

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**MONTAJE DEL PUENTE COLGANTE BILLINGHURST  
DE 528 METROS SOBRE EL RIO MADRE DE DIOS**

**INFORME DE SUFICIENCIA  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO  
RICARDO ADOLFO GRIJALBA HUAMANCHUMO**

**PROMOCIÓN 2009-I**

**LIMA-PERU**

2013

## **DEDICATORIA**

Un agradecimiento muy especial a mis padres por el apoyo que siempre me han brindado, a mi familia quienes con su amor y cariño son la principal motivación para seguir superándome y finalmente a mi Alma Mater la UNI, de la cual me siento muy orgulloso.

## ÍNDICE

### PRÓLOGO

### CAPÍTULO I

#### INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes	3
1.2	Objetivo General	4
1.3	Objetivo Específico	4
1.4	Justificación	4
1.5	Alcances	5
1.6	Limitaciones	6

### CAPÍTULO II

#### FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1	Antecedentes Históricos	7
2.2	Definición del Puente	8
2.3	Tipos de Puentes	8
2.3.1.	Según su estructura	8
2.3.1.1.	Puentes Fijos	8
2.3.1.1.1.	Puentes de Vigas	9
2.3.1.1.2.	Puentes de Arco	10

2.3.1.1.3.	Puentes Colgantes	11
2.3.1.1.4.	Puente de Armadura	13
2.3.1.1.5.	Puente Cantiléver	13
2.3.1.1.6.	Puentes Flotantes	16
2.3.1.2.	Puentes Móviles	18
2.3.1.2.1.	Puentes Basculantes	18
2.3.1.2.2.	Puentes Giratorios	20
2.3.1.2.3.	Puentes de Desplazamiento Horizontal	22
2.3.1.2.4.	Puentes de Elevación Vertical	23
2.3.1.2.5.	Puentes Transbordadores	24
2.3.2.	Según los materiales	25
2.3.2.1.	Puentes de Cuerda	25
2.3.2.2.	Puentes de Madera	27
2.3.2.3.	Puentes de Mampostería	29
2.3.2.4.	Puentes Metálicos	31
2.3.2.5.	Puentes de Hormigón Armado	32
2.3.2.6.	Puentes de Hormigón Pretensado	33
2.3.2.7.	Puentes Mixtos	35

### **CAPÍTULO III**

#### **DESCRIPCIÓN DEL PUENTE COLGANTE BILLINGHURST**

3.1	Informe del Estado Actual del Puente Colgante Billinghamurst	37
3.2	Descripción de los componentes Fundamentales del Puente Colgante	40
3.2.1	Dimensiones Principales	40
3.2.2	Infraestructura	41

3.2.3	Superestructura	41
3.2.4	Tratamiento Superficial	48
3.2.4.1.	Preparación de Superficie	48
3.2.4.2.	Post Preparación de Superficie	48
3.2.4.3.	Limpieza entre Capas de Pintura	49
3.2.4.4.	Aplicación de Pintura y Curado	49
3.2.5	Tipo de Unión	51
<b>CAPÍTULO IV</b>		
<b>PROCEDIMIENTO DE MONTAJE</b>		
4.1	Cronograma del Proyecto	52
4.1.1	Montaje del Puente Billinghamst 1ra Etapa	52
4.1.2	Montaje del Puente Billinghamst 2da Etapa	54
4.2	Diagrama de Procesos de Montaje del Puente Colgante Billinghamst	56
4.3	Descripción del Proceso de Montaje del Puente Colgante Billinghamst	57
4.3.1.	Montaje de los Cimientos del Soporte	57
4.3.2.	Montaje del Falso Puente	57
4.3.2.1.	Montaje de Soportes Provisionales Canal Margen Izquierdo	57
4.3.2.2.	Montaje de Soportes Provisionales Canal Margen Derecho	60
4.3.3.	Montaje de los Vanos Laterales	64
4.3.4.	Montaje de los Pilonos	67
4.3.5.	Jalado y Montaje de los Cables Portante	79
4.3.6.	Montaje de Péndolas en vanos laterales	96
4.3.7.	Montaje de Péndolas en vano central	104
4.3.8.	Montaje de la viga de rigidez vano central	106

**CAPÍTULO V****COSTOS DE MONTAJE**

5.1	Presupuesto del Proyecto	112
5.2	Costos Directos Del Proyecto	113
5.3	Análisis de Precio Unitario del Montaje	117

**CONCLUSIONES****BIBLIOGRAFÍA****PLANOS****APÉNDICE**

## PROLOGO

Un puente es una estructura destinada a salvar obstáculos naturales, como ríos, valles, lagos o brazos del mar, y obstáculos artificiales, como vías férreas o carreteras con el fin de unir caminos y poder trasladarse de una zona a otra. El objetivo de cruzar una vía de comunicación con un puente, es de evitar accidentes y facilitar el tránsito de viajeros, animales y mercancías.

Este informe muestra el montaje de un puente Colgante Billinghamurst de 528 metros sobre el Río Madre de Dios, se ha dividido en cinco capítulos:

En el Capítulo 1, se explica en forma detallada los antecedentes, los objetivos, alcances, las limitaciones del presente trabajo y justificación del trabajo de experiencia.

En el Capítulo 2, se explica temas conceptuales como las definiciones de Puentes, los tipos de Puentes que existen hasta nuestra actualidad.

En el Capítulo 3, se describe el Puente Colgante de 528 metros, el estado actual del Puente, un resumen de la importancia de los puentes en la actualidad, impactos de Construcciones de Puentes en la sociedad, medio ambiente y los beneficios para el país.

En el Capítulo 4, se describe el procedimiento de Montaje del Puente Colgante Billinghamurst de 528 metros, los equipos y planes de montaje por etapas.

En el Capítulo 5, se desarrolla los Costos del Montaje, se trata de explicar los costos por el concepto de montaje de acuerdo al presupuesto del proyecto, fabricación de equipos para montaje.

En la parte final de este informe se muestran las conclusiones, los planos de fabricación del puente y una lista bibliográfica de los libros y normas utilizadas para el desarrollo de la misma.

El presente informe esta basado en el proyecto:

“MONTAJE PUENTE GUILLERMO BILLINGHURST”

Desarrollado en la ciudad de Puerto Maldonado, región Madre de Dios.

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1 Antecedentes

En un contexto geográfico como el peruano, con una parte de su población ubicada en áreas rurales, las carreteras toman importancia para su integración e interconexión del país.

EL MTC en un programa de inversiones a corto plazo ha considerado la construcción del Puente Colgante Billinghurst, con el objetivo de darle continuidad a la carretera Puerto Maldonado – Inambari – Iñapari, que forman parte de la carretera interoceánica sur e incrementar el nivel socio-económico de los habitantes de esta región. La carretera servirá de conexión entre el Perú y Brasil trayendo consigo importantes beneficios regionales.

Para este Proyecto La Empresa CONIRSA subcontrata a CEMPROTECH S.A.C. por un monto de US\$ 7 millones para realizar el montaje del Puente Colgante Billinghurst.

La Metodología de Montaje del Puente se desarrollo de los planos originales del Puente y del documento original: "Descripción de montaje para el puente Brasil" por Waagner Biro / Roland Hörmaier.

El proyecto se inicio el 01 de diciembre del 2009 y se terminó el 31 de noviembre del 2010.

## 1.2 Objetivo General

Realizar el Montaje del Puente Colgante Billinghurst, puesta en servicio y conexión con la carretera Puerto Maldonado – Iberia - Iñapari.

## 1.3 Objetivo Específico

Realizar el Montaje del Puente Colgante Billinghurst de 528 metros en el Río Madre de Dios.

Descripción del proceso de montaje para un puente colgante.

## 1.4 Justificación

La necesidad de comunicación y desarrollo de las ciudades y pueblos con pocos accesos lleva a mejorar el desarrollo de nuevas formas integración una ellas son los puentes.

Además se sabe que este puente representa el desarrollo económico para la región Madre de Dios en donde se desarrolla más la actividad minera, turismo y comercio con el Brasil.

Este informe se dará a conocer los procesos adecuados para realizar el montaje de un Puente Colgante, servirá como referencia en el desarrollo del diseño técnico y fabricación.

El desarrollo del Montaje de un Puente de 528 metros de longitud forma parte del proyecto carretera interoceánica Perú – Brasil, significa una experiencia, desarrollo profesional y carta de presentación para realizar futuros proyectos en empresas que trabajan en el rubro metal mecánico.

## 1.5 Alcances

Para el presente informe solo abarca:

- Actualizar los planos originales en alemán, dibujar los plano en Autocad y traducir al español.
- Diseño de los nuevos elementos de montaje según los procedimientos actuales elaborados por el fabricante Wagner biro.
- Se debe realizar el trabajo de montaje según la secuencia brindada por el fabricante:
  - a. Montaje de la estructura Falso Puente.
  - b. Montaje de la viga de rigidez tramos extremos del Puente.
  - c. Montaje de Torres o Pilonos sobre sus bases.
  - d. Montaje de los cables, de cámara de anclaje a cámara de anclaje, pasando sobre las torres.
  - e. Montaje de abrazaderas y péndolas.
  - f. Montaje de viga de rigidez tramo central, arriostres y vigas transversales.
- El desarrollo del proyecto se realizó de acuerdo al cronograma aprobado.

## 1.6 Limitaciones

El presente informe se limita a realizar el Montaje del Puente, el cual no incluye:

- Cálculo de cimentación para anclaje de la estructura del Puente.
- Cálculo estructural de la estructura del Puente.
- Cálculo de resistencia del cable estructural del Puente.
- No profundiza en la selección de motores eléctricos y tableros de control para trabajos de montaje.
- No profundiza el proceso de fabricación de piezas de montaje, sino en la presentación del producto final de la fabricación.

## CAPITULO II

### FUNDAMENTO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes Históricos

Un puente es una estructura construida con el fin de permitir a una vía de comunicación cruzar un cauce (río, barranco, etcétera) o bien atravesar otra vía de comunicación, sin que existan problemas.

Podemos mencionar que los puentes se pueden clasificar en diferentes tipos, de acuerdo a diversos conceptos como el tipo de material utilizado en su construcción, el sistema estructural predominante, el sistema constructivo utilizado, el uso del puente, la ubicación de la calzada en la estructura del puente, etc.

La estructura de un puente no está constituida de un único material, por lo cual, esta clasificación difícilmente se adapta a la realidad. Por ejemplo, los puentes de arcos hechos con mampostería de ladrillos, normalmente tienen las bases construidas con mampostería de piedra ya que de este modo resultan más consistentes y más duraderos al embate de las aguas de un río.

Dependiendo el uso que se les dé, algunos de ellos reciben nombres particulares, como acueductos, cuando se emplean para la conducción del agua, viaductos, si soportan el paso de carreteras y vías férreas, y pasarelas, están destinados exclusivamente a la circulación de personas.

## 2.2 Definición de Puente

Podemos definir Puente como la estructura construida con el fin de sortear obstáculos naturales que impiden el paso como sucede con los ríos, fosas, barrancos, u otro obstáculo natural.

Estos puentes son estructuras que los seres humanos han ido construyendo a lo largo de los tiempos para superar las diferentes barreras naturales con las que se han encontrado y poder transportar sus mercancías, permitir la circulación de las personas y trasladar objetos de un lugar a otro.

En la construcción de un Puente se deben tener consideración en los aspectos importantes tales como: la estabilidad, resistencia al desplazamiento y la rotura, etc.

## 2.3 Tipos de Puentes

Los puentes pueden clasificarse en dos tipos fundamentales según su estructura y según los materiales de fabricación.

### 2.3.1. Según su estructura

Estos puentes están relacionados con los esfuerzos que soportan sus elementos constructivos y el elemento estructural predominante. Así mismo estos se dividen en puentes fijos y puentes móviles

#### 2.3.1.1. Puentes Fijos

Los puentes fijos son construcciones que se encuentran ancladas en los extremos a terreno firme (base de piedra, base de hormigón, etc.). Estos se dividen en:

### 2.3.1.1.1. Puentes de Vigas

Los Puentes de viga están formados fundamentalmente por elementos horizontales que se apoyan en sus extremos sobre soportes o pilares. Mientras que la fuerza que se transmite a través de los pilares es vertical y hacia abajo y, por lo tanto, éstos se ven sometidos a esfuerzos de compresión, las vigas o elementos horizontales tienden a flexionarse como consecuencia de las cargas que soportan. El esfuerzo de flexión supone una compresión en la zona superior de las vigas y una tracción en la inferior.

Un ejemplo natural es el tronco de un árbol o la losa de piedra tendidos a través de un arrollo apoyados en ambas orillas. A partir de este ejemplo, los progresos en la técnica de los materiales y su conocimiento han ido dando lugar a otras formas más complejas, pero que responden a una misma idea: los tramos en el voladizo, los puentes basculantes, los levadizos o los tendidos sobre apoyos flotantes.

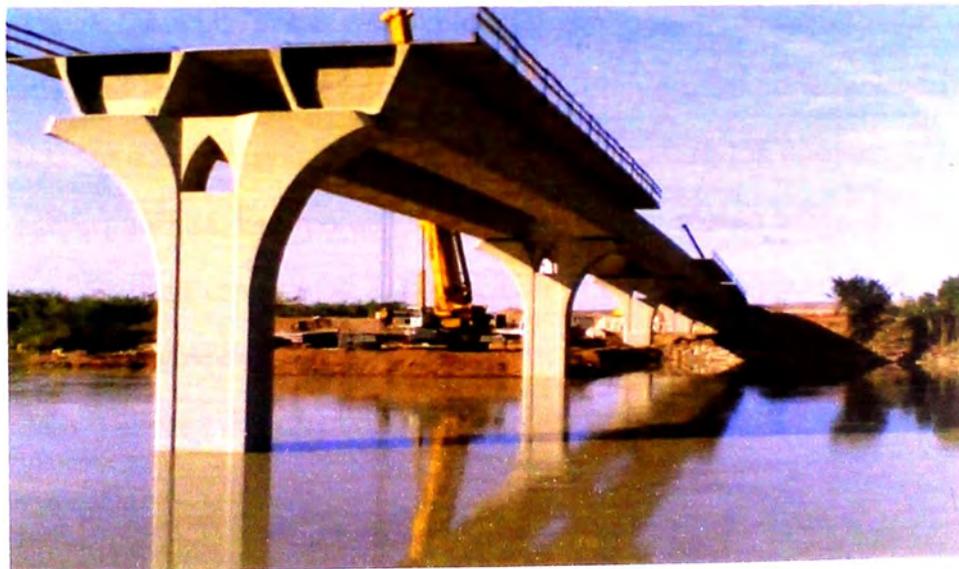


Figura 2.1 PUENTE DE VIGA

#### 2.3.1.1.2. Puentes de Arco

Los Puentes en Arco están constituidos básicamente por una sección curvada hacia arriba que se apoya en unos soportes o estribos y que abarca una luz o espacio vacío. En ciertas ocasiones el arco es el que soporta el tablero (arco bajo tablero) del puente sobre el que se circula, mediante una serie de soportes auxiliares, mientras que en otras de él es del que pende el tablero (arco sobre tablero) mediante la utilización de tirantes. La sección curvada del puente está siempre sometida a esfuerzos de compresión, igual que los soportes, tanto del arco como los auxiliares que sustentan el tablero. Los tirantes soportan esfuerzos de tracción.

El puente en Arco tuvo posiblemente su origen en la observación del cierre de una garganta natural por desprendimiento de grandes masas de piedras sueltas que, apoyándose unas en otras y sobre las paredes del barranco, dejaban un hueco entre ellas para el paso interior. La mejora del apoyo entre esas piedras dio origen a las dovelas y al nacimiento del arco de elementos independientes. Su característica más importante es el empuje horizontal que ejerce sobre los apoyos.

En estos puentes, el arco es el elemento que sustenta la vía de paso, o tablero. Se han construido puentes con el tablero en posición superior, inferior o intermedia con respecto al arco, pero siempre se dispone de estribos capaces de absorber los empujes creados por los arcos.



Figura 2.2 PUENTE DE ARCO

#### 2.3.1.1.3. Puentes Colgantes

Los Puentes colgantes están formados por un tablero por el que se circula, que pende, mediante un gran número de tirantes, de dos grandes cables que forman sendas catenarias y que están anclados en los extremos del puente y sujetos por grandes torres de hormigón o acero. Con excepción de las torres o pilares que soportan los grandes cables portantes y que están sometidos a esfuerzos de compresión, los demás elementos del puente, es decir, cables y tirantes, están sometidos a esfuerzos de tracción y están unidos al cable a través de péndolas o de una viga de celosía .

En cuanto a los puentes colgantes se origina a partir de las marañas naturales de lianas y enredaderas que cierran espacios entre árboles o barrancos. Una liana entre dos troncos es un modelo para tender una cuerda entre dos orillas y luego otra más que sirve de apoyo a manos y pies, facilitando así el paso.

El rasgo que diferencia este puente de los anteriores es la reacción del elemento resistente, el cable, que tira de los puntos de anclaje y ejerce una tracción casi horizontal. El conocimiento de materiales de mayor resistencia a la tracción que las tradicionales cuerdas de fibra vegetal ha permitido cubrir vanos cada vez mayores, hasta llegar a ser hoy el tipo de puente que ostenta el record de luz cubierta.



Figura 2.3 PUENTE COLGANTE

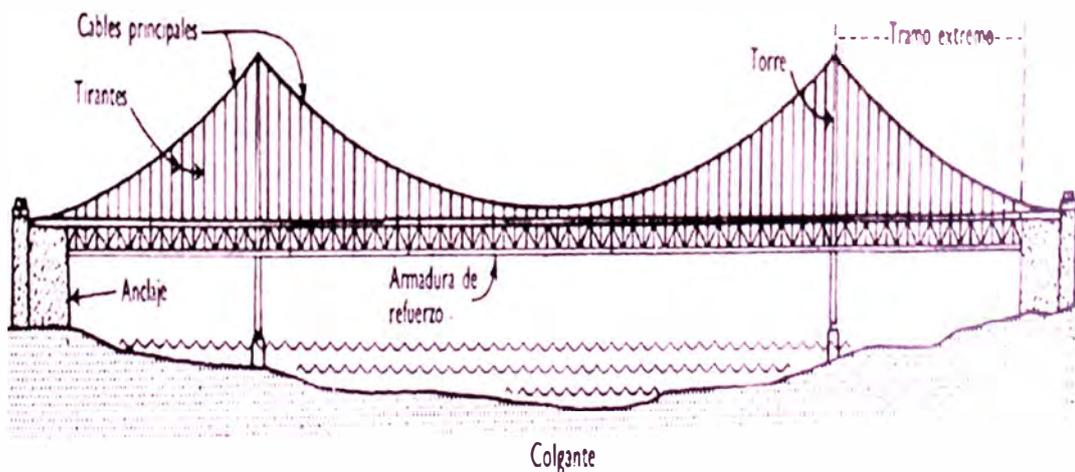


Figura 2.4 ESQUEMA DE PUENTE COLGANTE

#### 2.3.1.1.4. Puentes de Armadura

Un puente de armadura es una especie de puente basado en diferentes tensiones en madera o metal tirando juntamente cuando se aplica peso en él. El puente no tiene muchos elementos de soporte inferiores, y mucho del apoyo proviene de la colocación de diferentes piezas de metal por encima de él. Este tipo de puente está diseñado para sostenerse cuando se aplica peso mediante la tensión de cada una de sus piezas, causando que pueda sostener la carga.

Los puentes de armadura han contribuido demasiado a la forma en que el mundo funciona en la actualidad. Los ferrocarriles todavía usan puentes de armadura para que los trenes pasen por encima y también para el paso de automóviles.



Figura 2.5 PUENTE DE ARMADURA

#### 2.3.1.1.5. Puente Cantiléver

Tienen especial aplicación en tramos muy largos. Reciben su nombre de los brazos voladizos (cantiléver) que se proyectan desde las pilas. Los brazos voladizos también pueden proyectarse hacia las orillas para sustentar los extremos de dos tramos suspendidos. El principio del

puede aplicarse fácilmente a los puentes de armadura de acero y tablero superior. Existen viaductos de hormigón armado o de vigas armadas metálicas en cantiléver; puentes de armadura de hierro que combinan el principio cantiléver con el arco para formar el sistema conocido con el nombre de puente de arco cantiléver. El arco puede estar articulado en las pilas; en tal caso se asemeja a un puente de doble articulación, que puede convertirse en triple añadiendo otra articulación a la clave.

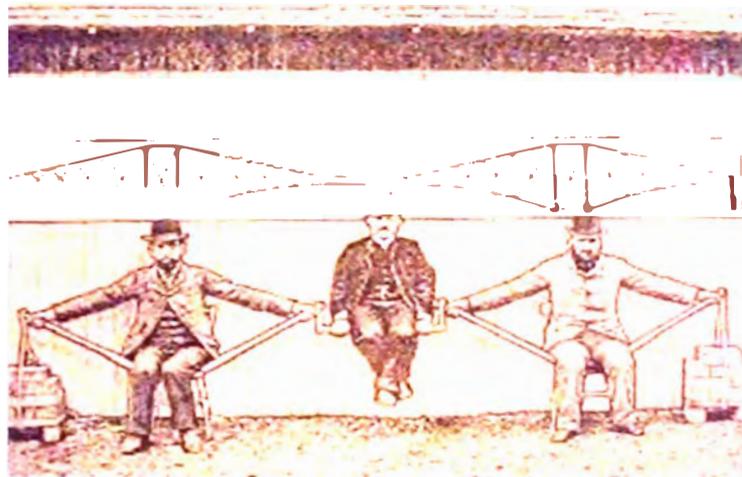


Figura 2.6 MODELO VIVO DE UN VOLADIZO

En 1866 el ingeniero alemán Henrich Gerber patentó un sistema que llamó viga Gerber, y que en los países anglosajones se conoció después como viga cantiléver.

Esta patente consiste en introducir articulaciones en una viga continua para hacerla isostática, de forma que se convierte en una serie de vigas simplemente apoyadas prolongadas en sus extremos por ménsulas en vanos alternos que se enlazan entre sí por vigas apoyadas en los extremos de las ménsulas. Con este sistema se tienen las ventajas de la viga continua y de la estructura isostática: de la viga continua, porque

la ley de momentos flectores tiene signos alternos en apoyos y centros de vanos igual que en ella, y por tanto sus valores máximos son menores que en la viga apoyada; de la estructura isostática, porque sus esfuerzos no se ven afectados por las deformaciones del terreno donde se apoyan, condición fundamental, y en ocasiones determinante, cuando el terreno de cimentación no es bueno.

La viga Gerber tiene otras ventajas sobre la viga continua:

- a. En primer lugar se pueden fijar los apoyos principales y hacer móviles las articulaciones, acumulando en ellas las deformaciones por temperatura de la estructura.
- b. En segundo lugar, y ésta era probablemente una de las principales cuando se empezaron a utilizar, la determinación analítica de las leyes de esfuerzos en ellas es mucho más fácil que en las vigas continuas, a causa precisamente de su isostatismo.



Figura 2.7 PUENTE CANTILÉVER

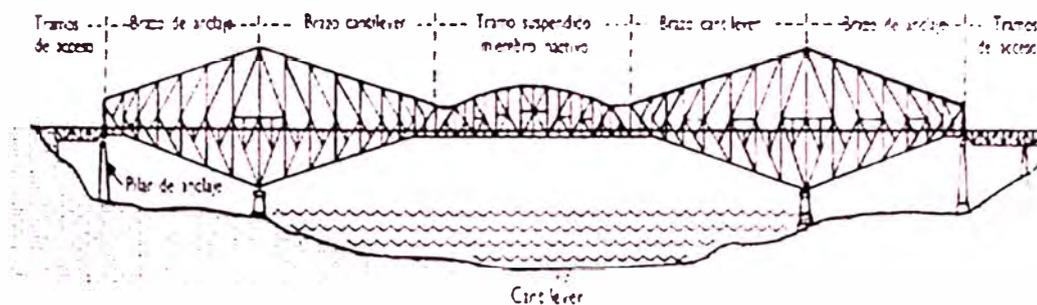


Figura 2.8 ESQUEMA DE PUENTE CANTILÉVER

#### 2.3.1.1.6. Puentes Flotantes

Los puentes flotantes se apoyan sobre flotadores y por ello no tienen el arraigo en la tierra que toda obra fija debe tener. Los flotadores pueden ser más o menos grandes para reducir su movilidad y se puede conseguir que sus movimientos sean incluso menores que los de algunos puentes fijos, pero ello no elimina ese carácter de elemento flotante sometido a los movimientos del agua; hay siempre un movimiento relativo entre el puente y los apoyos fijos de las orillas.

Los puentes flotantes consisten básicamente en un tablero apoyado sobre una serie de elementos flotantes que sirven para mantenerlo en una situación más o menos fija. Se han utilizado muchos tipos de elementos flotantes: barriles, odres, barcas, y pontones cerrados de diferentes materiales.

Uno de los problemas más difíciles de resolver en los puentes flotantes es su enlace con tierra, porque la mayoría de las aguas varían de nivel; en el mar por la carrera de marea, y en los ríos por su variación de caudal. Este enlace se resuelve de diferentes maneras:

- a. Creando una zona de transición que, apoyada en tierra y en la primera barca, puede cambiar de inclinación.
- b. Variando la cota de la calzada sobre los pontones.

- c. Anclando mediante cables los flotadores al fondo, de forma que estos cables soporten la variación de fuerza ascendente de los flotadores al variar su altura sumergida, y los mantengan fijos.

Una vez que habían pasado los barcos, se volvían a llevar a su sitio enclavando el tablero a las barcas adyacentes fijas. Eran por tanto doblemente heteróclitos: flotantes y móviles.

Los puentes flotantes modernos se hacen con pontones fijos formados por cajones cerrados con formas de paralelepípedos o cilíndricas, que se fijan al fondo del agua mediante cables tensados, generalmente anclados a unos macizos apoyados en el fondo. Los sistemas de anclaje de los cables al fondo es uno de los problemas tecnológicos más complejos de estos puentes, problema que es común a todas las estructuras flotantes ancladas que se construyen: túneles flotantes, plataformas petrolíferas marinas, etc. Los pontones pueden estar semi sumergidos totalmente; o sumergidos totalmente; pueden ser aislados, de forma que cada apoyo tenga su propio pontón, o se les puede dar continuidad, creando una unidad a lo largo de todo el puente; sobre este cajón continuo se pueden apoyar las pilas que soportan el tablero, o bien se puede utilizar su losa superior directamente de plataforma de la calzada



Figura 2.9 PUENTE FLOTANTE

#### 2.3.1.2. Puentes Móviles

Los puentes móviles están contruidos sobre las vías de navegación y permiten el paso de los barcos, desplazando una parte de la superestructura. Estos se dividen en:

##### 2.3.1.2.1. Puentes Basculantes

Los puentes basculantes son los que giran alrededor de un eje horizontal situado en una línea de apoyos; se incluyen por tanto en ellos los levadizos y los basculantes.

Son los más clásicos de los móviles y los que más se utilizan actualmente. Son también los primeros, porque los famosos puentes levadizos medievales eran de este tipo. Los puentes levadizos iniciales de madera consistían en un tablero simplemente apoyado a puente cerrado, y atirantado durante el movimiento. Eran siempre de una hoja, porque giraban sobre un apoyo y se elevaban tirando del otro.

Los tirantes, formados por cadenas o cuerdas, se recogían con un cabrestante manual, y ello hacía girar el tablero sobre uno de sus apoyos, mediante una rótula. También se utilizaron puentes levadizos de dos hojas, con el vano móvil dividido en dos semivanos que se levantaban desde sus extremos; en ellos la estructura cerrada tiene que seguir estando atirantada para ser estable; es por tanto una estructura atirantada en las dos situaciones, abierto y cerrado.

Se han construido muchos puentes de ambos sistemas, y cada uno tiene sus ventajas e inconvenientes, pero en general, si la luz no es grande, es más sencillo y económico el de una sola hoja porque requiere un único mecanismo y se centraliza toda la operación de movimiento. Ahora bien, como en todos los puentes, en los móviles, al crecer la luz, crecen los esfuerzos proporcionalmente al cuadrado de ésta, y por ello, para luces grandes resulta más económico desdoblar los voladizos, porque a efectos de movimiento es una estructura de mitad de luz que la de una sola hoja.

El movimiento del puente basculante se debe al giro del conjunto tablero-contrapeso sobre una rótula simple situada en el centro de gravedad del sistema, y se acciona mediante un sistema hidráulico. Este sistema es el que se utiliza hoy día en la mayoría de los puentes basculantes.



Figura 2.10 PUENTE BASCULANTE

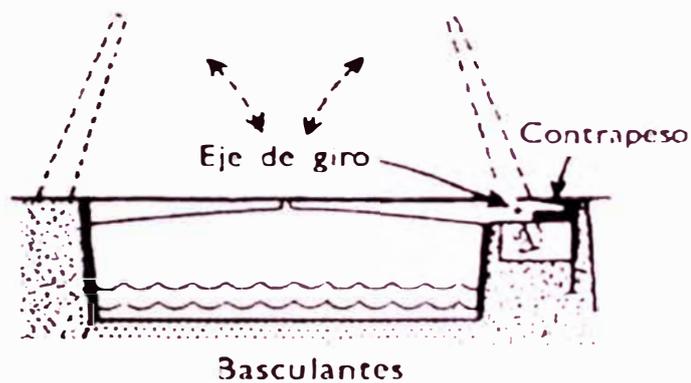


Figura 2.11 ESQUEMA DE PUENTE BASCULANTE

#### 2.3.1.2.2. Puentes Giratorios

En los puentes giratorios de eje vertical caben, igual que en los basculantes, dos posibilidades de apertura: o bien girar dos vanos simétricos sobre una pila situada en el centro del canal de navegación, aunque en algún caso excepcional puede estar situada en un borde; o bien girar dos semivanos con sus compensaciones, sobre dos pilas situadas en los bordes del canal.

El clásico puente giratorio es el primero, con una fisonomía muy característica, análoga en casi todos los construidos; es una viga triangulada con tablero inferior, canto variable muy acusado, máximo en el apoyo central y mínimo en los extremos, y una pila gruesa en el centro que aloja la maquinaria de giro.

La maquinaria para el giro es siempre parecida; consiste en una cremallera circular sobre la que se mueve un piñón al que se aplica la fuerza motriz. El movimiento del piñón por la cremallera circular es lo que hace girar el puente. Generalmente toda la maquinaria está alojada en una gran pila circular, o está a la vista.

La estructura de la mayoría de los puentes giratorios de dos vanos simétricos es una viga continua de dos vanos con el puente cerrado, y un doble voladizo con el puente abierto.

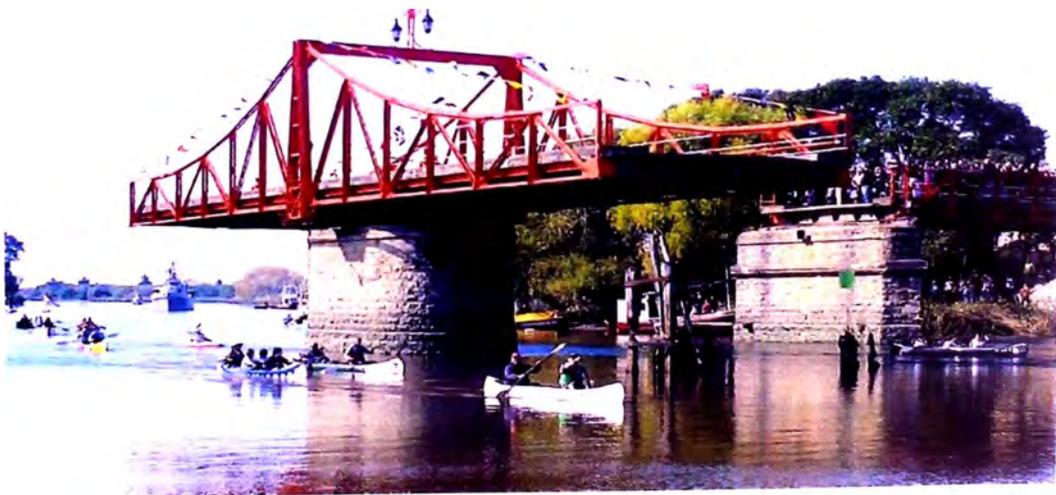
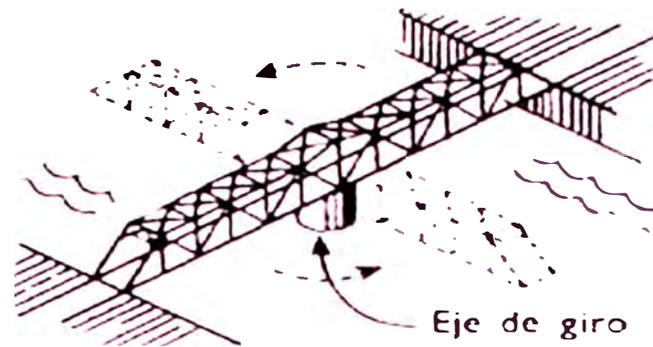


Figura 2.12 PUENTE GIRATORIO



Giratorio

Figura 2.13 ESQUEMA DE PUENTE GIRATORIO

### 2.3.1.2.3. Puentes de Desplazamiento Horizontal

La mayoría de los puentes actuales de desplazamiento horizontal son flotantes, aunque los primeros puentes móviles de madera se hicieron con frecuencia así, porque era el movimiento más sencillo; el puente se desplazaba longitudinalmente sobre rodillos, avanzando o retrocediendo en voladizo libre hasta llegar al apoyo de la otra orilla.

El movimiento se hace elevando el puente mediante gatos y trasladándolo sobre ruedas.

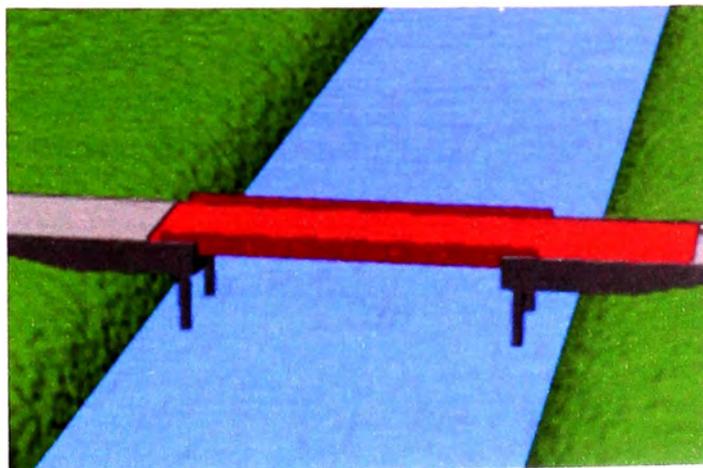


Figura 2.14 ESQUEMA DE PUENTE DE DESPLAZAMIENTO  
HORIZONTAL

#### 2.3.1.2.4. Puentes de Elevación Vertical

Los puentes de desplazamiento vertical son tableros simplemente apoyados, cuyos apoyos se pueden mover verticalmente para elevarlos a la cota que requiere el nivel de navegación.

Normalmente se elevan tirando de sus cuatro esquinas, y por ello requieren dos o cuatro torres, en las que se aloja la maquinaria de elevación y los contrapesos necesarios para equilibrarlos durante la maniobra de desplazamiento vertical.

El puente de desplazamiento vertical es adecuado y resulta más económico que los demás para luces grandes y por ello los mayores puentes móviles son de este sistema.



Figura 2.15 PUENTE DE ELEVACIÓN VERTICAL

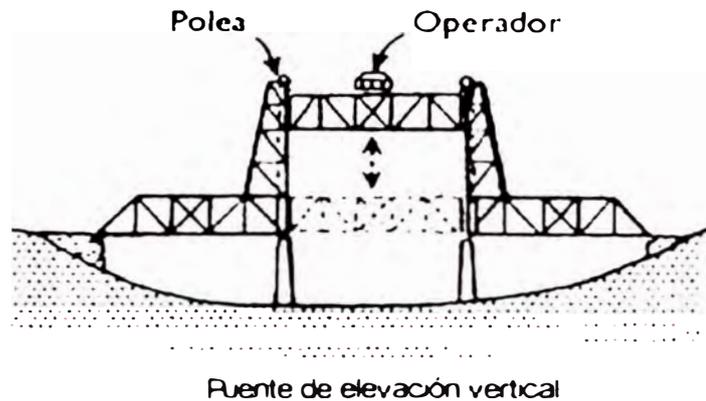


Figura 2.16 ESQUEMA DE PUENTE DE ELEVACIÓN VERTICAL

#### 2.3.1.2.5. Puentes Transbordadores

El puente transbordador es una forma diferente al móvil de resolver el conflicto que plantean dos corrientes de tráfico incompatibles: un tráfico de vehículos entre dos orillas situadas a poca altura sobre el agua, y un tráfico de barcos en el río o ría a salvar, que requiere un nivel de navegación de gran altura.

La solución que se ha utilizado normalmente para resolver este problema es el puente móvil, pero si la luz es muy grande esta solución puede resultar difícil o imposible de hacer, y por ello surgieron los transbordadores. El transbordador consiste en una viga fija, situada a la altura requerida por el nivel, de la que se cuelga una plataforma móvil, generalmente mediante cables, que transporta los vehículos de una orilla a la opuesta; con esta solución se puede llegar a luces análogas a los puentes colgantes porque no se plantean problemas en la estructura fija, diferentes a los de los puentes normales.



Figura 2.17 PUENTE TRANSBORDADOR

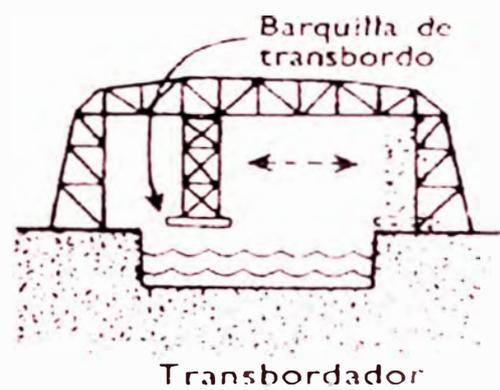


Figura 2.18 ESQUEMA DE PUENTE TRANSBORDADOR

### 2.3.2. Según los materiales

Estos puentes están relacionados con el tipo de material predominante y se dividen en:

#### 2.3.2.1. Puentes de Cuerda

Estos puentes son los antecesores de los puentes colgantes actuales. Este tipo de puentes se denomina pasarela.

Los cables se fabricaban de lianas, enredaderas, cuero, bambú, mimbre y materiales similares. Las cuerdas están agrupadas y torcidas en espiral para formar una unidad resistente.

La mayoría de los primitivos puentes colgantes fabricados con estos materiales estaban soportados por tres cables, de modo que pueda pasar un hombre poniendo los pies en la más baja y agarrándose a las superiores.

Las cuerdas se han utilizado para hacer puentes colgantes en muchas culturas primitivas, desde el Himalaya a los Andes, y desde África a las islas de Oceanía.



Figura 2.19 PUENTE DE CUERDA



Figura 2.20 ESQUEMA DE PUENTE DE CUERDA

### 2.3.2.2. Puentes de Madera

La madera es el material que utilizó el hombre para hacer sus primeras construcciones; un tronco de árbol sobre un río fue seguramente el primer puente artificial.

Los puentes de madera son más fáciles y más rápidos de construir que los de piedra, y han resultado siempre más económicos; por ello, los primeros que construyó el hombre fueron de madera, y a lo largo de la Historia se han construido innumerables puentes de este material, muchos más que de piedra.

Los puentes de madera han planteado siempre problemas de durabilidad y por ello se han considerado siempre de una categoría inferior que los de piedra; generalmente se les ha dado carácter de obra provisional; se aspiraba a sustituirlos por uno de piedra en cuanto hubiera dinero para ello.

Los tres problemas básicos de durabilidad de los puentes de madera son los siguientes:

- a. En primer lugar el propio material, que se deteriora con el paso del tiempo si no se cuida especialmente.
- b. En segundo lugar su vulnerabilidad al efecto de las avenidas de los ríos. Cada avenida extraordinaria se llevaba muchos puentes de madera, y por ello siempre ha habido una clara conciencia de su debilidad frente a las acciones destructivas del propio río.

Del tronco aislado, se pasó al tablero de varios troncos adosados; es el puente de vigas simplemente apoyadas. Posteriormente se hicieron pórticos de jabalcones, arcos de madera, y vigas trianguladas.

Hoy en día se siguen construyendo pasarelas de madera, aunque solamente en casos excepcionales, porque resultan más caras que las metálicas o las de hormigón que son los materiales que se utilizan normalmente hoy en día para hacer puentes.



Figura 2.21 PUENTE DE MADERA



Figura 2.22 ESQUEMA DE PUENTE DE MADERA

### 2.3.2.3. Puentes de Mampostería

Al igual que la madera, la piedra es un material natural que se obtiene directamente de la naturaleza y se utiliza sin ninguna transformación, únicamente es necesario darles forma. Aparte de la piedra, se ha utilizado también materiales como el ladrillo o el hormigón en masa.

El ladrillo, para el constructor de puentes, es un pequeño sillar con el que se pueden hacer arcos de dovelas yuxtapuestas; por tanto la morfología de los puentes de ladrillo es la misma que la de los puentes de piedra.

Las estructuras de piedra que sirven para salvar luces de cierta importancia, derivan del arco formado por dovelas yuxtapuestas; son las bóvedas y las cúpulas. Por ello los puentes de piedra, que deben salvar los ríos, utilizan siempre bóveda como estructura resistente.

Los puentes de piedra están formados por bóvedas cilíndricas, análogas al medio cañón románico, aunque en ellas predomina la dimensión longitudinal sobre la transversal, y por ello el efecto bóveda es mínimo; se comportan básicamente como arcos lineales.

Cabe la solución de cubrir espacios con vigas de piedra, y de hecho existe la arquitectura dintelada en este material, pero las luces que se pueden salvar con este sistema, o son muy pequeñas, o requieren la movilización de piedras de tamaños descomunales; de ello es buen ejemplo la arquitectura megalítica.

El puente de piedra es el puente histórico por excelencia. Actualmente el arco de piedra como técnica para hacer puentes es solamente historia; ya no se construyen puentes de este tipo porque resultan excesivamente costosos, salvo casos excepcionales en parques o lugares naturales

protegidos, con una intención puramente paisajística, y muchos de ellos son de hormigón chapados de piedra.

La construcción de los puentes de piedra es bastante simple, y en términos generales no plantea problemas distintos a los de cualquier obra coetánea de él; solamente la cimentación plantea problemas singulares, pero su dificultad es debida al río, no a su estructura.

