

LOCOMOTORAS TENDERS,

SISTEMA VAESSEN,

PARA FUERTES PENDIENTES Y CURVAS DE PEQUEÑO RADIO,

CONSTRUIDAS EN LA FABRICA DE S. LEONARDO (LIEJA)

Y EMPLEADAS EN EL

FERRO-CARRIL DE ALAR Á SANTANDER.

Láminas 11, 12 y 13.

Observaciones generales sobre el conocimiento de las locomotoras en el trazado de los caminos de hierro.

Cuando se proyecta un ferro-carril es de todo punto indispensable el conocimiento completo y exacto de las condiciones y circunstancias del motor que ha de aplicarse á su explotación, tan indispensable como el conocimiento del mismo terreno sobre que se ha de verificar el trazado. En terrenos en que este ofrece poca dificultad, en que puedan adoptarse pendientes que no pasen de 5 á 8 milímetros por metro, y curvas cuyos radios no sean menores de 800 á 1000 metros, no hay por qué preocuparse mucho de las condiciones del material de tracción y transporte, porque se emplea sin dificultad el de la generalidad de los caminos de hierro; pero si se trata de terrenos montañosos y muy accidentados así en el sentido horizontal como en el vertical, y si además la línea que se proyecta es de regular ó grande importancia bajo el punto de vista de los trasportes y por los puntos que enlaza, la cuestión es ya diferente, y el conocimiento y estudio de las máquinas que han de emplearse, ocupa el primer lugar para la resolución del importante problema de reducir lo posible los gastos de primer establecimiento de la vía, sin faltar á las condiciones mas esenciales é importantes de una regular es-

plotación, y gravando lo menos posible para el porvenir la industria de los trasportes. La resolución de este problema es en general bastante complicada y difícil, y depende no solo de estudios y datos técnicos, sino tal vez mas aun de otros económicos, administrativos y políticos. No es nuestro ánimo entrar aqui en este estudio, hacemos solo estas ligeras indicaciones por lo que puedan contribuir á hacer comprender la importancia de la aplicación del sistema de máquinas que tratamos de describir, y porque creemos que mas de una vez se han fijado en los proyectos de ferro-carriles límites de pendientes y radios de curvas, sin darse completa cuenta de sus consecuencias.

En los trazados que recorren países muy accidentados se experimenta casi siempre la doble necesidad de aumentar todo lo posible las pendientes, y reducir tambien lo posible los radios de las curvas. Una y otra circunstancia contribuyen á aumentar el esfuerzo que deben hacer las locomotoras para remolcar los trenes de un peso dado; y de aqui la necesidad de emplear máquinas de mucha fuerza, y por consiguiente de *gran peso*, puesto que el maximum de aquella es una fracción de este, y de aqui finalmente la tendencia de los Ingenieros y constructores á utilizar para estos casos, como peso adherente ó motor todo ó la mayor parte del de la máquina, acoplando ó uniendo al eje motor todos ó la mayor parte de los otros. Como en el sentido trasversal no hay posibilidad de introducir grandes alteraciones, como la resistencia permanente de los ejes y llantas de las ruedas y carriles de la vía no aconseja como prudente cargar cada eje con un peso mayor de 10 á 12 toneladas, y como es además indispensable que la superficie de calentamiento y demas elementos de producción del vapor estén en armonía con el peso adherente ó fuerza máxima disponible en cada máquina, de aqui la necesidad de dar á esta la mayor longitud posible y de apoyarla sobre tres ó cuatro y aun mayor número de ejes, mas cuando la distancia entre los extremos, estando acoplados y por tanto paralelos, ó que no estándolo no tienen el juego suficiente, es

mayor de tres metros, las máquinas pasan con mucha dificultad y esposicion en curvas de 500 metros de radio, causando sensibles desgastes en las llantas de las ruedas y en la cara interior del carril exterior de dichas curvas, lo que da lugar por de pronto á una gran pérdida en el material fijo y móvil, por manera que el empleo de curvas de pequeño radio exige que la distancia entre los ejes extremos acoplados ó motores sea la menor posible, circunstancia enteramente contraria á la exigida por la mayor pendiente y por la necesidad no menos atendible de repartir convenientemente el peso de la máquina sobre sus diferentes apoyos, y de obtener así las mejores condiciones respecto á su estabilidad.

Descripcion de estas máquinas.

Entre los diferentes tipos de máquinas que conocemos, uno de los que mejor reunen las condiciones que antes hemos indicado, que mejor se prestan á la explotacion de ferrocarriles de grandes pendientes y curvas de pequeño radio, es el de las locomotoras-tenders del sistema Vaessen, con hogar Belpaire, construidas por la sociedad de Saint Leonard de Lieja y empleadas hace ya año y medio en el ferro-carril de Alar á Santander para el transporte de mercancías.

