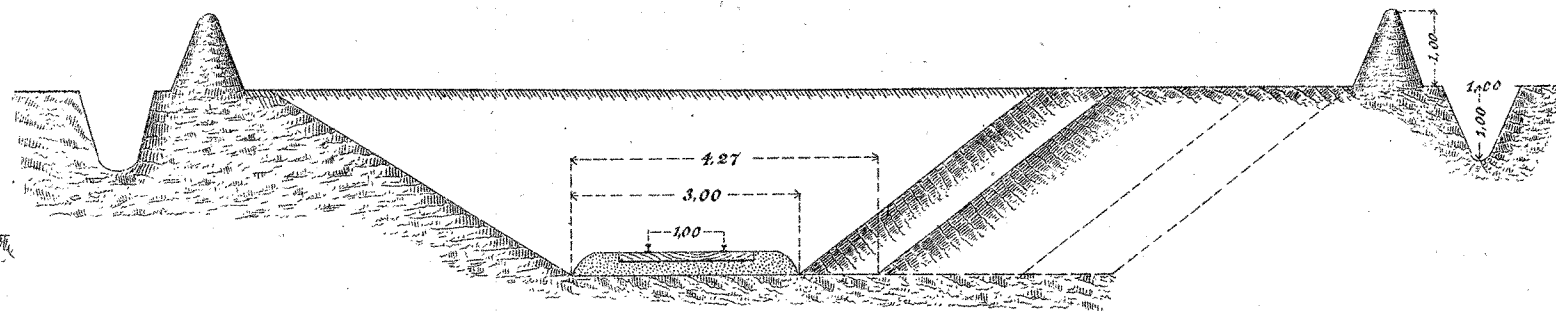


Figura 18. (Irlanda.)

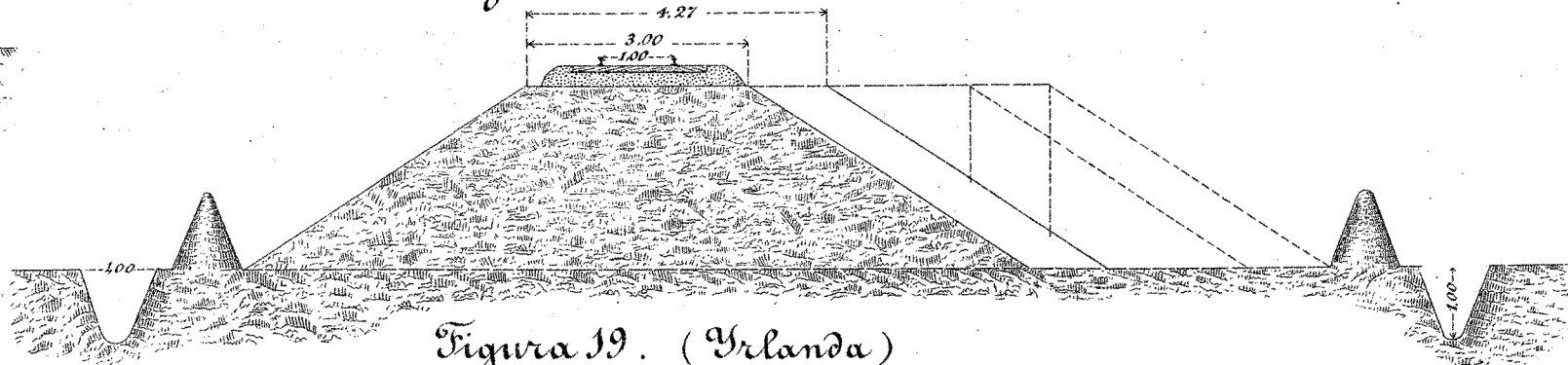
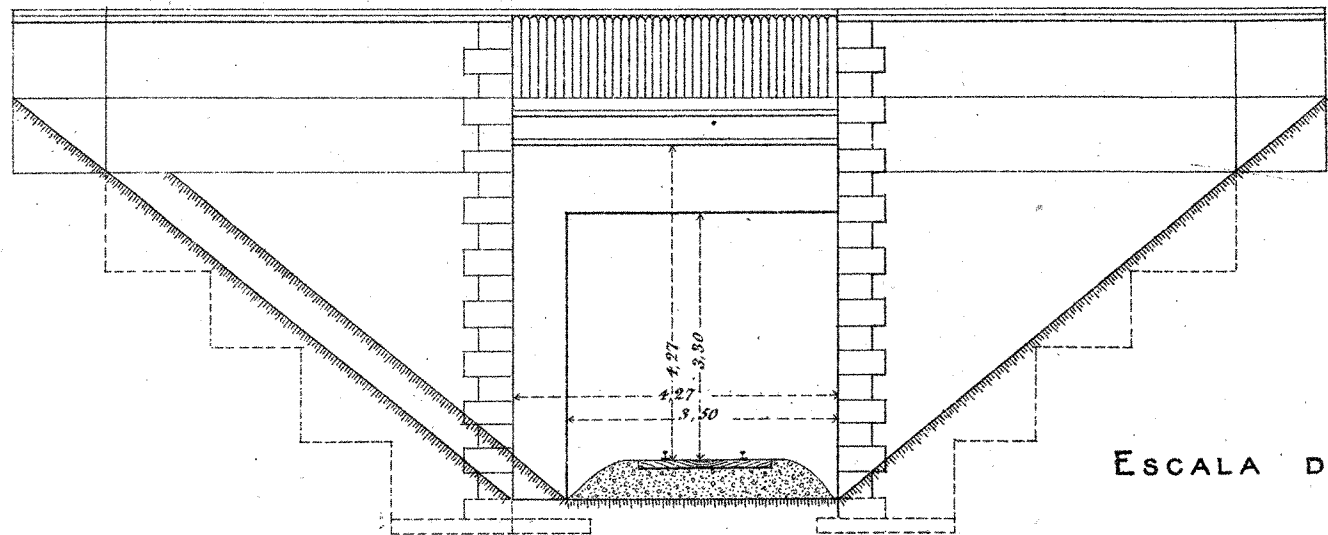