Todas estas cualidades hacen del arco el sistema estructural más perfecto, y casi podríamos decir que único, para construir puentes con los materiales de construcción durables que se conocían hasta la aparición del hierro: la piedra y el ladrillo. Por ello, mientras sólo existieron estos materiales, no hubo ningún cambio sustancial en los puentes de arco.



Figura 2.23 PUENTE DE PIEDRA

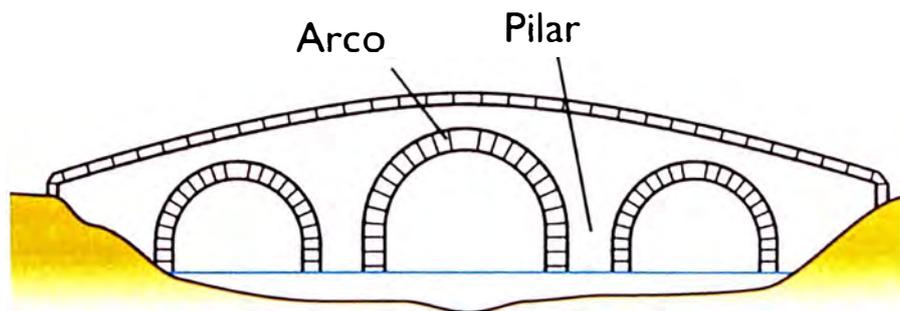


Figura 2.24 ESQUEMA DE PUENTE DE PIEDRA

#### 2.3.2.4. Puentes Metálicos

El empleo del hierro significó una transformación radical en la construcción en general, y en los puentes en particular; sus posibilidades eran mucho mayores que las de los materiales conocidos hasta entonces, y por ello se produjo un desarrollo muy rápido de las estructuras metálicas, que pronto superaron en dimensiones a todas las construidas anteriormente.

Hoy en día sigue siendo el material de las grandes obras, y en especial de los grandes puentes, si bien el hierro que se utiliza ahora no es el mismo que se utilizó en los orígenes, porque el material también ha evolucionado significativamente; hay diferencia considerable de características y de calidad entre los aceros actuales, y el hierro fundido que se utilizó en un principio.

El rápido desarrollo a principios del siglo XIX de los puentes metálicos se debió básicamente a dos causas fundamentales:

- a. En primer lugar, el nuevo material tenía muchas más posibilidades que los anteriores, porque su capacidad resistente era mucho más alta.
- b. En segundo lugar, se empezó a conocer con cierto rigor el comportamiento resistente de las estructuras, lo que permitió, a la hora de proyectar un puente, dimensionar sus distintos elementos

cuantificando su grado de seguridad, y con ello ajustar al máximo sus dimensiones.

Los materiales derivados del hierro que se han utilizado sucesivamente en la construcción han sido, la fundición, el hierro forjado y el acero.



Figura 2.25 PUENTE METÁLICO

#### 2.3.2.5. Puentes de Hormigón Armado

El hormigón armado es una colaboración del acero y el hormigón, adecuado especialmente para resistir esfuerzos de flexión. El hormigón es muy adecuado para resistir compresiones y el acero en barras para resistir tracciones. Por ello las barras de acero se introducen en la pieza de hormigón, en el borde que debe resistir las tracciones, y gracias a la adherencia entre los dos materiales, las primeras resisten las tracciones y el segundo las compresiones.

Durante muchos años las barras de acero eran lisas, pero gracias a una serie de ensayos, se comprobó que la adherencia entre el acero y el hormigón, uno de los mecanismos básicos para que el hormigón armado

funcione, mejoraba significativamente haciendo las barras corrugadas, es decir, con resaltos transversales, y así son las barras actuales.



Figura 2.26 PUENTE DE HORMIGÓN ARMADO

#### 2.3.2.6. Puentes de Hormigón Pretensado

El hormigón pretensado se puede considerar un nuevo material; su diferencia con el hormigón armado es que en éste la armadura es pasiva, es decir, entra en carga cuando las acciones exteriores actúan sobre la estructura; en el pretensado, en cambio, la armadura es activa, es decir se tensa previamente a la actuación de las cargas que va a recibir la estructura (peso propio, carga muerta y cargas de tráfico), comprimiendo el hormigón, de forma que nunca tenga tracciones o que éstas tengan un valor reducido. La estructura se pone en tensión previamente a la actuación de las cargas que van a gravitar sobre ella, y ahí su nombre de hormigón pretensado. En definitiva, es adelantarse a las acciones que van a actuar sobre la estructura con unas contra-acciones que es el momento en que se tesan las armaduras; se pueden tensar antes de hormigonar la pieza, es decir, pretensarlas, o se les puede dar carga después de hormigonada la pieza, es decir, postensarlas.

Con el hormigón pretensado se evita la fisuración que se produce en el hormigón armado y por ello, se pueden utilizar aceros de mayor resistencia, inadmisibles en el hormigón armado porque se produciría una fisuración excesiva.

Los sistemas de anclaje de las armaduras activas se agrupan en varios procedimientos básicos que han tenido diversas variantes:

- a. Anclajes mediante cuñas de diferentes tipos
- b. Anclajes mediante rosca
- c. Anclajes mediante cabezas recalçadas
- d. Anclajes mediante bloques de hormigón
- e. Anclajes mediante apriete transversal

El hormigón pretensado no ha hecho desaparecer el hormigón armado; cada uno tiene su campo de aplicación. Al iniciarse el hormigón pretensado se trató de sustituir toda la armadura pasiva por activa; por ello los primeros puentes se pretensaban longitudinal y transversalmente. Pero pronto cada material encontró su sitio; la armadura activa se debe emplear para resistir los esfuerzos principales y la pasiva los secundarios. Incluso puentes losa con luces de hasta 20 m se pueden hacer exclusivamente con armadura pasiva, aunque hay que tener en cuenta la fisuración, porque muchas veces, aun siendo admisible, es excesivamente visible.



Figura 2.27 ESQUEMA DE ANCLAJE PRETENSADO

#### 2.3.2.7. Puentes Mixtos

La estructura mixta es una nueva forma de colaboración del acero y el hormigón, en este caso yuxtapuestos, no mezclados como en el hormigón armado y pretensado, pero sí conectados entre sí para que trabajen conjuntamente.

Una de las dificultades de los puentes metálicos fue durante mucho tiempo la materialización de la plataforma de rodadura de las carreteras. Inicialmente la mayoría de los tableros de los puentes metálicos eran de madera; cuando apareció el hormigón armado se utilizaron con frecuencia losas de hormigón; también había puentes con tablero abierto, hecho con una rejilla de pletinas metálicas ortogonales colocadas verticalmente para conseguir rigidez a flexión; este tipo de tablero se usaba mucho en los puentes móviles, pero es incómodo para el tráfico.

En principio la estructura mixta se compone de una cabeza inferior metálica, almas del mismo material, y una cabeza superior de hormigón, conectadas entre sí; el acero debe resistir la tracción y el hormigón la compresión. Este reparto de funciones está muy claro en la viga

simplemente apoyada, que es donde la solución mixta tiene todo su sentido, porque la tracción se produce en la cabeza inferior metálica, y la compresión en la superior del hormigón.

Una de las principales ventajas de los puentes mixtos, y por ello sustituyen a los puentes pretensados, incluso en luces pequeñas, es que su construcción se puede hacer igual que la de un puente metálico con las ventajas que esto representa por su mayor ligereza. Es más fácil montar un cajón metálico de 30 ó 40 m de luz que uno de hormigón; una vez montado el cajón metálico sólo queda hacer el tablero de hormigón, bien in situ, o bien prefabricado. Esta solución es clásica en pasos superiores sobre autopistas en funcionamiento.

El problema singular de las estructuras mixtas es la conexión entre el hormigón y el acero para asegurar que ambos materiales trabajen conjuntamente; para ello se debe transmitir el esfuerzo rasante que se desarrolla en la unión de un material a otro. Esta conexión se realiza normalmente con elementos metálicos, los conectadores, que van soldados al acero y embebidos en el hormigón, al que se unen por adherencia.



Figura 2.28 PUENTE MIXTO

### **CAPITULO III**

#### **DESCRIPCIÓN DEL PUENTE COLGANTE BILLINGHURST**

##### **3.1 Información del Estado actual del Puente Colgante Billinghurst**

En el año 1978 el gobierno de Francisco Morales Bermúdez compró a la empresa Waagner Biro la estructura metálica para la construcción del Puente Colgante Billinghurst.

En el año 1982, se trasladó las piezas del puente a la ciudad de Arequipa, hasta que inicien las obras de cimentación en el río Madre de Dios ya que estas fueron arrasadas por el fenómeno del Niño de 1983.

En el año 1992, en el gobierno de Alberto Fujimori las piezas del puente se trasladaron a la ciudad de Puerto Maldonado región Madre de Dios.

En el año 2002, el Ministerio de Transporte y Construcción realizó una inspección y comprobó que las piezas del puente estaban en perfecto estado.

En el año 2009, la empresa CEMPROTECH S.A.C realiza una inspección de todas las piezas del puente ubicados en los almacenes del Aeropuerto Internacional Padre José Aldamiz. en la ciudad de Puerto Maldonado y determinó que el 90% de las piezas estaba en buen estado y necesitaban tratamiento superficial (desengrasado, granallado y pintura), mientras que el 5% que corresponden a vigas, arriostres necesitaban reparación y tratamiento superficial, finalmente el 5% restante corresponde a los cables

del puente los cuales deben ser reemplazados esto se debe a que la protección de pintura se ha deteriorado, presentan corrosión y fisuras.

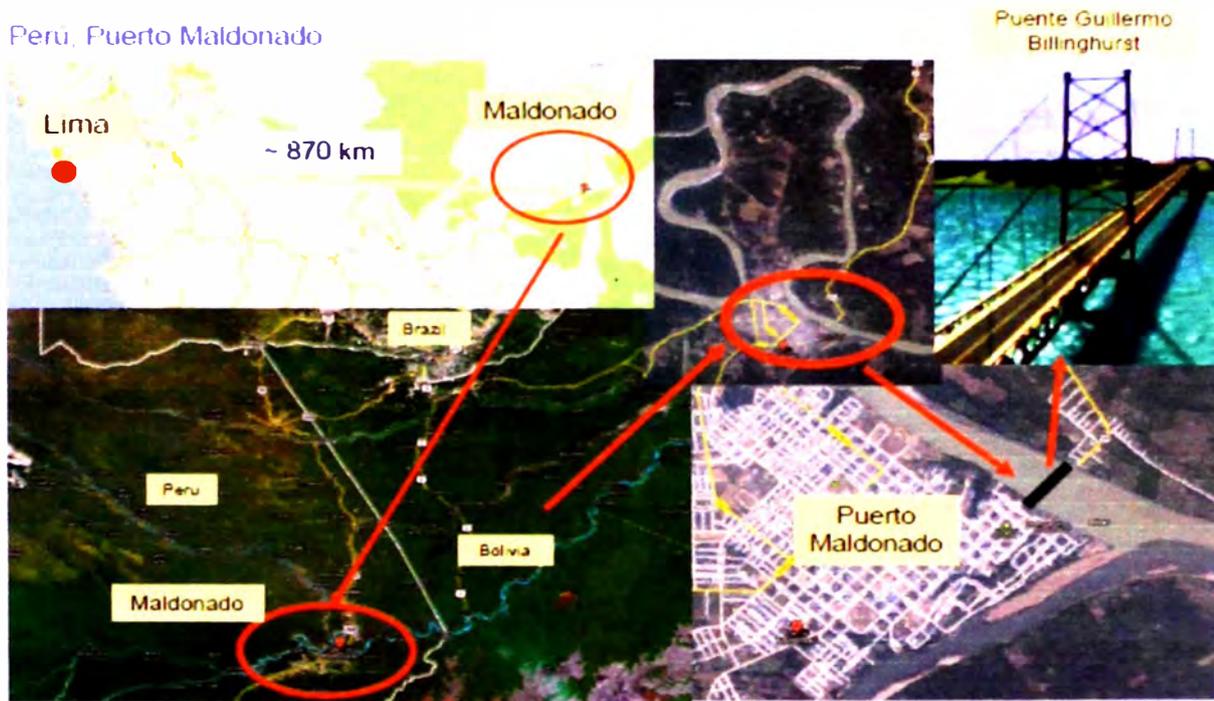


Figura 3.1 ESQUEMA DE UBICACIÓN DEL PUENTE EN PUERTO MALDONADO



Figura 3.2 ARRIOSTRES Y PERNOS ALMACENADOS



Figura 3.3 VIGAS ALMACENADAS



Figura 3.4 CARRETES CON LOS CABLES DEL PUENTE

Finalmente el Puente Colgante Billinghamurst se encuentra actualmente en funcionamiento.

### 3.2 Descripción de los componentes fundamentales del Puente Colgante

#### Billinghamurst

Podemos mencionar que el Puente Colgante Billinghamurst tiene luces de 104m – 320m -104m que resulta una longitud total de 528 metros. El tablero dará servicio a una doble vía de 7.2m de ancho y veredas de 1.5m a cada lado.

#### 3.2.1. Dimensiones Principales

- Longitud Total:  $104 - 320 - 104 = 528 \text{ m}$
- Ancho de la Superestructura: 11 m
- Altura de la Superestructura: 5 m
- Distancia típica entre los colgantes: 16 m
- Espesor de losa de concreto: 0.2 m

En el estribo Oeste (Ciudad de Maldonado) se encuentra el punto más alto de la estructura con un nivel de referencia de 196.500 m.s.n.m. Desde este punto hasta el pilón oeste se observa una rasante constante, a partir de este punto y hasta llegar al pilón este desciende la rasante con un nivel medio de la pendiente de 2% y un radio aproximado 7000, desde el pilón este hasta el estribo este continua descendiendo la rasante con un 4%. El desnivel total entre el estribo oeste y el estribo este de 10.78 m.

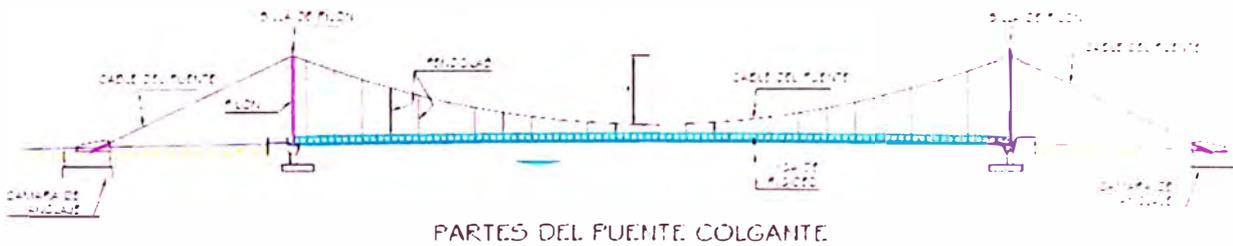


Figura 3.5 ESQUEMA DEL PUENTE COLGANTE

### 3.2.2. Infraestructura

La infraestructura del puente está conformada por dos estribos o cámaras de anclaje en los extremos del mismo y dos pilas apórticadas en su tramo central, siendo todos los elementos de la infraestructura construcciones de concreto armado.

Los estribos son estructuras semihuecas en su interior de forma tal que algunas de las cavidades internas se encuentran rellenas de material granular a forma de contrapeso.

Cada uno de los pilones apórticados tiene dos columnas conectadas por una viga superior y un cabezal de fundación en su zona inferior. Las columnas de los pórticos tienen sección circular con un diámetro de 3m mientras que las vigas transversales tienen secciones aproximadas de 4x3m.

La infraestructura en su totalidad se encuentra fundada de forma profunda apoyada sobre grupos de pilotes individuales con diámetro de 1,85m y longitudes variables. Los estribos se apoyan sobre grupos de 24 pilotes mientras que los pilones se apoyan sobre grupos de 12 pilotes.

### 3.2.3. Superestructura

La superestructura está compuesta por tres tableros independientes apoyados directamente sobre los estribos y los pilares y conectados por medio de colgantes a los cables principales.

Los tableros están constituidos por una losa del tablero apoyada sobre vigas transversales cuya función a parte de dar soporte a la losa es la de unir dos cerchas reciprocas que constituyen la estructura principal de la viga longitudinal de rigidez.

La viga longitudinal de rigidez está conformada por una cercha doble con distancia reciproca de 11 m, una altura entre los cordones inferior y superior de 5 m, postes verticales cada 8,00m y diagonales en subida y bajada formando un ángulo con horizontal de aprox. 51°. Las vigas transversales se ubican cada 4,00m.

Dada la geometría escogida para las diagonales se presentan diversas condiciones de apoyo para las vigas transversales. Se observan conexiones ubicadas en los postes verticales conectados a colgantes, en postes verticales sin colgantes, en cruces de diagonales sin postes y en vigas transversales de borde al principio y al final del tablero.

A altura de las vigas transversales se ubica un arriostramiento horizontal en el sentido longitudinal de la estructura conectado al cordón inferior de las vigas transversales.

La losa del tablero de la superestructura tiene un espesor de 20cm y se conecta a las vigas transversales por medio de conectores de corte.

Los cables principales se apoyan en los ejes centrales del puente, ejes 7 y 8, sobre pilones verticales en forma de pórtico metálico con arriostramiento transversales en forma de cercha. En sus extremos son anclados a los estribos.

La flecha aproximada del cable principal es de  $f/L \approx 40/320 = 1/8$ .

Los colgantes o péndolas tienen una separación de 16 m en el sentido longitudinal del puente. En el tramo central del puente son diferentes los tres



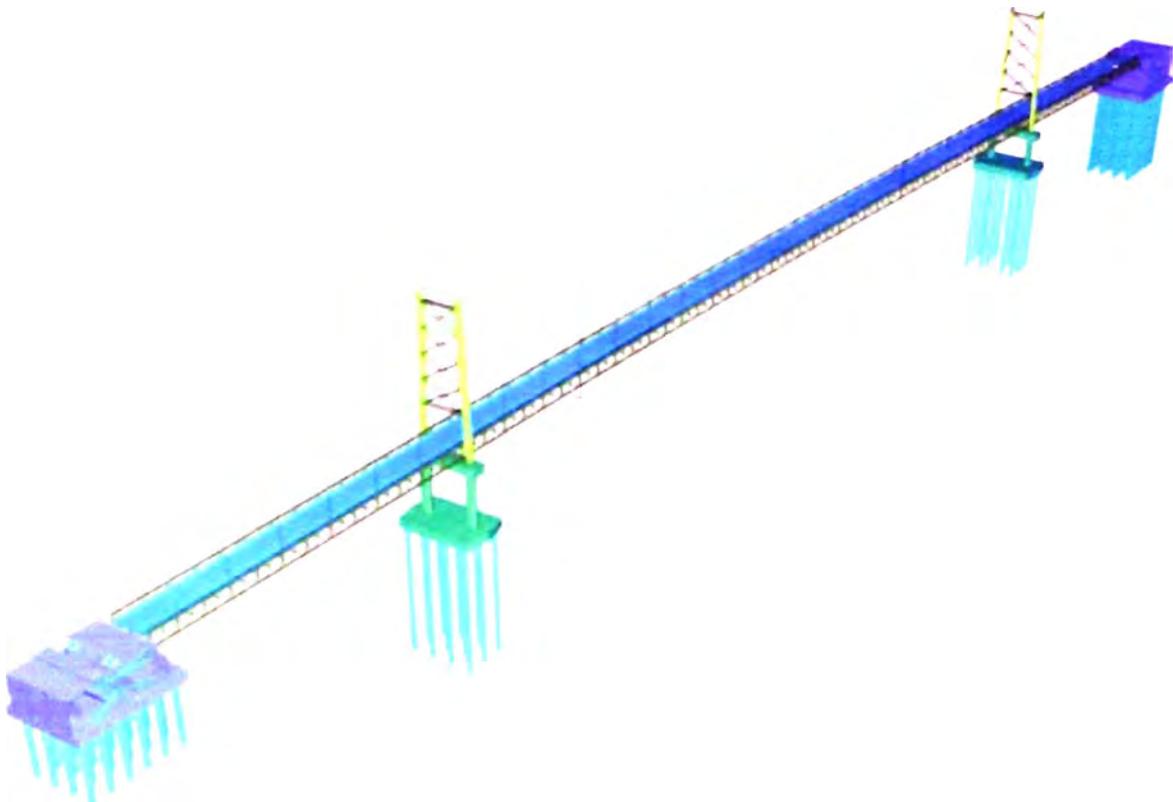


Figura 3.7 ESQUEMA DEL PUENTE EN VISTA 3D

La rigidez en el plano horizontal de los tableros viene dada por un arriostramiento en sentido transversal conformado por diagonales metálicas ubicado a la altura de las vigas transversales y por la losa de concreto de los tableros en sí.

Los apoyos transversales sobre los pilones se realizan por medio de arriostramientos transversales en forma de diagonales para transmitir las fuerzas horizontales a la subestructura. Sobre los estribos se realiza la transmisión directa de fuerzas al concreto.

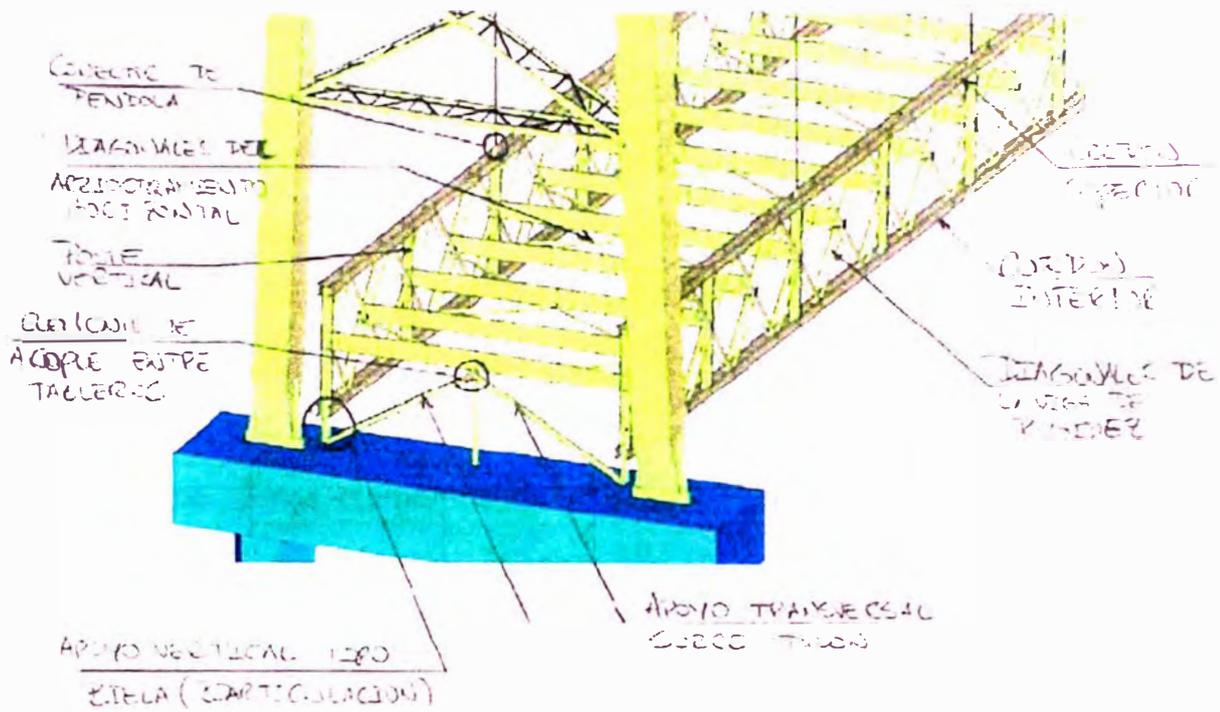


Figura 3.8 DETALLE SOBRE EL PILÓN – DEFINICIÓN DE LOS ELEMENTOS

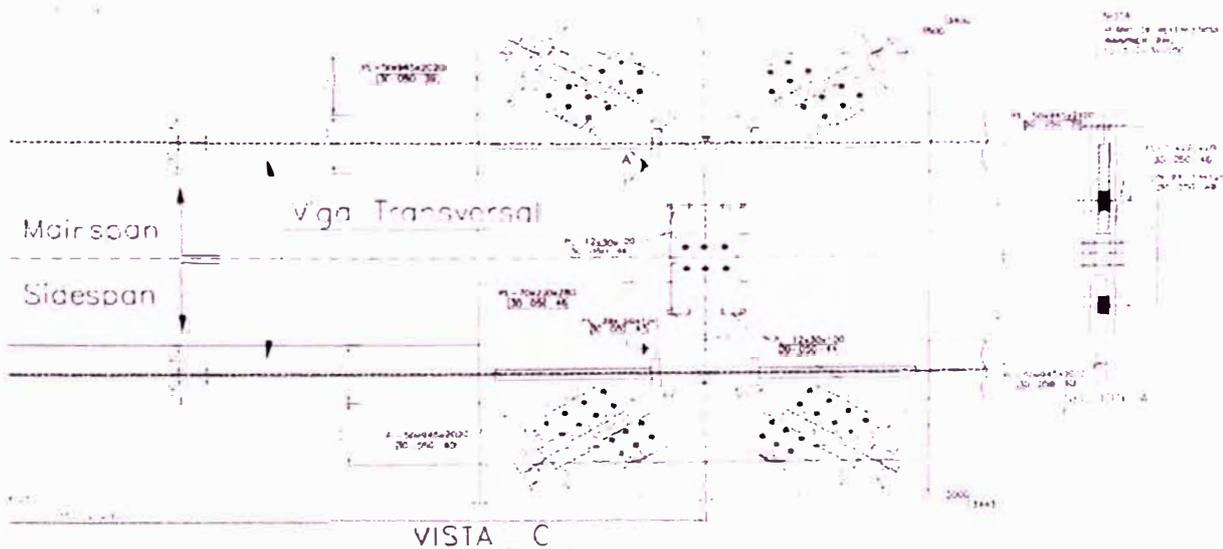


Figura 3.9 PLANTA EN EL NIVEL DE ARRIOSTRAMIENTO HORIZONTAL

Los tableros se apoyan en sentido vertical tanto en los estribos como en los pilones sobre elementos biarticulados tipo bielas de forma tal que se genera un apoyo del tipo flotante, ver figura 3.8. Los tableros se conectan entre sí

sobre los pilones por medio de elementos de acople similares a los descritos anteriormente ubicados a la altura del arriostamiento horizontal (Figura 3.8 y 3.9).

La transmisión de fuerzas longitudinales a la subestructura se realiza por medio de elementos de choque colocados en los estribos, ejes 5 y 10, estos elementos están conformados por una extensión del cordón inferior con una brecha entre el final del elemento y un elemento adicional conectado al estribo. Estos elementos de choque permiten una deformación de 10cm antes de activarse en el momento de chocar. Las figuras 3.10 y 3.11 muestran los dispositivos mencionados.

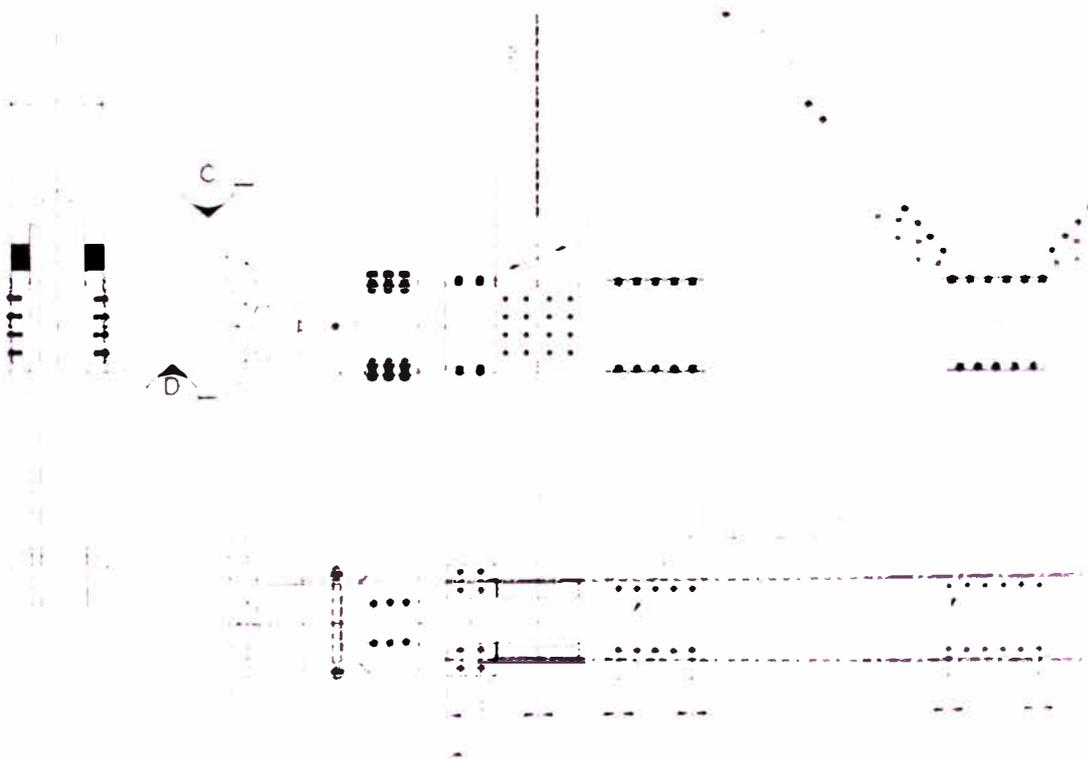


Figura 3.10 DETALLE DE ELEMENTO DE CHOQUE CON LA CÁMARA DE ANCLAJE

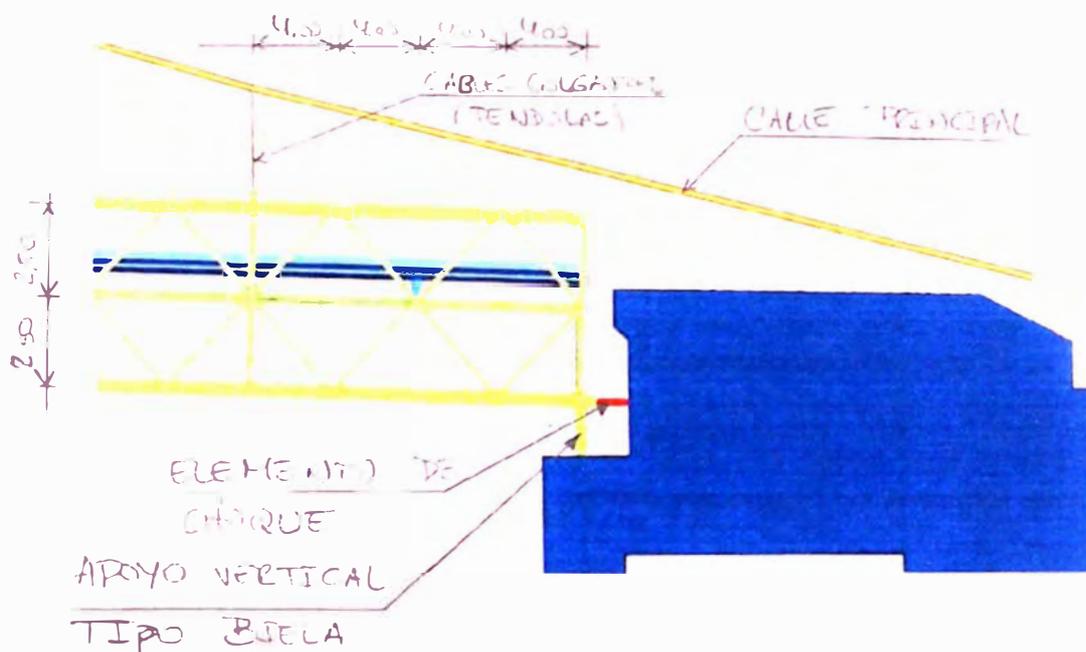


Figura 3.11 DETALLE DEL ELEMENTO DE CHOQUE EN EL ESQUEMA

Los elementos de choque se encuentran como extensión de cada cordón inferior, es decir dos en cada tablero lateral.

A continuación se presenta una tabla de referencia con secciones generales de los elementos de la superestructura, las secciones pueden variar dentro de la estructura.

Tabla 3.1 SECCIONES DE SUPERESTRUCTURA

Elemento	Posición	Perfil o sección
Viga de Rigidez	Cordón superior e inferior	2 x IPN 450 conectados con planchas apernadas
	Diagonales	2 x L 140
	Postes	IPE 400
	Vigas Transversales	Perfil doble T compuesto de planchas, altura variable.
Pilón	Columnas o pilares	Sección cajón 1.4 x 1.6 m con espesor de pared variable
	Arriostres transversales	2 x U 240 ó 2 x U 300 (diagonales L 70 x 7)
Cables colgantes - Péndolas		$\phi = 54 \text{ mm}$
Cables principales		12 x $\phi = 12 \times 71.5 \text{ mm}$

### 3.2.4. Tratamiento superficial

Podemos mencionar tres aspectos fundamentales: Limpieza de grasa, granallado y Pintura. El tratamiento superficial se divide en:

#### 3.2.4.1. Preparación de Superficie

Esta etapa termina cuando se alcance una superficie metálica libre de:

- Contaminantes visibles (grasa, aceite, combustible)
- Contaminantes no visibles (sales, iones, cloruros)

Además, la superficie preparada deberá alcanzar una limpieza similar a la limpieza con chorro abrasivo al grado comercial según norma SSPC-SP6. (No se tolera pintura antigua ni escama de laminación, solo 33% como máximo de sombras de óxido).

El perfil de anclaje recomendado es de 1.5 a 2.5 mils de rugosidad. (N.R. ASTM D 4417).

La superficie deberá estar libre de defectos de construcción como: salpicadura de soldadura, porosidad, rebabas, filos cortantes entre otros. Eliminados mediante limpieza manual mecánica y motriz. (Según norma ISO 12944-3).

Remover todo resto de grasa o combustible impregnado, con espátula y trapo antes del lavado de la superficie contaminada. (Según norma SSPC-SP1).

#### 3.2.4.2. Post Preparación de Superficie

Mediante el empleo de aire comprimido, escobillones de cerdas duras limpias o aspiradoras industriales de ser necesario, se debe remover todo residuo de abrasivo y polvo remanente de la preparación de superficie. Es recomendable que el nivel de polvo luego de limpiada la superficie sea menor a Clase 2 (N.R. ISO 8502-3).

### 3.2.4.3. Limpieza entre Capas de Pintura

Previa a la aplicación de la siguiente capa de pintura, la superficie deberá estar completamente limpia, libre de suciedad, pulverizado, aceite o grasa entre otros. Para esto se limpiara la superficie previa a la aplicación de la siguiente capa de pintura. (según norma SSPC SP1, SSPC SP2). Para asegurar la adhesión intercapas del sistema de pinturas.

### 3.2.4.4. Aplicación de Pintura y Curado

Se describe las etapas para el proceso de pintado y curado según las capas de pintura, y también los espesores de pintura para las piezas del puente de acuerdo a los requerimientos solicitados por el cliente.

Tabla 3.2 ESPESORES DE PINTURAS POR CAPAS

Capa	Producto	Color	Lugar	EPS(mils)
1ra	Dimetcote 9	Gris	Taller	3
Mist Coat	Amerlock 400	Azul light(*)	Taller	1
2da	Amerlock 400	Azul light(*)	Taller	5
3ra	Amercoat 450HS	Naranja RAL 2004	Taller	3
Espesor Total				12

- a. La aplicación de la capa base Dimetcote 9 a 3 mils, sobre la superficie preparada y si las condiciones ambientales son favorables, aplique a equipo

Airless (sin aire) una capa uniforme de Dimetcote 9 a 3 mils secos.

A los 20 minutos de secado a 21 °C, mida los espesores de película seca según la norma SSPCPA2, el espesor seco debería ser de 2.4 mils mínimo, 3.6 mils máximo y el promedio deberá ser mayor o igual a 3.0 mils. Si no se alcanza el espesor promedio aplique una capa adicional.

- b. La aplicación del Stripe Coat – cordones – Uniones soldadas y zonas dañadas, Sobre la superficie limpia y seca, y si las condiciones ambientales son favorables aplique a brocha una capa de Amerlock 400, capa de reforzamiento en zonas de difícil acceso, filos, depresiones, cordones de soldadura (uniones soldadas) y zonas dañadas por manipulación y montaje.
- c. La aplicación de la capa Mist Coat Amerlock 400 a 1 mils, luego aplicar una capa diluida (Dilución recomendada de 30% con Amercoat 65) de Amerlock 400 hasta cubrir el total de la superficie pintada con la capa base Dimetcote 9. Esta capa también llamada capa neblina servirá para evitar la formación de huecos de alfiler en la película de Amerlock 400 (5 mils) debido al acabado poroso de la capa base Dimetcote 9.  
Dejar secar 3 horas a 21°C, luego con la siguiente etapa.
- d. La aplicación de la capa Amerlock 400 a 5 mils, inmediatamente después y si las condiciones ambientales son favorables, aplique a equipo airless una capa uniforme de Amerlock 400 Azul Light a 5 mils secos (7 mils húmedos).  
A las 22 horas de secado a 21 °C, mida los espesores de película seca según la norma SSPCPA2, el espesor seco debería ser de 7.2 mils mínimo, 10.8 mils máximo y el promedio deberá ser mayor o igual a 9.0 mils. Si no se alcanza el espesor promedio aplique una capa adicional.
- e. La aplicación de la capa de acabado Amercoat 450HS a 3 mils, inmediatamente y si las condiciones ambientales son favorables aplique con equipo airless una capa uniforme de Amercoat 450HS Naranja a 3 mils secos (5 a 6 mils húmedo).

A las 10 horas de secado a 21 °C, considerando que la ventilación sea la adecuada mida los espesores de película seca según la norma SSPC-PA2, el espesor seco deberá estar de 9.6 mils mínimo a 14.4 mils máximo y el promedio deberá ser mayor o igual a 12.0 mils. Si no se alcanza el espesor promedio aplique una capa adicional de Amercoat 450HS, dentro del tiempo de repintado indicado en la Hoja Técnica del producto. El acabado final libre de defectos.

#### 3.2.5. Tipo de Unión

En un Puente Colgante el tipo de unión en la estructura puede ser empernada, soldadura o la combinación de ambas. La característica del Puente Colgante Billingham es que toda su construcción las uniones serán empernadas.

## CAPITULO IV

### PROCEDIMIENTO DE MONTAJE

#### 4.1 Cronograma del Proyecto

Dentro del Cronograma del Proyecto podemos observar dos etapas importantes para realizar el Montaje del Puente.

##### 4.1.1. Montaje del Puente Billinghamurst 1ra Etapa

Para esta etapa del Montaje las actividades a mencionar son las siguientes:

- Instalación de Obra, en esta actividad se desarrollan las obras civiles para poder instalar los equipos en el terreno y poder realizar los trabajos de montaje, instalación de Estructuras de Montaje, el plazo estimado es de 84 días de acuerdo a cronograma.

Los equipos de Montaje para este Proyecto son:

- 01 Grúa Telescópica de 60 Ton
- 01 Grúa Telescópica de 40 Ton
- 01 Grúa Telescópica de 30 Ton
- 01 Montacarga de 20 Ton
- 01 Montacarga de 10 Ton
- 02 Barcazas de 45 Ton
- 01 Cama baja modificado de 45 Ton
- Se instaló una oficina para el desarrollo de la ingeniería de Detalle de acuerdo a los planos originales del Puente, evaluación en campo de las

- piezas del Puente y elementos para reparación en obra, el plazo estimado para esta actividad 75 días.
- La fabricación de las estructuras como: Soportes provisionales, grúa trepadora, piezas faltantes, etc; y fueron realizadas en los talleres de CEMPROTECH S.A.C en Lima y trasladados a obra por vía terrestre, su plazo estimado 102 días.
- Para asegura la calidad de las estructuras se instaló un taller en obra en el cual deben realizarse las reparaciones, granallado y pintura de las estructuras de Montaje del Puente, de las piezas del puente, su plazo estimado es de 257 de acuerdo al plazo del Montaje de todas las Piezas del Puente.

Tabla 4.1 DIAGRAMA DE GANTT MONTAJE DEL PUENTE 1RA ETAPA

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
<b>MONTAJE DEL PUENTE BILLINGHURST 1ERA ETAPA</b>	<b>330 días</b>	<b>mar 01/12/09</b>	<b>sáb 30/10/10</b>
<b>INSTALACIONES DE OBRA</b>	<b>84 días</b>	<b>jue 10/12/09</b>	<b>dom 07/03/10</b>
Obra civiles (zapatas y bases para equipos)	45 días	lun 14/12/09	dom 31/01/10
Equipos de Granallado automatico en Obra	0 días	jue 07/01/10	jue 07/01/10
Equipos pesados en obra para ordenamiento e inventario (Montacarga 10 ton)	0 días	jue 10/12/09	jue 10/12/09
Instalacion de Equipos (granalladora automatica)	21 días	mar 26/01/10	lun 15/02/10
Instalacion de Equipos (granalladora manual))	20 días	mar 16/02/10	dom 07/03/10
<b>INGENIERIA</b>	<b>75 días</b>	<b>mar 01/12/09</b>	<b>mié 17/02/10</b>
Ingeniería de Detalle	30 días	mar 01/12/09	dom 03/01/10
Inventario	40 días	mar 01/12/09	mié 13/01/10
Evaluacion en campo (traslado y Ordenamiento)	30 días	vie 11/12/09	mié 13/01/10
Reparaciones en obra	45 días	lun 04/01/10	mié 17/02/10
<b>FABRICACIONES</b>	<b>102 días</b>	<b>mié 09/12/09</b>	<b>mié 24/03/10</b>
Soportes Provisionales	60 días	mié 09/12/09	mié 10/02/10
Grúa Trepadora	45 días	lun 18/01/10	mié 03/03/10
Carrito alimentador a la Grúa Derreck	20 días	lun 22/02/10	sáb 13/03/10
Telefericos	21 días	jue 04/03/10	mié 24/03/10
Piezas faltantes (Reporte del Inventario)	30 días	lun 01/02/10	mar 02/03/10
Andamios fab. y/o reparac. (entregados en Obra)	0 días	jue 07/01/10	jue 07/01/10
Pasarelas provisionales en int. De Vigas de Rigidez	15 días	mié 03/03/10	mié 17/03/10
<b>GRANALLADO Y PINTURA</b>	<b>257 días</b>	<b>mar 16/02/10</b>	<b>sáb 30/10/10</b>
Traslados de estructuras al area de granallado y pintado	120 días	mar 16/02/10	mar 15/06/10
Granallado y pintado de Vigas de Rigidez	150 días	mar 16/02/10	jue 15/07/10
Granallado y pintado de Pilonos	60 días	jue 22/04/10	dom 20/06/10
Granallado y pintado de componentes varios	60 días	mié 12/05/10	sáb 10/07/10
Retoques de pintura despues del montaje	114 días	vie 09/07/10	sáb 30/10/10

#### 4.1.2. Montaje del Puente Billinghamurst 2da Etapa

En esta etapa mencionaremos el proceso de Montaje del Puente, siendo esta etapa la más crítica del proyecto ya que las actividades del Montaje están ligadas de manera secuencial; es decir, que la actividad debe terminarse completamente para poder continuar con la siguiente actividad, el plazo estimado es 259 días y mencionaremos las actividades:

- Montaje de los soportes provisionales, esta actividad se desarrolla en ambas orillas del río, (Canal Margen Izquierdo y Canal Margen Derecho) la función de estas estructuras es de soportar las vigas de rigidez instaladas desde las cámaras de anclaje hacia los pilones que se encuentran en las orillas del río, el plazo estimado para esta actividad 33 días.
- Luego de haber instalados las vigas de rigidez en un plazo de 40 días, se realiza el montaje de los pilones con ayuda de los equipos de montaje, este trabajo se desarrolla en ambas orillas del río y el plazo estimado para la actividad 54 días.
- Lanzamiento de Cable, en esta actividad se deben instalar los equipos de montaje en ambos márgenes, se realiza el tendido de cables, tensado y fijación en un plazo de 32 días.
- El montaje de las péndolas se instalan los equipos de montaje en la parte superior e inferior de los pilones, el plazo estimado para esta actividad 31 días.
- Finalmente el montaje de la viga de rigidez en el tramo central se realiza fijando los cables del puente con la viga de rigidez a través de las péndolas en un plazo de 85 días.