Las láminas 11 y 12 representan en escala de $\frac{1}{20}$ el alzado y proyeccion horizontal de estas máquinas. La caldera está montada sobre cinco pares de ruedas, de las cuales las tres posteriores estan acopladas y resisten el peso adherente de la máquina. Las dos anteriores, de menor diámetro, constituyen un tren móvil en todos sentidos, que permite el paso de las curvas de pequeño radio, por medio de una palanca ó biela M, fig. 2.^a, lámina 15. Las ruedas estreñas acopladas $r' r'' r'''$ dan la direccion al eje longitudinal de la máquina que se encuentra paralelo á la tangente de la curva en el punto u . El eje acoplado del centro tiene un juego lateral en los husillos que

le permite desviarse segun las curvas de la via. La articulacion O del tren móvil, fig. 5.^a está fija á la palanca M, y permite al tren, no solamente articular para colocarse en el radio de la curva, sino desviarse lateralmente en esta direccion.

La caja de humo se apoya sobre la palanca M por medio de dos pares de resbaladeras S S, figs. 2.^a, 3.^a y 4.^a, de acero fundido, formando dobles planos inclinados que facilitan la desviacion de la palanca, y por consiguiente del tren móvil, cuando la máquina entra en una curva y la obliga á colocarse en el eje de la caldera así que se halla en una alineacion recta. La palanca M articula á su vez sobre el eje T.

La gran ventaja de este sistema de articulacion respecto al americano y al de Eugert, es que el primero, aunque se coloca en la direccion de la curva no puede desviarse lateralmente, y que el segundo, estando dispuesto para curvas de un radio dado, se halla en malas condiciones para otras de un radio diferente.

Damos á continuacion las dimensiones de los principales elementos de estas máquinas.

Cilindros.	{ Diámetro. 0,46 ^m Carrera. 0,61 ^m
Ruedas motoras.	{ Número. 6 Diámetro, igual. 1,20 ^m
Id. del tren móvil.	{ Número. 4 ^m Diámetro. 0,30
Distancia máxima entre los ejes acoplados.	2,60
Distancia entre los ejes del tren móvil.	1,20
Distancia máxima entre los ejes.	5,60
Longitud total de la máquina de tope á tope.	10,64 ^m
Altura de la chimenea sobre los carriles.	4,40 ^m

Caldera parte cilíndrica. { Diámetro de la caldera. 4,50^m
Longitud. 4,42^m

Caja de fuego. { Altura. 1,55y 1,05
Longitud. 2,40
Ancho. 1,41
Superficie de calentamiento, mets. cuads. 11,68^m

Tubos. { Número. 200
Diámetro exterior. 0,05^m
Longitud. 4,42
Superficie de calentamiento. 123^m2

Superficie total de calentamiento. 159,68^m2

Relacion entre la superficie de calentamiento del hogar y de los tubos. 1:10,95

Peso de la máquina. { Vacía. 56 toneladas.
En marcha. 45 toneladas.

Carga sobre los tres ejes acoplados. 56 toneladas.
Id. sobre los dos del tren móvil. 9 toneladas.

Un sencillo cálculo geométrico, que creemos inútil detallar por no alargar demasiado este artículo, hace ver: 1.º que para curvas de 500 metros, por ejemplo, la desviación ó separación lateral del centro del tren móvil, respecto á la tangente correspondiente á la primera rueda motora es de 9,6 milímetros.

2.º Que para igual radio el juego del eje central acoplado sobre sus husillos es 5 milímetros, y

3.º Que la desviación del enganche delantero de la máquina con relación al centro del primer eje acoplado es de 28 milímetros.

Trabajo y consumo.

La empresa del ferro-carril de Isabel II, siendo entonces Director Gerente el ilustrado Sr. D. Tomas Ibarrola, actual Director general de Obras públicas, contrató en fines de 1860, ocho de estas máquinas con la so-

ciudad de San Leonardo de Lieja. La primera de estas máquinas, núm. 16, entró en servicio el 10 de junio de 1861, y sucesivamente se fueron recibiendo todas las demas. Desde aquella fecha hasta fines de 1862 han recorrido 197.556 kilómetros, habiendo arrastrado mas de 450.000 toneladas, ó sea próximamente hecho un trabajo de 45 millones de toneladas remolcadas á un kilómetro, produciendo una economía próximamente de 550 mil reales, ó sea de 0.015 rs. por tonelada y kilómetro respecto al coste anterior de los transportes, sin contar la que resulta del aprovechamiento de los carbones menudos, menores reparaciones, etc., etc, de que luego hablaremos.

En los 197.566 kilómetros recorridos se han gastado 5.069.156 kilogramos de uulla, ó sea 15,5 kilogramos por kilómetro recorrido, con inclusion del correspondiente al encendido y permanencia de las máquinas en las estaciones. Desde el establecimiento de las primas de economía, el consumo se ha reducido á 14 kilogramos, y si se descuenta lo del encendido y estaciones y se observa que por falta de coherizos el carbon está mojado la mayor parte del año, creemos que el verdadero consumo kilométrico en buenas condiciones del combustible no esceda de 12 á 15 kilogramos.

En la seccion de Santander á Bárcena, longitud 55 kilómetros, en vía ascendente, pendiente máxima 2 por 100, el gasto por tren es de 1.150 kilogramos por término medio, ó sea de 21 kilogramos por kilómetro; en la vía descendente (12 kilómetros en contrapendiente y 3 casi de nivel) el consumo es de 500 kilogramos, ó sea cerca de 6 kilogramos por kilómetro.