Figura 19. (Irlanda.)



ESCALA DE 1:100

Figura 20. Ciudad Real á Badajoz (España)

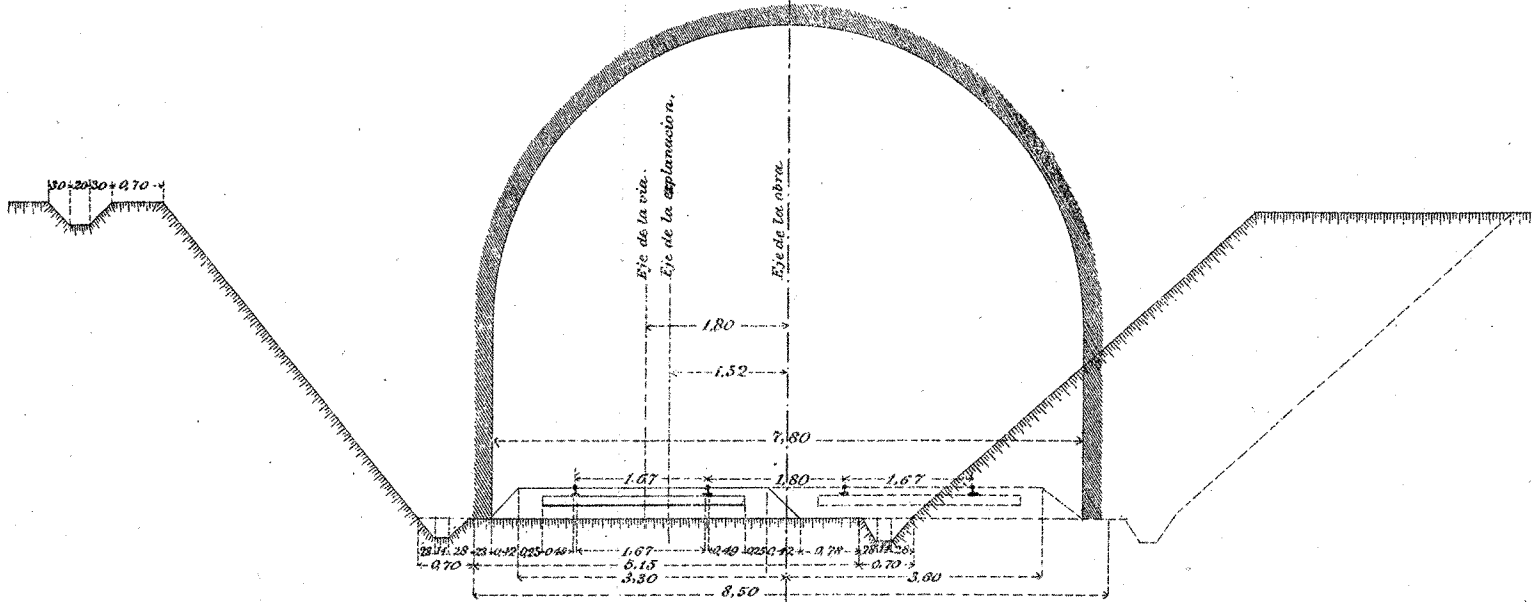


Figura 21. Madrid á Ciudad Real (España.)