Tabla 4.2 DIAGRAMA DE GANTT MONTAJE DEL PUENTE 2DA ETAPA

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
<b>MONTAJE DEL PUENTE BILLINGHURST 2DA ETAPA</b>	<b>259 días</b>	<b>lun 15/02/10</b>	<b>dom 31/10/10</b>
<b>Montaje de soportes provisionales</b>	<b>33 días</b>	<b>lun 15/02/10</b>	<b>vie 19/03/10</b>
<b>Margen Izquierda</b>	<b>33 días</b>	<b>lun 15/02/10</b>	<b>vie 19/03/10</b>
Traslado de Columnas	2 días	lun 15/02/10	mar 16/02/10
Izaje de columnas	14 días	mar 16/02/10	lun 01/03/10
Alineamiento y Nivelacion	15 días	dom 21/02/10	dom 07/03/10
Instalacion de arriostre entre columnas	12 días	dom 28/02/10	jue 11/03/10
Vigas Carrileras	12 días	lun 08/03/10	vie 19/03/10
Ajustes de columnas y vigas	7 días	sáb 13/03/10	vie 19/03/10
<b>Margen Derecha</b>	<b>33 días</b>	<b>lun 15/02/10</b>	<b>vie 19/03/10</b>
Traslado de Columnas	2 días	lun 15/02/10	mar 16/02/10
Izaje de columnas	14 días	mar 16/02/10	lun 01/03/10
Alineamiento y Nivelacion	15 días	dom 21/02/10	dom 07/03/10
Instalacion de arriostre entre columnas	12 días	dom 28/02/10	jue 11/03/10
Vigas Carrileras	12 días	lun 08/03/10	vie 19/03/10
Ajustes de columnas y vigas	7 días	sáb 13/03/10	vie 19/03/10
<b>Montaje de Tramos 104</b>	<b>40 días</b>	<b>sáb 20/03/10</b>	<b>mié 28/04/10</b>
<b>Margen Izquierda Eje 6-7</b>	<b>40 días</b>	<b>sáb 20/03/10</b>	<b>mié 28/04/10</b>
Traslados de los componentes (vigas, angulos)	7 días	sáb 20/03/10	vie 26/03/10
Armado del primer modulo de 8 mts long	3 días	dom 21/03/10	mar 23/03/10
Instalación encima del soporte provisional del primer modulo de 8 mts	2 días	mié 24/03/10	jue 25/03/10
Armado de los laterales de los modulos	30 días	mié 24/03/10	jue 22/04/10
Armado de las vigas transversales	30 días	mié 24/03/10	jue 22/04/10
Instalacion de los modulos restantes 96 mts	34 días	vie 26/03/10	mié 28/04/10
Desmontaje de maniobras	4 días	dom 25/04/10	mié 28/04/10
<b>Margen Derecha Eje 8-9</b>	<b>40 días</b>	<b>sáb 20/03/10</b>	<b>mié 28/04/10</b>
Traslados de los componentes (vigas, angulos)	7 días	sáb 20/03/10	vie 26/03/10
Armado del primer modulo de 8 mts long	3 días	dom 21/03/10	mar 23/03/10
Instalación encima del soporte provisional del primer modulo de 8 mts	2 días	mié 24/03/10	jue 25/03/10
Armado de los laterales de los modulos	30 días	mié 24/03/10	jue 22/04/10
Armado de las vigas transversales	30 días	mié 24/03/10	jue 22/04/10
Instalacion de los modulos restantes 96 mts	34 días	vie 26/03/10	mié 28/04/10
Desmontaje de maniobras	4 días	dom 25/04/10	mié 28/04/10
<b>Montaje de Pilones</b>	<b>54 días</b>	<b>dom 25/04/10</b>	<b>jue 17/06/10</b>
<b>Pilones de Eje 7</b>	<b>50 días</b>	<b>jue 29/04/10</b>	<b>jue 17/06/10</b>
Traslados de pilones 16 piezas	15 días	jue 29/04/10	jue 13/05/10
Maniobras de Izaje de pilon	35 días	vie 30/04/10	jue 03/06/10
Armado, niv, y alineamiento	40 días	jue 06/05/10	lun 14/06/10
Maniobras de izje de arriostres	35 días	mar 11/05/10	lun 14/06/10
Armado y ajuste de arriostres	35 días	mar 11/05/10	lun 14/06/10
Montaje de silla (apoyo de cable)	2 días	mar 15/06/10	mié 16/06/10
Desmontaje de grua trepadora	1 día	jue 17/06/10	jue 17/06/10
<b>Pilones de Eje 8</b>	<b>50 días</b>	<b>dom 25/04/10</b>	<b>dom 13/06/10</b>
Traslados de pilones 16 piezas	15 días	dom 25/04/10	dom 09/05/10
Maniobras de Izaje de pilon	45 días	lun 26/04/10	mié 09/06/10
Armado, niv, y alineamiento	44 días	mié 28/04/10	jue 10/06/10
Maniobras de izje de arriostres	35 días	vie 07/05/10	jue 10/06/10
Armado y ajuste de arriostres	35 días	vie 07/05/10	jue 10/06/10
Montaje de silla (apoyo de cable)	2 días	vie 11/06/10	sáb 12/06/10
Desmontaje de grua trepadora	1 día	dom 13/06/10	dom 13/06/10
<b>Lanzamiento de Cables</b>	<b>32 días</b>	<b>lun 07/06/10</b>	<b>jue 08/07/10</b>
Traslados de cables a la zona de montaje	10 días	lun 07/06/10	mié 16/06/10
Montaje de sillas	7 días	lun 07/06/10	dom 13/06/10
Instalacion de winche	6 días	mar 08/06/10	dom 13/06/10
Tendido de cables	17 días	lun 14/06/10	mié 30/06/10

Tensado de cables	21 días	jue 17/06/10	mié 07/07/10
Fijacion de cables	11 días	lun 28/06/10	jue 08/07/10
<b>Montaje de Pendolas</b>	<b>31 días</b>	<b>vie 09/07/10</b>	<b>dom 08/08/10</b>
Colocar cable de 1" para teleferico	4 días	vie 09/07/10	lun 12/07/10
Ubicar teleferico	2 días	mar 13/07/10	mié 14/07/10
Traslado de pendolas y ubicación	25 días	jue 15/07/10	dom 08/08/10
Fijacion de placas para pendolas	25 días	jue 15/07/10	dom 08/08/10
<b>Montaje del Tramo 320</b>	<b>85 días</b>	<b>mar 03/08/10</b>	<b>mar 26/10/10</b>
Traslado de las vigas de rigidez	60 días	mar 03/08/10	vie 01/10/10
Izajes de vigas de rigidez	84 días	mar 03/08/10	lun 25/10/10
Ajustes con las pendolas	85 días	mar 03/08/10	mar 26/10/10
<b>Postensado</b>	<b>6 días</b>	<b>mar 26/10/10</b>	<b>dom 31/10/10</b>
Tensar cables	5 días	mar 26/10/10	sáb 30/10/10
Colocar seguros(grampas) a cables	5 días	mié 27/10/10	dom 31/10/10

4.2 Diagrama de Procesos de Montaje del Puente Colgante Billinghamurst

Tomando en cuenta las consideraciones del fabricante Waagner Biro para el proceso del Montaje del Puente Colgante Billinghamurst, se presenta una metodología de montaje para puentes adecuada a las condiciones medio ambientales de nuestro país.

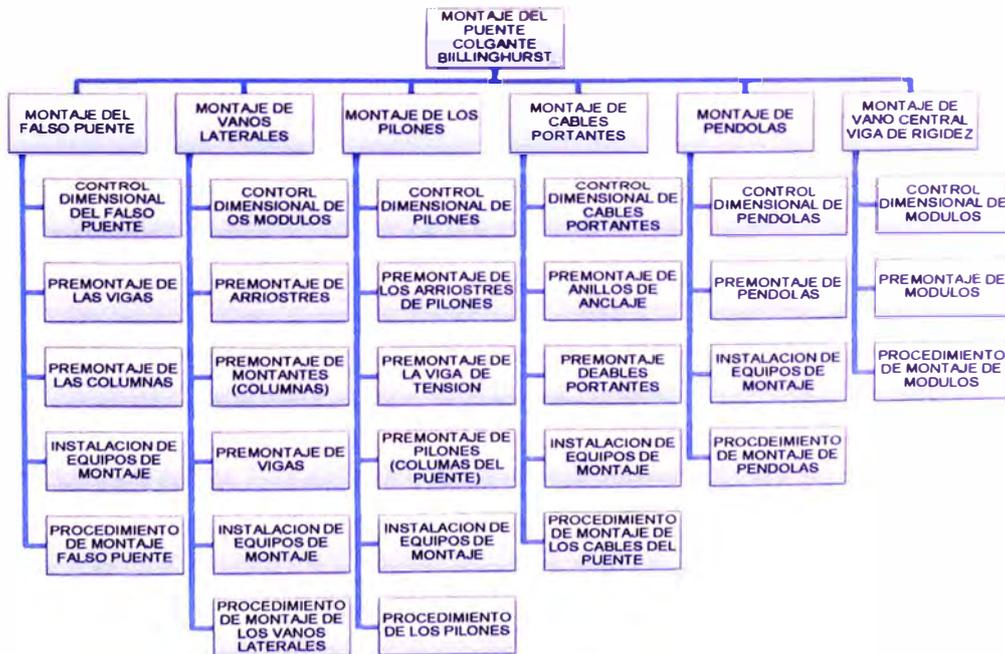


Figura 4.1 DIAGRAMA DE PROCESOS DE MONTAJE DEL PUENTE

#### 4.3 Descripción del Proceso de Montaje del Puente Colgante Billinghamurst

A continuación describiremos todas las etapas del proceso de montaje en los cuales mencionaremos equipos y estructuras que se utilizaron en este proyecto.

##### 4.3.1. Montaje de los Cimientos y de los Soportes

Con respecto al montaje de los Soportes para los pilones y la construcción de ambos estribos para el anclaje de los cables portantes ya esta completada y fueron realizadas por otra empresa.

##### 4.3.2. Montaje del Falso Puente

El Montaje de la estructura Falso Puente se realiza en el estribo oeste o canal margen derecho y en el estribo este o canal margen izquierdo.

El perfil de este falso Puente corresponde a una viga W14 x 61, la cual va a soportar los vanos laterales (ó Viga de Rigidez lateral) de 104 metros desde las cámaras de anclaje hasta las base de los pilones. Para instalar este falso puente se necesita una estructura provisional la cual debe soportar las cargas de los vanos laterales y del falso puente para esto se realizó el montaje de los soportes provisionales en cada margen a orillas del río.

##### 4.3.2.1. Montaje de Soporte Provisional Canal Margen Izquierdo

Para realizar el Montaje del Soporte Provisional, se ubicaron los ejes H, I, J, K, L, M a Nivel 173.860 m.s.n.m. estos se encuentran entre la cámara de anclaje eje 5 y el pilón en el eje 7, a los cuales se fija la estructura.

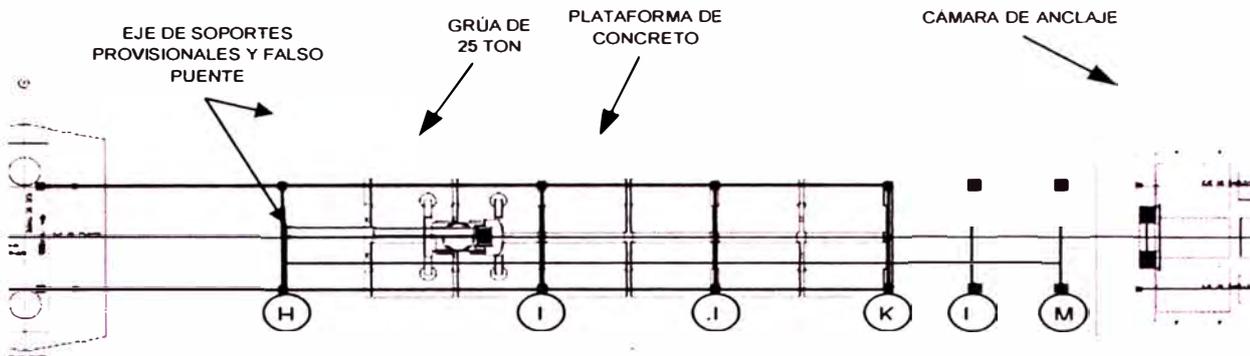


Figura 4.2 VISTA PLANTA DEL MONTAJE DEL SOPORTE PROVISIONAL  
LOS EJES H, I, J

Definidos los ejes se proceden a realizar las bases para los anclajes de las columnas; estas columnas serán instaladas con la ayuda de una grúa telescópica las cual estará ubicada en el terreno sobre una plataforma de concreto. Las columnas serán fijadas con los pernos de anclaje a las bases, niveladas y alineadas con la ayuda de un nivel óptico y teodolito.

El montaje de las columnas empezara desde el eje H al eje M. Luego de terminar el montaje se colocan las vigas de amarre W14" x 43 y los tensores de barras de acero  $\phi 1 \frac{1}{2}$ ".

Se continúa con el montaje del falso puente y se fijan con pernos de 1" entre los ejes 5 y 7.

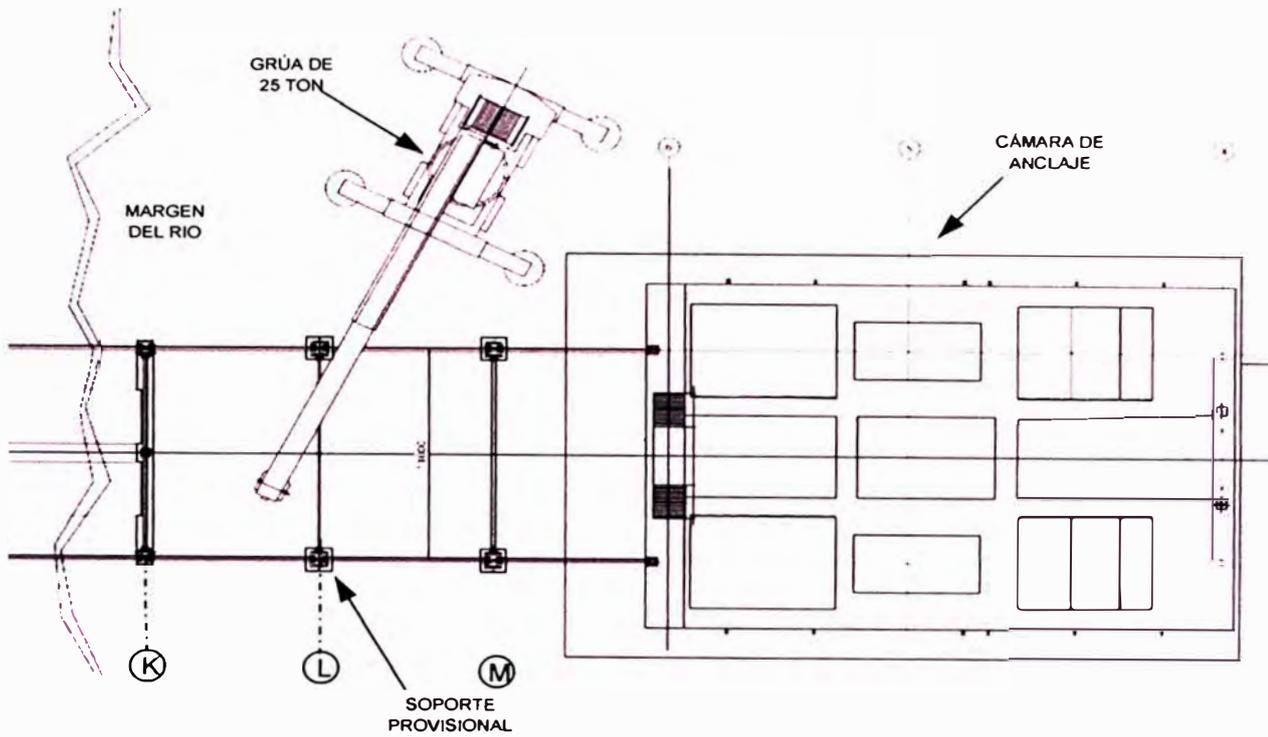


Figura 4.3 VISTA DE PLANTA DEL MONTAJE DE COLUMNAS EN LOS  
EJES K, L, M

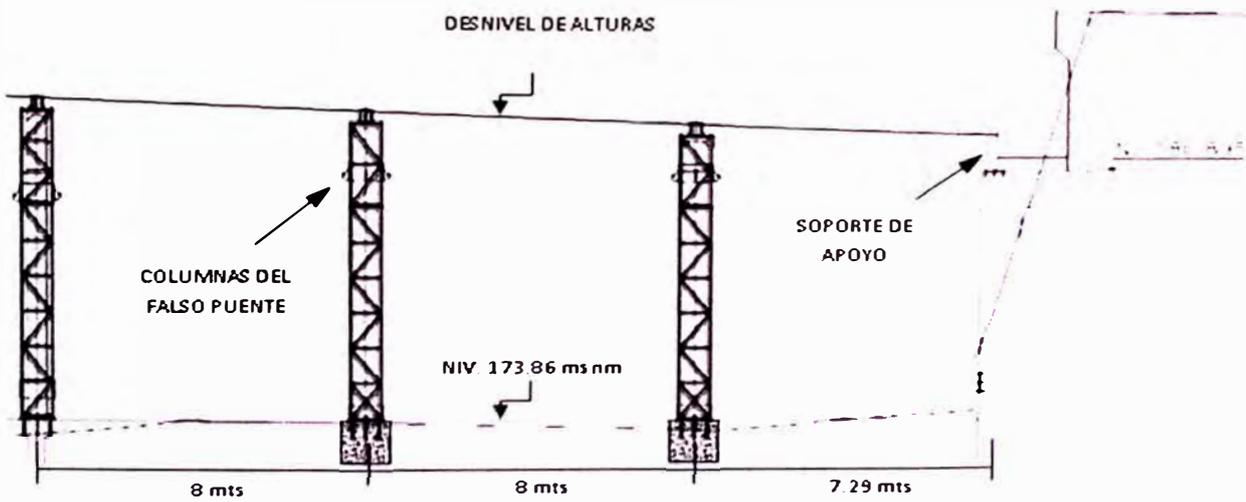


Figura 4.4 VISTA FRONTAL DEL MONTAJE DE COLUMNAS EN LOS  
EJES K, L, M

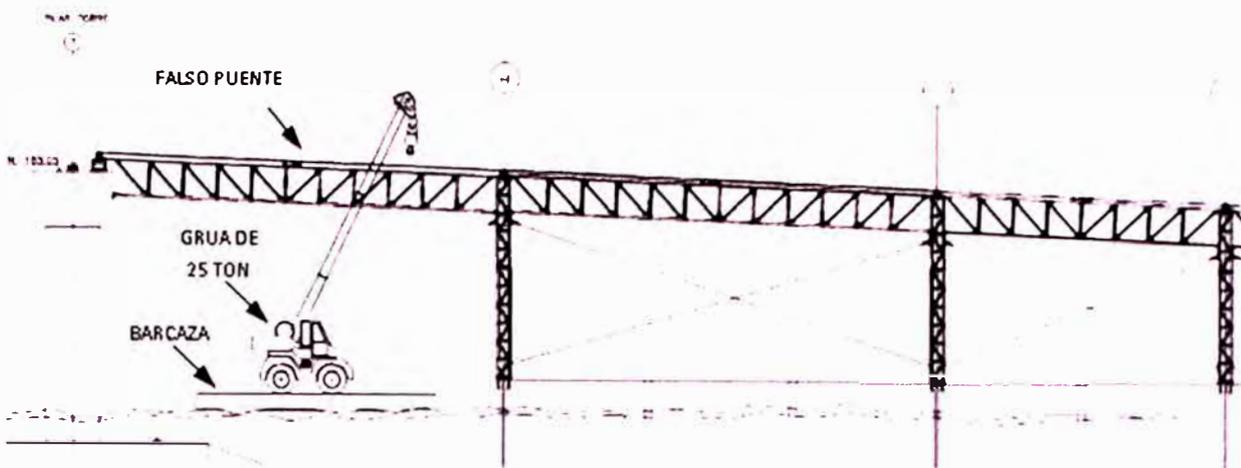


Figura 4.5 VISTA FRONTAL MONTAJE FALSO PUENTE

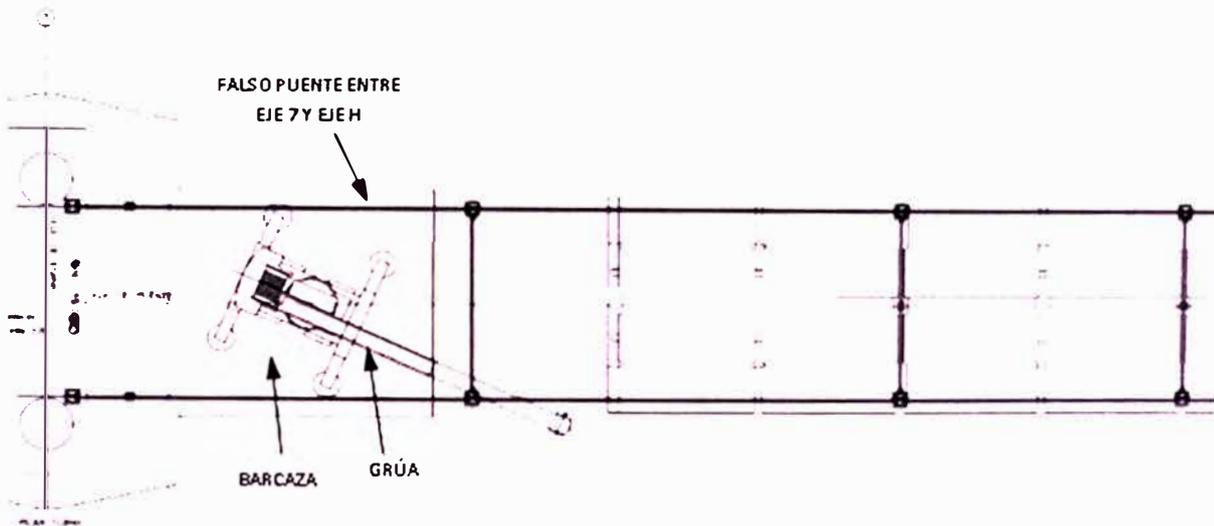


Figura 4.6 VISTA DE PLANTA MONTAJE DEL FALSO PUENTE

#### 4.3.2.2. Montaje de Soporte Provisional Canal Margen Derecho

Para realizar el Montaje del Soporte Provisional, se ubicaron los ejes A, B, C a Nivel 191.450 m.s.n.m., eje D a Nivel 190.950 m.s.n.m., ejes E, F a Nivel 173.345 m.s.n.m., estos se encuentran entre la cámara de anclaje eje 10 y el pilón en el eje 8, a los cuales se fija la estructura.

Definidos los ejes se proceden a realizar los las bases para los anclajes de las columnas; estas columnas serán instaladas con la ayuda de una grúa telescópica la cual estará ubicada en el terreno sobre una plataforma de

concreto. Las columnas se fijan con los pernos de anclaje a las bases, nivelas y alineadas con la ayuda de un nivel óptico y teodolito.

El montaje de las columnas empieza desde el eje F al eje A. Luego de terminar el montaje se colocan las vigas de amarre W14" x 43 y los tensores de barras de acero  $\phi 1 \frac{1}{4}$ ".

Se continúa con el montaje del falso puente y se fijan con pernos de 1" entre los ejes 8 y 10.

El proceso de montaje del falso puente en el Canal Margen Derecho es idéntico al del Canal Margen Izquierdo, solo tenemos que considerar los ejes de anclaje.

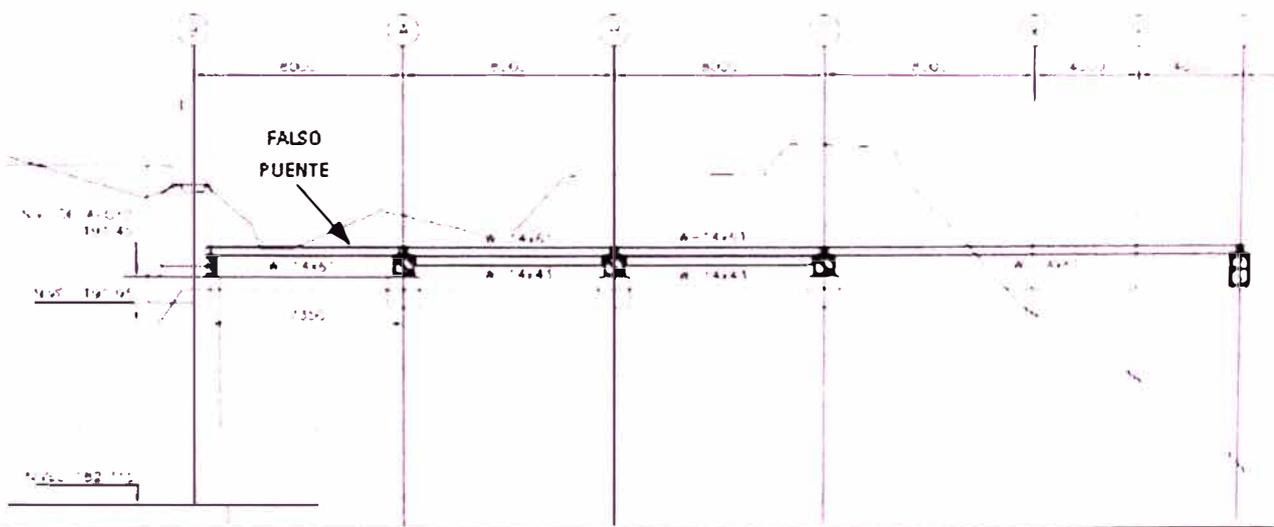


Figura 4.7 VISTA FRONTAL MONTAJE DE FALSO PUENTE EJES A, B, C,

D

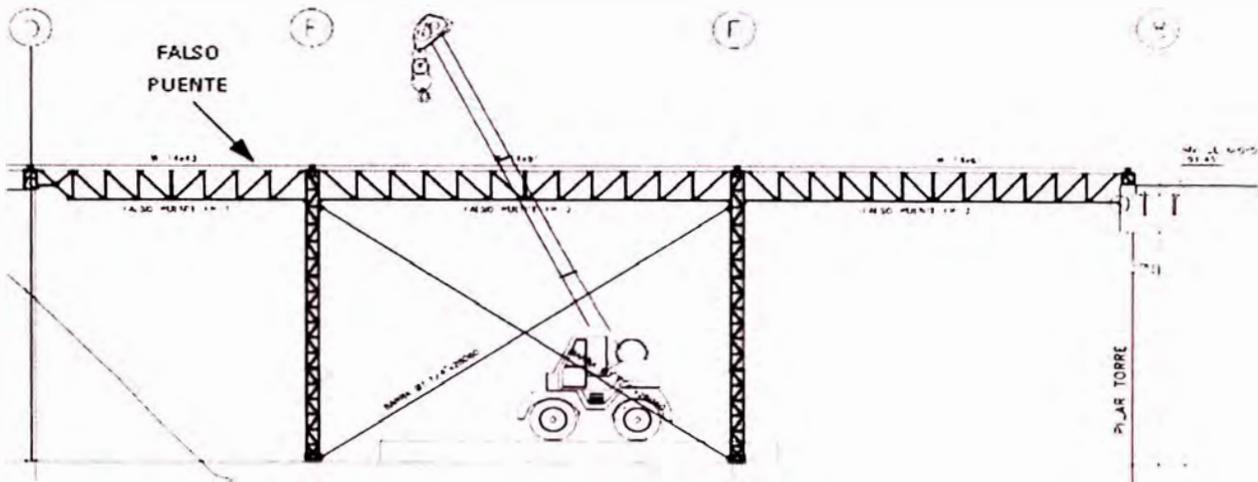


Figura 4.8 VISTA FRONTAL MONTAJE FALSO PUENTE EJES D, E, F

Dentro de la memoria de cálculo para la fabricación de los Soportes Provisionales y Falso Puente, la distancia de separación variable entre los ejes de anclaje entre 8 m y 16 m, los materiales y perfiles utilizados fueron los siguientes:

- Columna de Soporte Provisional fueron hechas de material A-36, para los ángulos principales perfil angular L 6" x 6" x 3/8", arriostres diagonales con perfil angular L 4"x 4" x 5/16" y arriostres horizontales L 4" x 4" x 1/4".
- Vigas de Soporte Provisional fueron hechas de material A-36, para la viga de rigidez perfil W14" x 43, arriostres verticales perfil tubo  $\phi 6"$  sch40 y arriostres horizontales perfil tubo  $\phi 4"$ sch40.
- Arriostres entre columnas fueron hechas de material A-36, para los arriostres horizontales perfil W 14" x 43 y para los arriostres diagonales o tensores de perfil barra lisa  $\phi 1 \frac{1}{2}"$ .

## Puente Billinghamurst

### Arriostres en los ejes D, E y F

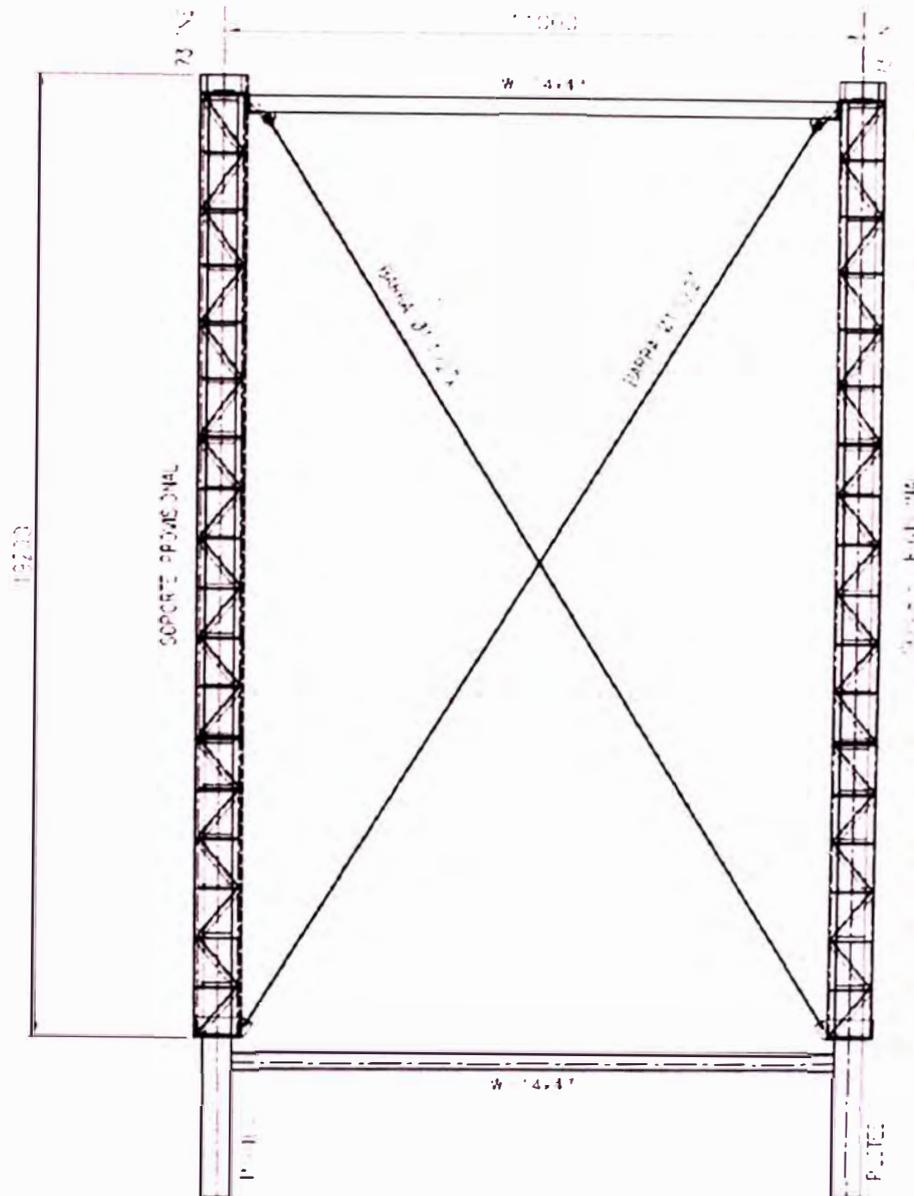


Figura 4.9 ESQUEMA DE ARRIOSTRES ENTRE COLUMNAS

- El material de fabricación del falso Puente es acero estructural A-36 y perfil W 14" x 61, en esta viga descansara la viga de rigidez lateral del Puente Colgante.

Los materiales utilizados corresponden a materiales comerciales de acuerdo a nuestro mercado.

### 4.3.3. Montaje de los Vanos Laterales

Una vez realizado el montaje del falso puente se debe montar los vanos laterales (ó Viga de Rigidez Lateral), están compuesto de secciones o módulos cuyas dimensiones son 8 m x 11 m x 5 m, todas las piezas que conforman estos módulos están unidos a través de pernos.

Tabla 4.3 RANGOS DE TORQUE PARA PERNOS según grado (DIN 272)

DIN 272 Normal	Cal: 8.8		Cal: 10.9		Cal: 12.9	
	F [N]	M [Nm]	F [N]	M [Nm]	F [N]	M [Nm]
M 10	25,791	50.01	36,284	70.61	43,541	85.32
M 12	37,657	87.28	52,956	122.6	63,547	147.1
M 14	51,681	138.3	72,667	194.2	87,279	235.4
M 16	71,196	210.8	100,027	299.1	120,131	357.9
M 18	86,494	289.3	121,602	411.9	146,118	490.3
M 20	111,305	411.9	156,415	578.6	187,796	696.3
M 22	139,254	559	195,642	784.5	234,378	941.3
M 24	160,338	711	225,552	1,000.00	270,662	1,196.00
M 27	210,842	1,049.00	296,159	1,481.00	355,980	1,775.00
M 30	255,952	1,422.00	359,902	2,010.00	432,471	2,403.00
M 33	319,695	1,932.00	449,142	2,716.00	539,363	3,266.00
M 36	374,612	2,481.00	527,595	3,491.00	632,526	4,197.00
M 39	451,104	3,226.00	633,506	4,531.00	760,992	5,443.00
M 42	515,827	3,991.00	725,688	5,609.00	870,826	6,727.00
M 45	604,087	4,992.00	850,232	7,012.00	1,019,886	8,414.00
M 48	679,597	6,021.00	956,144	8,473.00	1,147,372	10,150.00
M 52	815,909	7,747.00	1,147,372	10,885.00	1,377,827	13,092.00
M 56	940,453	9,650.00	1,323,891	13,582.00	1,588,669	16,279.00
M 60	1,098,339	11,964.00	1,544,540	16,867.00	1,853,447	20,202.00
M 64	1,245,438	14,416.00	1,750,478	20,300.00	2,098,612	24,320.00
M 68	1,425,787	17,615.00	2,005,013	24,771.00	2,406,016	29,725.00
M 72	1,620,036	21,081.00	2,278,175	29,645.00	2,733,810	35,575.00
M 76	1,826,672	24,973.00	2,568,758	35,118.00	3,082,510	42,141.00
M 80	2,045,697	29,314.00	2,876,762	41,222.00	3,452,115	49,467.00
M 90	2,647,453	42,525.00	3,722,982	59,801.00	4,467,578	71,761.00
M100	3,326,624	59,200.00	4,678,066	83,250.00	5,613,679	99,990.00

Los módulos se arman en las cámaras de anclaje, se realiza un control dimensional y luego se procede a realizar el torque de los pernos de todo el módulo. Para este trabaja se cuenta con una grúa telescópica de 60 ton, la

cual rota 180° con la cual permitirá trasladar el módulo de la cámara de anclaje y ubicarlo en el falso puente.

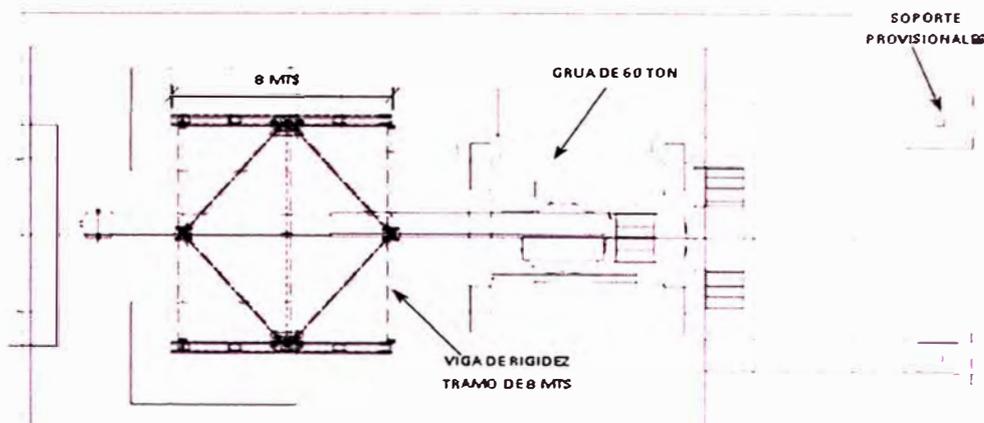


Figura 4.10 ARMADO DE MÓDULOS EN LA CÁMARA DE ANCLAJE

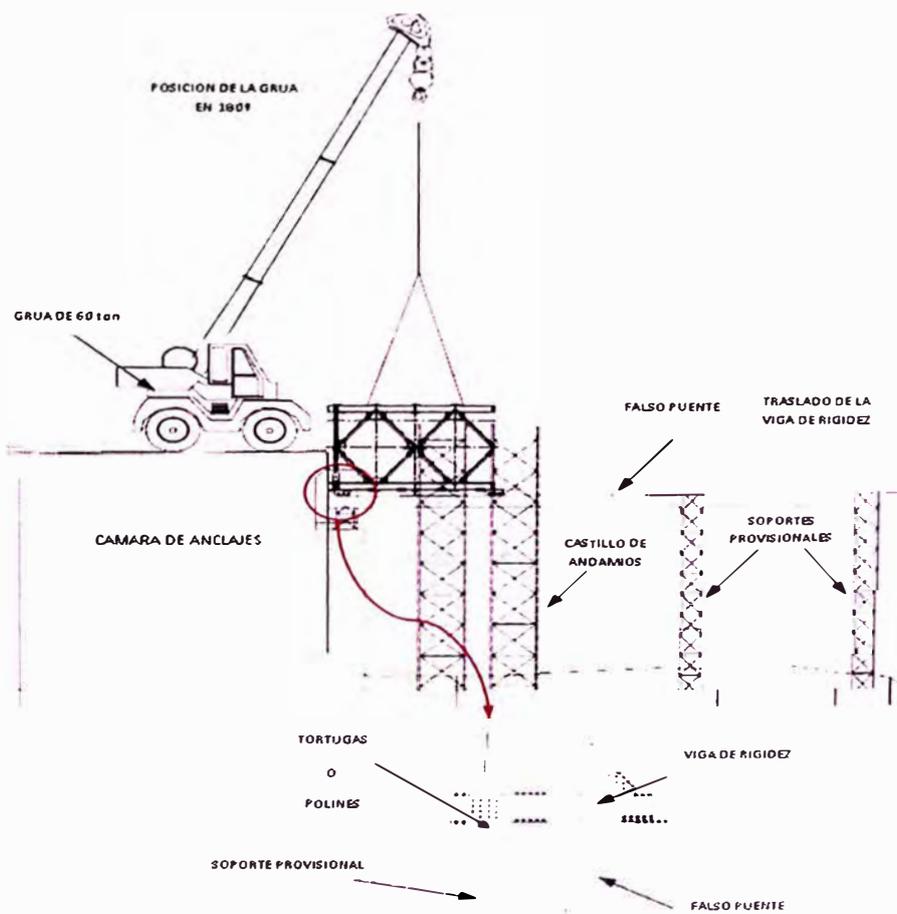


Figura 4.11 UBICACIÓN DE LA VIGA DE RIGIDEZ EN EL FALSO PUENTE

Luego el módulo se desliza por el falso puente unos 8.5 m con la ayuda de dos tirfor y cuatro soportes tipo polines hacia el pilón para ambos márgenes. Se continúa con el armado del siguiente módulo y se repite la secuencia. Los dos módulos se unen con los pernos faltantes se realiza el torque de pernos y con ayuda de los tirfor se trasladan y se fijan a la cimentación de los pilones del Puente. Se retiran los polines (ó tortugas) con ayuda de gatas hidráulicas para repetir el proceso hasta completar los 104 metros.