Estas máquinas, segun los términos de la contrata, debian arrastrar 200 toneladas además de su propio peso, en la pendiente del 2 por 100 y á la velocidad de 20 kilómetros por hora, y en efecto, cumplen con esta condicion; pero en el servicio ordinario el peso de los trenes es generalmente de 170 á 180 toneladas. En la vía ascendente con contrapendientes de 1 por 100 traen á Santander trenes de

25 á 50 wagones cargados , ó sea de un peso total de 400 toneladas. Si se aplican á las dimensiones que atras se han citado , los cálculos ordinarios del trabajo de las locomotoras se ve que en efecto las que describimos son susceptibles de remolcar con escaso las cargas que quedan citadas.

Damos á continuacion los resultados obtenidos en tres observaciones hechas con el posible esmero en seis trenes ordinarios , tres viajes de ida y vuelta , remolcados cada dos por diferente locomotora , en la seccion de Bárcena á Santander.

	TRENES núms. 21 y 24.	TRENES núms. 25 y 26.	TRENES núms. 25 y 26.	OBSERVACIONES.
	MÁQUINA núm. 16.	MÁQUINA núm. 17.	MÁQUINA núm. 20.	
Kilómetros recorridos, número.	115	120	120	El combustible empleado es una media grasa, sin lavar, conteniendo un 50 por 100 de polvo y el resto grueso. El estado de la atmósfera bueno, la vía algo húmeda. Vaporización activa, la válvula de escape constantemente abierta. La palanca en el cuarto punto de expansión en las rampas de 10 á 15 milímetros, y en el quinto en la de 2 por ciento. (1) Este número de carruajes se refiere á la rampa de 2 por 100 desde Las Fraguas á Bárcena, habiendo remolcado 17 cargados y 9 vacíos desde Santander á Las Fraguas en rampas de 10 y 15 milímetros. Longitud desde Santander á Las Fraguas 47 kilómetros y 8 kilómetros desde Las Fraguas á Bárcena. En estas esperiencias y sus resultados no se ha tenido en cuenta el peso propio de la máquina, ni se ha contado esta en el número de carruajes.
Pendiente } en via ascendente.	2 por 100	2 por 100	2 por 100	
máxima. . . } en via descendente.	1 por 100	1 por 100	1 por 100	
Carruajes re- } Cargados, número.	9	12	10	
molcados en via } Vacíos, número.	15	9	7 (1)	
ascendente. . . } Peso total, toneladas.	177	190	145	
Idem idem via } Cargados, número.	26	23	23	
descendente. . . } Vacíos, número.	1	1	1	
Idem idem via } Peso total, toneladas.	340	300	300	
Velocidad media por hora, kilómetros	20	20	20	
Combustible quemado, kilogramos.	1 600	1.596	1.650	
Idem por kilómetro, idem.	14	13,30	13,86	
Agua evaporada, litros.	15.940	13.473	15.459	
Idem por kilómetro recorrido, idem.	121	110	129	
Idem por kilogramo de carbon, idem.	8,71	8,26	9,36	
Idem por hora y metro de superficie de calentamiento, idem.	20	20	22,30	
Carruajes á un kilómetro en viaje redondo, número.	2.528	2.587	2.659	
Consumo de combustible por wagon y kilómetro, kilogramos.	0,61	0,62	0,62	
Idem idem por tonelada y kilómetro, kilogramos.	0,064	0,060	0,063	
Residuos retirados del hogar, kilogramos.	73	87	49	
Idem idem de la caja de humo, idem.	93	86	93	
Presion en la } En via ascendente, libras.	85 á 115	85 á 115	90 á 110	
caldera. . . . } En via descendente, idem	75 á 95	65 á 95	75 á 95	

La estabilidad y marcha de estas máquinas son completamente regulares, así como el juego del tren móvil y el del eje central en sus husillos, cuya suavidad y regularidad en los movimientos permite el paso sin sacudimiento alguno y á la velocidad ordinaria de marcha por curvas de 200 metros de radio.

Observaciones acerca de su construccion.

Los materiales empleados en estas máquinas son todos de primera calidad, llamando muy particularmente la atencion el trabajo de

sus inmensas calderas. Hemos oido hacer elogios del esmero con que la sociedad de S. Leonardo de Lieja ha construido estas máquinas, y por eso sin duda nos ha sorprendido menos la circunstancia particular de hallarse las piezas de todas ellas tan frias el dia de prueba como si hubiesen ya recorrido 50.000 kilómetros. La primera de dichas máquinas, núm. 16, lleva ya recorridos 58.000 kilómetros, sin haber necesitado otra reparacion que tornearle sus ruedas, estando sus piezas en el mismo buen estado que cuando empezó el servicio. Las llantas son de acero, todas las piezas de frotam-

miento están cementadas y templadas á 5 milímetros cuando menos de profundidad; todas las articulaciones están provistas de anillos de acero fundido y templado.