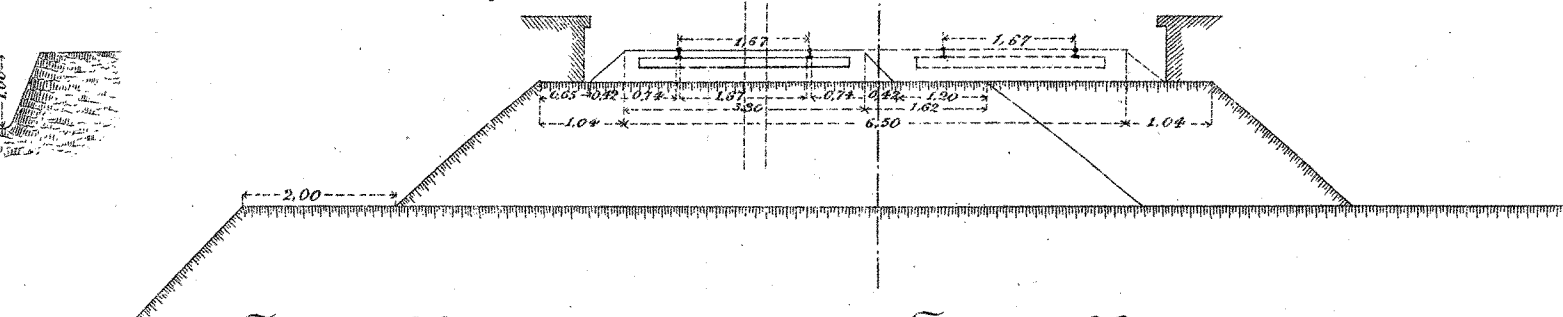


Figura 22
Tipo de camino estrecho

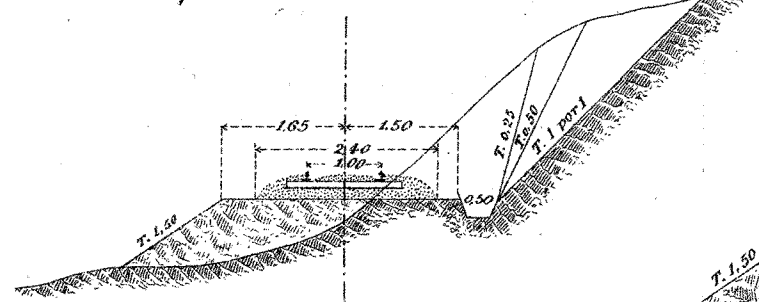
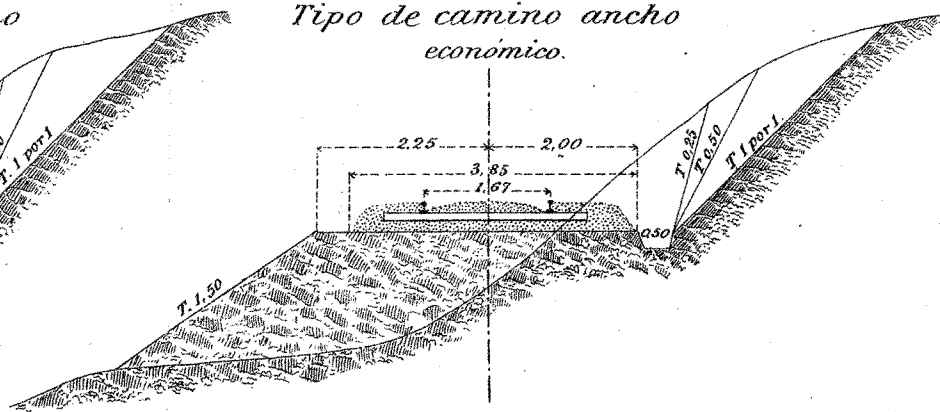


Figura 23.
Tipo de camino ancho económico.



Ferro: carril de la Orconera á Luchana. Wagon para mineral de hierro.

Fig. 34.