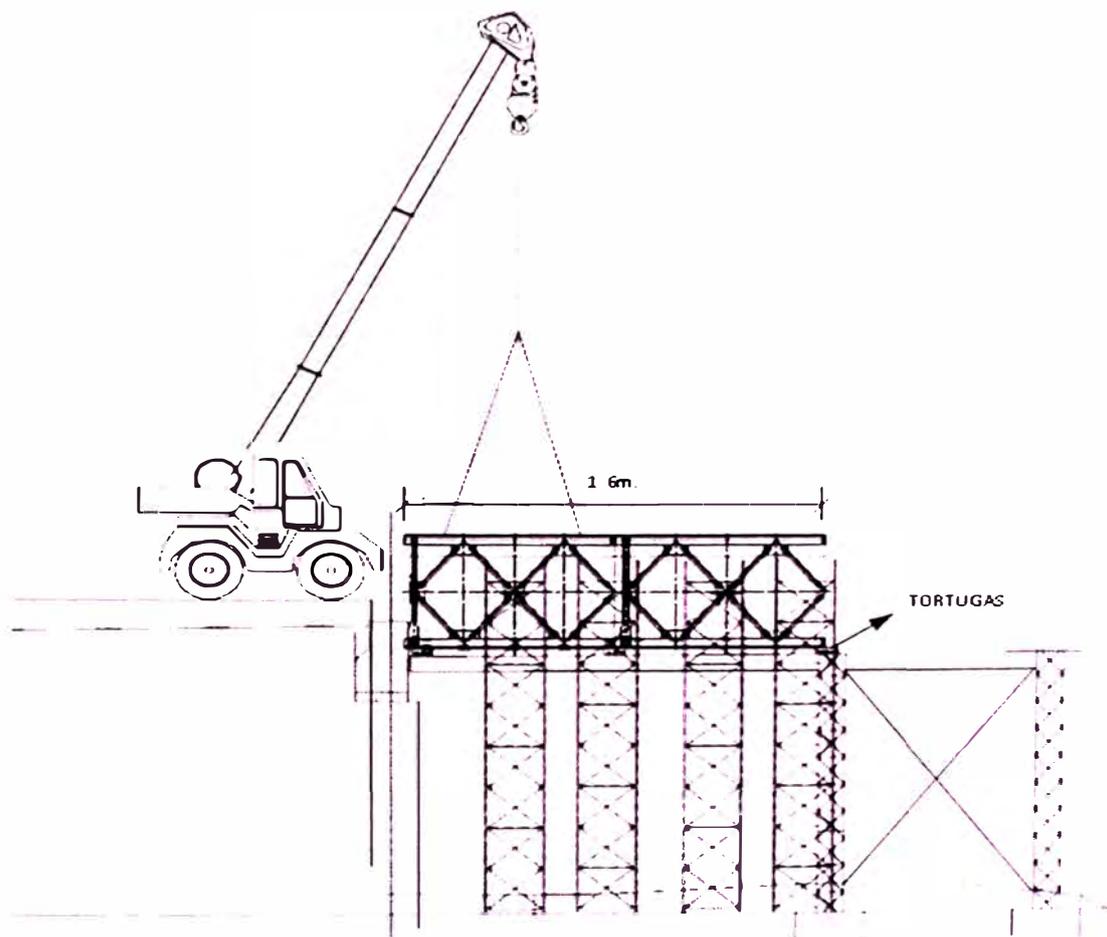


Figura 4.12 UNIÓN DE MÓDULOS Y DESPLAZAMIENTO HACIA EL PILÓN DEL PUENTE

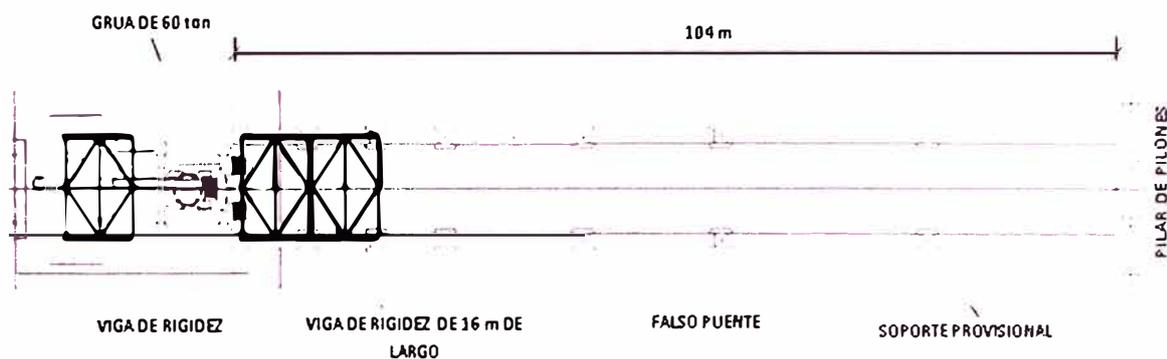


Figura 4.13 VISTA DE PLANTA TRASLADO DEL PRIMER TRAMO VIGA DE RIGIDEZ



Figura 4.14 VISTA DE PLANTA UBICACIÓN FINAL DEL PRIMER TRAMO VIGA DE RIGIDEZ

#### 4.3.4. Montaje de los Pilones

El montaje de los pilones es una piza importante de los puentes Colgantes, porque son estos los que soportan todo el peso de la Viga de Rigidez y los Cables Portantes del Puente.

a. Describiremos las características principales de la estructura:

- Sección típica del Pilón 1400 mm x 1600 mm.
- Longitud del Pilón 6500 mm.
- Peso aproximado de c/u 11 ton.
- Cantidad de pilones 32 Unid.
- Cantidad de sillas de cambio 4 Unid

- Peso aproximado de c/silla de cambio 3350 kg.
- Parrilla de apoyo (base metálica) 4350 kg

b. Características Principales de la Instalación:

- Nivel de ubicación de la base (MD) 191.691 msnm
- Nivel de ubicación de la base (MI) 185.291 msnm

c. Equipos para la maniobra

- Estructuras de maniobras (Vigas de apoyo, soportes etc.)
- Tecles Rachet de 2 Ton.
- Tirford de 5ton
- Eslingas
- Grúa Trepadora
- Grúa de 25 ton
- Grúa de 60 ton
- Cama baja de 20 ton de capacidad
- Winche de 9 ton

Tabla 4.4 CARGA DE TRABAJO EN ESLINGAS

ITEM	ANCHO	VERTICAL	EN LAZO	EN "U"
1	50 mm (2")	1500 kg	1200 kg	3000 kg
2	100 mm (4")	3000 kg	2400 kg	6000 kg
3	120 mm (5")	5000 kg	4000 kg	10000 kg
4	150 mm (6")	6000 kg	4800 kg	12000 kg
5	200 mm (8")	8000 kg	6400 kg	16000 kg

d. Preparativos de Maniobras.

- El soporte de izaje, este soporte debe tener dos orejas de izaje y cada una de ellas tiene tres agujeros para pernos de 1" y un agujero central para el grillete de izaje.

- Acondicionar en el interior de las vigas de rigidez, vigas de apoyo para que pase la grúa autopropulsada de 60 ton, desde el eje 9 al eje 8 (margen derecha).
- De igual modo se debe acondicionar el ingreso de la grúa en el margen izquierdo, desde el eje 6 al 7.

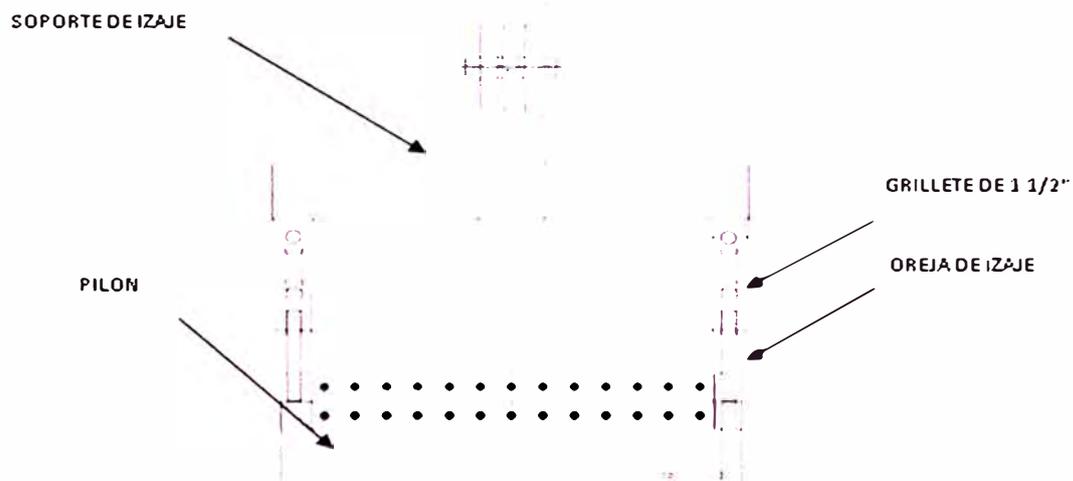


Figura 4.15 ESQUEMA DEL SOPORTE DE IZAJE



Figura 4.16 ESQUEMA DE VIGA DE APOYO

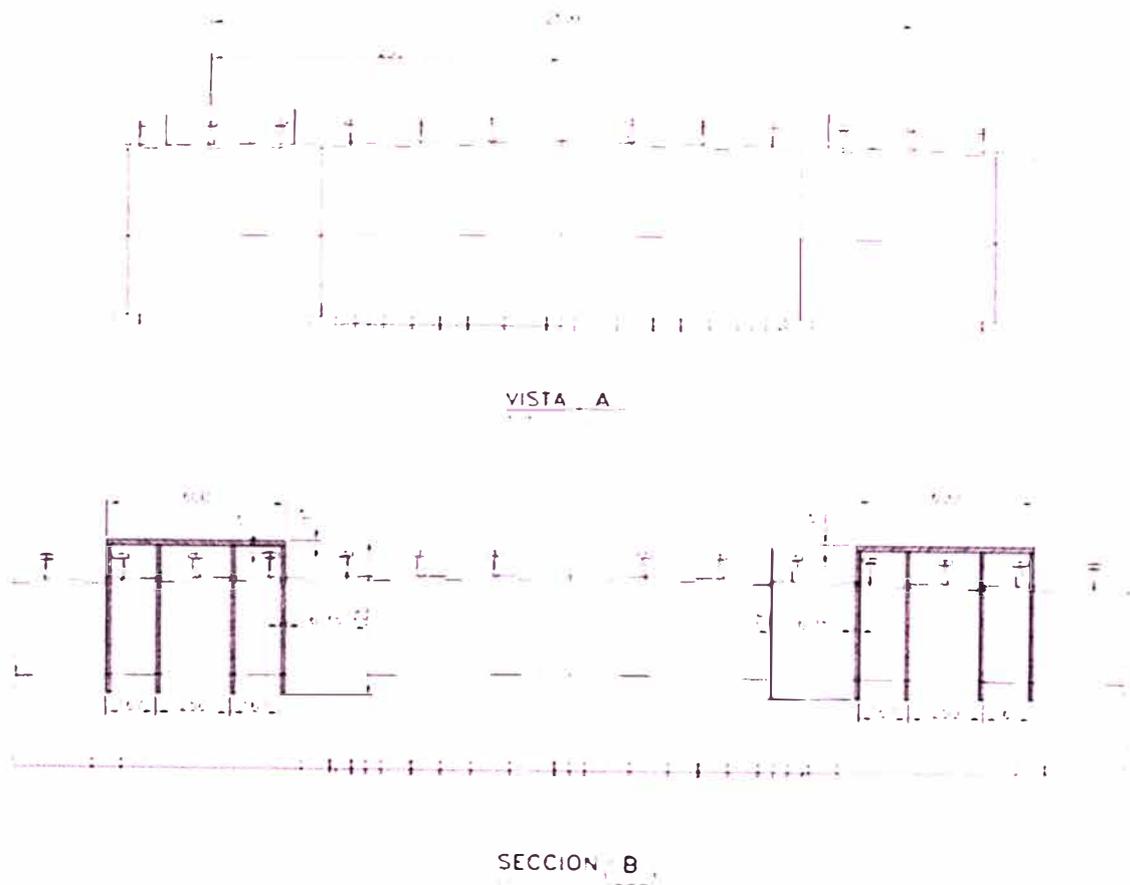


Figura 4.17 ESQUEMA DE SECCIONES DE VIGA DE APOYO

- Colocar con la ayuda de la grúa de 60 ton las vigas de apoyo para pasar la grúa, conforme coloca la grúa las vigas de apoyo avanzara hasta llegar al eje de los pilones.
- Instalar la plataforma provisional en el interior de la viga de rigidez para el acceso peatonal durante el montaje de los pilones, esta plataforma será de 800 mm de ancho y estará colocada desde el eje 9 al eje 8, desde la cámara de anclaje hasta el pilar de los pilones.

#### e. Traslado de Materiales

- Trasladar la parrilla de apoyo (base metálica) dos por cada margen.
- Trasladar los pernos de anclajes y los tensores que se colocaran en las parrillas de apoyo.

- El pilón será trasladado al momento de iniciar el montaje en los pilares, desde el aeropuerto a la margen donde corresponda su ubicación, se izara con una grúa de 25 ton a una cama baja de 20 ton de capacidad.
- La grúa trepadora debe estar cerca al área de montaje después de haberse montado los primeros cuatros pilones.

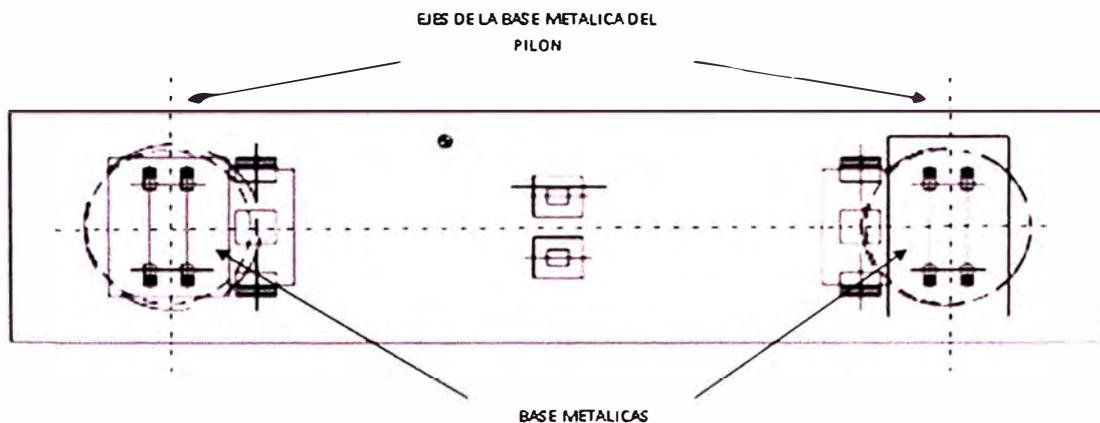


Figura 4.18 ESQUEMA DE EJES DE BASE METÁLICA DEL PILÓN

#### f. Montaje de secciones de los Pilones

- Verificar la topografía, colocar un teodolito para trazar el eje del puente y de las parrillas de apoyo (base metálica).
- Trazar con un nivel óptico el nivel referencial para el montaje de la base metálica
- Después de los trazados en campo, se hace el traslado de las bases metálicas.
- Luego de haber trazado los ejes y niveles se traslada la base metálica y con la ayuda de la grúa de 60 ton se coloca la base metálica en la cajuela de la cimentación, debe tener colocada la base metálica los pernos gatas para regular su nivelación

- Con el nivel óptico se hará la nivelación de la base metálica, lograr la nivelación deseada con los cuatro pernos gatas, la verificación de la base se hará en el punto de medición.

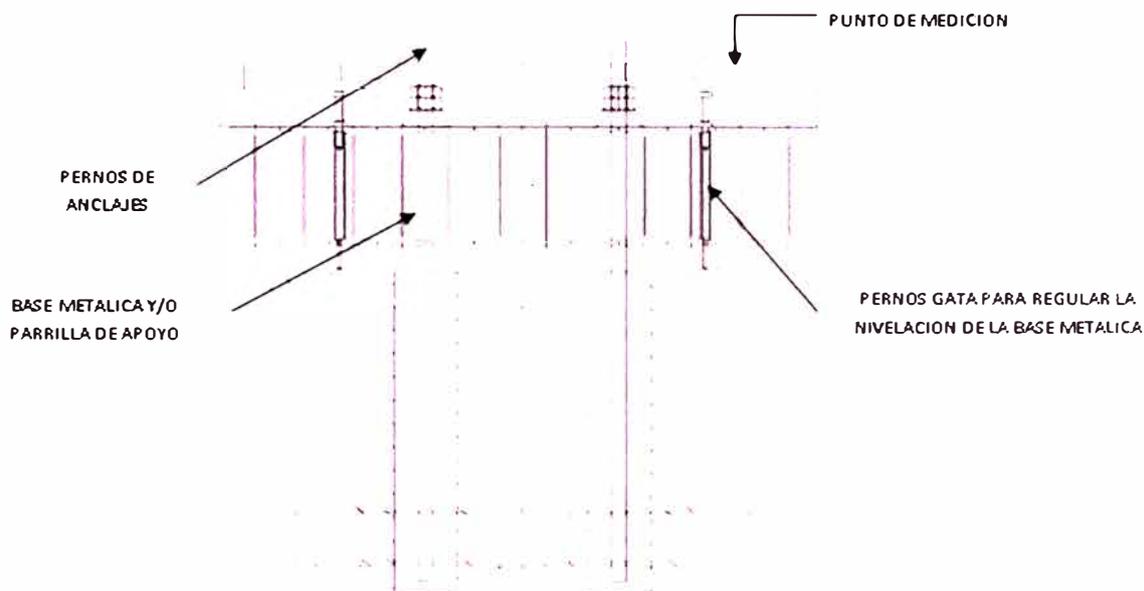


Figura 4.19 ESQUEMA DE ANCLAJE

- Terminada la nivelación de las bases metálicas se coloca los cuatro pernos de anclajes que a su vez serán los tensores que fijan el primer pilón
- Verificado y registrado el alineamiento y nivelación de las bases metálicas se procede a colocar el grout.
- Luego del curado del grout se inicia el montaje del primer pilón.
- Trasladar el primer pilón (base) de 3478 mm de altura a la "chata" de embarque para llevarlo por el río hasta el eje del puente.
- Colocar el soporte de izaje al pilón, ajustar los pernos de las orejas, colocar grilletes en cada oreja de izaje.
- Izar con la grúa el pilón y ubicar en la base metálica, colocar los tensores en los pernos de anclajes de la base metálica

- Cabe señalar que esta primera parte del pilón queda ligeramente inclinada al eje transversal del puente

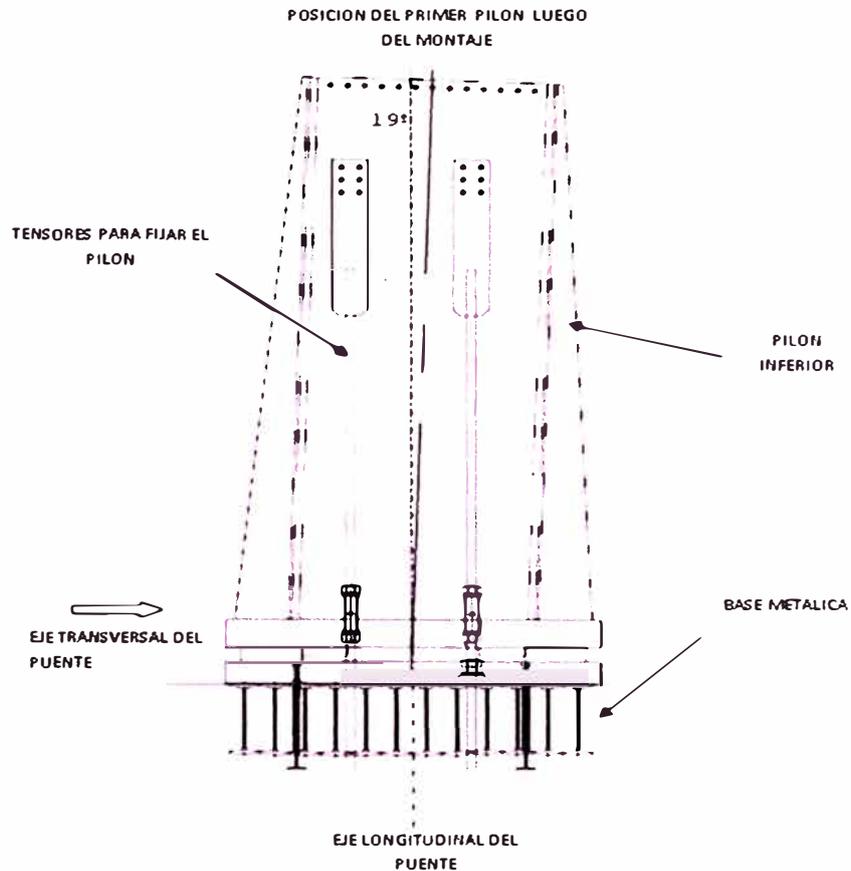


Figura 4.20 ESQUEMA DE POSICIÓN DE BASE PILÓN

- Luego de fijar la base de Pilón se continua con el siguiente modulo, la grúa deberá subir los siguientes tres módulos de pilones, cada uno de los siguientes módulos tienen una longitud de 6500 mm.
- Anotamos así mismo que se deben hacer los montajes en paralelo en ambos lados de un mismo pilar.

UNA VISTA DE LA SECUENCIA DE ARMADO  
DE LOS DOS PRIMEROS PILONES INFERIORES

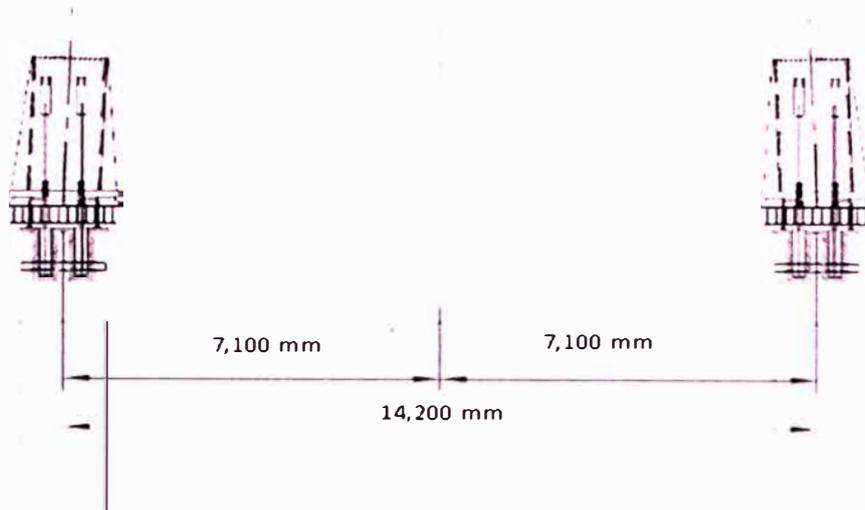


Figura 4.21 ESQUEMA DE ARMADO DE PILONES

- Realizar el izaje del modulo de pilón siguiente hasta llegar a colocar los cuatro primeros pilones, y que serán colocados con la grúa autopropulsada.

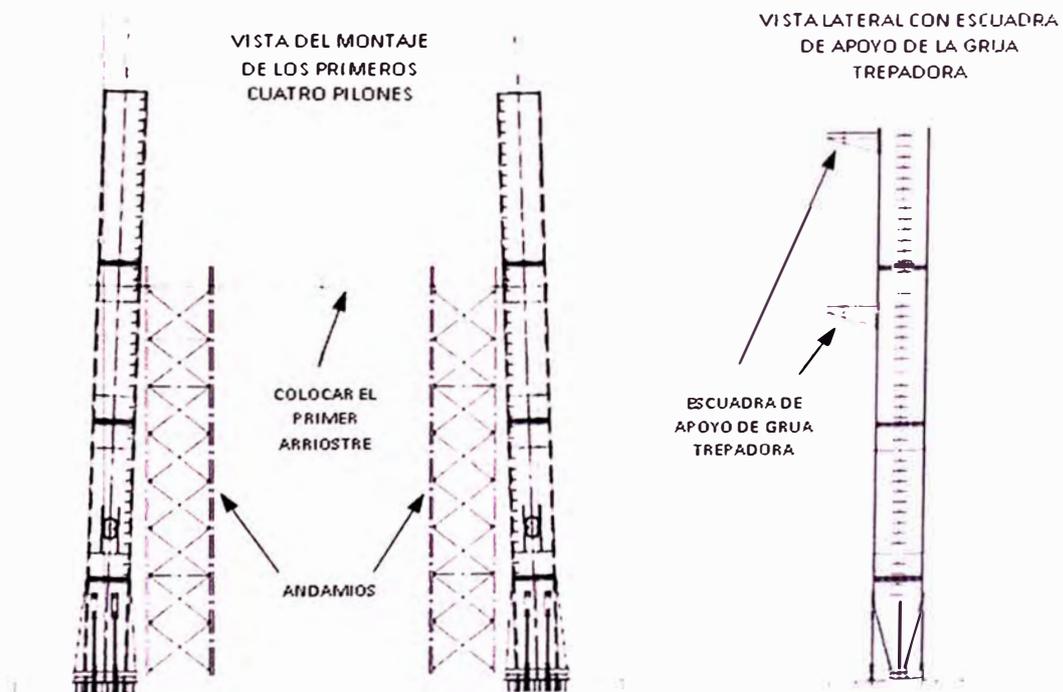


Figura 4.22 MONTAJE DE LOS PRIMEROS CUATRO PILONES

- Los dos últimos pilones que se montan con la grúa deben ir con las escuadras (soportes) que sostienen la grúa trepadora.
- Colocar los tensores de sujeción de los pilones, estos van fijados en la viga de rigidez y el pilón

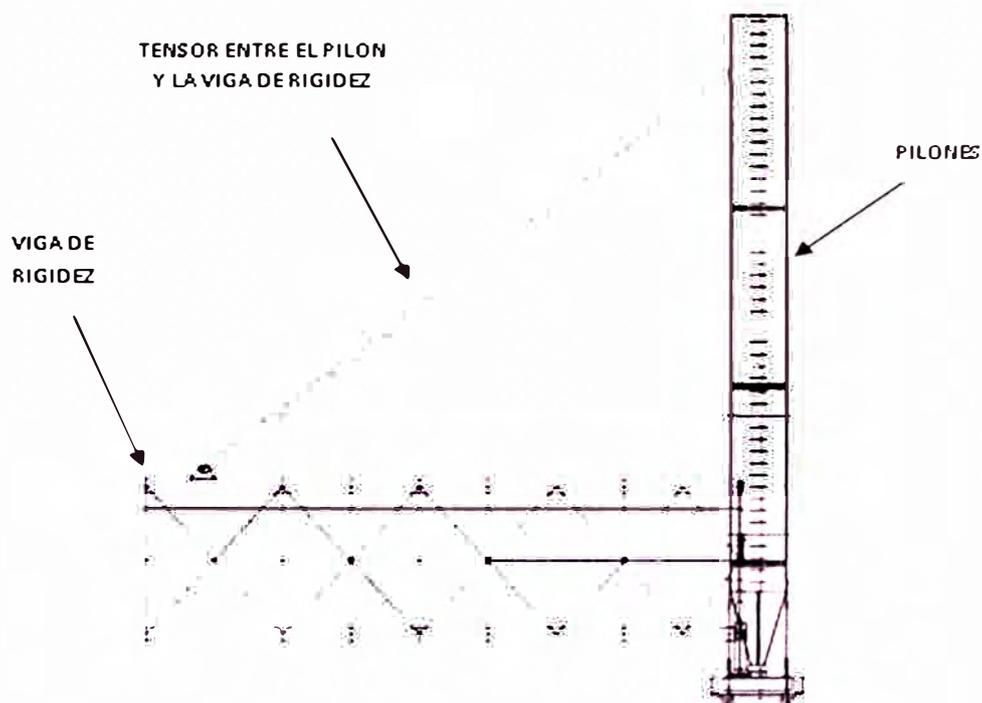


Figura 4.23 ESQUEMA DE TENSOR ENTRE VIGA DE RIGIDEZ Y  
PILÓN

- Luego se subirá con la grúa el armazón (estructura) de la grúa trepadora, primer tramo.

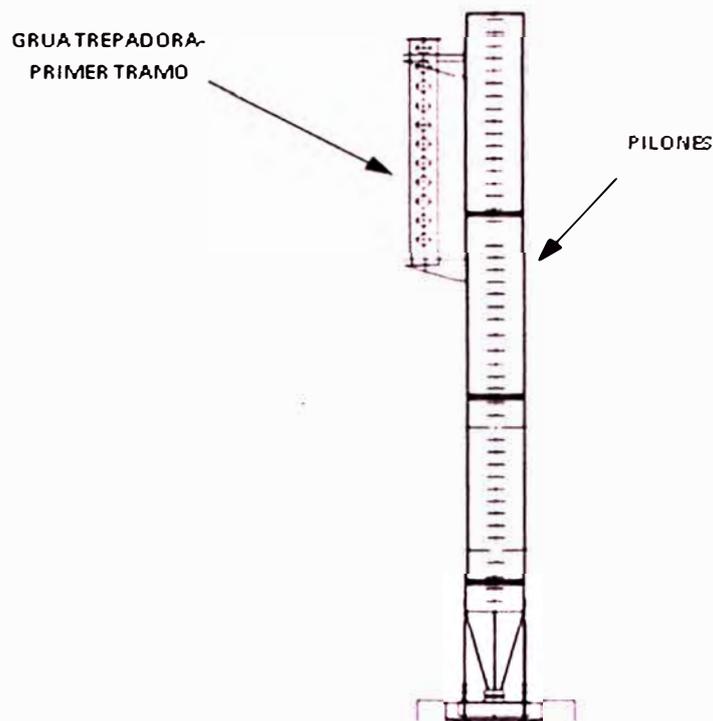


Figura 4.24 ESQUEMA MONTAJE DE GRÚA TREPADORA

- Fijar el primer tramo de la grúa trepadora fijando con la abrazadera que se une a la escuadra de apoyo
- Continuar con el armado total de la grúa trepadora con la grúa de 50 ton, armar el tirfor en la plataforma de operaciones que tiene la grúa trepadora
- Colocar el winche de 9 ton en la parte inferior (base del pilar), fijar con anclaje químico en su base.
- Después de haber armado la grúa trepadora y sus winches de izaje, se inicia el armado de los módulos del pilón, ver esquema adjunto.

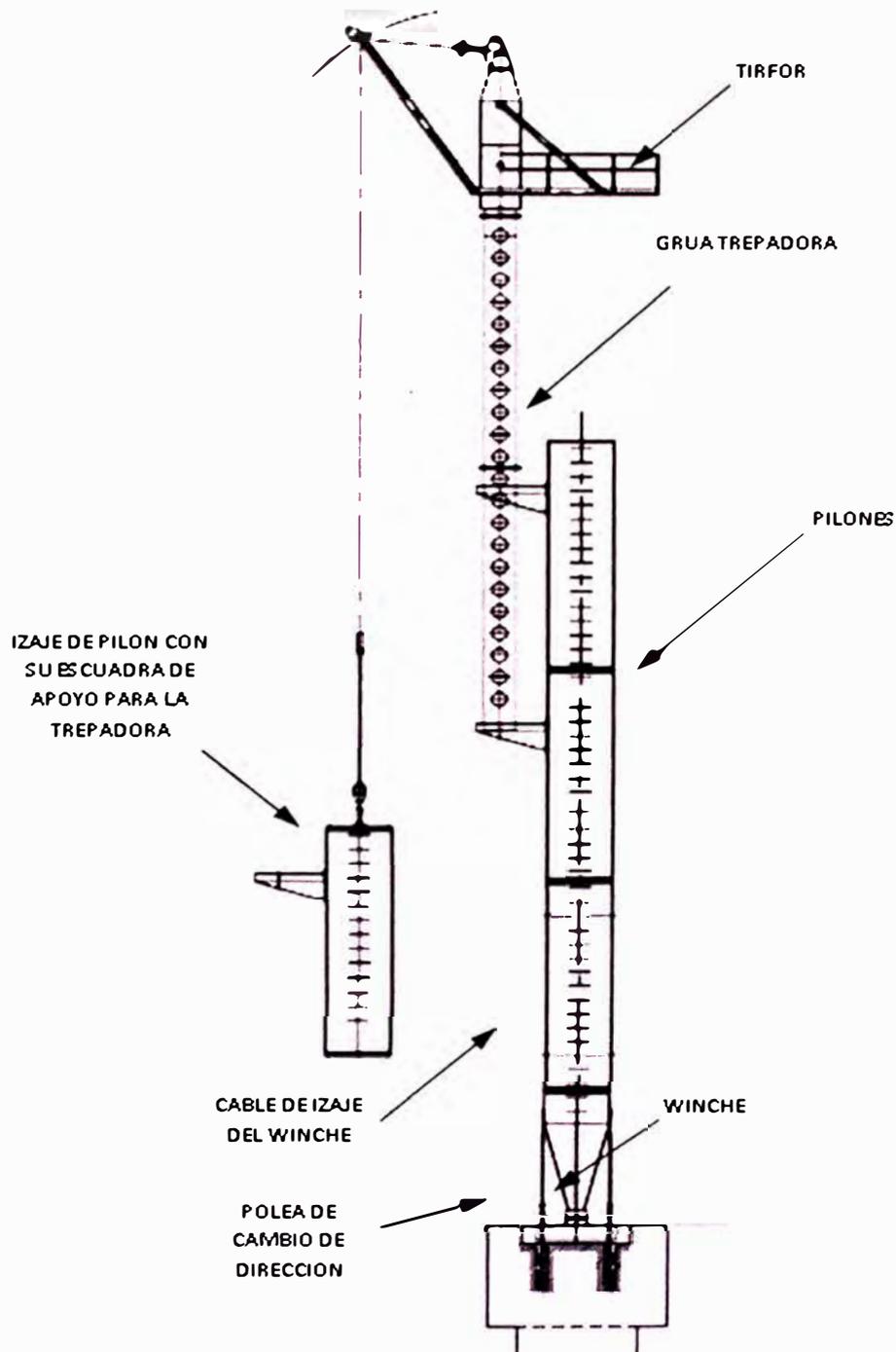


Figura 4.25 ESQUEMA DE MONTAJE DE SECCIÓN DE PILÓN CON GRÚA TREPADORA

- La grúa autopropulsada seguirá pasando desde la viga de rigidez, todos los pilones para que los reciba le grúa trepadora.

- La grúa trepadora izara los pilones y los continuara colocando uno encima del otro, así mismo la grúa trepadora avanza con sus propios medios (elementos)
- Con la grúa trepadora se podrá colocar los arriostres que paralelamente irán amarrando ambos pilones.
- La grúa trepadora continuara montando el soporte para los cables portantes.

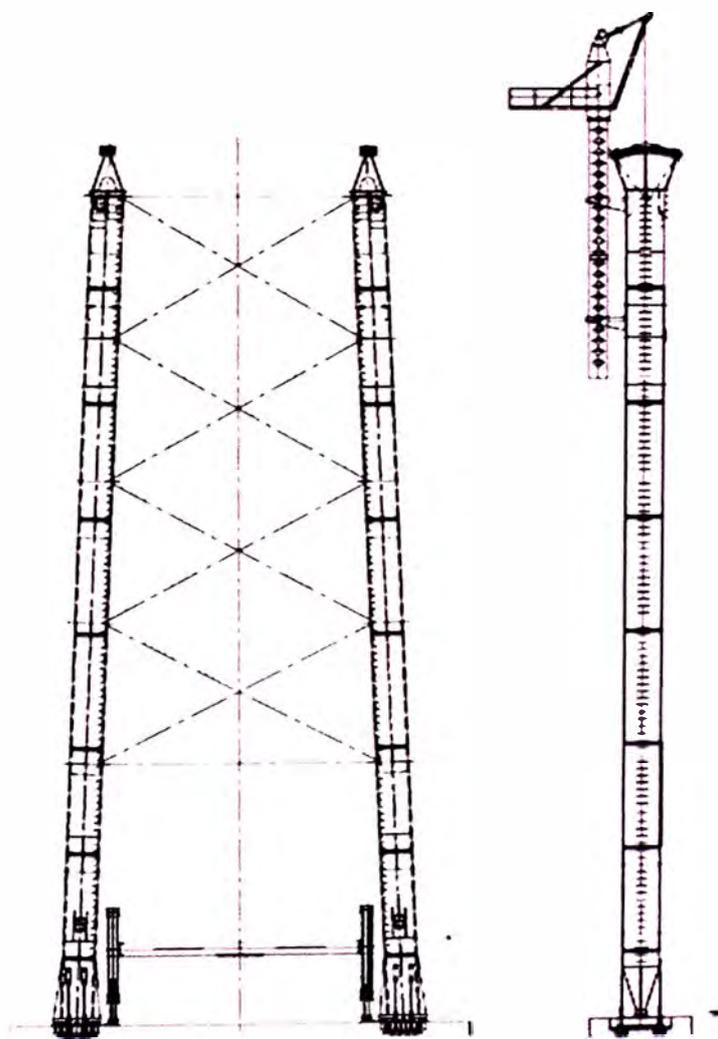


Figura 4.26 ESQUEMA FINAL DE MONTAJE DE PILONES

Tabla 4.5 PUNTOS DE INSPECCIÓN

ITEM	DESCRIPCIÓN	TEÓRICO	REAL
1	Nivel Viga de Rigidez de eje 0 a 13	<b>192.730 msnm</b>	
2	Nivel Viga de Rigidez de eje 53 a 66	<b>186.33 msnm a 182.17 msnm</b>	
4	Nivel de Base metálica (Margen Derecha)	<b>191.691 msnm</b>	
5	Nivel de Base metálica (Margen Izquierda)	<b>185.291 msnm</b>	
6	Distancia entre Pilonos (Eje Transversal)	<b>14200 mm.</b>	
7	Inclinación de Pilonos	<b>1.9°</b>	
8	Torque de pernos de 3/4"	<b>280 Nm</b>	

#### 4.3.5. Montaje de los Cables Portantes

El Montaje de los Cables Portantes (ó Cables del Puente) son las piezas del Puente que nos permite distribuir la Carga de la Viga de Rigidez sobre los Pilonos y las cámaras de Anclaje.

Durante la instalación del cable debe evitarse en cualquier circunstancia que un final del cable pierda su apoyo fijo y se deslice de forma no controlada en la dirección del pilón. Durante la preparación de la secuencia de montaje completo, hemos prestado atención a la mayor seguridad posible en lo que se refiere a este aspecto.

La descripción de montaje para un cable portante se aplica también a todos los 24 cables portantes.

Como las marcas en los cables no son simétricas, se han enrollado los cables en la fábrica de tal forma que deba ser comenzado el desenrollamiento desde la orilla de Brasil. Se debe empezar el desenrollamiento del cable Pos.74; entonces siguen las posiciones 75, 75, 74, 72, 73, 73, 72, 70, 71, 71, 70.

Durante el transporte de los cables sobre el terreno y sobre la estructura tiene que evitarse cualquier contacto entre el cable y el suelo para evitar daños a la superficie galvanizado del cable.

Todos los cables tienen marcas en forma de una línea rayada con las que se puede colocar los cables en su posición exacta encima de las sillas de cambio de la dirección en los bloques de anclaje y encima de las cabezas de los pilones.

Las comprobaciones de las flechas de los cables deben ser efectuadas en las horas de la mañana, pues el calentamiento diferente de los cables a causa del sol produce diferentes flechas. Posiblemente no coinciden las flechas medidas con las flechas calculadas (esto resulta del hecho de que los cables todavía no están bajo carga). Se miden la flecha en el centro del tramo central. Por este motivo las marcas son las que deben ser respetadas. Los cables en si mismo deben ser parejos. Por ejemplo:

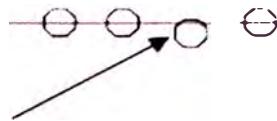


Figura 4.27 ESQUEMA DE ALINEAMIENTO DE CABLES

Las comprobaciones y correcciones de las flechas también refieren a río arriba y río abajo. Como consecuencia la instalación de los cables será aproximadamente simétrica, río arriba y río abajo. Se hace las comprobaciones en cada fila.

Todos los cables tienen una marca longitudinal continua que debe ser horizontal en el cable acabado. El peso suspendido en el carrito y/o la pinza corrediza reducen el riesgo de torcedura mientras que se jala el cable.

a. Ubicación de estructuras para el montaje de Cables Portantes:

- Winche Tipo IIa. Tensión      Canal Margen Derecho
- Winche Tipo Ia. Auxiliar      Canal Margen Izquierdo
- Winche Tipo Ib. Auxiliar      Canal Margen Izquierdo

- Winche Tipo IIb. Retención Canal Margen Izquierdo
- Pinza corrediza. Canal Margen Izquierdo
- Carrito Tira Cables. Canal Margen Izquierdo
- Abrazadera de cables Canal Margen Izquierdo

b. Características del Cable Portante:

El cable seleccionado corresponde al Spiral Strand, su diseño esta basado en la Norma EN 12385-10 (European Standard: Spiral ropes for general structural applications) y ASTM A-586 (Galvanized Structural Strand), estos cables hechos de alambres de acero galvanizados en caliente de alta resistencia, redondo, giró helicoidal en capas en direcciones opuestas alrededor de un núcleo central.

Las propiedades de los alambres galvanizados por inmersión en caliente son las siguientes:

- Resistencia a la tracción: mínimo 1570MPa/mm<sup>2</sup>
- Prueba de tensión: mínimo 1180MPa/mm<sup>2</sup>
- Elongamiento a la rotura: 4 min% en 250 mm de longitud de calibración
- Ductilidad de Cables: EN10264
- Alambre galvanizado en caliente: ASTM A-586 equivalente a EN 10264 Clase A
- Diámetro nominal:  $d = 71,5 \text{ mm}$
- Fuerza de ruptura mínima: 4736 kN
- Módulo de elasticidad Nominal:  $E = 165.000\text{MPa} + / - 10.000\text{N/mm}^2$

Los terminales de los cables son cilindricos tal como se muestra en el diseño original del puente.