La disposicion especial de todo el aparato con una caldera cuya longitud total es de 7,40 metros ha permitido la oportuna é importante aplicacion del hogar Belpaire que tiene las inmensas ventajas de ser un grande elemento de vaporizacion en armonía con la fuerza de la máquina, de aprovechar para la combustion toda clase de carbon menudo, que se produce en tan grande abundancia en los principales criaderos carboníferos de España ó resulta de la carga y descarga de los que se importan del extranjero y cuyo aprovechamiento representa un valor muy respetable, y finalmente la facilidad de poder tirar, limpiar y encender el fuego cuando se quiere sin necesidad de esperar á que la caja de fuego pierda su elevada temperatura, teniendo ademas la seguridad de que no ocurra percance alguno por la caída de las parrillas, como sucede con frecuencia en los hogares ordinarios. La locomotora núm. 16, despues de recorrer 53.000 kilómetros no ha mudado todavía ninguna de las parrillas del hogar.

Estas máquinas están ademas provistas del aparato de alimentacion llamado de Giffart que funciona con la mayor regularidad y á cuyo manejo se han acostumbrado sin trabajo nuestros maquinistas y fogoneros, lo cual dicho sea de paso, nos hace creer que tal vez podrá llegarse en breve á hacer desaparecer la alimentacion por medio de las bombas ordinarias mas complicado y sujeto á continuas averías.

El coste de una de estas máquinas puestas en Amberes es de 257.142 rs. vu., con inclusion de los derechos de privilegio pagados por la aplicacion del hogar Belpaire y del aparato Giffart.

En resumen de todo lo espuesto creemos que entre los diferentes tipos de máquinas conocidos, el sistema Vaessen es el que indudablemente reúne de una manera práctica y mas completa las condiciones mejores y mas esenciales de fuerza y combinacion de todos sus elementos para su aplicacion á la explotacion

de caminos de grandes pendientes y curvas de pequeño radio, de cuyo importante y complicado problema deben considerarse hoy por hoy como el medio de su mejor resolucíon. En pendiente de 50 milímetros por metro, estas máquinas arrastrarian ordinariamente de 100 á 120 toneladas, ademas de su propio peso, á la velocidad de 20 kilómetros por hora, pasando sin dificultad por curvas de 200 metros de radio. ¿Qué campo mas vasto no ofrece ya esta clase de motor para el estudio y ejecucion de caminos de hierro en países montañosos y cuyo movimiento ó masa de trasportes no sea de primera importancia? ¿No puede ser esta una de las bases mas seguras y útiles para la resolucíon de la cuestion que ahora se discute acerca de la construccion y establecimiento de los ferro-carriles económicos, de oportuna aplicacion para una red de segundo órden y en general para todas las líneas transversales y de un movimiento é importancia secundarios respecto á las líneas principales? Creemos que si y que el empleo de estas máquinas ha de producir los mas ventajosos resultados como los están produciendo ya en el ferro-carril de Alar á Santander, cuya administracion y particularmente el entonces Gerente Sr. Ibarrola, deben estar satisfechos de su adquisicion, así como el distinguido Jefe de traccion y material de esta línea, D. Ramon Martinez, que tuvo en ella no pequeña participacion, que en su montage y direccion ha dado nuevas y visibles pruebas de sus estensos conocimientos del servicio que tiene á su cargo y á cuya laboriosidad é instruccion debemos los principales datos que se han mencionado en este artículo.

Máquinas de viajeros del mismo sistema.

La empresa del ferro-carril de Alar á Santander tiene contratadas y deben llegar y entrar en servicio en los primeros meses de este año tres máquinas de viajeros del mismo sistema y fábrica, con la única diferencia de tener solo dos pares de ruedas acoplados, de mayor diámetro, en vez de los tres de las de

mercancías. Las dimensiones generales de estas máquinas son las siguientes.

Diámetro de las ruedas motoras.	1,635	met.
Id. id. de las del tren móvil.	0,90	id.
Id. id. de los cilindros.	0,46	id.
Carrera de los émbolos.	0,61	id.
Distancia entre los ejes de las ruedas motoras.	2,50	id.
Diámetro interior de la caldera.	1,50	id.
Espesor del palastro de id.	0,0125	id.
Longitud del cuerpo cilíndrico.	5,50	id.
Número de tubos.	200	
Diámetro exterior.	0,050	met.
Longitud del hogar.	2,40	id.

Superficie de calentamiento

del hogar.	11,68	id.
Id. id. de los tubos.	107,45	id.
Id. id. total.	119,15	id.
Depósitos de agua.	4.500	litros.
Desviación del tren móvil en curvas de 250 metros.	0,028	met.
de 200 id.	0,035	id.
de 160 id.	0,044	id.
de 106 id.	0,066	id.

Esperamos que estas nuevas máquinas produzcan tan buenos resultados como los obtenidos en las de mercancías.

Santander Enero de 1863.

CAYETANO GONZALEZ DE LA VEGA.

CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.

Año de 1863.

Inspectores generales.

- 1 Ilmo. Sr. D. Pedro Cortijo.
- 2 Ilmo. Sr. D. Elias Aquino.
- 3 Ilmo. Sr. D. Ramon del Pino.
- 4 Ilmo. Sr. D. Francisco Barra.
- 5 Ilmo. Sr. D. Valentin Maria del Rio.

Inspectores de Distrito.