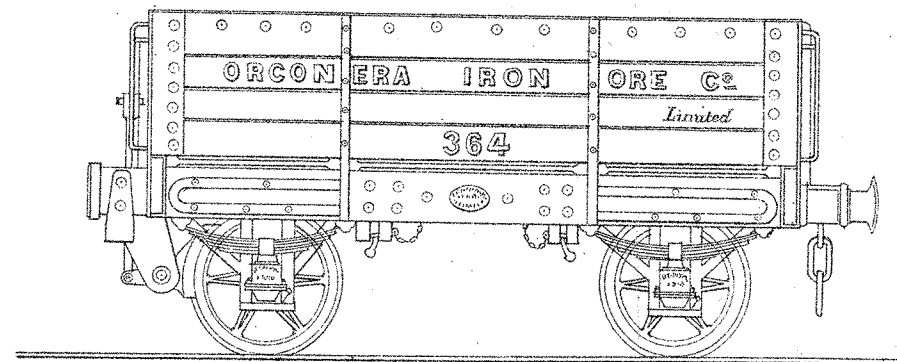


Fig. 35.

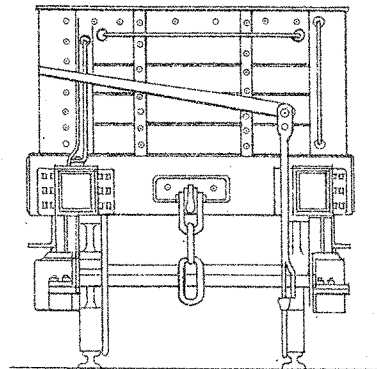


Fig. 36.

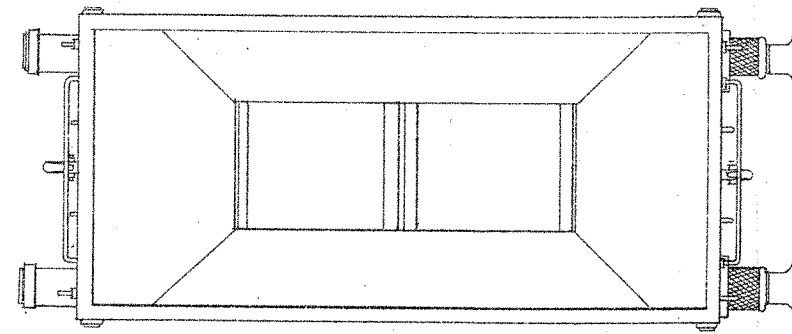
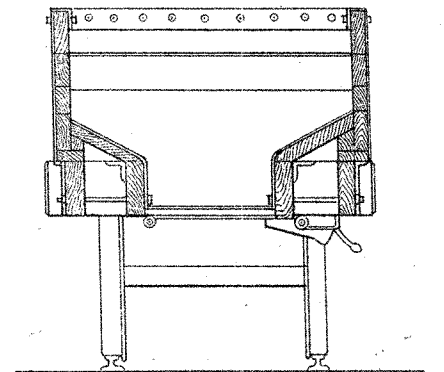


Fig. 37.



Wagon para balasto.

Fig. 38.

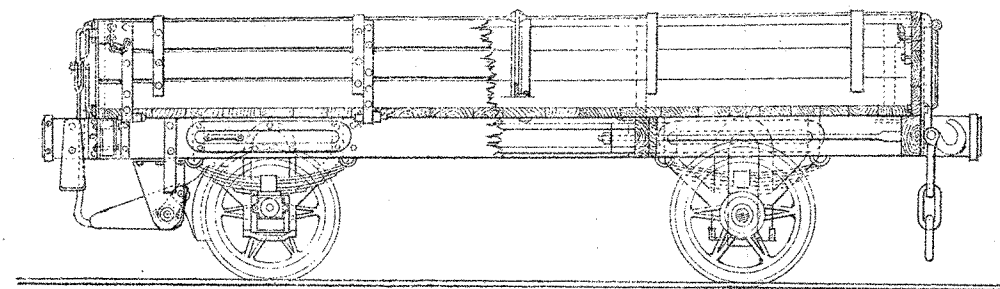


Fig. 39.

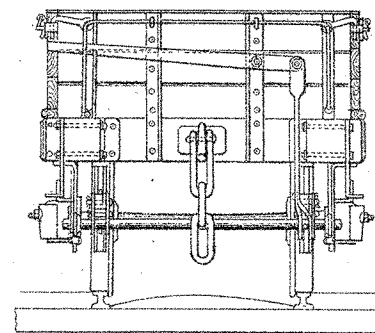


Fig. 40.