Las longitudes exactas de los Cables:

- 600 340 mm                      código [74]                      4 unidades
- 600 347 mm                      código [75]                      4 unidades
- 600 598 mm                      código [72]                      4 unidades
- 600 608 mm                      código [73]                      4 unidades
- 600 835 mm                      código [70]                      4 unidades
- 600 847 mm                      código [71]                      4 unidades

c. Equipos para la maniobra

- Tirford de 5ton
- Eslingas
- Grúa Trepadora
- Grúa de 25 ton
- Grúa de 60 ton

d. Características técnicas de los Winches:

Winches tipo I cantidad 4

- Fuerza por cable                      50 KN
- Velocidad de cables                      24 m/min.
- Diámetro de cable                      19 mm
- Potencia del moto reductor                      30KW
- Par de frenado                      600Nm

En la plataforma base pilón del canal margen izquierdo se ubicarán dos winches tipo I los cual llamaremos Winches la, con un cable de acero de Ø3/4" x 300 metros.

En la cámara de anclaje del canal margen izquierdo se ubicarán dos winches tipo I los cual llamaremos Winches Ib, con un cable de acero de  $\varnothing 3/4"$  x 700 metros.

Moto reductor SEW R137 DV200L4/BM62/HR

El freno está ubicado en el motor y se puede desconectar mecánicamente con una palanca.

Winches tipo II cantidad 4

- Fuerza por cable 100 KN
- Velocidad de cables 6 m/min.
- Diámetro de cable 25 mm
- Potencia del moto reductor 15KW
- Moto reductor SEW P012RF97DRS160MC4

En la cámara de anclaje del canal margen derecho se ubicarán dos winches tipo II los cual llamaremos Winches IIa, con un cable de acero de  $\varnothing 3/4"$  x 700 metros.

En la cámara de anclaje del canal margen izquierdo se ubicarán también dos winches tipo II los cual llamaremos Winches IIb, con un cable de acero de  $\varnothing 3/4"$  x 400 metros.

Verificar el estado del sistema eléctrico, tableros de control de los winches.

Luego se debe ubicar a los operadores de winches en el margen derecho e izquierdo, personal en las cámaras de anclaje y en las plataformas del pilar, y deben contar con equipos de comunicación.

e. Montaje de los Cables de los Winches

En el margen derecho se encuentra ubicado el winche tipo IIa el cual tiene un diámetro de cable de 1 pulgada y una velocidad de trabajo de

6m/min. Se le realiza un estrobamiento; que consiste en doblar el cable y colocar grapas recubrir con un aislante.

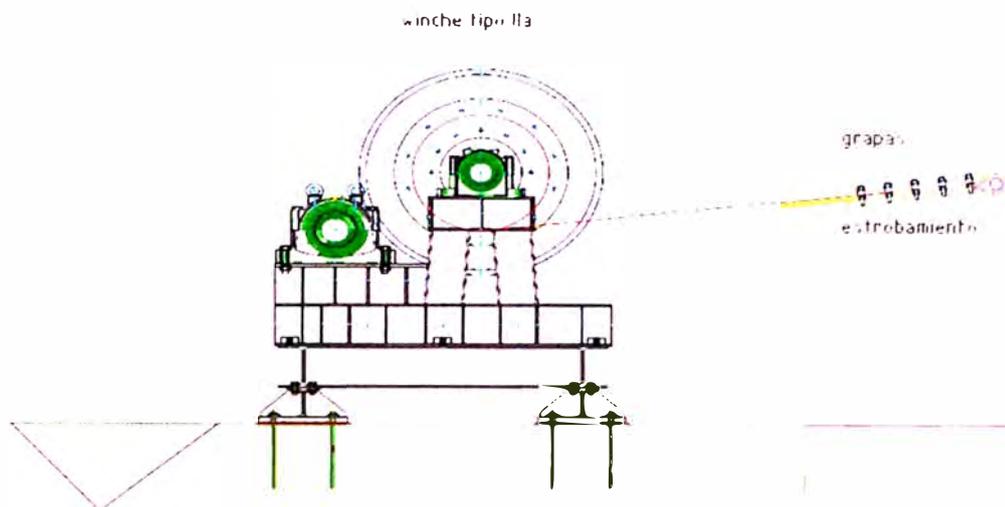


Figura 4.28 ESQUEMA DEL WINCHE TIPO IIA CANAL MARGEN  
DERECHO

En el margen izquierdo se encuentra ubicado el winche tipo Ib el cual tiene un diámetro de cable de 3/4 pulgada y una velocidad de trabajo de 24m/min. Se le realiza un estrobamiento; que consiste en doblar el cable y colocar grapas recubrir con un aislante.

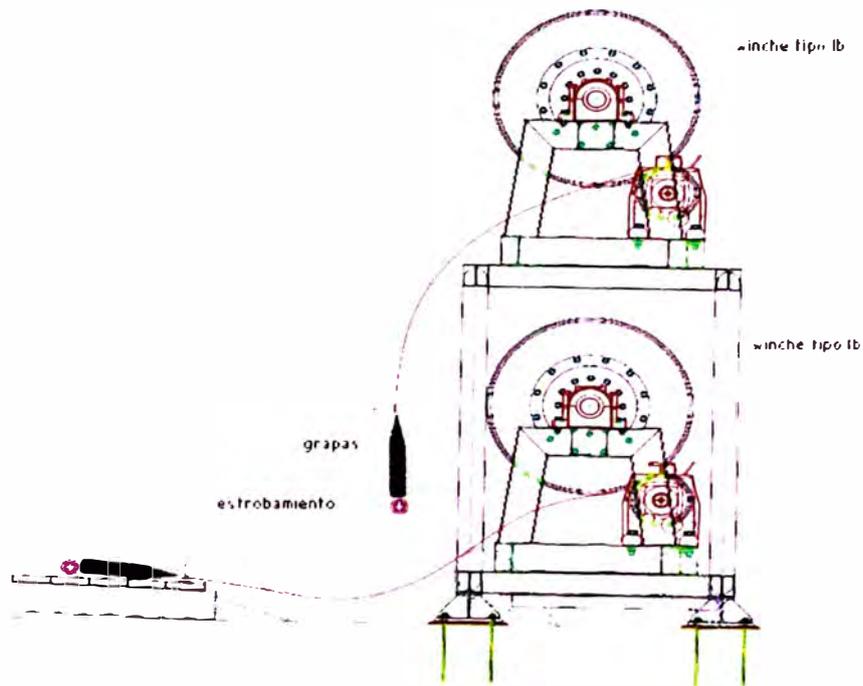


Figura 4.29 ESQUEMA DE WINCHES IB CANAL MARGEN IZQUIERDO  
En el margen izquierdo desenrollar los cables de los winches tipo Ib ubicados en la fijación auxiliar y trasladar a la base del pilón por medio de una sogas con personal obrero.

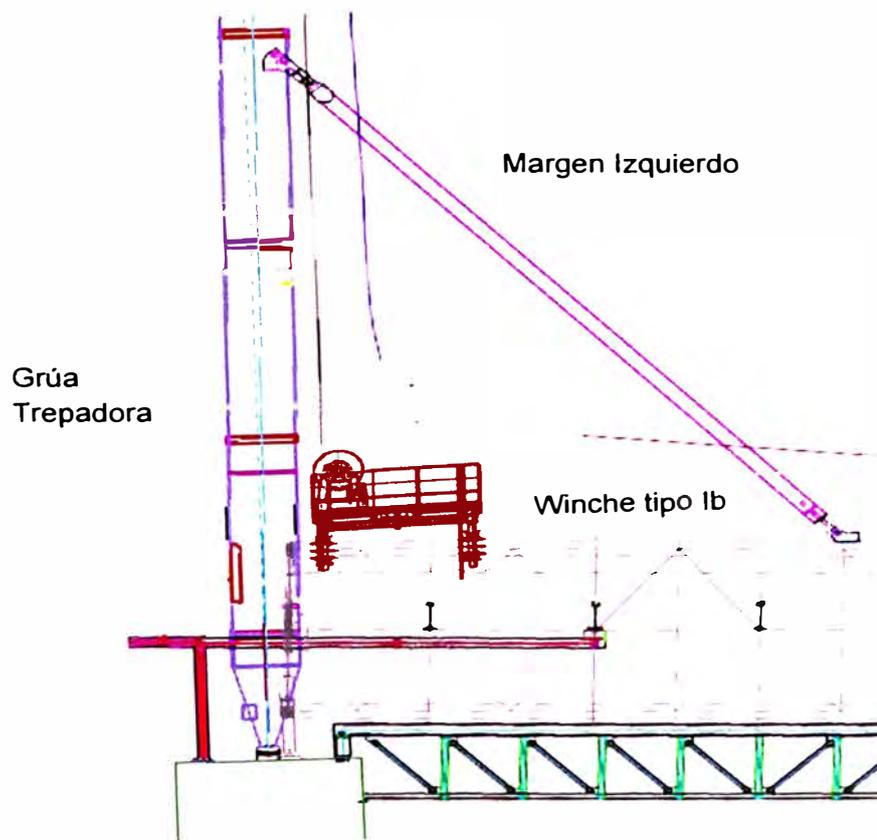


Figura 4.30 ESQUEMA TRASLADO DE CABLES DE WINCHES

Subir el cable del winche tipo lb con ayuda de la grúa trepadora y pasar el yugo.

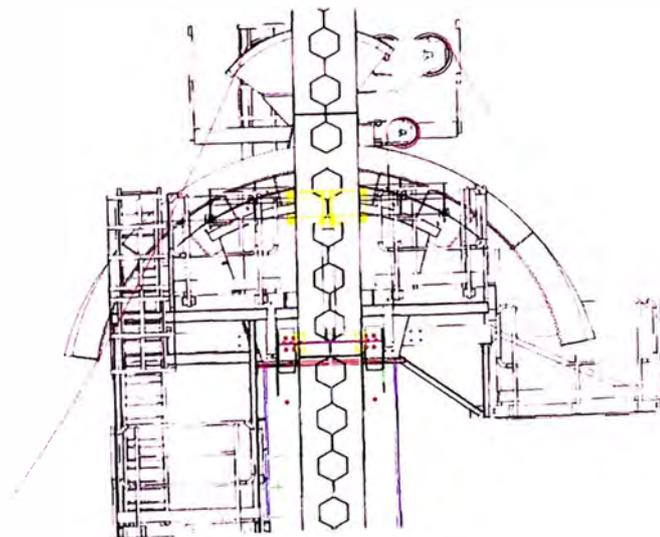


Figura 4.31 ESQUEMA DEL TRASLADO DE CABLE DEL WINCHE POR EL PILÓN CANAL MARGEN IZQUIERDO

Una vez el cable cruce el yugo se debe llevar al nivel del pilar para subir a la barcaza y trasladar hacia el margen derecho.

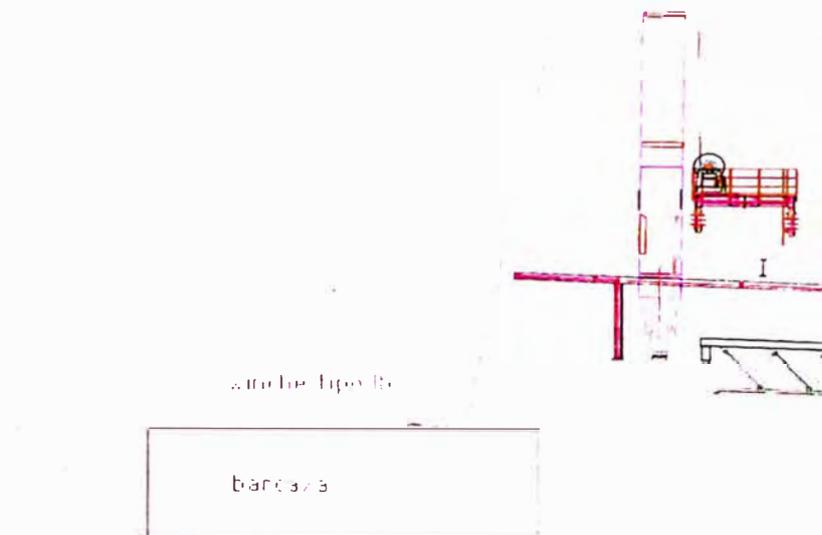


Figura 4.32 ESQUEMA DEL TRASLADO DE CABLE DEL WINCHE DE PILÓN CANAL MARGEN IZQUIERDO A BARCAZA

En el margen derecho se amarran los cables del winche a la grúa trepadora y suben los cables hasta la parte superior.

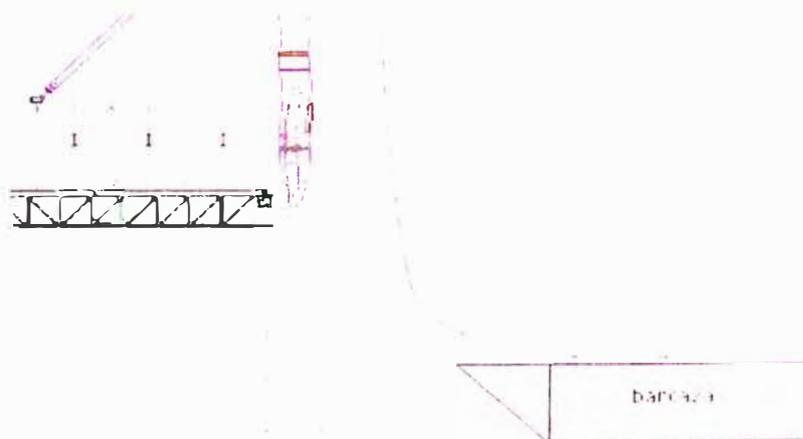


Figura 4.33 ESQUEMA DEL TRASLADO DE CABLE DEL WINCHE DE BARCAZA A PILÓN CANAL MARGEN DERECHO

En la parte superior se pasa por el yugo y se lleva a la base del winche tipo IIa.

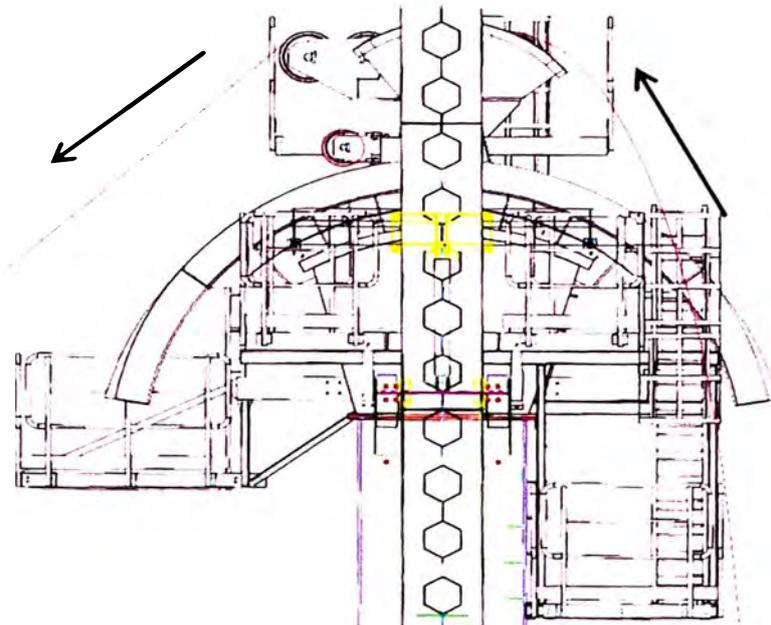


Figura 4.34 ESQUEMA DEL TRASLADO DE CABLE DEL PILÓN AL  
WINCHE IIA

En el margen derecho se amarran los cables del winche tipo Ila y Ib.

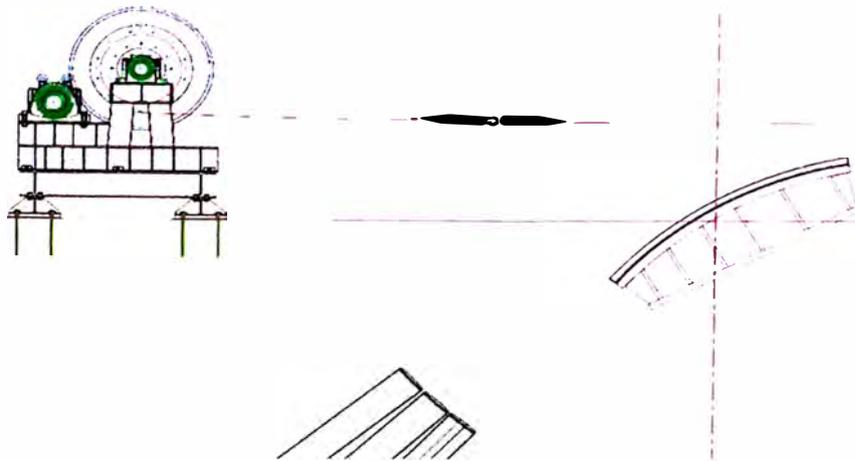


Figura 4.35 ESQUEMA DEL AMARRE DE CABLES ENTRE LOS  
WINCHES IIA Y IIB

Una vez amarrados ambos cables se trabaja en conjunto con los operadores procede a trasladar hacia el margen izquierdo hasta la cabestrante de retención rio arriba, rio abajo donde se encuentran los cables portantes.

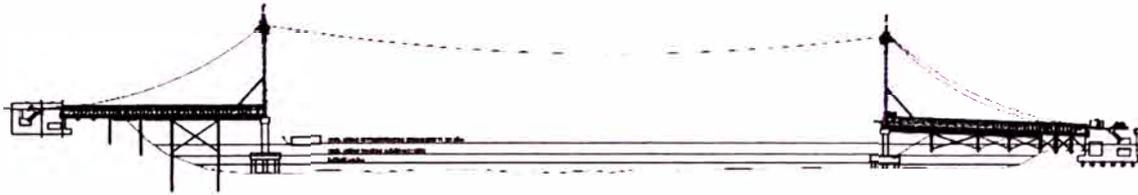


Figura 4.36 ESQUEMA FINAL DE INTERCONEXIÓN DE CABLES DE WINCHES

f. Traslado de los Cables Portantes

Realizar los amarres al carrito tira cables y a la pinza corrediza es necesario fijar los cables de los winches por medio de unas abrazaderas de cables a los estobos que se encuentran en el concreto.

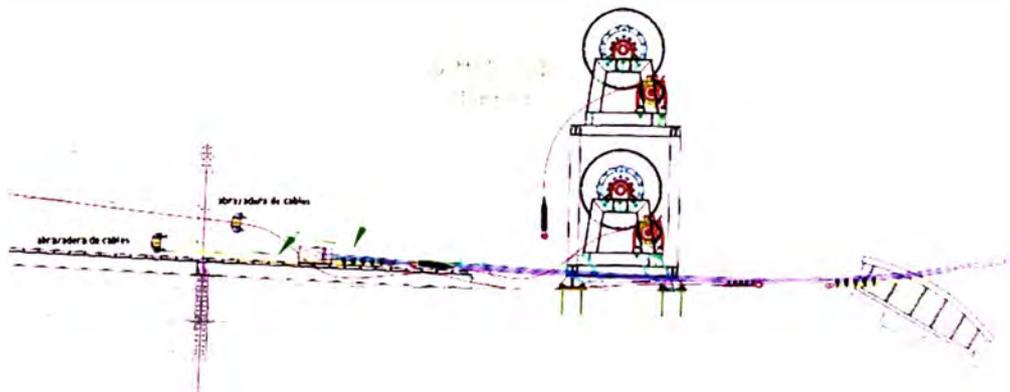


Figura 4.37 ESQUEMA TRASLADO CABLE PORTANTE

Colocar el cable portante dentro de la abrazadera de cables para sujeción con pernos, luego se coloca el muñon dentro del cuerpo del carrito tira cables y se sujeta con pernos.

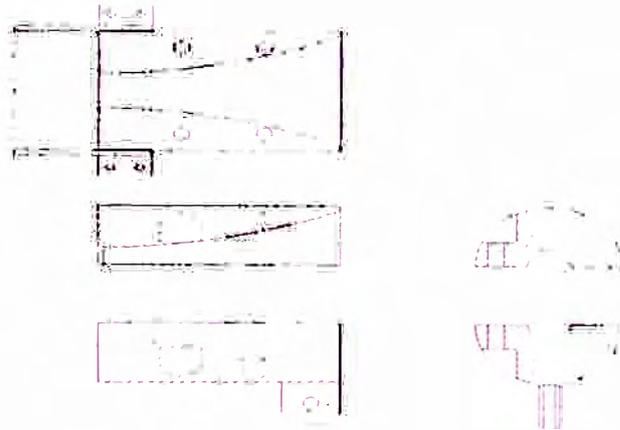


Figura 4.38 ESQUEMA ABRAZADERA DE CABLES

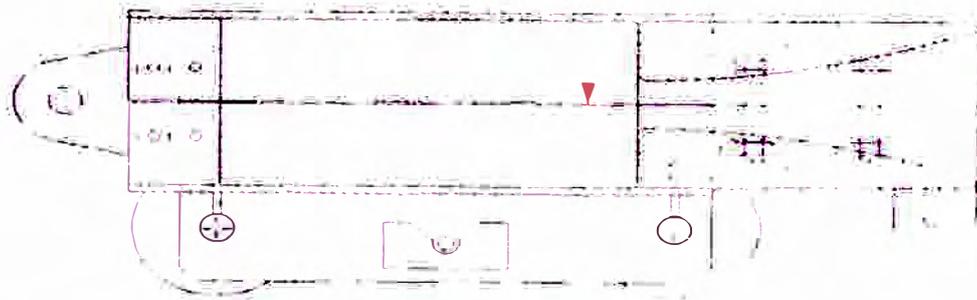


Figura 4.39 ESQUEMA DE CARRITO TIRA CABLES

Una vez amarrado el cable portante dentro del carrito tira cables, se amarran los cables de los winches tipo IIa, Ib por medio de los estrobos y se agrega el contrapeso que evitara que el cable gire durante el recorrido.

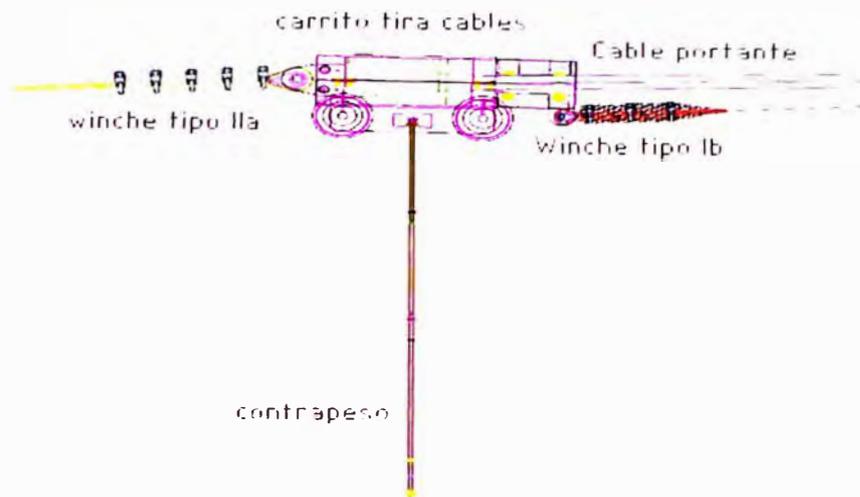


Figura 4.40 ESQUEMA DE EMPALME DEL CABLE PORTANTE

Para comenzar a mover el carrito tira cables se debe liberar el freno de las aspas y poder comenzar a jalar el cable portante con el winche tipo IIa (Tensión).

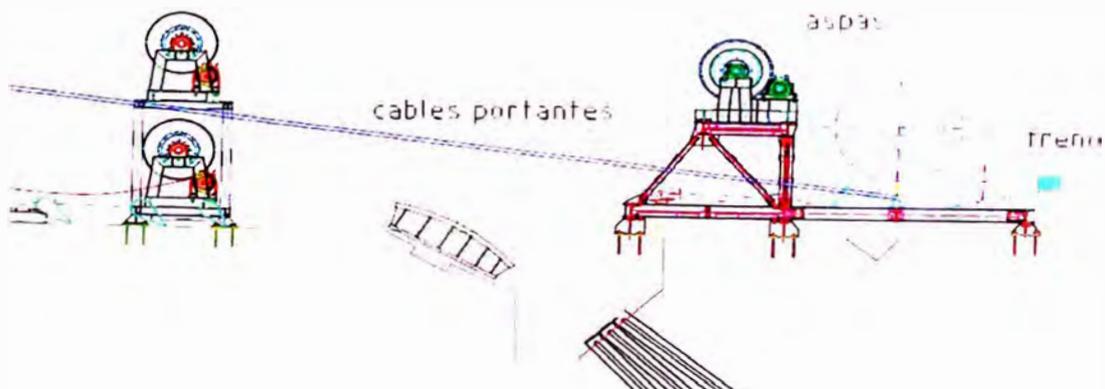


Figura 4.41 ESQUEMA DE LANZAMIENTO DEL CABLE PORTANTE

Una vez el carrito comienza a trasladar el cable portante, personal que se encuentra ubicado en el andamio encima de la viga de rigidez coloca la pinza corrediza y se amarran los cables de los winches tipo Ia, IIb por medio de los estrobos.

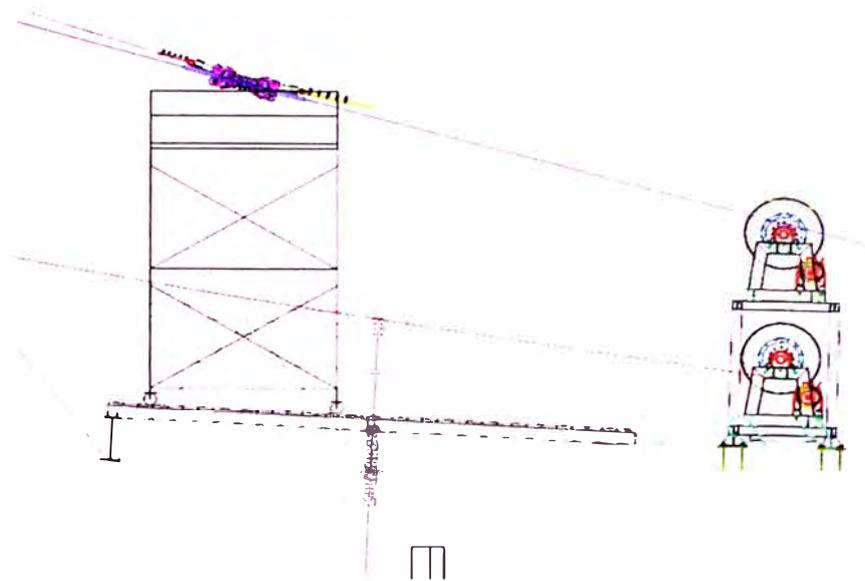


Figura 4.42 ESQUEMA INSTALACIÓN DE PINZA CORREDIZA

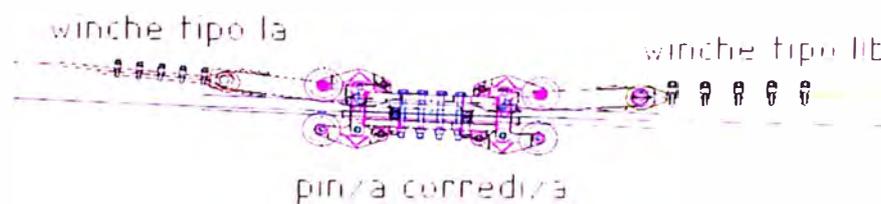


Figura 4.43 ESQUEMA DETALLE DE PINZA CORREDIZA

El procedimiento empieza amarrando el cable portante al carrito tira cables el cual se sujeta por los cables de los winches tipo IIa y tipo Ib.

Se liberan las abrazaderas de cables y del margen derecho el operador comienza a jalar cable con el winche tipo IIa mientras que en el margen izquierdo se libera cable ligeramente frenado del winche tipo Ib.

Detrás del carrito tira cables se coloca la pinza corrediza que amarra al cable portante y es sujeta por los winches tipo Ia, tipo IIb. El winche tipo Ia jala la pinza mientras que el winche tipo IIb libera cable ligeramente frenado.

La pinza corrediza se desplaza hasta la plataforma 5 del margen izquierdo, es ahí donde se desajusta y los winches la y IIb cambian de funciones: el winche la pasa a girar libremente y el winche IIb. De esa manera la pinza corrediza comienza su recorrido cuesta abajo, para volver a ser asegurada al cable portante y repetir la misma maniobra hasta que el "carrito tira cables" termine su recorrido.

Una vez el carrito termina su recorrido llegando a la cámara de anclaje del margen derecho se procede a sujetar el cable portante y el winche tipo Ib con las abrazaderas a los estrobos del concreto; se suelta el winche tipo IIa.

En el margen izquierdo se debe ir frenando las aspas y sujetar el cable portante con las abrazaderas a los estrobos del concreto.

Una vez anclado el cable portante en el margen derecho se procede a instalar primero el muñón (Cabeza de Cable Portante) en el margen izquierdo.

Se instala un teckle en la cámara, un tirfor en los estrobos del concreto y con ayuda de la grúa ingresa el cable portante dentro de la cámara de anclaje.

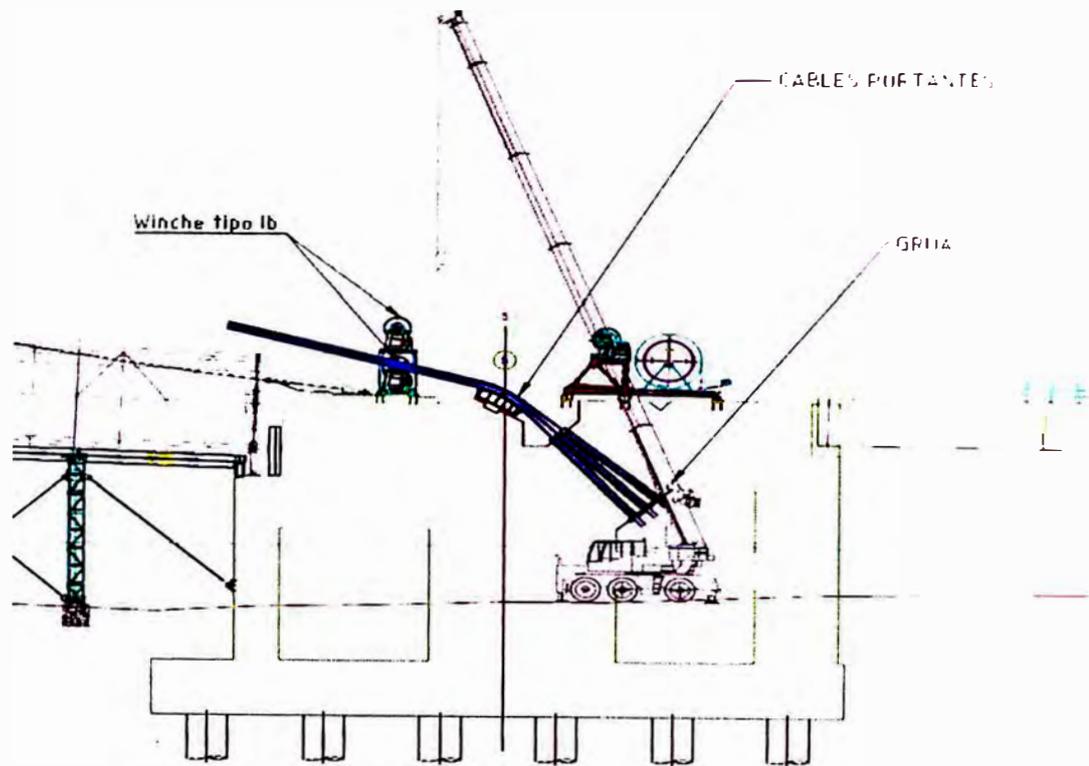


Figura 4.44 ANCLAJE DE CABLE PORTANTE EN CÁMARA DE ANCLAJE

Una vez el muñón del cable portante ingresa en los tubos, se verifica en la silla de cambio con la marca del cable, se procede a colocar tantos los anillos con el teckle que abrazan al muñón hasta que coincida con la marca en la silla de cambio y ubicarlo en la posición final.

Dentro de los dispositivos para fijar la cabeza del cable tenemos los anillos de presión y anillos de nivelación con los cuales regulamos la posición (Lainas para regular marca).

Se retira el carrito seguido de los winches IIa y Ib cambian de funciones: el winche IIa pasa a girar libremente y el winche Ib empieza a jalar hasta que el carrito tira cables llega nuevamente a la margen izquierda para repetir la maniobra.

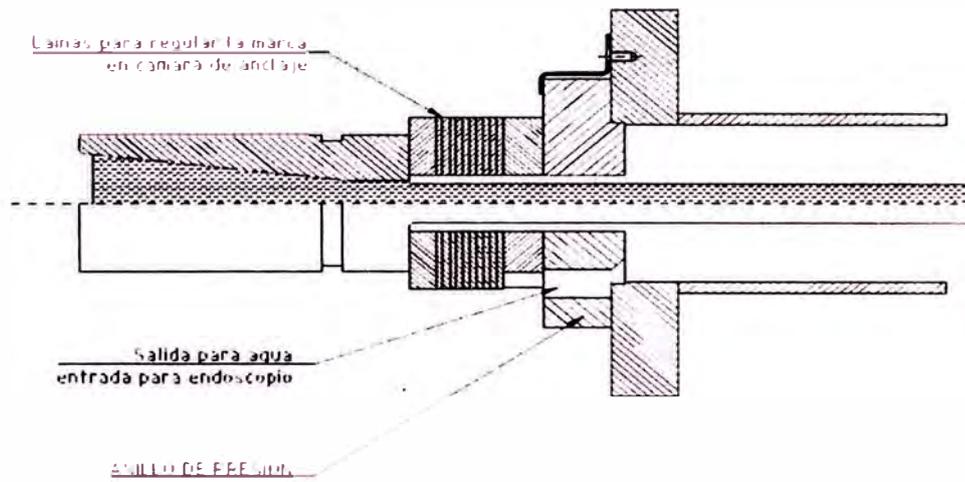


Figura 4.45 DETALLE DE ANCLAJE DEL MUÑÓN DEL CABLE PORTANTE



Figura 4.46 FIJACIÓN EN EL INTERIOR DE LA CÁMARA DE ANCLAJE

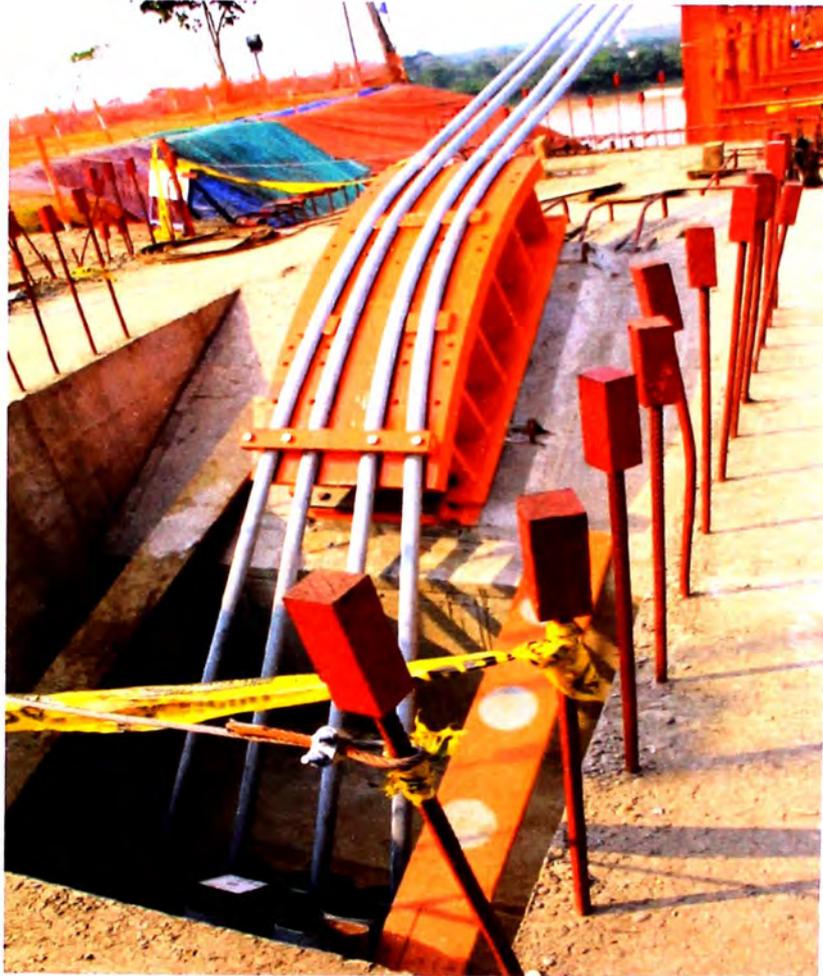


Figura 4.47 CÁMARA DE ANCLAJE FIJACIÓN DE LOS CUATRO  
PRIMEROS CABLES PORTANTES

#### 4.3.6. Montaje de Péndolas en vanos laterales

Para evitar confusiones con los cables portantes del puente la denominación de los cables portantes del teleférico. Los cables de la grúa teleférico sirven de calzada para la plataforma de marcha durante el montaje de las pinzas y ganchos y el montaje de la viga de rigidez.

El proceso es análogo al jalado de los cables portantes del puente. Como cables portantes de la grúa teleférico se emplean los cables antiguos del puente, pero son alargados acoplándose con un cable adicional, de modo que más de 600 metros están disponibles.

Una vez jalado sobre la longitud entera, el cable se anclará en la orilla de Maldonado a través de un dispositivo de pinza de tal manera que exista una proyección de 19.5m. El par de apriete es de 1650 Nm para los pernos M27, 10,9.

En el canal margen izquierdo, el cable se ancla a través de la pinza corrediza y una abrazadera adicional. Entonces, el tambor de madera y el aspa se desmontan para posibilitar la instalación de la diagonal del anclaje de la grúa teleférico.

Las dos aspas serán reinstaladas en el puente de acceso y provistas de otros dos cables con un diámetro de 71mm. Las dos aspas están colocadas al tresbolillo para permitir el paso de vehículos.

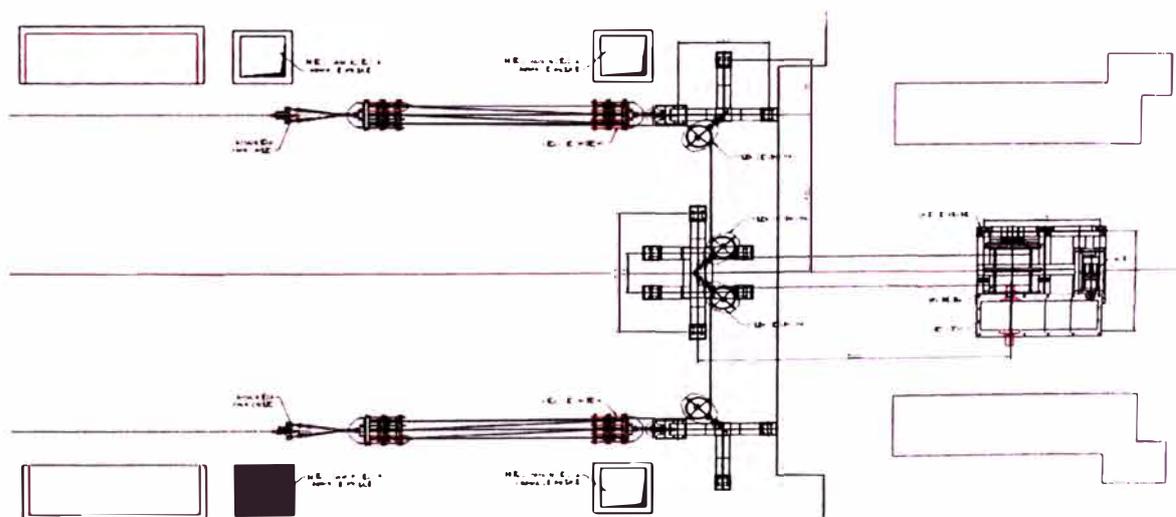


Figura 4.48 ESQUEMA DE UBICACIÓN DEL WINCHE IIIA

A continuación, la cabeza de cable sobresaliente será conectada con el segundo cable D71 del teleférico mediante una combinada de cables. Inmediatamente adyacente se monta la pinza del dispositivo de tensor. Un dispositivo de tensor está previsto para el ajuste del pandeo del cable portante de la grúa teleférico a las condiciones de operación y montaje

de la grúa teleférico. El dispositivo de tensor consiste en la viga transversal pinzada, que se mueve sobre un polipasto hacia el anclaje del dispositivo de pinza.

Como el winche de cable para el polipasto se utiliza el winche IIIa. El winche dispone de un tambor con limitación media y lleva dos cables de 380m de longitud y 1" de diámetro. La fuerza del winche es de 75kN/cable. Para esta fuerza, el winche debe ser anclado en el hormigón. El posicionamiento de estos winches se lleva a cabo por encima del primer pilar del puente de acceso de hormigón.

Ahora el polipasto se ajusta a pandeo definido para el proceso de teleférico simple en los vanos laterales. Después de tensar el polipasto, la pinza de cable se pinza en el anclaje. A continuación, la pinza corrediza y la abrazadera adicional pueden ser aflojadas.

Para el funcionamiento del cable D71 cargando fuerzas y durante operaciones de ajuste en el teleférico debe ser inspeccionado en todo caso.

Par de apriete 825Nm para la plataforma simple (péndulos),

Par de apriete 825Nm para el pandeo al nivel del río,

Par de apriete 1650Nm para la plataforma doble (viga de rigidez).

El dispositivo de tensar puede cargar 400kN.

La abrazadera fuerte puede cargar 650kN con un par de apriete de 825Nm.

La abrazadera fuerte puede cargar 1300kN con un par de apriete de 1650Nm.