- 1 Sr. D. Julian Noguera.
- 2 Sr. D. Toribio de Arellano.
- 3 Sr. D. Carlos Maria de Castro.
- 4 Sr. D. José Maria de Aguirre.
- 5 Sr. D. Calisto de Santa Cruz.
- 6 Excmo. Sr. D. Lacio del Valle.
- 7 Ilmo. Sr. D. Ramon de Echevarria.
- 8 Sr. D. Secundino Fernandez de la Pelilla.
- 9 Sr. D. Cipriano Martinez de Velasco.
- 10 Sr. D. Juan de Rivera.
- 11 Sr. D. José Rato.
- 12 Sr. D. Agustín de Elcoro y Berocilar.
- 13 Sr. D. Jacobo Gonzalez Arnao.
- 14 Sr. D. Constantino German.
- 15 Sr. D. Antonio Lopez.
- 16 Sr. D. José Gomez Ortega.

Ingenieros Jefes de 1.ª clase.

- 1 Sr. D. José Subercase.
- 2 Sr. D. Joaquin Nuñez de Prado.
- 3 Sr. D. Canuto Corroza.
- 4 Sr. D. Martin Recarte.
- 5 Sr. D. Eugenio Barron.
- 6 Sr. D. Andres Mendizabal.
- 7 Sr. D. Marcelo Sanchez Novellan.
- 8 Sr. D. Victor Marti.
- 9 Sr. D. Luis de Torres Vildósola.
- 10 Sr. D. Pedro Celestino Espinosa.
- 11 Sr. D. Juan Moreno Rocalull.
- 12 Sr. D. Pedro Sierra.
- 13 Sr. D. Francisco Lagasca.
- 14 Sr. D. Joaquin Ortega.
- 15 Sr. D. Manuel Peironcelly.
- 16 Sr. D. Angel Camon.
- 17 Sr. D. Francisco Garcia San Pedro.
- 18 Sr. D. Carlos Maria Cortez.

- 14 Sr. D. Carlos Campuzano.
- 15 Sr. D. José Morer.
- 16 Sr. D. José Barco.
- 17 Sr. D. José Elduaren.
- 18 Sr. D. Máximo de Perea.
- 19 Ilmo. Sr. D. Constantino de Ardanaz.
- 20 Sr. D. José Almazan.
- 21 Sr. D. Joaquin Pellez.
- 22 Sr. D. Santiago Bansa.
- 23 Sr. D. Manuel de Madrid Davila.
- 24 Sr. D. Miguel Alcolado.
- 25 Sr. D. Alejandro Millan.
- 26 Sr. D. José Echeverria.
- 27 Sr. D. Antonio Revenga.
- 28 Sr. D. Francisco Javier Boguena.
- 29 Sr. D. Rafael Lopez.
- 30 Sr. D. Angel Clavijo.
- 31 Sr. D. Juan Lopez del Rivero.
- 32 Sr. D. Juan de Mata Garcia.
- 33 Sr. D. Francisco Clavijo.
- 34 Sr. D. Celedonio de Uribe.
- 35 Sr. D. José Bellon.
- 36 Sr. D. Mariano Corvigon.
- 37 Sr. D. Pedro Mesa.

Ingenieros Jefes de 2.ª clase.

- 1 Sr. D. Juan de Orense.
- 2 Sr. D. Miguel Herrero.
- 3 Sr. D. Francisco Carvajal.
- 4 Sr. D. Praxedes Mateo Sagasta.
- 5 Sr. D. José Maria Faquincto.
- 6 Sr. D. Rafael Zavala.
- 7 Sr. D. Francisco Milla.
- 8 Sr. D. José Alvarez.
- 9 Sr. D. Angel Mayo.
- 10 Sr. D. Pedro Perez de la Sala.
- 11 Sr. D. Antonio Maria Vazquez.
- 12 Sr. D. Mariano Royo.
- 13 Sr. D. Eduardo Saavedra.
- 14 Sr. D. Antonio Ruiz de Castañeda.
- 15 Sr. D. Gabriel Rodriguez.
- 16 Sr. D. José de Peñaredonda.
- 17 Sr. D. Felipe Mingo.
- 18 Sr. D. Enrique Alan.
- 19 Sr. D. Cayetano Gonzalez de la Vega.
- 20 Sr. D. Felipe Bena Belgado.
- 21 Sr. D. Mauricio Garran.
- 22 Sr. D. Juan Martinez Villa.
- 23 Sr. D. Angel Arribas.