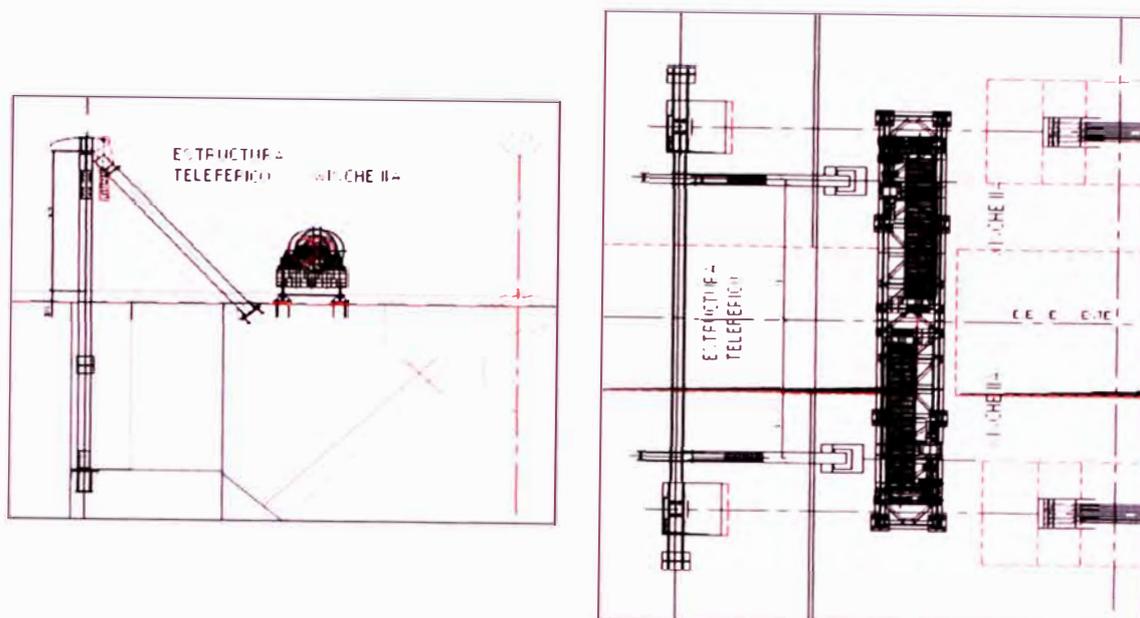


Figura 4.49 ESQUEMA DE ESTRUCTURA TELEFÉRICO CANAL  
MARGEN DERECHO

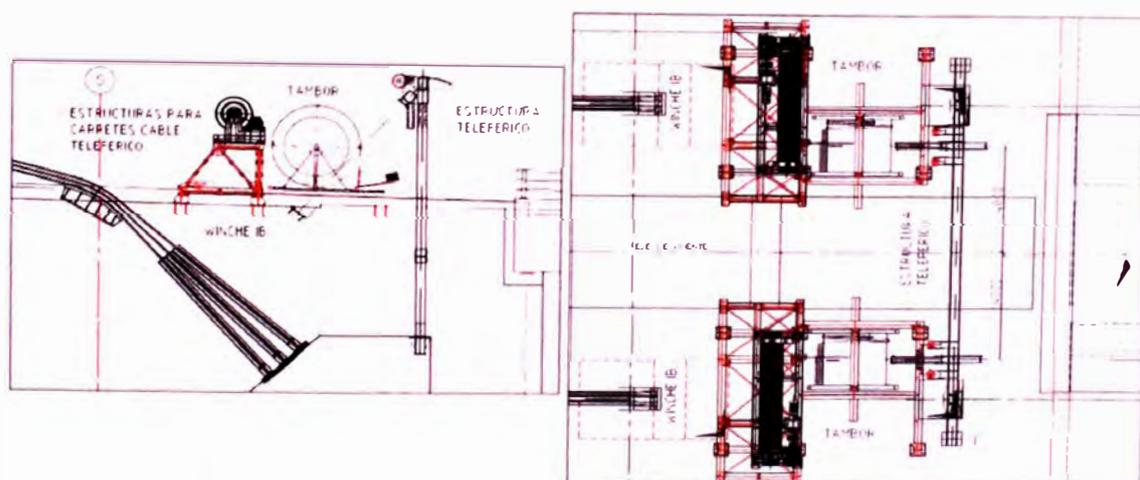


Figura 4.50 ESQUEMA DE ESTRUCTURA TELEFÉRICO CANAL  
MARGEN IZQUIERDO

Los cables de tracción de la grúa teleférico sirven para desplazar la plataforma de marcha. La grúa teleférico se desplaza por medio de dos cables (río abajo y río arriba). La fuerza de tracción trabaja siempre desde el pilón hacia la plataforma de marcha.

El cable de tracción del teleférico será desenrollado desde el tambor de cable situado en la base del pilón, elevándose por medio de la grúa torre trepadora e introduciéndose en la polea de desviación. Entonces se desplazará hacia el estribo para ser fijado ahí temporalmente. Después de la instalación de la plataforma de marcha el cable se conectará con aquella por medio de las riendas.

El montaje de las pinzas, las péndolas y la viga de rigidez en el vano central se realiza mediante grúa teleférico. El teleférico se desplaza sobre un cable de 71.5mm. La flecha de este cable durante servicio es entre 7.7m y 25m. La distancia entre los cables D71 es 8m.

Primero se montan las péndolas en los vanos laterales de 104 m. A continuación se montan las péndolas en el vano central con 320m. Sigue el montaje de la viga de rigidez en el vano central. También se utiliza el teleférico para ajustar y pintar los pernos después de haber terminado el tablero del puente.

Para la instalación de los pinzas y las péndolas, la grúa teleférico está dividida en dos partes (teleférico simple). Las dos mitades pueden ser desplazadas independientemente la una de la otra en el cable portante de la grúa teleférico, tanto en el lado del puente de acceso como hasta el centro del tramo central. Respectivamente dos winches de cable de tracción de la grúa teleférico se encuentran en una plataforma exterior en la base del pilón. Los cables conducen hacia arriba sobre las poleas de desviación en los pilones hacia las plataformas de marcha simple.

Se montan las pinzas simultáneamente río arriba y río abajo. Las péndolas en los vanos laterales se montan con un pandeo de 7.7m. Cuatro péndolas cada lado se montan mediante teleférico.

Antes de poner las pinzas en su sitio hay que limpiar los cables en la zona de las pinzas de la pintura y suciedad. Además se protege la viga de rigidez mediante madera durante el proceso de jalar las péndolas.

El peso máximo de las componentes de las pinzas es 450kg. Se equipa la plataforma hoist al nivel de la viga de rigidez con todas las componentes de las pinzas y con la péndola, río arriba y río abajo. Después se sube la plataforma hoist al nivel de los cables portantes del puente. A continuación se montan las pinzas con la pluma basculante de la plataforma hoist. Para poder subir las pinzas se ha previsto en cada parte dos huecos con rosca interior donde se fija el remedio para poder amarrar el cable de levantamiento. Las perforaciones están puestas de esta manera, que las pinzas tengan la misma inclinación que los cables portantes. En cada pinza hay que meter cuatro tubos galvanizados en caliente.

El borde de las pinzas debe coincidir exactamente con las marcas del cable portante 73. Como ayuda utilizan las "bornes de conexión". Las perforaciones, donde se mete el bulón deben estar limpios de residuos.

Entre cable y pinza se encuentran planchitas de zinc pegadas. Si por alguna razón se ha despegado una de estas planchitas, hay que volver a pegarlas con Araldit AW 106. Las pinzas tienen una asignación común (A y B), que debe ser respetada.

Los pernos de las pinzas deben ser ajustados en la fila superior con un momento de ajuste de 1030Nm y en la fila inferior con 1085Nm. Es de suma importancia que todos los pernos serán reajustados después de haber terminado el tablero del puente. Después del reajuste, las tuercas deben ser aseguradas con tuercas de seguridad.

Seguidamente se fijan las péndolas. Las bulones deben ser colocadas engrasadas.

Para el ajusta final vertical de las péndolas se utilizan los dos cilindros hidráulicos situados debajo de la cabeza de la péndola.

Las juntas entre las planchas de las pinzas se deben sellar con silicona a las superficies superiores. No se sellan las superficies inferiores para facilitar una salida de agua en casa que podría entrar de las superficies superiores. Además sea adecuada a uso exterior y a uso con superficie galvanizada.

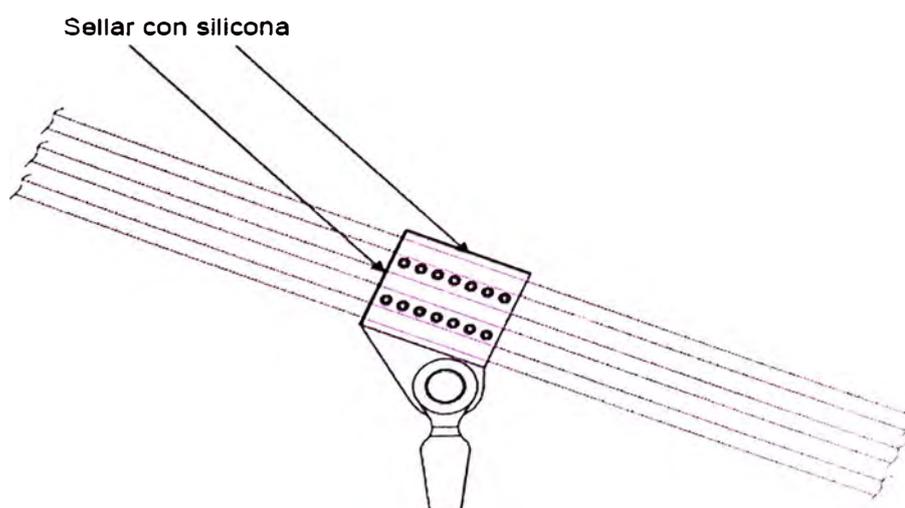


Figura 4.51 ESQUEMA DE SELLADO DE PÉNDOLAS



Figura 4.52 PLATAFORMA HOIST EN POSICIÓN INICIAL PARA EL  
MONTAJE DE PÉNDOLAS



Figura 4.53 MONTAJE DE PÉNDOLAS



Figura 4.54 PLATAFORMA HOIST POSICIÓN FINAL PARA EL  
MONTAJE DE PÉNDOLAS

#### 4.3.7. Montaje de Péndolas en vano central

Después de desmontaje del teleférico se arreglan el pandeos del cable teleférico al nivel del agua + aprox. 3m y se sitúan un pontón debajo de los cables. Después se posiciona una plataforma de marcha sobre los cables, mediante grúa móvil posicionada a un pontón. A continuación se fijan los cables de tracción. Seguidamente se montan la segunda plataforma de marcha.

Se arregla el pandeo del cable teleférico al nivel del agua + aprox. 3m. A continuación se enfilan las plataformas hoist debajo de las plataformas de marcha. Seguidamente se pasan los cables en las poleas.



Figura 4.55 PLATAFORMAS HOIST MONTAJE DE PÉNDOLAS  
POSICIÓN INICIAL EN TRAMO CENTRAL



Figura 4.56 PLATAFORMA HOIST MONTAJE DE PÉNDOLAS

#### 4.3.8. Montaje de la viga de rigidez vano central

La viga de rigidez está compuesta de una celosía romboidal ejecutada atornillada. En la mitad de la altura de celosía se encuentran las vigas transversales y el arrostramiento. La conexión se realiza mediante pernos de alta resistencia pretensados. Todas las uniones con pernos de alta resistencia hay que torquear al instante con su momento respectivo.

El montaje de la viga de rigidez en el vano central consiste de 21 piezas ensambladas, de las cuales 19 tienen una longitud de 16m y 2 tienen una longitud de 8m. La división es tal que la péndola se encuentra en el centro del tramo ensamblado. El peso de un tramo de 16m es aprox. 40 toneladas. El montaje de la viga de rigidez mediante teleférico es sin encofrado y armadura.

Se comienza el montaje en el centro y se trabaja simétricamente en la dirección del los pilones. Los tramos de la viga de rigidez son premontados en un terreno de montaje y a continuación trasladados mediante un pontón al lugar de montaje.

Para el montaje de la viga de rigidez las dos mitades del teleférico se acoplan sobre el centro del río (teleférico doble). Esto se hace por el aflojamiento de los cables portantes de la grúa teleférico hasta que las plataformas hoist y las plataformas de marcha del pontón puedan conectarse. Entonces los cables de tracción se desplazan simultáneamente, el que se encuentra arriba es el cable de tracción, el que se ubica abajo tiene que ser libre de fuerza. El paso del teleférico a través de la posición "cero" en el centro del tramo debe ser efectuado cuidadosamente.

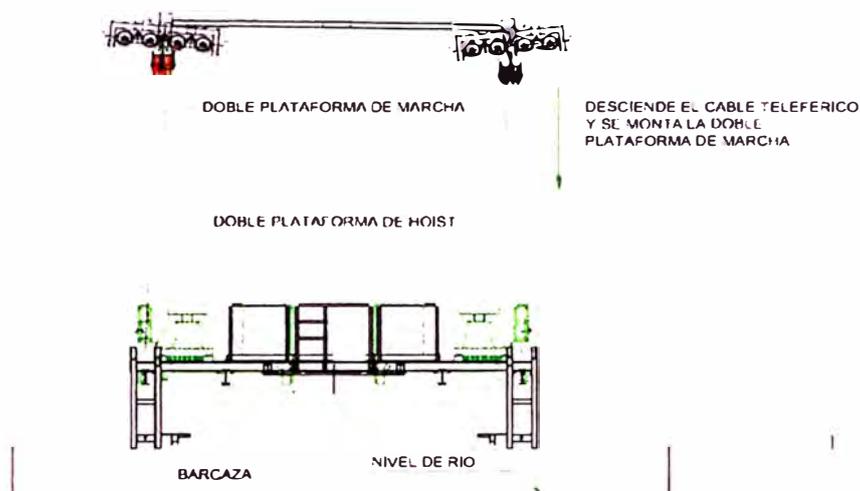


Figura 4.57 MONTAJE DE PLATAFORMA HOIST DOBLE AL CABLE TELEFÉRICO

Se inicia el montaje de la viga de rigidez al eje 33. El primer tramo es soportado adicionalmente de cables auxiliares.

En la primera secuencia utilizamos la fuerza radial al tambor (árbol) reserva durante poco tiempo de 70kN en cada winche. Eso refiere a 280kN en cada eje de la plataforma hoist.

Para no sobrepasar estos valores sobrecargar el teleférico y los winches hay una segunda secuencia utilizando la viga de rigidez como contrapeso. La tercera secuencia es similar a la primera secuencia.

La primera secuencia es la siguiente (péndolas 31, 33, 35):

- conexión tangencial del tramo siguiente al tramo existente.
- elevar viga de rigidez mediante winches de elevación y conectar la péndola.

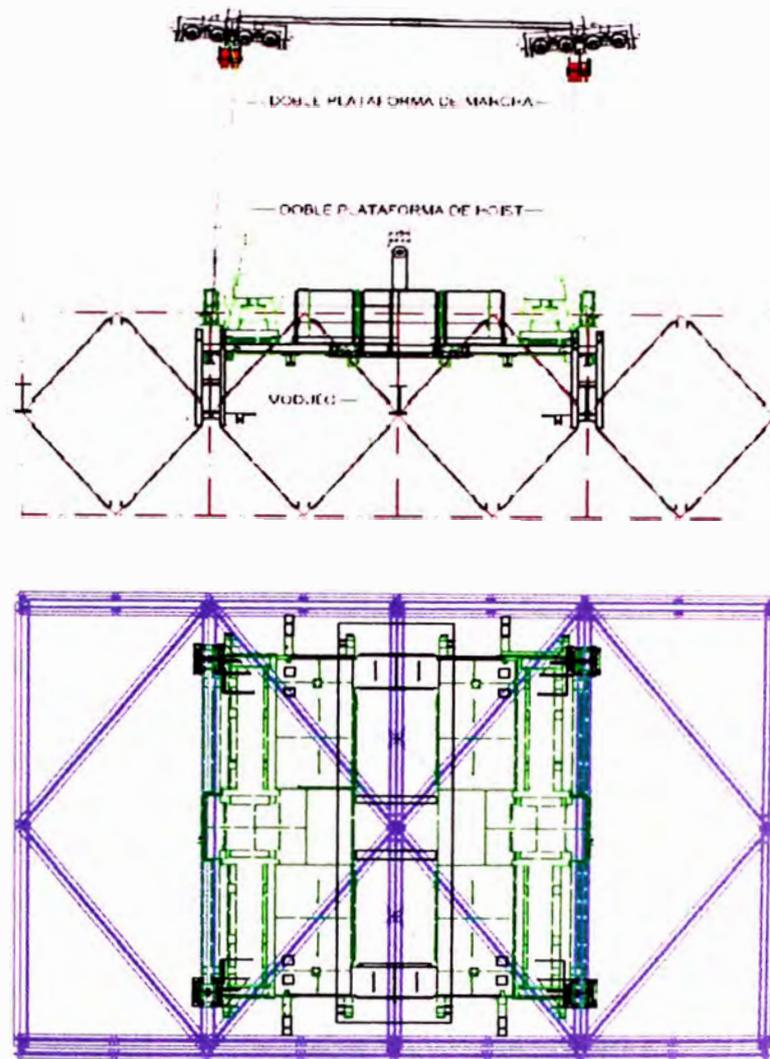


Figura 4.58 ESQUEMA DE MONTAJE DE MÓDULOS

La segunda secuencia es la siguiente (péndolas 19-29, 37-47):

- Realizar la conexión tangencial del tramo siguiente al tramo existente y no conectar la péndola.
- Desenganchar plataforma hoist de viga de rigidez, cambiar de posición al otro lado y realizar la conexión tangencial del tramo siguiente al tramo existente.

- Elevar viga de rigidez mediante winches de elevación y conectar péndola de manera tangencial del tramo siguiente al tramo existente y no conectar está péndola.
- Desenganchar plataforma hoist de viga de rigidez y cambiar posición al otro lado, volver a enganchar la plataforma hoist a la viga de rigidez sin fijación a la péndola.
- Elevar viga de rigidez mediante winches de elevación y conectar péndola.
- Finalmente la tercera secuencia es similar a la primera secuencia (péndolas 15, 17, 49, 51).

## SECUENCIA DE MONTAJE DE MÓDULOS

		MÓDULO	
PRIMERA SECUENCIA	33-34 <b>1</b>	2 31-32	35-36 <b>3</b>
	4 29-30	37-38 <b>5</b>	
	7 27-28	39-40 <b>6</b>	
SEGUNDA SECUENCIA	9 25-26	41-42 <b>8</b>	
	11 23-24	43-44 <b>10</b>	
	13 21-22	45-46 <b>12</b>	
	15 19-20	47-48 <b>14</b>	
TERCERA SECUENCIA	17 17-18	49-50 <b>16</b>	51-52 <b>18</b>
	19 15-16	53 <b>21</b>	
	20 14		

Figura 4.59 ESQUEMA DE SECUENCIA DE MONTAJE DE MÓDULOS

En el montaje de la viga de rigidez. Se puede ver que la inclinación de la viga de rigidez tiene variaciones grandes y claramente visibles. Para

aumentar la claridad de la segunda secuencia, las péndolas no son mostradas en los lugares, donde no son conectadas inmediatamente.

Para el montaje de la viga de rigidez en ejes 15 y 51 se disminuye el pando del cable portante. Las plataformas de marcha son posicionadas a los ejes 15 y 51. Se elevan solo el peso de la plataforma de marcha. El peso de la plataforma hoist está cargado del pontón. El par de apriete de los pernos a la abrazadera fuerte es 1650Nm. Se utilizan pernos nuevos en la abrazadera fuerte para este proceso.

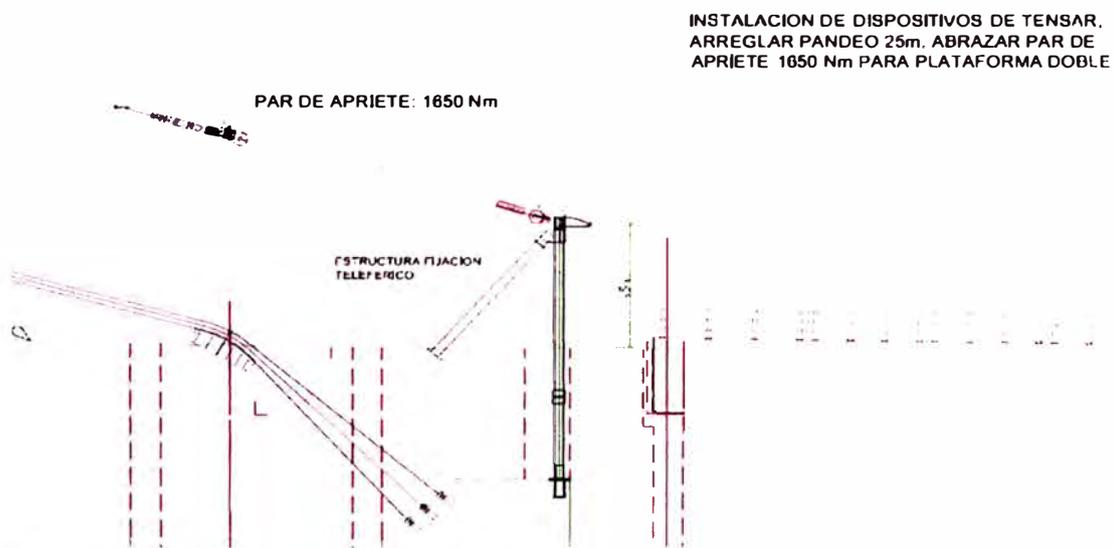


Figura 4.60 ESQUEMA DE SOPORTE DE CABLE TELEFÉRICO PARA EL MONTAJE DE MÓDULOS

Los últimos 8m se montan en elementos sueltos mediante la grúa trepadora. Para facilitar espacio se montan los tramos eje 15 y 51 sin viga transversal y sin placas de conexión en la dirección al pilón.



Figura 4.61 MONTAJE DE MÓDULOS



Figura 4.62 ALINEAMIENTO DE MÓDULOS PARA INTERCONEXIÓN

## CAPITULO V

### COSTOS DE MONTAJE

#### 5.1 Presupuesto del Proyecto

El Presupuesto del Proyecto constituye los fondos autorizados para la ejecución del Montaje del Puente Colgante Billingham y esta conformado por los conceptos que se muestran a continuación:

Tabla 5.1 CUADRO RESUMEN DEL PRESUPUESTO

<b>Resumen</b>	
<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>5,317,564.27</b>
<b>Gastos Generales</b>	<b>1,054,986.99</b>
<b>Utilidad (8%)</b>	<b>425,405.14</b>
<b>PRECIO TOTAL DE PRESUPUESTO</b>	<b>US\$ 6,797,956.40</b>
Los precios no incluyen IGV	

En la tabla 5.1 Cuadro Resumen del Presupuesto, incluye los costos directos, gastos generales y la utilidad.

Los costos directos son aquellos que se pueden vincular directamente al proyecto, representan la suma de todas las actividades del Proyecto como por ejemplo: materiales, equipos y herramientas.

De la misma manera mencionaremos que los gastos generales están constituidos por actividades tales como: administración de obra, alojamiento y alimentación, transporte del personal.

La utilidad, representa el beneficio económico por realizar el Montaje del Puente Colgante Billingham, este corresponde al 8% del costo directo del proyecto.

## 5.2 Costos Directos del Proyecto

Los costos directos representan todos los gastos que estén directamente relacionados con el proyecto, están constituidos por actividades o partidas. Estas actividades se calculan sumando los costos de todos los recursos asociados a la actividad.

Tabla 5.2 CUADRO RESUMEN DE COSTOS DE PARTIDAS

ITEM	DESCRIPCION	PARCIAL
		PARTIDA
		US\$
1.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	202,400.00
2.00	OBRAS PRELIMINARES	200,068.00
3.00	INSPECCION	183,614.22
4.00	REPARACION Y REPOSICION DE ACUERDO A LA INSPECCION	75,440.00
5.00	FABRICACION	754,342.05
6.00	PROTECCION SUPERFICIAL A PRECIOS UNITARIOS	1,364,500.00
7.00	MONTAJE	2,113,200.00
8.00	TRANSPORTE	424,000.00
	<b>PRECIO TOTAL DE COSTO DIRECTO</b>	<b>US\$ 5,317,564.27</b>

En la tabla 5.2 Cuadro resumen de costos de Partidas, incluyen las todas las partidas del Proyecto, para comprender de donde se obtienen estos valores de cada partida vamos a describir cada una de ellas.

Tabla 5.3 PARTIDA MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADG	FAB. P.UNIT US\$/UND	MONTAJE P.UNIT US\$/UND	P.UNIT TOTAL US\$/UND	PARCIAL PARTIDA US\$
1.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION						202,400.00
1.01	Transporte de herramientas y equipo Lima Puerto Maldonado - 4 viajes de ida y 4 de vuelta	Glb	1		32,000	32,000	32000 00
1.02	Transporte de personal Lima Puerto Maldonado - ida y vuelta, descansos	Glb	1		170,400	170,400	170400 00

En la tabla 5.3 Partida Movilización y Desmovilización, incluye los costos de transporte de herramientas y equipos (por ejemplo: llaves mixtas, amoladoras, máquinas de soldar, arneses, EPP) y también el transporte de personal administrativo y el personal obrero.

En esta partida los precios unitarios corresponden a las actividades de montaje.

Tabla 5.4 PARTIDA OBRAS PRELIMINARES

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	FAB. P.UNIT US\$/UND	MONTAJE P.UNIT US\$/UND	P.UNIT TOTAL US\$/UND	PARCIAL PARTIDA US\$
<b>2.00</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>						<b>200,068.00</b>
2.01	Trazo y replanteo	Gbl	1		12,000.00	12,000.00	12000.00
2.02	Mantenimiento de campamentos	Glb	1		16,300.00	16,300.00	18300.00
2.03	Construccion de oficinas - Para losn 3 frentes	m2	200		120.00	120.00	24000.00
2.04	Almacenes cerrados - Para los 3 frentes	m2	240		80.00	80.00	19200.00
2.05	Almacenes de campo(abiertos/cercados - Para los 3 frentes	m2	7500		10.00	10.00	75000.00
2.06	Construcción de galpón para taller en aeropuerto de 10 m x 40m con una vía de rieles (peso estimado 9,600kg + cobertura) - Luego de terminada la obra, se recoge	kg	9600	1.56	0.92	2.48	23808.00
2.07	Construcción de 2 galpones para ubicar en obra de 10mx25m c/u(Peso estimado 6,000kg c/u + cobertura)	kg	12000	1.56	0.92	2.48	29760.00

En la tabla 5.4 Partida Obras Preliminares, incluye el mantenimiento de los campamentos, construcción de oficinas y construcción de los almacenes.

Tabla 5.5 PARTIDA INSPECCIÓN

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	FAB. P.UNIT US\$/UND	MONTAJE P.UNIT US\$/UND	P.UNIT TOTAL US\$/UND	PARCIAL PARTIDA US\$
<b>3.00</b>	<b>INSPECCION</b>						<b>183,614.22</b>
3.01	Ingeniería de detalle	Glb	1		29,850.02	29,850.02	29850.02
3.02	Diseños de ingeniería	Gbl	1		15,000.00	15,000.00	15000.00
3.03	Inventario general y evaluación	Glb	1		122,764.20	122,764.20	122764.20
3.04	Ensayos no destructivos a piezas a fabricar	Gbl	1		8,000.00	8,000.00	8000.00
3.05	Visita a Wagner Biro - Austria	Gbl	1		8,000.00	8,000.00	8000.00

En la tabla 5.5 Partida Inspección, incluye los diseños de ingeniería de los equipos y estructuras de montaje, el desarrollo de la ingeniería de detalle de los planos del Puente Colgante Billinghamurst, el control de calidad se realiza a través de los ensayos no destructivos de las piezas faltantes del puente.

Tabla 5.6 PARTIDA REPARACIÓN Y REPOSICIÓN DE ACUERDO A LA INSPECCIÓN

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	FAB. P.UNIT US\$/UND	MONTAJE P.UNIT US\$/UND	P.UNIT TOTAL US\$/UND	PARCIAL PARTIDA US\$
<b>4.00</b>	<b>REPARACION Y REPOSICION DE ACUERDO A LA INSPECCION</b>						<b>75,440.00</b>
4.01	Enderezado y /o reforzamiento a precios unitarios	kg	92000		0.82	0.82	75440.00

En la tabla 5.6 Partida Reparación y Reposición de acuerdo a la inspección, incluye trabajos de mecanizado, soldadura, tratamientos térmicos, control dimensional de todas las piezas faltantes y las piezas por reparar del Puente.

Tabla 5.7 PARTIDA FABRICACIÓN

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	FAB. P.UNIT US\$/UND	MONTAJE P.UNIT US\$/UND	P.UNIT TOTAL US\$/UND	PARCIAL PARTIDA US\$
<b>6.00</b>	<b>FABRICACION</b>						<b>754,342.06</b>
5.01	<b>Fabricaciones de piezas faltantes a precios unitarios</b>						
5.02	Fabricacion de piezas faltantes	kg	7500	2.96		2.96	22200.00
5.03	Fabricacion de piezas menores	kg	7500	3.28		3.28	24600.00
5.04	<b>Fabricaciones y suministros de elementos complementarios al proceso de montaje</b>						
5.05	Baranda externa del puente $\phi 2" \times 200$ mts lineales	kg	11990	3.65	0.82	4.47	53595.30
5.06	<b>Soportes provisionales - Frente I</b>						
5.07	Soporte 1 - D	kg	2788	2.04		2.04	5687.64
5.08	Soporte 2	kg	7809	2.12		2.12	16555.21
5.09	Soporte 3	kg	11391	2.13		2.13	24262.36
5.10	Soporte 4	kg	11391	2.13		2.13	24262.36
5.11	Soporte 5	kg	11391	2.13		2.13	24262.36
5.12	<b>Soportes provisionales - Frente II</b>						
5.13	Soporte 1 - D	kg	2932	2.25		2.25	6596.15
5.14	Soporte 2	kg	2932	2.25		2.25	6596.15
5.15	Soporte 3	kg	3111	2.26		2.26	7031.04
5.16	Soporte 4	kg	3291	2.26		2.26	7436.62
5.17	Soporte 5	kg	7612	2.12		2.12	16138.03
5.18	Soporte 6	kg	9608	2.13		2.13	20465.21
5.19	Pernos, tuercas y arandelas	kg	1000	6.00		6.00	6000.00
5.20	Grúa trepadoras incluyendo plataformas de apoyo	kg	46920	3.96		3.96	185803.20
5.21	Grúas Derrick	kg	14216	5.10		5.10	72501.42
5.22	Carro para alimentar a materiales a grúa Derrick	Gbl	2	8,600.00		8,600.00	17200.00
5.23	Carros sobre rieles para movlizar piezas en zona de granallado y pintado	kg	1800	3.46		3.46	6228.00
5.24	1 pórtico con dos techos de 10Ton, 7m A x7m H para taller en campamento	kg	2300	3.82		3.82	8786.00
5.25	Teleférico	Glb	2	14,150.00		14,150.00	28300.00
5.26	1800 mt lineales de cable 1" para guía de teleférico y tirar cables	Mts	1800	14.63		14.63	26325.00
5.27	3000 mt lineales cable 5/8" para operación de teleféricos	Mts	3000	7.83		7.83	23490.00
5.28	800 mts lineales cable 1 1/16" para izaje de vigas de rigidez	Mts	800	16.88		16.88	13500.00
5.29	Estructuras de apoyo para enderezado de piezas según requiera	Glb	1		6,520.00	6,520.00	6520.00
5.30	Pórticos sobre barcazas(chatas)	Gbl	40000	2.50		2.50	100000.00

En la tabla 5.7 Partida Fabricación, incluye todas las piezas faltantes del puente, estructuras de montaje tales como: soportes provisionales, grúa

trepadora, plataforma teleférico, plataforma hosit, estructuras de anclaje y winches.

Tabla 5.8 PARTIDA PROTECCIÓN SUPERFICIAL A PRECIOS UNITARIOS

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	FAB. P.UNIT US\$/UND	MONTAJE P.UNIT US\$/UND	P.UNIT TOTAL US\$/UND	PARCIAL PARTIDA US\$
<b>6.00</b>	<b>PROTECCION SUPERFICIAL A PRECIOS UNITARIOS</b>						<b>1,384,500.00</b>
6.01	Desengrasar	m2	50000		0.35	0.35	17500.00
6.02	Pintura base Dimecotec 9 a 3 mills	m2	50000		7.54	7.54	377000.00
6.03	Pintura intermedio jet 70 mp Azul 5012 a 5 mills	m2	50000		6.67	6.67	333500.00
6.04	Pintura acabado Amercoat 450 Naranja A 3 Mills	m2	50000		5.88	5.88	294000.00
6.05	Granallado y pintado de estructuras	m2	50000		6.85	6.85	342500.00

En la tabla 5.8 Partida Protección Superficial a precios unitarios, incluye los trabajos de limpieza mecánica (desengrase y granallado), protección superficial (pintura base, intermedio y acabado) y el dossier de calidad.

Tabla 5.9 PARTIDA MONTAJE

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	FAB. P.UNIT US\$/UND	MONTAJE P.UNIT US\$/UND	P.UNIT TOTAL US\$/UND	PARCIAL PARTIDA US\$
<b>7.00</b>	<b>MONTAJE</b>						<b>2,113,200.00</b>
7.01	Montaje del puente	kg	2500000		0.82	0.82	2050000.00
7.02	Post tensado	Gbl	1		63,200.00	63,200.00	63200.00

En la tabla 5.9 Partida Montaje, incluye la participación de todo el personal del proyecto el cual es instruido con ayuda de los procedimientos de montaje y los planos del puente. Esta partida se analizó de acuerdo juicio de expertos del personal de producción, siendo una actividad crítica que puede originar retrasos en la planificación del Proyecto.

Tabla 5.10 PARTIDA TRANSPORTE

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	FAB. P.UNIT US\$/UND	MONTAJE P.UNIT US\$/UND	P.UNIT TOTAL US\$/UND	PARCIAL PARTIDA US\$
<b>8.00</b>	<b>TRANSPORTE</b>						<b>424,000.00</b>
8.01	Transporte de Lima a Obra						
8.02	Transporte de soportes provisionales	Viaje	3		4,000.00	4,000.00	12000.00
8.03	Transporte de Grua Derrick	Viaje	1		4,000.00	4,000.00	4000.00
8.04	Transporte de Trapadoras	Viaje	2		4,000.00	4,000.00	8000.00
8.05	Transporte de Fabricaciones y suministros complementarios	Viaje	2		4,000.00	4,000.00	8000.00
8.06	Transporte de cabina de pintura y granallado ( Ida y Vuelta )	Viaje	10		4,000.00	4,000.00	40000.00
8.07	Transporte de guas y montacargas (Ida y Vuelta)	Viaje	10		8,000.00	8,000.00	80000.00
8.08	Transporte de barandas fabricadas de Lima a Obra	Viaje	2		4,000.00	4,000.00	8000.00
8.09	Transporte de Oficinas y campamento (Ida y Vuelta)	Viaje	8		4,000.00	4,000.00	32000.00
8.10	Transportes en Obra						
8.11	Transporte de estructuras de puente a Campamento Castañal	Gbl	1		100,000.00	100,000.00	100000.00
8.12	Transporte de Campamento Castañal a zona de montaje	Gbl	1		132,000.00	132,000.00	132,000.00

En la tabla 5.10 Partida Transporte, incluye el transporte de estructuras y equipos de montaje y piezas del puente, los precios unitario de montaje corresponde al bridando por el proveedor.

### 5.3 Análisis de Precio Unitario del Montaje

El análisis del precio unitario es el rendimiento de una partida, la cual contiene la descripción de todos los recursos necesarios para desarrollar la actividad (materiales, mano de obra, equipos y consumibles), se expresa en términos (kg/h-h o kg/h-m).

Tabla 5.11 ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO MONTAJE DEL PUENTE  
COLGANTE BILLINGHURST

PARTIDA: Montaje del Puente Colgante Billinghamurst					
<b>CARACTERISTICAS</b>					
Peso estructuras	2,500,000.00		Kg.		
PESO TOTAL :	2,500,000.00		Kg.		
TIEMPO DE EJECUCION :	360.0		días		
HORAS x DIA	10		Hr. / día		
Nº DE PERSONAS :	79		Hombres		
EFICIENCIA GENERAL:	<b>14.00</b>		Kg. acero/ H-h		
<b>MATERIALES</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>US \$ Precio Unlt.</b>	<b>US \$ Precio Total</b>
Botella de oxigeno de 10 n	0.01	Unid.	357.14	30.00	10,714.29
Gas Map		Unid.	178.57	80.00	14,285.71
Soldadura	0.02%	Kg.	500.00	4.20	2,100.00
Discos Esmeril	0.10%	Unid.	2500.00	4.80	12,000.00
Retoque de pintura		Kg.	2500000.00	0.00	0.00
Empalme		Unid.	0.00	0.00	0.00
Otros		Unid.	<b>1.00</b>	25000.00	25,000.00
				<b>SUB TOTAL US \$.</b>	<b>64,100.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>		<b>(Incl. Viáticos)</b>	<b>H - h</b>	<b>US \$ / H-h Costo M.O.</b>	<b>US \$ Parcial</b>
Nº SOLDADOR :	<b>2</b>		7,200.00	5.41	38,963.10
Nº OPERARIOS :	<b>27</b>		97,200.00	6.11	594,179.55
Nº OFICIALES :	<b>26</b>		93,600.00	5.03	470,886.00
Nº PEONES :	<b>24</b>		86,400.00	4.66	402,634.80
			284,400.00		
				<b>SUB TOTAL US \$</b>	<b>1,506,663.45</b>

Tabla 5.12 ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO MONTAJE DEL PUENTE  
COLGANTE BILLINGHURST

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS		US \$ / H-Maq. ALQUIL./HORARIO POR EQUIPO	HORAS TIEMPO TOTAL	% UTILIZACION	US \$ ALQUILER TOTAL
4	Máquina de soldar RN 400 3 ø	1.20	3,600.00	60%	10,368.00
8	Equipo de Oxicorte	0.60	3,600.00	60%	10,368.00
20	Equipo esmeril angular	0.20	3,600.00	60%	8,640.00
4	Taladro Hilti	1.50	3,600.00	60%	12,960.00
2	Tecles de 3.0 Tn.	0.35	3,600.00	60%	1,512.00
2	Tirfor de 3.0 Tn.	0.30	3,600.00	60%	1,296.00
2	Nivel Optico	3.00	3,600.00	60%	12,960.00
3	Teodolito	3.00	3,600.00	60%	19,440.00
1	Taladro Magnetico	1.30	3,600.00	60%	2,808.00
100	Cuerpo de Andamio	0.15	3,600.00	60%	32,400.00
10	Estrobo de 5/8" , 7/8" x 5.00 r	0.18	3,600.00	60%	3,888.00
40	Grilletes de 1/2" , 3/4" , 5/8"	0.10	3,600.00	60%	8,640.00
10	Grampas de ø 5/8" y ø 3/4"	0.04	3,600.00	60%	828.00
4	Comba	0.15	3,600.00	60%	1,296.00
2	Soga	0.20	3,600.00	60%	864.00
100	Tablón de 2" x 250 mm. x 2.30 m.	0.10	3,600.00	60%	21,600.00
20	Cajón Metálico	0.07	3,600.00	60%	3,024.00
8	Tablero Eléctrico de 3 salidas	0.15	3,600.00	60%	2,592.00
10	Maletín para mecánico	0.25	3,600.00	60%	5,400.00
10	Maletín para calderero	0.25	3,600.00	60%	5,400.00
0	Estructura de Maniobras	2.00	3,600.00	60%	0.00
			<b>SUB TOTAL US \$</b>		<b>166,284.00</b>
<b>Montacarga de 10tn</b>			<b>Dias</b>	<b>Costo Alq./dia</b>	<b>Parcial</b>
(	240.00 US \$ / dia )		180.00	240.00	43,200.00
	% Utilización	0.00%			
			<b>SUB TOTAL US \$</b>		<b>43,200.00</b>
<b>Grua de 30 tn</b>			<b>Dias</b>	<b>Costo Alq./dia</b>	<b>Parcial</b>
(	920.00 US \$ / dia )		180.00	920.00	165,600.00
	% Utilización	0.00%			
			<b>SUB TOTAL US \$</b>		<b>165,600.00</b>
<b>Grua de 50 tn</b>			<b>Dias</b>	<b>Costo Alq./dia</b>	<b>Parcial</b>
(	540.00 US \$ / dia )		180.00	540.00	97,200.00
	% Utilización	0.00%			
			<b>SUB TOTAL US \$</b>		<b>97,200.00</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>		US \$ :			<b>2,043,047.45</b>
G. G.	0.00%	US \$ :			<b>0.00</b>
UTILIDAD	0.00%	US \$ :			<b>0.00</b>
VALOR VENTA		US \$ :			<b>2,043,047.45</b>
<b>PESO TOTAL</b>		Kg.			<b>2,500,000.00</b>
<b>VALOR VENTA TOTAL</b>		US \$			<b>2,043,047.45</b>
<b>VALOR VENTA UNITARIO</b>		US \$ / Kg.			<b>0.82</b>
<b>Montaje del Puente Colgante Billinghurst</b>			<b>2500000.0</b>	<b>0.82</b>	<b>2,050,000.00</b>

Este es análisis de precio unitarios del Montaje del Puente Colgante, incluye los materiales, mano de obra, equipos y herramientas. De este análisis se obtiene el precio unitario de montaje de 0.82 US\$/kg.

## CONCLUSIONES

- Luego de realizar el montaje de una sección de viga de rigidez (módulo), se debe verificar el alineamiento de los cables del puente, de acuerdo al marcado en los cables, en las cámaras de anclaje y en la silla de pilón.
- Durante la construcción se debe controlar de manera permanente la flecha generada por el cable y que este de acuerdo al diseño considerando que a lo largo de la construcción la estructura del puente está sometido a las condiciones climáticas locales (viento, sismos, temperatura).
- Los Costos de Montaje no solo deben ser evaluados por el peso de la estructura como material sino también por la producción y/o rendimiento del personal a cargo de la labor de montaje.

- Para elaborar un presupuesto por análisis de precios unitarios, es mejor que todos los involucrados del proyecto (juicio de expertos) participen e identifiquen las tareas críticas haciendo un análisis de riesgo que permitan mitigar posibles retrasos durante la ejecución del proyecto.
- Se debe realizar el control dimensional de los módulos durante todo el proceso de Montaje a fin de optimizar tiempos en el empernado de las uniones.
- Los análisis de costos de montaje deben tomar en consideración los equipos y estructuras a utilizar tomando en consideración los rendimientos que se pueden obtener, optimizando el costeo por ratios (ejemplo: U\$/ton)

## BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials  
Standard Specifications for Highway Bridges.
- ANSI: American National Standards Institute
- ASME: American Society of Mechanical Engineer
- ASTM: American Society for Testing and Materials
- AWS: American Welding Society. Structural Welding Code AWS D1.1
- DIN: Instituto Alemán de Normalización
- EN 12385-10 European Standard: Spiral ropes for general structural applications
- Reglamento Nacional de Edificaciones
- SSPC: Steel Structures Painting Council

## PLANOS

- Arreglo General Eje A Viga de Rigidez (Ejes 0 @ 13 / 53 @ 66)  
Planos: 5582-PB-AG-001
- Arreglo General Eje A Viga de Rigidez Ejes 13 @ 33  
Planos: 5582-PB-AG-002
- Arreglo General Eje A Ejes 13 @ 53  
Planos: 5582-PB-AG-003
- Arreglo General  
Planos: 5582-PB-AG-004
- Arreglo General – Marcas Eje 0 @ Eje 1 / Eje 66 @ Eje 65  
Planos: 5582-PB-ES-F001
- Arreglo General – Marcas Eje 12 @ Eje 13 / Eje 54 @ Eje 53  
Planos: 5582-PB-ES-F002
- Arreglo General – Marcas Eje 13 @ Eje 14 / Eje 53 @ Eje 52  
Planos: 5582-PB-ES-F003
- Viga de Rigidez Ejes 1 @ 12/14 @ 52/54 @ 65  
Planos: 5582-PB-ES-F004
- Viga de Rigidez Ejes 1 @ 12/14 @ 52/54 @ 65  
Planos: 5582-PB-ES-F004A
- Viga de Rigidez Secciones  
Planos: 5582-PB-ES-F004B

- Viga de Rigidez Barandas  
Planos: 5582-PB-ES-F004C
- Vigas Transversales Ejes 0.5 @ 12.5/13.5 @ 52.5/53.5 @ 65.5  
Planos: 5582-PB-ES-F005
- Vigas Transversales - Vista C Ejes 1 @ 12/14 @ 52/54 @ 65  
Planos: 5582-PB-ES-F005A
- Detalles Ejes 1 @ 12/14 @ 52/54 @ 65  
Planos: 5582-PB-ES-F005B
- Vigas Transversales Eje 0/66  
Planos: 5582-PB-ES-F006
- Vigas Transversales Eje 13/53  
Planos: 5582-PB-ES-F007
- Arriostres de Vigas Transversales Arriostres – 1 @ 20  
Planos: 5582-PB-ES-F008
- Arriostres Horizontales Arriostres – 25 @ 28/30 @ 33/36 @ 39  
Planos: 5582-PB-ES-F008A
- Cuerpo de Pilonos Arreglo  
Planos: 5582-PB-ES-F009
- Arreglo de Pilonos Estructura - Marcas  
Planos: 5582-PB-ES-F009A
- Vástago de Pilón Detalles – Metrado General  
Planos: 5582-PB-ES-F009B
- Silla de Cambio en Pilón Detalles  
Planos: 5582-PB-ES-F009.1
- Arriostres de Pilonos Arriostres – 8 @ 14  
Planos: 5582-PB-ES-F010

- Arriostres de Pilones Arriostres – 8 @ 14  
Planos: 5582-PB-ES-F010A
- Apoyo de Pilón Detalles  
Planos: 5582-PB-ES-F011
- Cabeza de Cables  
Planos: 5582-PB-ES-F012
- Pinzas para las Péndolas  
Planos: 5582-PB-ES-F013
- Pinzas para las Péndolas  
Planos: 5582-PB-ES-F013A
- Cable Portante y Péndolas  
Planos: 5582-PB-ES-F014
- Cable Portante y Péndolas  
Planos: 5582-PB-ES-F014A
- Silla de Cambio de Bloque de Anclaje Despiece  
Planos: 5582-PB-ES-F015
- Silla de Cambio de Bloque de Anclaje Detalles  
Planos: 5582-PB-ES-F015A
- Silla de Cambio de Bloque de Anclaje Despiece  
Planos: 5582-PB-ES-F015B
- Apoyo Pendular y de Contraviento en 2,3 & 5 Apoyo Pendular y Contraviento en Pilón 3  
Planos: 5582-PB-ES-F016
- Apoyo Pendular y de Contraviento en 2,3 & 5 Apoyo de Contraviento en 2 & 5  
Planos: 5582-PB-ES-F016A

- Apoyo Pendular y de Contraviento en 2,3 & 5 Apoyos Pendulares en 2 & 5  
Planos: 5582-PB-ES-F016B
- Apoyo Pendular y Montante de Contravientos en 4  
Planos: 5582-PB-ES-F016C
- Dilatación de Estribo Secciones  
Planos: 5582-PB-ES-F017
- Dilatación de Estribo Detalles  
Planos: 5582-PB-ES-F017A
- Dilatación de Estribo Arreglo  
Planos: 5582-PB-ES-F018
- Dilatación de Estribo Detalles  
Planos: 5582-PB-ES-F018A
- Estribo de Anclaje Margen Izquierda Vista General  
Planos: 5582-PB-ES-F019
- Estribo de Anclaje – Izquierdo Detalles  
Planos: 5582-PB-ES-F019A
- Estribo de Anclaje – Derecho Vista General  
Planos: 5582-PB-ES-F020
- Estribo de Anclajes Batería de Tubos  
Planos: 5582-PB-ES-F021
- Estribo de Anclajes Batería de Tubos  
Planos: 5582-PB-ES-F021A
- Pinza para Adicional y Protección de Cables Portantes  
Planos: 5582-PB-ES-F022

## APÉNDICE

- ANEXO 1: AASHTO Table 3.4.1-2—Load Factors for Permanent Loads,  $\gamma_p$
- ANEXO 2: Hoja Técnica Pintura Base Dimetcote 9
- ANEXO 3: Hoja Técnica Pintura Intermedia Amerlock 400.
- ANEXO 4: Hoja Técnica Pintura de Acabado Amercoat 450 HS
- ANEXO 5: ISO 2768-1 Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications.
- ANEXO 6: ISO 2768-2 Geometrical tolerances for features without individual tolerance indications.
- ANEXO 7: Tabla de selección de rodamiento DIN 625
- ANEXO 8: Tabla para selección del Cables de Puentes
- ANEXO 9: Tabla para Designación de Pernos Características Mecánicas

## ANEXO 1

3-14

AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS

Table 3.4.1-2—Load Factors for Permanent Loads,  $\gamma_p$ 

Type of Load, Foundation Type, and Method Used to Calculate Downdrag		Load Factor	
		Maximum	Minimum
<i>DC</i> : Component and Attachments		1.25	0.90
<i>DC</i> : Strength IV only		1.50	0.90
<i>DD</i> : Downdrag	Piles, $\alpha$ Tomlinson Method	1.4	0.25
	Piles, $\lambda$ Method	1.05	0.30
	Drilled shafts, O'Neill and Reese (1999) Method	1.25	0.35
<i>DW</i> : Wearing Surfaces and Utilities		1.50	0.65
<i>EH</i> : Horizontal Earth Pressure			
• Active		1.50	0.90
• At-Rest		1.35	0.90
• <i>AEP</i> for anchored walls		1.35	N/A
<i>EL</i> : Locked-in Construction Stresses		1.00	1.00
<i>EV</i> : Vertical Earth Pressure			
• Overall Stability		1.00	N/A
• Retaining Walls and Abutments		1.35	1.00
• Rigid Buried Structure		1.30	0.90
• Rigid Frames		1.35	0.90
• Flexible Buried Structures other than Metal Box Culverts		1.95	0.90
• Flexible Metal Box Culverts and Structural Plate Culverts with Deep Corrugations		1.50	0.90
<i>ES</i> : Earth Surcharge		1.50	0.75

Table 3.4.1-3—Load Factors for Permanent Loads Due to Superimposed Deformations,  $\gamma_p$ 

Bridge Component	<i>PS</i>	<i>CR, SH</i>
Superstructures—Segmental Concrete Substructures supporting Segmental Superstructures (see 3.12.4, 3.12.5)	1.0	See $\gamma_p$ for <i>DC</i> , Table 3.4.1-2
Concrete Superstructures—non-segmental	1.0	1.0
Substructures supporting non-segmental Superstructures		
• using $I_g$	0.5	0.5
• using $I_{effective}$	1.0	1.0
Steel Substructures	1.0	1.0

## ANEXO 2

**DIMETCOTE 9**

Imprimante a base de zinc inorgánico

**AMERCOAT™****DESCRIPCIÓN, VENTAJAS Y USOS**

- El mejor imprimante contra la corrosión. Llamado también "galvanizado en frío" porque evita la corrosión del acero mediante protección galvánica.
- En una sola capa brinda desempeño sobresaliente en diferentes condiciones atmosféricas.
- Alto contenido de polvo de zinc que asegura una prolongada protección y bajos costos de mantenimiento.
- Alta resistencia a la abrasión.
- Aplicado con airless o equipo convencional no produce over spray, inclusive en climas calientes.
- Gran aplicabilidad incluyendo filos y esquinas.
- Mínima área de quemada durante trabajos de soldadura, reduciendo áreas de retoque.
- Con una sola capa, sin acabado, soporta soluciones salinas, derivados de petróleo, solventes, aceite animal y aceite vegetal.
- Cumple especificación SSPC-Paint 20 para pinturas ricas en zinc.
- Satisface la norma ASHTO y la especificación AISC para juntas empernadas en puentes.
- Cumple con Norma NORSOK M501 (sistema 1) y servicio en ISO 12944 - C5M.
- Donde se quiera reducir la frecuencia de mantenimiento.
- En una sola capa, para pintado de estructuras metálicas sometidas a ambientes rurales o marinos. Y con un acabado epóxico si se tiene ambientes industriales de alta corrosividad.
- Plataformas marinas, estructuras, tuberías, exteriores de tanques, puentes, pilotes, diques y en general toda estructura de acero donde se requiera mantenimiento mínimo.

**DATOS FÍSICOS**

<b>Acabado</b>	Mate	<b>% de zinc en película seca</b>	86%
<b>Color</b>	Verde	<b>Espesor película seca</b>	2 - 5 mils (50 - 125 micrones)
<b>Componentes</b>	Dos	<b>Rendimiento teórico</b>	36.9 m <sup>2</sup> /gal a 2.5 mils seco
<b>Relación de mezcla (En volumen)</b>	0.77 de líquido 0.23 de polvo	<b>Disolvente</b>	Amercoat 101ZN
<b>Curado</b>	Evaporación de solventes y reacción con la humedad atmosférica	<b>Tiempo de vida útil</b>	24 horas a 21 °C
<b>Sólidos en volumen</b>	62% ± 3%	<b>Resistencia a la temperatura</b>	En seco 400 °C

*El rendimiento real depende de las condiciones de aplicación y del estado de la superficie.*

*A temperaturas mayores a 180 °C el color del Dimetcote 9 puede variar.*

*Para mayores detalles de resistencia física y química consultar con el Departamento Técnico de CPPQ.*

**PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE**

- **Acero nuevo**  
Arenado comercial según norma SSPC-SP6.
- **Acero antiguo**  
Arenado cercano al metal blanco según norma SSPC-SP10.

*La duración de la pintura depende del grado de preparación de la superficie.*

*El perfil de rugosidad recomendado es de 1 a 3 mils (25 a 75 micrones). Valores mayores son aceptables, pero requieren que se incremente el espesor de película seca para equiparar la protección.*

**MÉTODO DE APLICACIÓN**

- **Equipo airless**  
Similar a Graco Bulldog 33:1 boquilla 0.021" a 0.023" con filtro malla 30.
- **Equipo convencional a presión**  
Similar a Devilbiss MBC-Zinc boquilla 64D con regulador de presión, filtros de aceite y humedad. Además requiere agitación constante.

**TIEMPOS SECADO 21 °C (ASTM D1640)**

Al tacto	5 – 10 minutos
Al tacto duro	10 – 20 minutos
Repintado mínimo	24 horas
Repintado máximo	
Consigo mismo	24 horas
Acabado mínimo	Ilimitado

**CONDICIONES DE APLICACIÓN**

Temperatura	Minima	Maxima
De la superficie	-18 °C	54 °C
Del ambiente	-18 °C	49 °C
Humedad Relativa	50%	90%

La temperatura de la superficie debe ser 3 °C mayor que el punto de rocío.

**PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN**

1. Verifique que se disponga de todos los componentes, además del disolvente recomendado.
2. Homogenice la pintura agitando el componente líquido. Use un agitador tipo Jiffy neumático.
3. Vierta el líquido en un envase limpio, agite y agregue el polvo lentamente mezclando totalmente los dos componentes.
4. Para facilitar la aplicación agregue un máximo de 1/4 de galón del disolvente Amercoat 101ZN por galón de pintura preparada y agite la mezcla otra vez.
5. Filtre la mezcla con una malla 30 y aplique adecuadamente.
6. Aplique la pintura preparada antes de sobrepasar su tiempo de vida útil. Se aplicará una capa uniforme de pasadas paralelas traslapadas en 50%.
7. De no alcanzarse el espesor recomendado, aplique una capa adicional antes de las 24 horas.
8. Aplique el acabado dentro del "tiempo de repintado" recomendado.

**IMPRIMANTES RECOMENDADOS**

- No requiere imprimante.

**ACABADOS RECOMENDADOS**

- Para pintar acabados, realizar un "mist coat" o "thin coat". Sólo así se reducirá la formación de pinholes y ampollas.
- Se pueden usar los siguientes productos: Amercoat 385, Amerlock 400, acabados epóxicos similares AMERCOAT.

**DATOS DE ALMACENAMIENTO**

▪ Peso por galón		9.1 ± 0.2 Kg
	Líquido	3.0 Kg
	Polvo	6.1 Kg
▪ Punto de inflamación		
	Líquido	17 °C

Se garantiza buena estabilidad en almacenamiento hasta por 6 meses si se almacena bajo techo a temperaturas entre 4 °C a 38 °C.

**PRECAUCIONES DE SEGURIDAD**

- Lea la hoja de seguridad de cada componente antes del empleo.
- El uso o manipuleo inapropiado de este producto puede ser nocivo para la salud o causar explosión.
- No use este producto sin antes tomar todas las precauciones de seguridad. Estas deben incluir: adecuada ventilación, iluminación a prueba de explosión, vestimentas adecuadas, guantes, máscaras para vapores orgánicos o con alimentación de aire sobre todo en espacios limitados como interiores de tanque u otros.
- Si usted necesita mayores detalles, consultar con el Departamento Técnico de CPPQ S.A.

## ANEXO 3

**AMERLOCK 400**

Epóxico de alto contenido de sólidos

**AMERCOAT<sup>®</sup>****DESCRIPCIÓN, VENTAJAS Y USOS**

- Recubrimiento de alta performance para mantenimiento.
- Base y acabado a la vez, compatible sobre diferentes pinturas antiguas bien adheridas.
- Puede ser repintado con diferentes capas de acabado.
- Tolera superficies con alta humedad y restos de óxido bien adherido.
- Se obtienen espesores mayores a 5 mils por capa.
- Bajo VOC y alto contenido de sólidos, lo cual reduce posibilidad de discontinuidades o solvente atrapado entre capas.
- Cura a baja temperatura (-6 °C) con catalizador FD.
- Amplia variedad de colores, incluyendo el aluminio.
- Se aplica sobre superficies nuevas o antiguas de acero, galvanizado, concreto, madera y fibra de vidrio.
- Aplicables en zonas donde es imposible el "arenado".
- Para mantenimiento de estructuras metálicas o concreto en plantas químicas, mineras, pesqueras, de alimentos, petroquímicas.
- Exteriores de tanques de almacenamiento de combustible y en general.
- Interiores de tanques para almacenamiento de agua potable.
- Protección de pisos y superficies de concreto en almacenes, plantas de alimentos, hangares, cámaras de frío.

**CALIFICACIONES**

- Aprobado para contacto con agua potable.
- Aprobado por USDA (contacto incidental con alimentos).
- Cumple NFPA Clase A pintura retardadora de fuego.

**DATOS FÍSICOS**

<b>Acabado</b>	Semi Mate	<b>Sólidos en volumen</b>	83% ± 3%
<b>Color</b>	Según cartilla (*)	<b>Espesor película seca</b>	4 - 8 mils (100 - 200 micrones)
(*) El color blanco y los colores claros podrían mostrar amarillamiento en el tiempo. Los colores amarillo, rojo y naranja se decolorarán más rápido que otros debido al reemplazo de pigmentos.		<b>Número de capas</b>	1 o 2
<b>Componentes</b>	Dos	<b>Rendimiento teórico</b>	24.7 m <sup>2</sup> /galon a 5 mils seco
<b>Relación de la mezcla (en volumen)</b>	1 de resina (parte A) 1 de catalizador (parte B)	<b>Disolvente</b>	Amercoat 65
<b>Curado</b>	Evaporación de solventes y reacción química	<b>Tiempo de vida útil FD</b>	2 ½ horas a 21 °C 1 ½ horas a 21 °C
		<b>Resistencia a la temperatura en seco</b>	Continuo 93 °C Intermitente 177 °C

El rendimiento real depende de las condiciones de aplicación y del estado de la superficie.

Para mayores detalles de resistencia física y química consultar con el Departamento Técnico de CPPQ.

**PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE**

- **Acero nuevo**  
Arenado comercial según norma SSPC-SP6 o algún imprimante recomendado.
- **Acero con pintura antigua**  
Limpieza manual mecánica según norma SSPC-SP2 o SSPC-SP3, o limpieza con agua a ultra alta presión según norma SSPC-SP12, mínimo WJ3-M.
- **Concreto**  
Limpieza según norma ASTM D4259 ("arenado") o ASTM D4260 (ataque ácido).
- **Galvanizado**  
Lavar con compuesto neutro o detergente industrial.

La duración de la pintura depende del grado de preparación de la superficie.

Para servicio de inmersión se acepta como mínimo un "arenado" cercano al metal blanco según norma SSPC-SP10 o SSPC-SP12 WJ2-L en caso de mantenimiento.

## MÉTODO DE APLICACIÓN

- **Equipo airless.**  
Similar a Graco Bulldog 30:1 boquilla 0.019" a 0.021" con filtro malla 60.
- **Equipo convencional a presión.**  
Similar a Devilbiss JGA-502 boquilla 704E con regulador de presión, filtros de aceite y humedad.
- **Brocha y rodillo.**  
Resistentes a disolventes epóxicos.

## TIEMPOS SECADO a 21 °C (ASTM 1640)

Al tacto	3 - 5 horas
Amerlock 400FD	2 - 4 horas
Al tacto duro	18 - 22 horas
Amerlock 400FD	4.5 - 6 horas
Repintado mínimo	16 horas
Amerlock 400FD	3.5 horas
Repintado máximo	
Amerlock 400	3 meses
Amerlock 400FD	1 mes
Amercoat 450HS/Amershield	1 mes
Amercoat 5401	1 día

## CONDICIONES DE APLICACIÓN

Temperatura	Minima	Máxima
De la superficie	4 °C	50 °C
Del ambiente	4 °C	50 °C
Humedad Relativa		85%
La temperatura de la superficie debe ser 3 °C mayor que el punto de rocío.		

## PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

1. Verifique que se disponga de todos los componentes, además del disolvente recomendado.
2. Homogenice la pintura, agitando por separado cada uno de sus componentes. Use un agitador neumático.
3. Vierta la resina en un envase limpio y luego el catalizador.
4. Mezcle totalmente los dos componentes usando el agitador.
5. Para facilitar la aplicación agregue un máximo de 1/8 de galón del disolvente Amercoat 65 por galon de pintura preparada y agite la mezcla otra vez.
6. Filtre la mezcla con una malla 30 y aplique adecuadamente.
7. Aplique la pintura preparada antes de sobrepasar su tiempo de vida útil.
8. Repintar dentro del "tiempo de repintado" recomendado.

## IMPRIMANTES RECOMENDADOS

- Dimetcote 9, Dimetcote 9FT, Amercoat 68HS, Amercoat 71.

## ACABADOS RECOMENDADOS

- Amerlock 400
- Amershield
- Amercoat 450HS

## DATOS DE ALMACENAMIENTO

- **Peso por galón**

Resina	5.3 ± 0.1 Kg
Catalizador	5.3 ± 0.1 Kg
- **Punto de inflamación**

Resina	42 °C
Catalizador	17 °C

Se garantiza buena estabilidad en almacenamiento hasta por 12 meses si se almacena bajo techo a temperaturas entre 4 °C a 38 °C.

## PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

- Lea la hoja de seguridad de cada componente antes del empleo.
- El uso o manipuleo inapropiado de este producto puede ser nocivo para la salud o causar explosión.
- No use este producto sin antes tomar todas las precauciones de seguridad. Estas deben incluir: adecuada ventilación, iluminación a prueba de explosión, vestimentas adecuadas, guantes, mascarás para vapores orgánicos o con alimentación de aire sobre todo en espacios limitados como interiores de tanque u otros.
- Si usted necesita mayores detalles, consultar con el Departamento Técnico de CPPQ S.A.

## ANEXO 4

# AMERCOAT 450HS

## Poliuretano alifático de alto brillo

# AMERCOAT<sup>®</sup>

### DESCRIPCIÓN, VENTAJAS Y USOS

- Buena resistencia a exteriores con excelente retención del brillo y color.
- Resistente a diferentes tipos de ambientes corrosivos.
- Resistente a manchas y fácil de limpiar.
- Duro, flexible y resistente a la abrasión.
- Resiste salpicaduras de soluciones acidas y alcalinas, vapores acidos, salpicaduras de solventes y agua.
- Soporta servicio en ambientes ISO 12944 - C5M.
- Disponible en versión anti hongos.
- Como capa de acabado donde se requiera una óptima apariencia y resistencia a ambientes corrosivos.
- Acabado de exteriores de tanques, estructuras maquinarias.

### DATOS FÍSICOS

<b>Acabado</b>	Brillante	<b>Sólidos en volumen</b>	66% + 3%
<b>Color</b>	Segun cartilla (*)	<b>Barniz</b>	52% + 3%
(*) En algunos se podría requerir capas adicionales para obtener un adecuado cubrimiento (especialmente amarillo, rojo y naranja, los cuales se decoloraran mas rapido que otros debido al reemplazo de pigmentos.		<b>Espesor película seca</b>	2 - 3 mils (50 - 75 micrones)
<b>Componentes</b>	Dos	<b>Rendimiento teórico</b>	
<b>Relación de la mezcla (en volumen)</b>	4 de resina (parte A) 1 de catalizador (parte B)	Esmalte	49.2 m <sup>2</sup> gal a 2 mils
<b>Curado</b>	Evaporacion de solvente y reaccion quimica	Barniz	38.7 m <sup>2</sup> gal a 2 mils
		<b>Disolvente</b>	Amercoat 101PU
		<b>Tiempo de vida útil</b>	2 horas a 21°C.
		<b>Resistencia a la temperatura en seco</b>	
		Continua	93 °C
		Intermitente	121 °C

El rendimiento real depende de las condiciones de aplicacion y del estado de la superficie.

Para mayores detalles de resistencia fisica y quimica consultar con el Departamento Tecnico de CPPQ

### PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

- **Sobre imprimante epóxico**  
Limpiar para eliminar suciedad y contaminantes.

La duracion de la pintura depende del grado de preparacion de la superficie.

### MÉTODO DE APLICACIÓN

- **Equipo airless**  
Similar a Graco Bulldog 30:1 boquilla 0.015" a 0.017" con filtro malla 60.
- **Equipo convencional a presión**  
Similar a Devilbiss JGA-502 boquilla 704E con regulador de presión, filtros de aceite y humedad.

**TIEMPOS DE SECADO 21 °C (ASTM D1640)**

Al tacto 20 - 60 minutos

Al tacto duro 8 - 10 horas

**Repintado mínimo**

	32 °C	21 °C	10 °C
Horas	2	4	12

**Repintado máximo**

	32 °C	21 °C	10 °C
Días	7	30	60

**CONDICIONES DE APLICACIÓN**

Temperatura Mínima Máxima

De la superficie -7 °C 49 °C

Del ambiente -7 °C 49 °C

Humedad Relativa 85%

La temperatura de la superficie debe ser 3 °C

mayor que el punto de rocío

**PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN**

1. Verifique que se disponga de todos los componentes, además del disolvente recomendado.
2. Homogenice la pintura, agitando por separado cada uno de sus componentes. Use un agitador neumático.
3. Vierta la resina en un envase limpio y luego el catalizador.
4. Mezcle totalmente los dos componentes usando el agitador.
5. Para facilitar la aplicación agregue un máximo de 1/4 de galón del disolvente Amercoat 101PU por galón de pintura preparada y agite la mezcla otra vez.
6. Filtre la mezcla con una malla 30 y aplique adecuadamente.
7. Aplique la pintura preparada antes de sobrepasar su tiempo de vida útil.
8. Repintar dentro del "tiempo de repintado" recomendado.

**IMPRIMANTES RECOMENDADOS**

Con 1 mes de secado máximo:

- Amerlock 400
- Amercoat 385
- Imprimante epóxico similar AMERCOAT.

**ACABADOS RECOMENDADOS**

- No requiere.

**DATOS DE ALMACENAMIENTO**

- Peso por galón
 

Resina	5.2 ± 0.1 Kg
Catalizador	3.8 ± 0.1 Kg
- Punto de inflamación
 

Resina	27 °C
Catalizador	38 °C

Se garantiza buena estabilidad en almacenamiento hasta por 12 meses para la resina y 6 meses para el catalizador si se almacena bajo techo a temperaturas entre 4 °C a 38 °C.

**PRECAUCIONES DE SEGURIDAD**

- Lea la hoja de seguridad de cada componente antes del empleo.
- El uso o manipuleo inapropiado de este producto puede ser nocivo para la salud o causar explosión.
- No use este producto sin antes tomar todas las precauciones de seguridad. Estas deben incluir: adecuada ventilación, iluminación a prueba de explosión, vestimentas adecuadas, guantes, máscaras para vapores orgánicos o con alimentación de aire sobre todo en espacios limitados como interiores de tanque u otros.
- Si usted necesita mayores detalles, consultar con el Departamento Técnico de CPPQ S.A.

## ANEXO 5

INTERNATIONAL STANDARD

ISO 2768-1 : 1989 (E)

**General tolerances —****Part 1 :****Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications****1 Scope**

This part of ISO 2768 is intended to simplify drawing indications and it specifies general tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications in four tolerance classes.

NOTE 1 — The concepts behind the general tolerancing of linear and angular dimensions are described in annex A.

It applies to the dimensions of parts that are produced by metal removal or parts that are formed from sheet metal.

**NOTES**

2 These tolerances may be suitable for use with materials other than metal.

3 Parallel International Standards exist or are planned, e.g. see ISO 8062<sup>1)</sup> for castings.

This part of ISO 2768 only applies for the following dimensions which do not have an individual tolerance indication :

a) linear dimensions (e.g. external sizes, internal sizes, step sizes, diameters, radii, distances, external radii and chamfer heights for broken edges);

b) angular dimensions, including angular dimensions usually not indicated, e.g. right angles (90°), unless reference to ISO 2768-2 is made, or angles of uniform polygons;

c) linear and angular dimensions produced by machining assembled parts.

It does not apply for the following dimensions :

a) linear and angular dimensions which are covered by reference to other standards on general tolerances;

b) auxiliary dimensions indicated in brackets;

c) theoretically exact dimensions indicated in rectangular frames.

**2 General**

When selecting the tolerance class, the respective customary workshop accuracy has to be taken into consideration. If smaller tolerances are required or larger tolerances are permissible and more economical for any individual feature, such tolerances should be indicated adjacent to the relevant nominal dimension(s).

General tolerances for linear and angular dimensions apply when drawings or associated specifications refer to this part of ISO 2768 in accordance with clauses 4 and 5. If there are general tolerances for other processes, as specified in other International Standards, reference shall be made to them on the drawings or associated specifications. For a dimension between an unfinished and a finished surface, e.g. of cast or forged parts, for which no individual tolerance is directly indicated, the larger of the two general tolerances in question applies, e.g. for castings, see ISO 8062<sup>1)</sup>.

**3 Normative references**

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of ISO 2768. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this part of ISO 2768 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

ISO 2768-2 : 1989, *General tolerances — Part 2: Geometrical tolerances for features without individual tolerance indications.*

ISO 8015 : 1985, *Technical drawings — Fundamental tolerancing principle.*

**4 General tolerances****4.1 Linear dimensions**

General tolerances for linear dimensions are given in tables 1 and 2.

## ISO 2768-1 : 1989 (E)

## 4.2 Angular dimensions

General tolerances specified in angular units control only the general orientation of lines or line elements of surfaces, but not their form deviations.

The general orientation of the line derived from the actual surface is the orientation of the contacting line of ideal geometrical form. The maximum distance between the contacting line and the actual line shall be the least possible value (see ISO 8015).

The permissible deviations of angular dimensions are given in table 3.

## 5 Indications on drawings

If general tolerances in accordance with this part of ISO 2768 shall apply, the following information shall be indicated in or near the title block:

a) "ISO 2768";

b) the tolerance class in accordance with this part of ISO 2768.

EXAMPLE

ISO 2768-m

## 6 Rejection

Unless otherwise stated, workpieces exceeding the general tolerance shall not lead to automatic rejection provided that the ability of the workpiece to function is not impaired (see clause A.4).

Table 1 — Permissible deviations for linear dimensions except for broken edges (external radii and chamfer heights, see table 2)

Values in millimetres

Tolerance class		Permissible deviations for basic size range							
Designation	Description	0,5 <sup>1)</sup> up to 3	over 3 up to 6	over 6 up to 30	over 30 up to 120	over 120 up to 400	over 400 up to 1 000	over 1 000 up to 2 000	over 2 000 up to 4 000
f	fine	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5	—
m	medium	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2
c	coarse	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	± 3	± 4
v	very coarse	—	± 0,5	± 1	± 1,5	± 2,5	± 4	± 6	± 8

1) For nominal sizes below 0,5 mm, the deviations shall be indicated adjacent to the relevant nominal size(s).

Table 2 — Permissible deviations for broken edges (external radii and chamfer heights)

Values in millimetres

Tolerance class		Permissible deviations for basic size range		
Designation	Description	0,5 <sup>1)</sup> up to 3	over 3 up to 6	over 6
f	fine	± 0,2	± 0,5	± 1
m	medium			
c	coarse	± 0,4	± 1	± 2
v	very coarse			

1) For nominal sizes below 0,5 mm, the deviations shall be indicated adjacent to the relevant nominal size(s).

Table 3 — Permissible deviations of angular dimensions

Tolerance class		Permissible deviations for ranges of lengths, in millimetres, of the shorter side of the angle concerned				
Designation	Description	up to 10	over 10 up to 50	over 50 up to 120	over 120 up to 400	over 400
f	fine	± 1°	± 0°30'	± 0°20'	± 0°10'	± 0°5'
m	medium	± 1°30'	± 1°	± 0°30'	± 0°15'	± 0°10'
c	coarse					
v	very coarse	± 3°	± 2°	± 1°	± 0°30'	± 0°20'

## Annex A (informative)

### Concepts behind general tolerancing of linear and angular dimensions

**A.1** General tolerances should be indicated on the drawing by reference to this part of ISO 2768 in accordance with clause 5.

The values of general tolerances correspond to tolerance classes of customary workshop accuracy, the appropriate tolerance class being selected and indicated on the drawing according to the requirement for the components.

**A.2** Above certain tolerance values, there is usually no gain in manufacturing economy by enlarging the tolerance. For example, a feature having a 35 mm diameter could be manufactured to a high level of conformance in a workshop with "customary medium accuracy". Specifying a tolerance of  $\pm 1$  mm would be of no benefit in this particular workshop, as the general tolerance values of  $\pm 0,3$  mm would be quite adequate.

However, if, for functional reasons, a feature requires a smaller tolerance value than the "general tolerances", then that feature should have the smaller tolerance indicated individually adjacent to the dimension defining its size or angle. This type of tolerance falls outside the scope of general tolerances.

In cases where the function of a feature allows a tolerance equal to or larger than the general tolerance values, these should not be indicated adjacent to the dimension but should be stated on the drawing as described in clause 5. This type of tolerance allows full use of the concept of general tolerancing.

There will be "exceptions to the rule" where the function of the feature allows a larger tolerance than the general tolerances, and the larger tolerance will provide manufacturing economy. In these special cases, the larger tolerance should be indicated individually adjacent to the dimension for the particular feature, e.g. the depth of blind holes drilled at assembly.

**A.3** Using general tolerances leads to the following advantages:

- a) drawings are easier to read and thus communication is made more effective to the user of the drawing;
- b) the design draughtsman saves time by avoiding detailed tolerance calculations as it is sufficient only to know that the function allows a tolerance greater than or equal to the general tolerance;

c) the drawing readily indicates which feature can be produced by normal process capability, which also assists quality engineering by reducing inspection levels;

d) those dimensions remaining, which have individually indicated tolerances, will, for the most part, be those controlling features for which the function requires relatively small tolerances and which therefore may require special effort in the production — this will be helpful for production planning and will assist quality control services in their analysis of inspection requirements;

e) purchase and sub-contract supply engineers can negotiate orders more readily since the "customary workshop accuracy" is known before the contract is placed; this also avoids arguments on delivery between the buyer and the supplier, since in this respect the drawing is complete.

These advantages are fully obtained only when there is sufficient reliability that the general tolerances will not be exceeded, i.e. when the customary workshop accuracy of the particular workshop is equal to or finer than the general tolerances indicated in the drawing.

The workshop should, therefore

find out by measurements what its customary workshop accuracy is;

accept only those drawings having general tolerances equal to or greater than its customary workshop accuracy;

check by sampling that its customary workshop accuracy does not deteriorate.

Relying on undefined "good workmanship" with all its uncertainties and misunderstandings is no longer necessary with the concept of general geometrical tolerances. The general geometrical tolerances define the required accuracy of "good workmanship".

**A.4** The tolerance the function allows is often greater than the general tolerance. The function of the part is, therefore, not always impaired when the general tolerance is (occasionally) exceeded at any feature of the workpiece. Exceeding the general tolerance should lead to a rejection of the workpiece only if the function is impaired.

## ANEXO 6

INTERNATIONAL STANDARD

ISO 2768-2 : 1989 (E)

**General tolerances —****Part 2 :  
Geometrical tolerances for features without individual  
tolerance indications****1 Scope**

This part of ISO 2768 is intended to simplify drawing indications and specifies general geometrical tolerances to control those features on the drawing which have no respective individual indication. It specifies general geometrical tolerances in three tolerance classes.

This part of ISO 2768 mainly applies to features which are produced by removal of material. Its application to features manufactured by other processes is possible; however, special examination is required to ascertain whether the customary workshop accuracy lies within the general geometrical tolerances specified in this part of ISO 2768.

**2 General**

When selecting the tolerance class, the respective customary workshop accuracy has to be taken into consideration. If smaller geometrical tolerances are required or larger geometrical tolerances are permissible and more economical for any individual feature, such tolerances should be indicated directly in accordance with ISO 1101 (see clause A.2).

General geometrical tolerances in accordance with this part of ISO 2768 apply when drawings or associated specifications refer to this part of ISO 2768 in accordance with clause 6. They apply to features which do not have respective individual geometrical tolerance indications.

General geometrical tolerances apply to all geometrical tolerance characteristics, excluding cylindricity, profile of any line, profile of any surface, angularity, coaxiality, positional tolerances and total run-out.

In any event, general geometrical tolerances in accordance with this part of ISO 2768 should be used when the fundamental tolerancing principle in accordance with ISO 8015 is used and indicated on the drawing (see clause B.1).

**3 Normative references**

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of

ISO 2768. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this part of ISO 2768 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

ISO 1101 : 1983, *Technical drawings — Geometrical tolerancing — Tolerancing of form, orientation, location and run-out — Generalities, definitions, symbols, indications on drawings.*

ISO 2768-1 : 1989, *General tolerances — Part 1: Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications.*

ISO 5459 : 1981, *Technical drawings — Geometrical tolerancing — Datums and datum-systems for geometrical tolerances.*

ISO 8015 : 1985, *Technical drawings — Fundamental tolerancing principle.*

**4 Definitions**

For the purposes of this part of ISO 2768, the definitions for geometrical tolerances given in ISO 1101 and ISO 5459 apply.

**5 General geometrical tolerances**  
(see also clause B.1)**5.1 Tolerances for single features****5.1.1 Straightness and flatness**

The general tolerances on straightness and flatness are given in table 1. When a tolerance is selected from table 1, it shall be based, in the case of straightness, on the length of the corresponding line and, in the case of flatness, on the longer lateral length of the surface, or the diameter of the circular surface.

## ISO 2768-2 : 1989 (E)

Table 1 — General tolerances on straightness and flatness

Values in millimetres

Tolerance class	Straightness and flatness tolerances for ranges of nominal lengths					
	up to 10	over 10 up to 30	over 30 up to 100	over 100 up to 300	over 300 up to 1 000	over 1 000 up to 3 000
H	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
K	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
L	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6

## 5.1.2 Circularity

The general tolerance on circularity is equal to the numerical value of the diameter tolerance, but in no case shall it be greater than the respective tolerance value for circular radial run-out given in table 4 (see examples in clause B.2).

## 5.1.3 Cylindricity

General tolerances on cylindricity are not specified.

## NOTES

1. The cylindricity deviation comprises three components: circularity deviation, straightness deviation and parallelism deviation of opposite generator lines. Each of these components is controlled by its individually indicated or its general tolerance.

2. If, for functional reasons, the cylindricity deviation has to be smaller than the combined effect (see clause B.3) of the general tolerances on circularity, straightness and parallelism, an individual cylindricity tolerance in accordance with ISO 1101 should be indicated for the feature concerned.

Sometimes, e.g. in the case of a fit, the indication of the envelope requirement (E) is appropriate.

## 5.2 Tolerances for related features

## 5.2.1 General

The tolerances specified in 5.2.2 to 5.2.6 apply to all features which are in relation to one another and which have no respective individual indication.

## 5.2.2 Parallelism

The general tolerance on parallelism is equal to the numerical value of the size tolerance or the flatness/straightness tolerance, whichever is the greater. The longer of the two features shall be taken as the datum; if the features are of equal nominal length, either may be taken as the datum (see clause B.4).

## 5.2.3 Perpendicularity

The general tolerances on perpendicularity are given in table 2. The longer of the two sides forming the right angle shall be taken as the datum; if the sides are of equal nominal length, either may be taken as the datum.

Table 2 — General tolerances on perpendicularity

Values in millimetres

Tolerance class	Perpendicularity tolerances for ranges of nominal lengths of the shorter side			
	up to 100	over 100 up to 300	over 300 up to 1 000	over 1 000 up to 3 000
H	0,2	0,3	0,4	0,5
K	0,4	0,6	0,8	1
L	0,6	1	1,5	2

## 5.2.4 Symmetry

The general tolerances on symmetry are given in table 3. The longer of the two features shall be taken as the datum; if the features are of equal nominal length, either may be taken as the datum.

NOTE — The general tolerances on symmetry apply where

- at least one of the two features has a median plane, or
- the axes of the two features are perpendicular to each other.

See examples in clause B.5

Table 3 — General tolerances on symmetry

Values in millimetres

Tolerance class	Symmetry tolerances for ranges of nominal lengths			
	up to 100	over 100 up to 300	over 300 up to 1 000	over 1 000 up to 3 000
H	0,5			
K	0,6		0,8	1
L	0,6	1	1,5	2

## 5.2.5 Coaxiality

General tolerances on coaxiality are not specified.

NOTE — The deviation in coaxiality may, in an extreme case, be as great as the tolerance value for circular radial run-out given in table 4, since the deviation in radial run-out comprises the deviation in coaxiality and the deviation in circularity.

## 5.2.6 Circular run-out

The general tolerances on circular run-out (radial, axial and any surface of revolution) are given in table 4.

## ISO 2768-2 : 1989 (E)

For general tolerances on circular run-out, the bearing surfaces shall be taken as the datum if they are designated as such. Otherwise, for circular radial run-out, the longer of the two features shall be taken as the datum; if the features are of equal nominal length, either may be taken as the datum.

Table 4 — General tolerances on circular run-out

Values in millimetres

Tolerance class	Circular run-out tolerances
H	0,1
K	0,2
L	0,5

## 6 Indications on drawings

6.1 If general tolerances in accordance with this part of ISO 2768 shall apply in conjunction with the general tolerances in accordance with ISO 2768-1, the following information shall be indicated in or near the title block:

- a) "ISO 2768";
- b) the tolerance class in accordance with ISO 2768-1;
- c) the tolerance class in accordance with this part of ISO 2768.

### EXAMPLE

ISO 2768-mk

In this case the general tolerances for angular dimensions in accordance with ISO 2768-1 do not apply to right angles (90°), which are implied but not indicated, because this part of ISO 2768 specifies general tolerances on perpendicularity.

6.2 If the general dimensional tolerances (tolerance class m) shall not apply, the respective letter shall be omitted from the designation to be indicated on the drawing:

### EXAMPLE

ISO 2768-K

6.3 In cases where the envelope requirement (E) also applies to all single features of size<sup>1)</sup>, the designation "E" shall be added to the general designation specified in 6.1:

### EXAMPLE

ISO 2768-mK-E

NOTE — The envelope requirement (E) cannot apply to features with individually indicated straightness tolerances which are greater than their size tolerances, e.g. stock material.

## 7 Rejection

Unless otherwise stated, workpieces exceeding the general geometrical tolerance shall not lead to automatic rejection provided that the ability of the workpiece to function is not impaired (see clause A.4).

## Annex A (informative)

### Concepts behind general tolerancing of geometrical characteristics

**A.1** General tolerances should be indicated on the drawing by reference to this part of ISO 2768 in accordance with clause 6.

The values of general tolerances correspond to grades of customary workshop accuracy, the appropriate tolerance class being selected and indicated on the drawing.

**A.2** Above a certain tolerance value, which corresponds to the customary workshop accuracy, there is usually no gain in manufacturing economy by enlarging the tolerance. In any event, workshop machinery and the usual workmanship normally do not manufacture features with greater deviations. For example, a feature of 25 mm  $\pm$  0,1 mm diameter by 80 mm long manufactured in a workshop with a customary accuracy equal to or finer than ISO 2768-mH contains the geometrical deviations well within 0,1 mm for circularity, 0,1 mm for straightness of surface elements, and 0,1 mm for circular radial run-out (the values given have been taken from this part of ISO 2768). Specifying tolerances would be of no benefit in this particular workshop.

However, if, for functional reasons, a feature requires a smaller tolerance value than the "general tolerances", then that feature should have the smaller tolerance indicated individually adjacent to the particular feature. This type of tolerance falls outside the scope of general tolerances.

In cases where the function of a feature allows a geometrical tolerance equal to or larger than the general tolerance values, this should not be individually indicated, but should be stated on the drawing as described in clause 6. This type of tolerance allows full use of the concept of general geometrical tolerancing.

There will be "exceptions to the rule" where the function allows a larger tolerance than the general tolerances, and the larger tolerance will provide a gain in manufacturing economy. In these special cases, the larger geometrical tolerance should be indicated individually adjacent to the particular feature, e.g. the circularity tolerance of a large and thin ring.