- 18 D. Manuel Estilans.
- 19 D. Eduardo Godino.
- 20 D. José Baldasano.
- 21 D. José Echegaray.
- 22 D. Eduardo Gutierrez Calleja.
- 23 D. José Cannedo.
- 24 D. Manuel Riado.
- 25 D. José Benito.
- 26 D. Salustio Gonzalez Reguerat.
- 27 D. Rafael de la Figuera.
- 28 D. Bonifacio Espinal.
- 29 D. Angel Garcia del Hoyo.
- 30 D. Eduardo Trujillo.
- 31 D. Antonio Maria Jaudenes.
- 32 D. José Borregon.
- 33 D. Justo Gonzalez Molada.
- 34 D. Eduardo Mojados.
- 35 D. Luis Gracian.
- 36 D. Mariano Rodriguez de Castro.
- 37 D. Joaquin Gil.
- 38 D. Saturnino Adana.
- 39 D. Juan de la Cruz Fuentes.
- 40 D. Emilio Pou.
- 41 D. Adolfo Ibarreta.
- 42 D. Amado de Lazaro.
- 43 D. Luis Sainz.
- 44 D. Rafael Clemente.
- 45 D. Mariano Parellada.
- 46 D. Antonio Molina.
- 47 D. Juan Romero.
- 48 D. Carlos Mondejar.
- 49 D. Manuel Pastor.
- 50 D. Inocencio Gomez Roblan.
- 51 D. Ramon Garcia.
- 52 D. Juan Cruz Garayzabal.
- 53 D. Francisco Durban.

Ingenieros primeros.

- 1 D. Narciso Aparicio.
- 2 D. Manuel Hernandez.
- 3 D. Luis Corsini.
- 4 D. Juan de Leon y Castillo.
- 5 D. Juan Ravina.
- 6 D. Eduardo O'Reilly.
- 7 D. Rafael Navarro.
- 8 D. Manuel Aramburu.
- 9 D. Sebastian Gonzalez.
- 10 D. Antonio Palacio.
- 11 D. Manuel Ramirez.

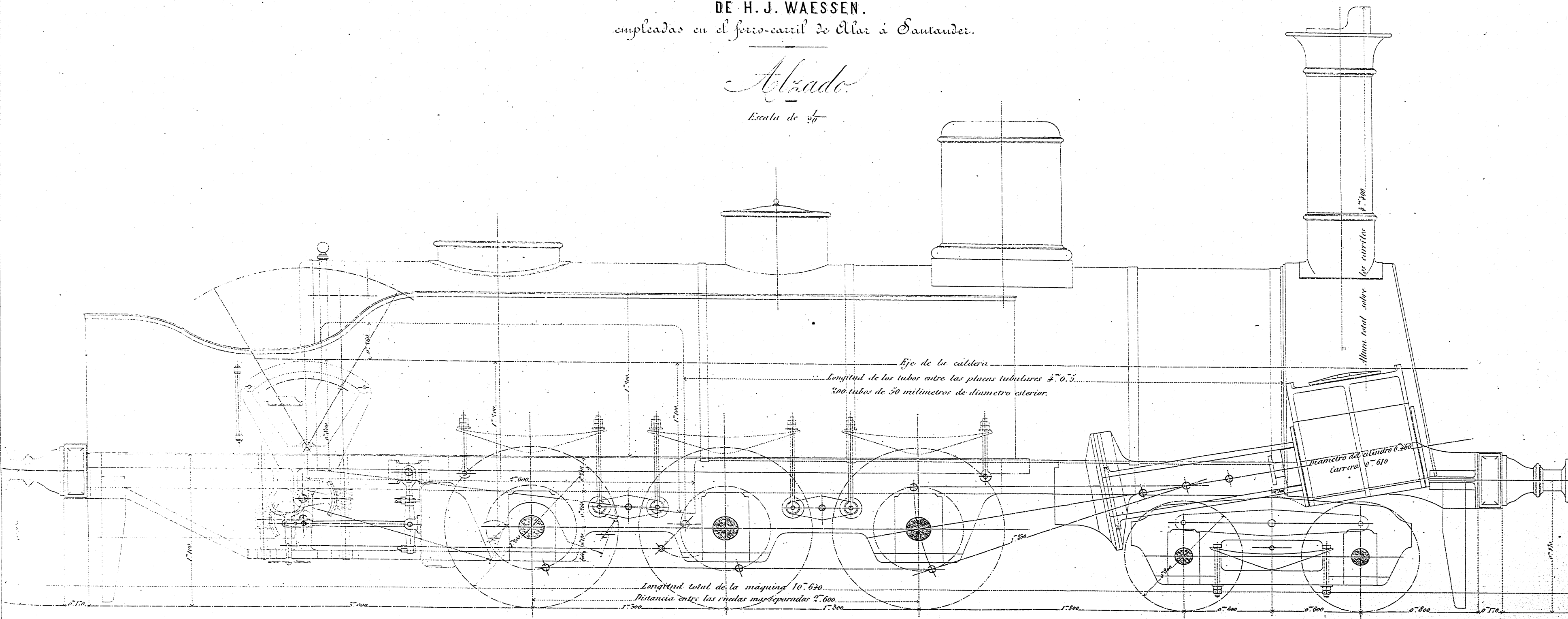
LOCOMOTORAS PARA GRANDES PENDIENTES Y CURVAS DE PEQUEÑO RADIO

DE H. J. WAESSEN.

empleadas en el ferro-carril de Alar a Santander.

Alzado.

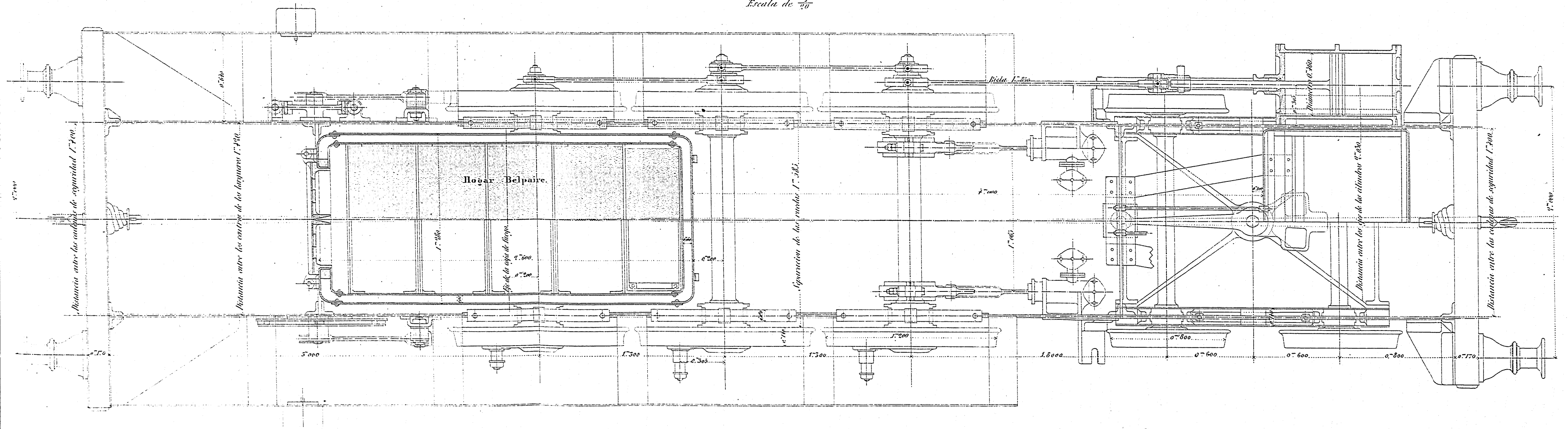
Escala de $\frac{1}{50}$



LOCOMOTORAS PARA GRANDES PENDIENTES Y CURVAS DE PEQUEÑO RADIO

DE H. J. WAESSEN.

empleadas en el ferrocarril de Alar a Santander.

*Proyección horizontal.*Escala de $\frac{1}{50}$ 

LOCOMOTORAS PARA GRANDES PENDIENTES Y CURVAS DE PEQUEÑO RADIO

DE H. J. WAESSEN

emplazadas en el ferrocarril de Alar a Santander.

Oron movil y articulado.

Escala de $\frac{1}{10}$

Fig. 1.

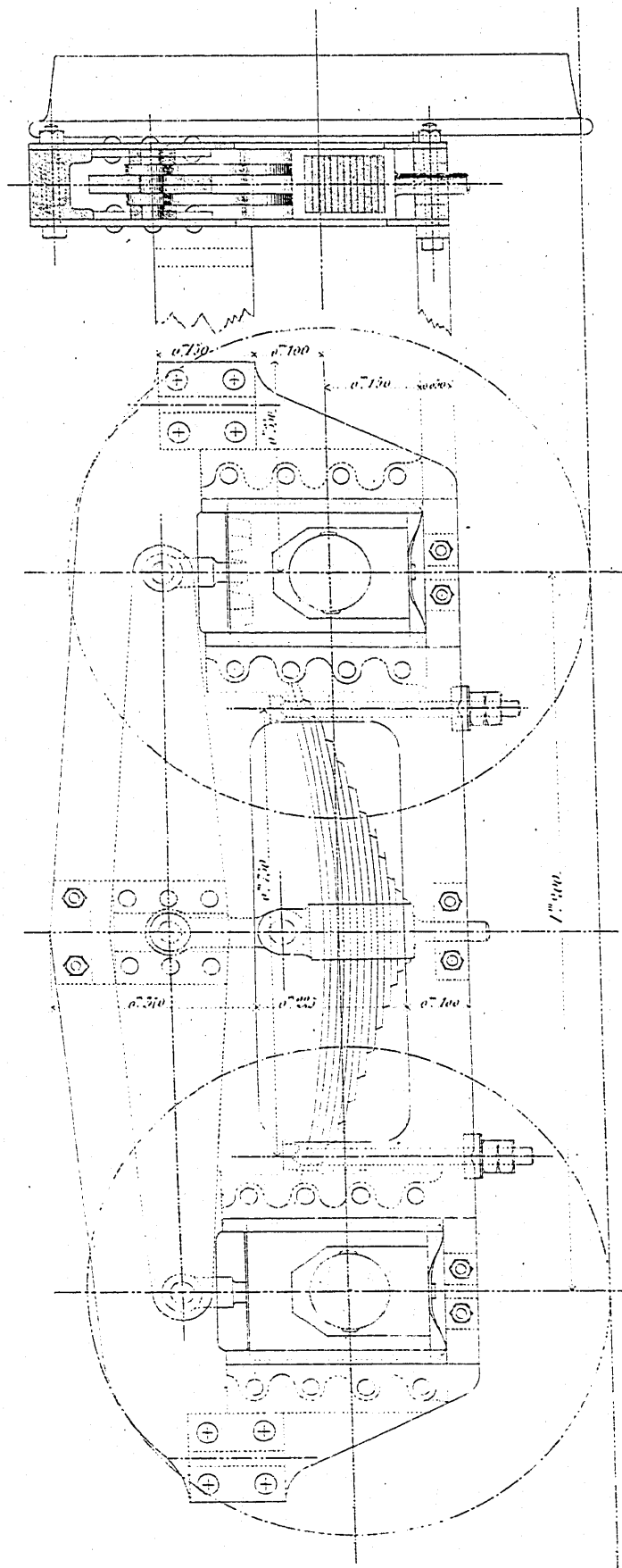


Fig. 2.

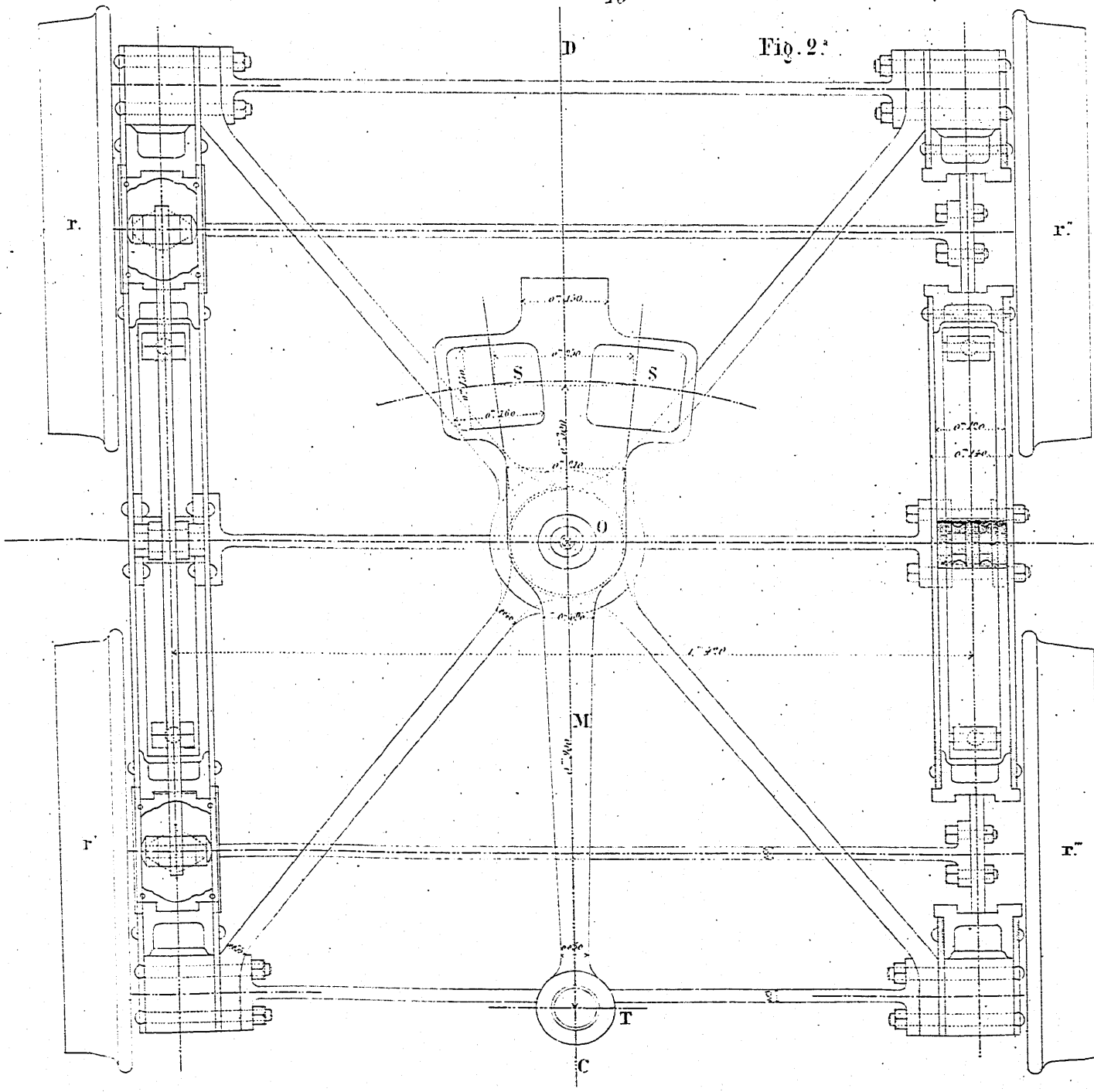


Fig. 4.

Seccion por el plano A B.
de la fig. 3.

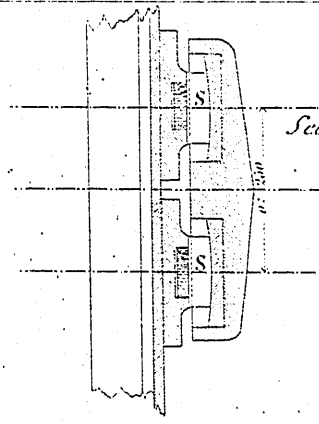


Fig. 3.

Corte por el plano C D.
de la fig. 2.