**A.3** Using general geometrical tolerances leads to the following advantages:

- a) drawings are easier to read and thus communication is made more effective to the user of the drawing:

- b) the design draughtsman saves time by avoiding detailed tolerance calculations as it is sufficient only to know that the function allows a tolerance greater than or equal to the general tolerance;

- c) the drawing readily indicates which features can be produced by normal process capability, which also assists quality engineering by reducing inspection levels;

- d) those features remaining, which have individually indicated geometrical tolerances, will, for the most part, be those controlling features for which the function requires relatively small tolerances and which therefore may cause special effort in the production — this will be helpful for production planning and will assist quality control services in their analysis of inspection requirements;

- e) purchase and sub-contract supply engineers can negotiate orders more readily since the "customary workshop accuracy" is known before the contract is placed; this also avoids arguments on delivery between the buyer and the supplier, since in this respect the drawing is complete.

These advantages are fully obtained only when there is sufficient reliability that the general tolerances will not be exceeded, i.e. when the customary workshop accuracy of the particular workshop is equal to or finer than the general tolerances indicated in the drawing.

The workshop should, therefore,

- find out by measurements what its customary workshop accuracy is;
- accept only those drawings having general tolerances equal to or greater than its customary workshop accuracy;
- check by sampling that its customary workshop accuracy does not deteriorate.

Relying on undefined "good workmanship" with all its uncertainties and misunderstandings is no longer necessary with the concept of general geometrical tolerances. The general geometrical tolerances define the required accuracy of "good workmanship".

**A.4** The tolerance the function allows is often greater than the general tolerance. The function of the part is, therefore, not always impaired when the general tolerance is (occasionally) exceeded at any feature of the workpiece. Exceeding the general tolerance should lead to a rejection of the workpiece only if the function is impaired.

## Annex B (informative)

### Further information

#### B.1 General geometrical tolerances (see clause 5)

According to the principle of independency (see ISO 8015), general geometrical tolerances apply independently of the actual local size of the workpiece features. Accordingly, the

general geometrical tolerances may be used even if the features are everywhere at their maximum material size (see figure B.1).

If the envelope requirement (E) is individually indicated adjacent to the feature or generally to all features of size as described in clause 6, this requirement should also be complied with.

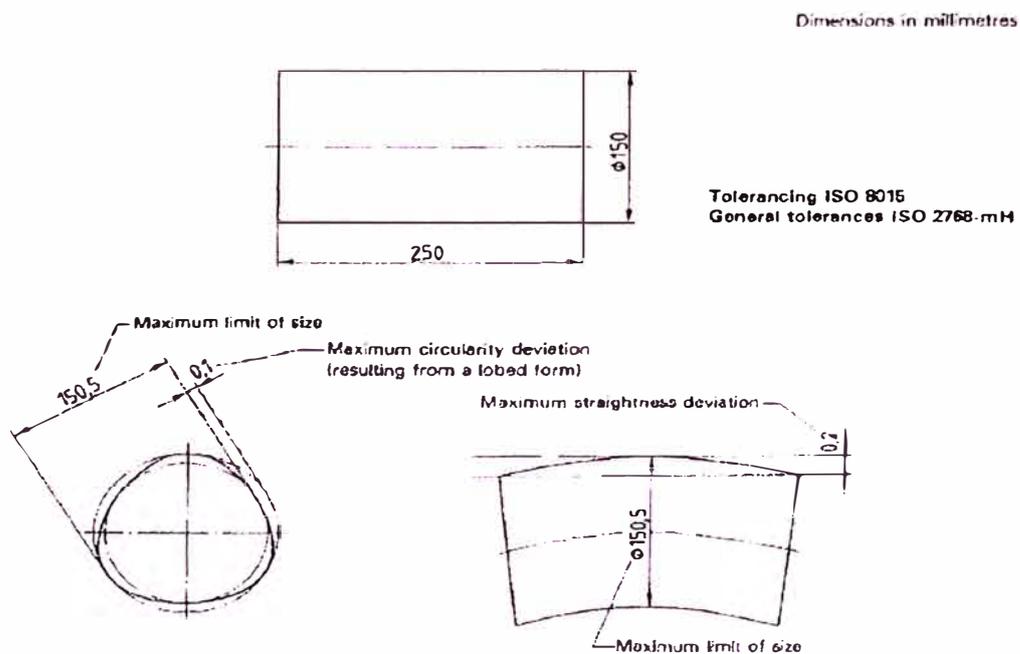


Figure B.1 — Principle of independency; maximum permissible deviations on the same feature

## ISO 2768-2 : 1989 (E)

## B.2 Circularity (see 5.1.2) — Examples

## EXAMPLE 1 (see figure B.2)

The permissible deviation of the diameter is indicated directly on the drawing; the general tolerance on circularity is equal to the numerical value of the diameter tolerance.

## EXAMPLE 2 (see figure B.2)

The general tolerances in accordance with the indication ISO 2768-mK apply. The permissible deviations for the diameter of 25 mm are  $\pm 0,2$  mm. These deviations lead to the numerical value of 0,4 mm which is greater than the value of 0,2 mm given in table 4; the value of 0,2 mm, therefore, applies for the circularity tolerance.

## B.3 Cylindricity (see note 2 in 5.1.3)

The combined effect of the general tolerances of circularity, straightness and parallelism is, for geometrical reasons, smaller than the sum of the three tolerances since there is also a certain limitation by the size tolerance. However, for the sake of simplicity, in order to decide whether the envelope requirement (E) or an individual cylindricity tolerance is to be indicated, the sum of the three tolerances can be taken into account.

## B.4 Parallelism (see 5.2.2)

Depending on the shapes of the deviations of the features, the parallelism deviation is limited by the numerical value of the size tolerance (see figure B.3) or by the numerical value of the straightness or flatness tolerance (see figure B.4).

Values in millimetres

Example	Indication on the drawing	Circularity tolerance zone
1	 25 <sub>-0.1</sub> <sup>0</sup> ISO 2768-K	
2	 25 ISO 2768-mK	

Figure B.2 — Examples of general tolerances on circularity



Figure B.3 — Parallelism deviation equal to the numerical value of the size tolerance

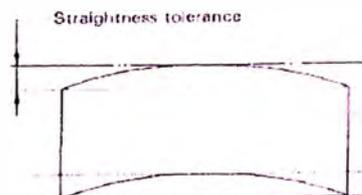
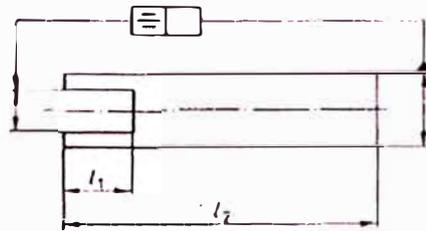
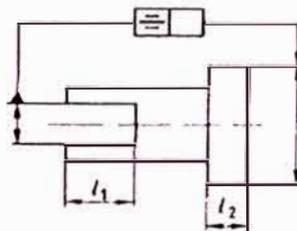


Figure B.4 — Parallelism deviation equal to the numerical value of the straightness tolerance

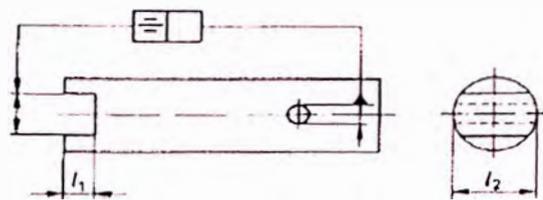
### B.5 Symmetry (see 5.2.4) — Examples



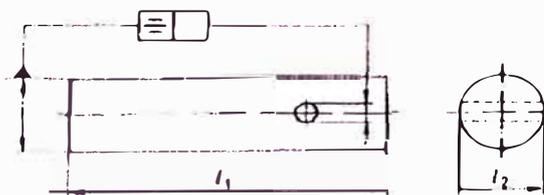
a) Datum: longer feature ( $l_2$ )



b) Datum: longer feature ( $l_1$ )



c) Datum: longer feature ( $l_2$ )



d) Datum: longer feature ( $l_1$ )

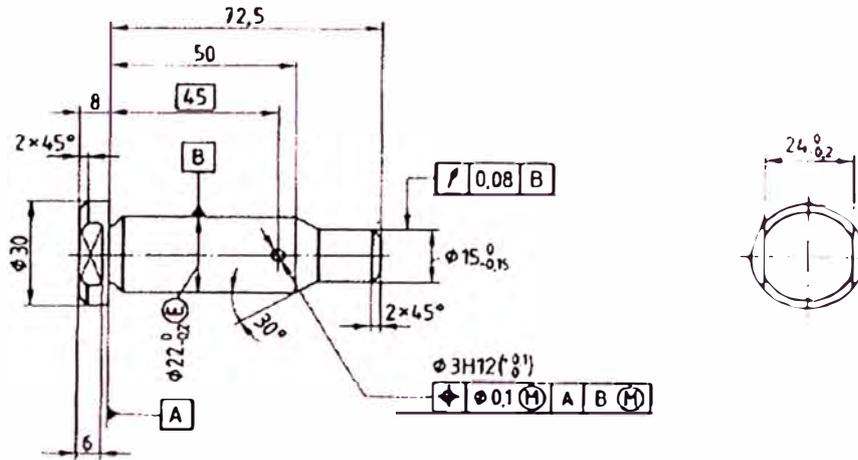
Figure B.5 — Examples of general tolerances on symmetry (datums specified in accordance with 5.2.4)

ISO 2768-2 : 1989 (E)

**B.6 Example of a drawing**

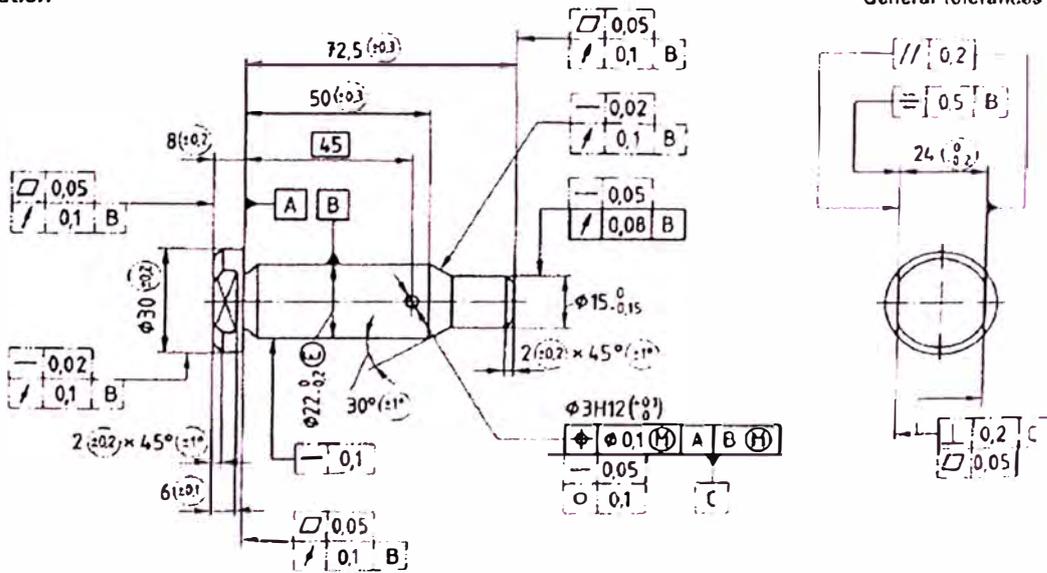
Indication on the drawing

Dimensions in millimetre



Interpretation

Tolerancing ISO 8015  
General tolerances ISO 2768-MH



NOTES

- 1 The tolerances shown in chain thin double dashed lines (boxes and circles) are general tolerances. These tolerance values would be automatically achieved by machining in a workshop with a customary accuracy equal to or finer than ISO 2768-MH and would not normally require to be inspected
- 2 As some tolerances also limit the deviations of other characteristics of the same feature, e.g. the perpendicularity tolerance also limits the straightness deviations, not all general tolerances are shown in the interpretation above

Figure B.6 – Example of general tolerances on a drawing

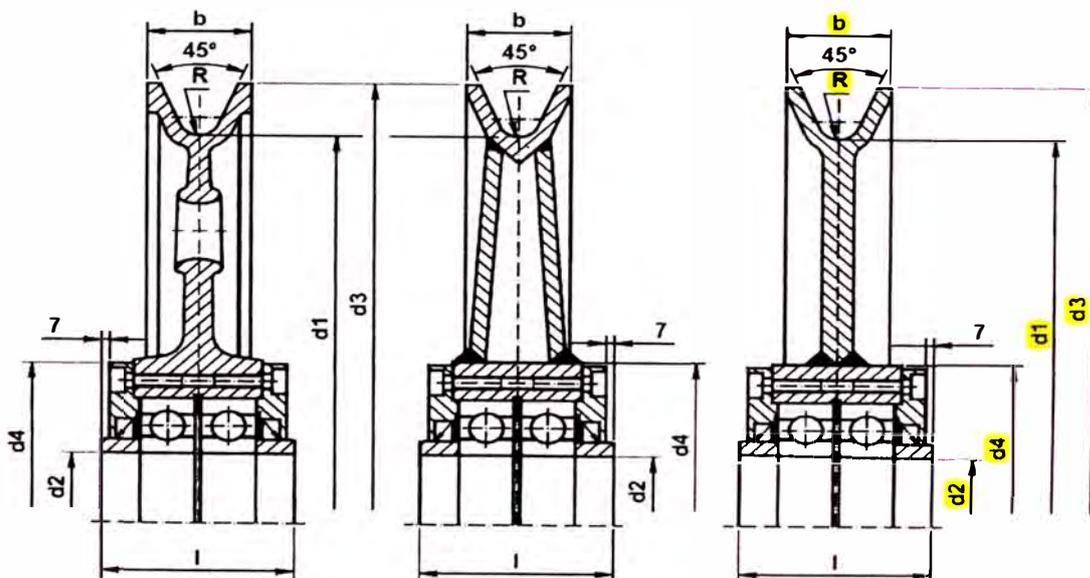
ANEXO 7



**RIW - Seilrollen**  
**RIW - Rope pulleys**  
mit Wälzlagerung und Distanzring  
with ball bearings and spacers

**NO 15418**

Ausführung - design



Bezeichnung einer Seilrolle von  $d_1 = 500$ ,  $d_2 = 90$  und  $r = 12.5$  mm.  
Rollenkörper in Stahlguß GS  
RIW - Seilrolle 500 x 90 x 12.5 NO 15418 GS

Designation of a rope pulley with  $d_1 = 500$ ,  $d_2 = 90$  and  $r = 12.5$  mm.  
pulley body in cast steel GS  
RIW - Rope pulley 500 x 90 x 12.5 NO 15418 GS

Anwendung application	Nenn- größe size	Abmessungen - dimensions ( mm )						Wälz- lager ball bearings DIN 626	Stück- gewicht unit weight kg
		b	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$l_{0.2}$	$r_{max}$		
2 - rollige Unterflasche 2 - sheaves bottom hook block	225	32	45	260	125	80	5,6	6209	9,1
	280	39	55	325	140	90	7	6211	14,0
	315	43	60	385	150	95	8	6212	17,9
	355	50	70	415	170	100	9	6214	24,3
	400	55	75	465	175	100	10	6215	32,5
	450	60	80	520	185	105	11	6218	41,0
	500	65	90	570	215	110	12,5	6218	54,0
4 - rollige Unterflasche 4 - sheaves bottom hook block	560	70	100	640	235	120	14	6220	71,5
	630	75	110	720	255	130	16	6222	95,2
	710	85	120	810	270	135	18	6221	125,0
	800	95	130	910	295	140	20	6226	162,0
	900	105	140	1020	315	145	22,5	6228	209,0
	560	70	140	640	270	120	14	6028	74,3
	630	75	150	720	280	135	16	6030	98,2
4 - rollige Unterflasche 4 - sheaves bottom hook block	710	85	170	810	325	140	18	6034	137,0
	800	95	180	910	340	145	20	6038	174,0
	900	105	200	1020	375	155	22,5	6040	228,0
	1000	115	220	1135	405	165	25	6044	318,0
	1120	115	240	1255	425	175	25	6048	377,0
	1250	115	260	1385	485	190	25	16052	473,0

Werkstoffe Rollenkörper GS-60 bzw S355J0G3

Materials pulley body GS-60 or S355J0G3

Achtung ! Bei kleinerem Rillenradius ändern sich die Abmessungen des Rollenkranzes ( b und  $d_3$  ) für die geschweißten Rollen.

Attention ! The dimensions of pulley rim ( b and  $d_3$  ) change with smaller groove radius for welded pulleys.

**RIW**

MASCHINENBAU  
KRANTECHNIK

GM  
BH

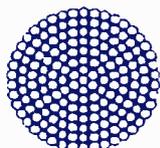
47119 Dursburg  
Vincweg 15

Telefon 0203/8096 0  
Telefax 0203/8096 183

## ANEXO 8



## Spiral Strand



Helically spun round wires in several layers.  
Layers are spun in opposite directions.  
Internal blocking compound and lubricant can be applied during stranding.

- High axial stiffness
- High breaking load due to high strength wires
- Good clamping capabilities
- Torque balanced due to cross laying
- High fatigue resistance
- Excellent corrosion resistance due to
  - Galvanised wires (zinc or Galfan®)
  - Internal blocking compound
  - Additional coating (if required)
- Standards
  - EN12385-10
  - ASTM A586
- Diameter range 13 - 165mm
- Properties range
  - 171 - 25200 kN Minimum Breaking Load
  - 19 - 2640 MN Nominal Axial Stiffness

- Catenary cables
- Hanger cables
- Handstrand cables
- Catwalk Cable
- Stay cables
- Cable Ties

## Locked Coil Strand



Core of helically spun round wires in several layers.  
Cover of helically spun full lock wires in several layers.  
Layers are spun in opposite directions.  
Internal blocking compound and lubricant applied during stranding.

- Very high axial stiffness
- High breaking load due to 'z' shaped wires
- Excellent clamping capabilities due to 'z' shaped wires
- Even surface due to 'z' shaped wires
- Torque balanced due to cross laying
- High fatigue resistance
- Excellent corrosion resistance due to
  - Galvanised wires (zinc or Galfan®)
  - Internal blocking compound
  - Locked surface due to 'z' shaped wires
  - Additional coatings (if required)
- Standards
  - EN12385-10
  - German TL Seile
  - Norwegian Handbook 122
- Diameter range 20 - 180 mm
- Properties range
  - 367 - 31400 kN Minimum Breaking Load
  - 42 - 3780 MN Nominal Axial Stiffness

- Catenary cables
- Hanger cables
- Handstrand cables
- Catwalk Cable
- Stay cables
- Cable Ties

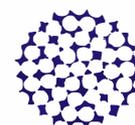


**STRUCTURES+™**  
BY WIRE ROPE INDUSTRIES

**SPECIFICATIONS**

**PERFORMANCE SERIES™ 1000**  
**High Quality Structural Strand (ASTM-A-586)**  
Weights and Breaking Loads

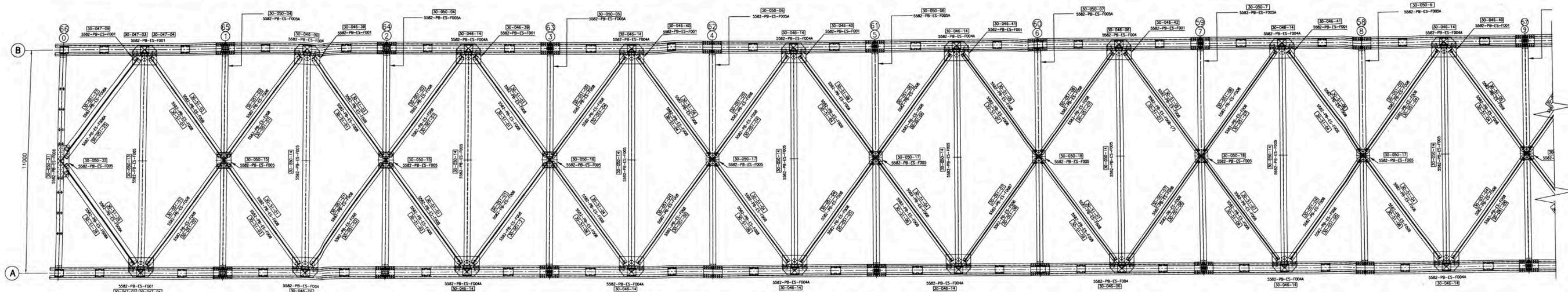
Diameter inches (mm)	Approx. Weight lbs/ft (kg/m)	Minimum Breaking Load-tons (kN)
1.3/8 (22)	1.57 (2.40)	45 (409)
15/16 (24)	1.85 (2.75)	54 (480)
1 (25)	2.10 (3.13)	61 (543)
1 1/16 (27)	2.37 (3.53)	69 (614)
1 1/8 (29)	2.66 (3.96)	78 (691)
1 3/16 (30)	2.96 (4.40)	86 (765)
1 1/4 (32)	3.28 (4.88)	96 (854)
1 5/16 (33)	3.62 (5.39)	106 (943)
1 3/8 (35)	3.97 (5.91)	116 (1,032)
1 7/16 (37)	4.34 (6.46)	126 (1,121)
1 1/2 (38)	4.73 (7.04)	138 (1,228)
1 9/16 (40)	5.13 (7.60)	150 (1,335)
1 5/8 (41)	5.55 (8.29)	162 (1,441)
1 11/16 (43)	5.98 (8.90)	176 (1,566)
1 3/4 (44)	6.43 (9.57)	188 (1,673)
1 13/16 (46)	6.90 (10.27)	202 (1,812)
1 7/8 (48)	7.39 (11.00)	216 (1,922)
1 15/16 (49)	7.89 (11.74)	230 (2,046)
2 (51)	8.40 (12.50)	245 (2,186)
2 1/16 (52)	8.94 (13.30)	261 (2,322)
2 1/8 (54)	9.49 (14.17)	277 (2,464)
2 3/16 (56)	10.05 (14.95)	293 (2,607)
2 1/4 (57)	10.63 (15.83)	310 (2,756)
2 5/16 (59)	11.24 (16.77)	327 (2,909)
2 3/8 (60)	11.85 (17.69)	344 (3,060)
2 7/16 (62)	12.48 (18.67)	360 (3,213)
2 1/2 (64)	13.13 (19.64)	376 (3,365)
2 9/16 (65)	13.80 (20.63)	392 (3,498)
2 5/8 (67)	14.47 (21.59)	417 (3,710)
2 11/16 (68)	15.16 (22.56)	432 (3,843)
2 3/4 (70)	15.88 (23.63)	452 (4,021)
2 7/8 (73)	17.36 (25.83)	494 (4,396)
3 (76)	18.90 (28.17)	538 (4,796)
3 1/8 (79)	20.51 (30.57)	584 (5,196)
3 1/4 (83)	22.18 (33.09)	625 (5,551)
3 3/8 (86)	23.92 (35.59)	673 (5,988)
3 1/2 (89)	25.73 (38.29)	721 (6,441)
3 5/8 (92)	27.60 (41.07)	768 (6,833)
3 3/4 (95)	29.50 (43.90)	822 (7,313)
3 7/8 (98)	31.50 (46.87)	878 (7,811)
4 (101)	33.60 (50.00)	925 (8,230)
4 1/8 (105)	35.70 (53.12)	990 (8,810)
4 1/4 (108)	37.90 (56.40)	1,040 (9,340)
4 3/8 (111)	40.20 (59.82)	1,110 (9,880)
4 1/2 (114)	41.30 (61.45)	1,175 (10,460)



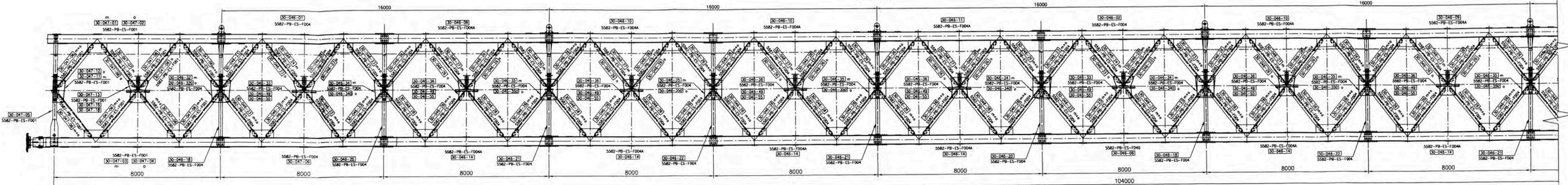
Plastic enhancement is available up to and including 2 1/2" (64 mm) diameter. For plastic weight calculations purposes add approximately 8% to the displayed values. Please contact your Wire Rope representative for additional size or breaking load requirements.

## ANEXO 9

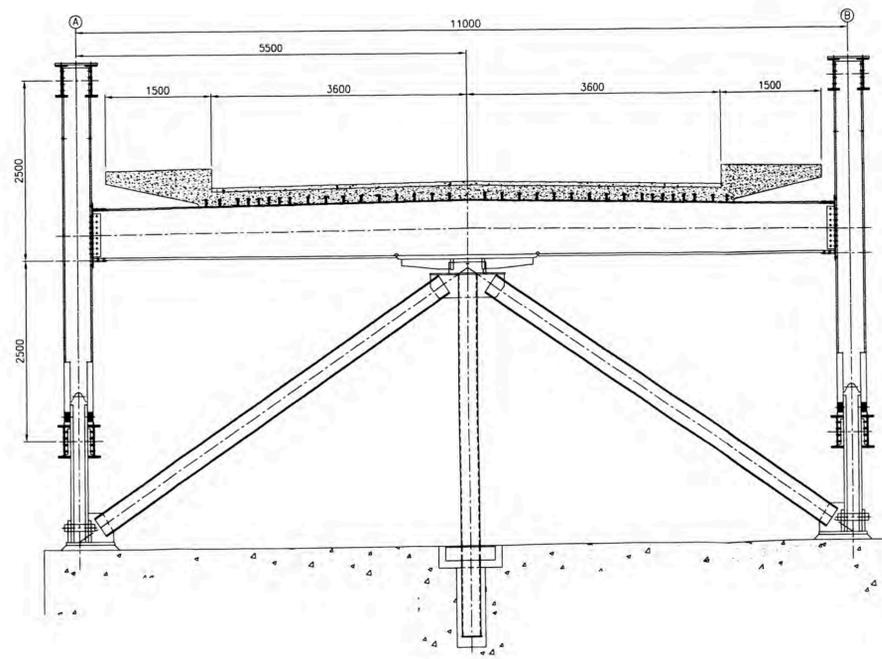
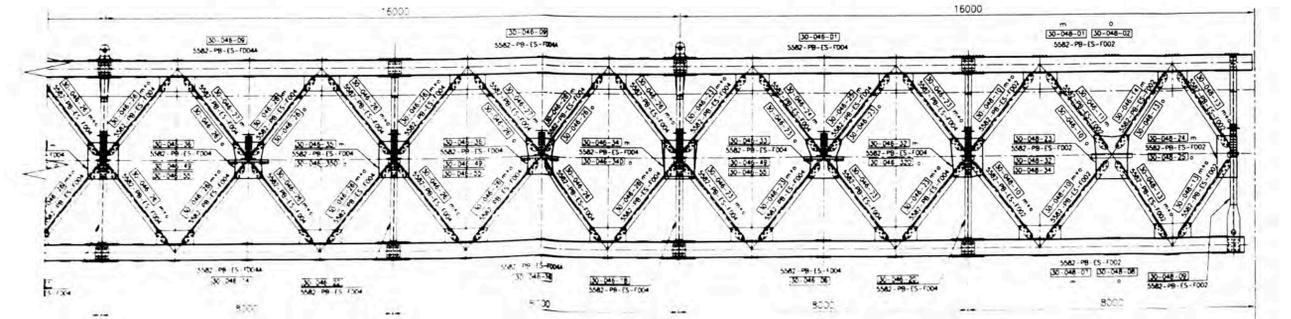
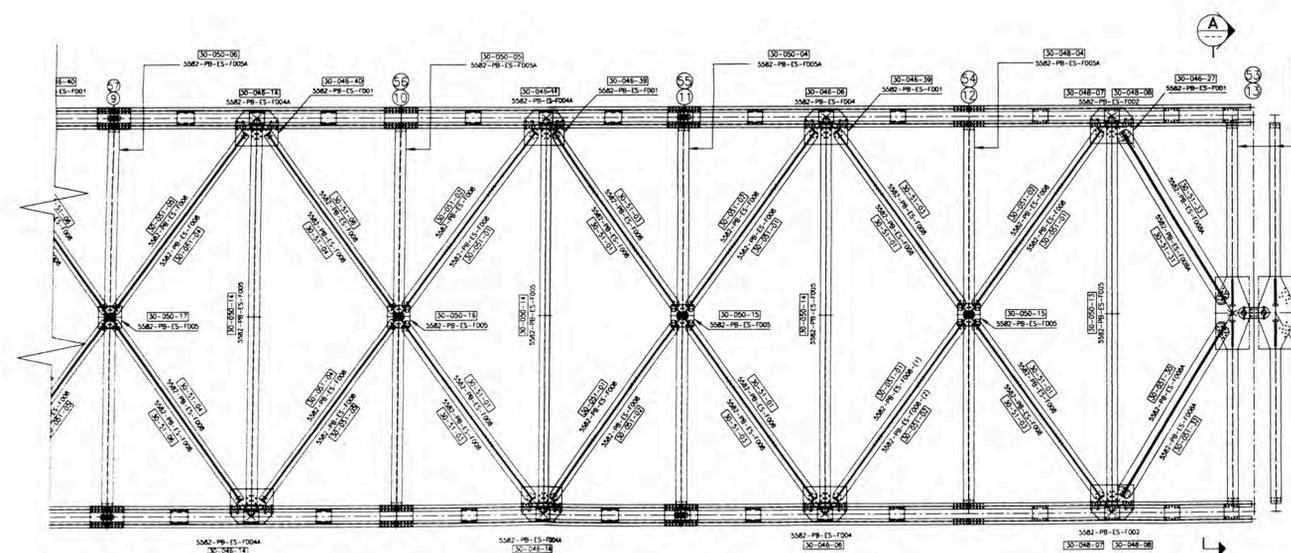
Características mecánicas		Clases de calidad										
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 <sup>1)</sup> d < 16 mm. d > 16 mm. <sup>2)</sup>		9.8 <sup>3)</sup>	10.9	12.9
Resistencia a la tracción $R_m$ <sup>4)</sup> N/mm <sup>2</sup>	nom.	300	400	400	500	500	600	800	800	900	1000	1200
	mín.	330	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220
Dureza Vickers HV F $\geq$ 98N	min.	95	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385
	máx.	250	250	250	250	250	250	320	335	360	380	435
Dureza Brinell HB F $\leftrightarrow$ 30 D <sup>2</sup>	min.	90	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366
	máx.	238	238	238	238	238	238	304	318	342	361	414
Dureza Rockwell	min.	HRB 52 HRC -	67 -	71 -	79 -	82 -	89 -	- 22	- 23	- 28	- 32	- 39
	máx.	HRB 99.5 HRC -	99.5 -	99.5 -	99.5 -	99.5 -	99.5 -	- 32	- 34	- 37	- 39	- 44
Dureza superf. HV 0.3	máx.	-	-	-	-	-	-	5)	5)	5)	5)	5)
Limite inferior de fluencia $R_{p0.2}$ <sup>5)</sup> N/mm <sup>2</sup>	nom.	180	240	320	300	400	480	-	-	-	-	-
	mín.	190	240	340	300	420	480	-	-	-	-	-
Limite convencional de elasticidad $R_p 0.2$ N/mm <sup>2</sup>	nom.	-	-	-	-	-	-	640	640	720	900	1020
	mín.	-	-	-	-	-	-	640	660	720	940	1100
Esfuerzo bajo carga de prueba $S_p$	$S_p/R_m$ o $S_p/R_p 0.2$	0.94	0.94	0.91	0.93	0.90	0.92	0.91	0.91	0.90	0.83	0.82
	N/mm <sup>2</sup>	180	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
Alargamiento después de la ruptura A5%	min.	25	22	14	20	10	8	12	12	10	9	8



VISTA DE PLANTA  
ESCALA : 1:20



ELEVACION EJE A  
ESCALA : 1:20

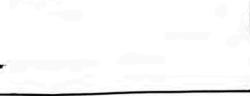


SECCION A  
ESC. 1:50

NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-491

m = mostrado  
o = opuesto

N°	FECHA	DESCRIPCIÓN	REVISIONES
2	25.01.10	Se aumentan detalles de marcos	
1	05.01.10	Revisión de apoyo pendular de contravientos	
0	18.12.09	Emisión para revisión	

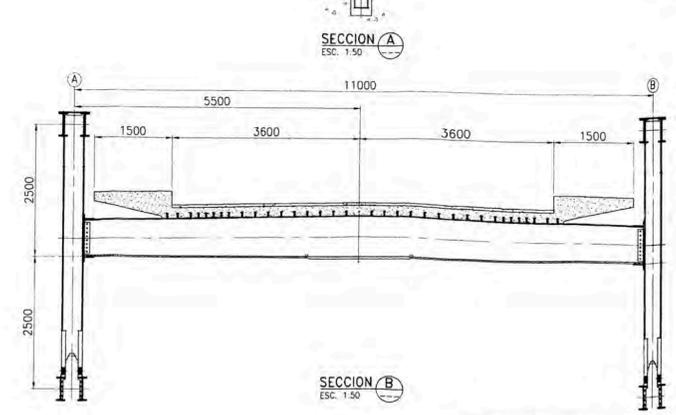
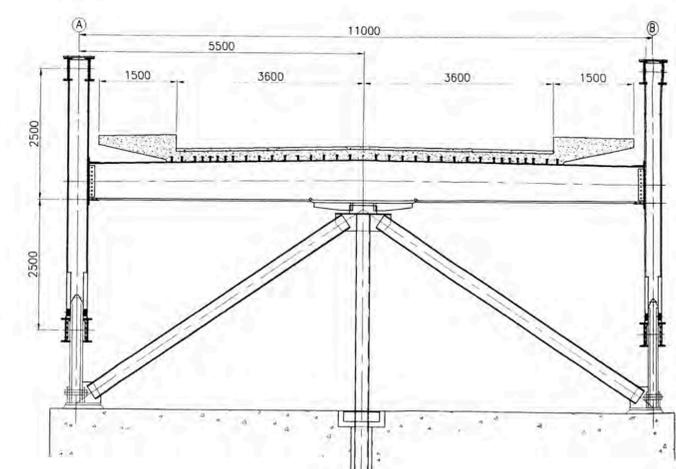
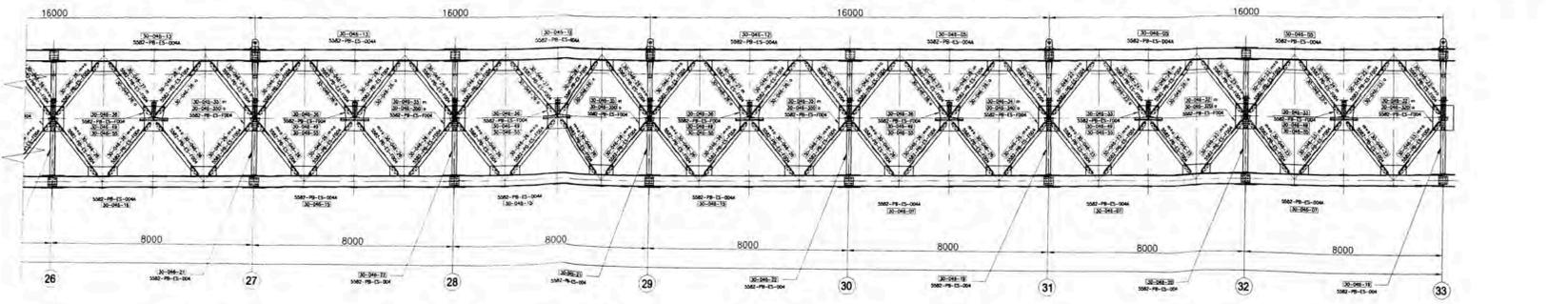
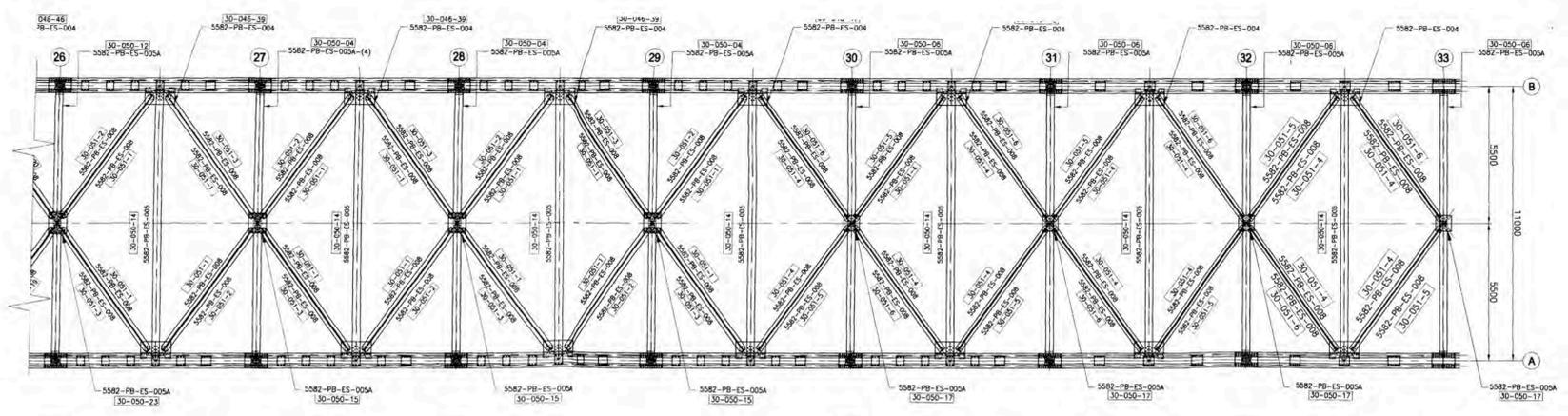
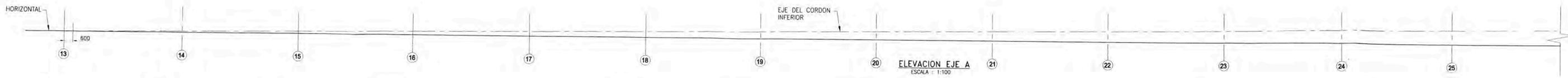
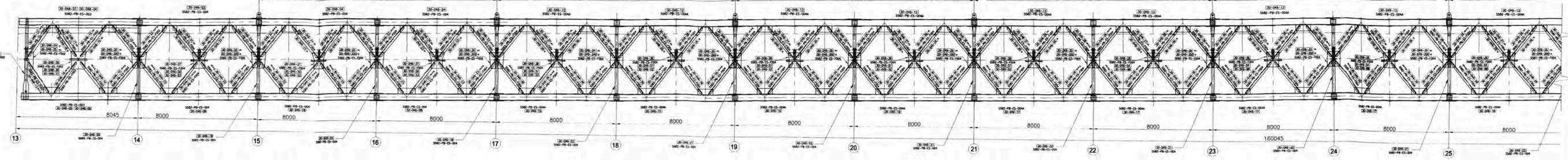
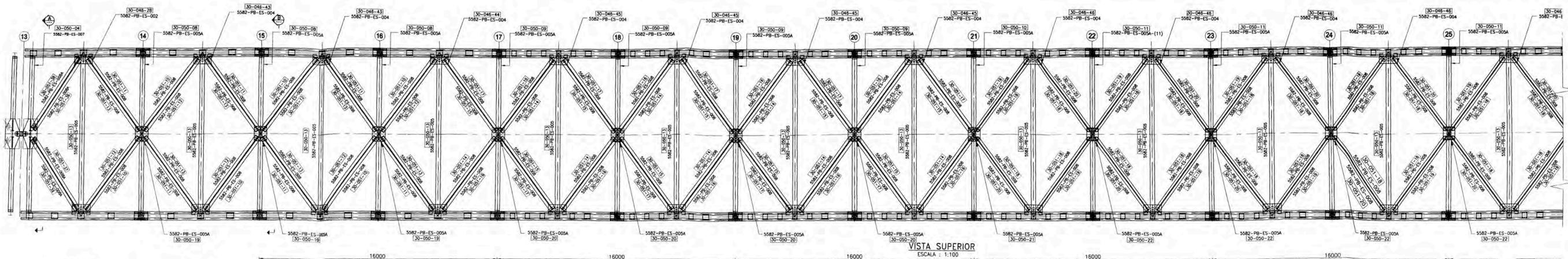


Ejecutor: M SOTOMAYOR  
Diseño: M SOTOMAYOR  
Dibujo: M SOTOMAYOR  
Revisado: DANIEL MUÑOZ  
Aprobado:

**CORREDOR VIAL INTEROCEANICO DEL SUR PERU - BRASIL**  
**TRAMO 3 : PUENTE INAMBARÍ - IÑAPARI**  
**PUENTE PRESIDENTE GUILLERMO BILLINGHURST**  
ARREGLO GENERAL - EJE A  
VIGA DE RIGIDEZ ( EJES 0 @ 13 / 53 @ 66)

Región: MADRE DE DIOS  
Provincia: TAMBOPATA  
Distrito: TAMBOPATA

Fecha: 18.12.09  
Escala: INDICADA  
Plano N°: 5582-PB-AG-001



N°	FECHA	DESCRIPCION	REVISIONES
2	25.01.10	Se aumentan detalles de marcas	
1	03.01.10	Revisión de apoyo pendular de cotrovientos	
0	18.12.09	Emitido para revision	

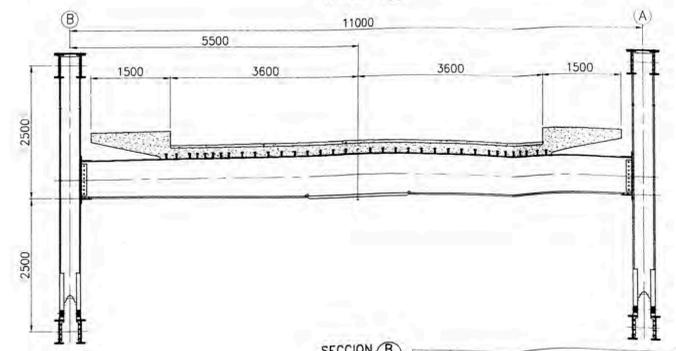
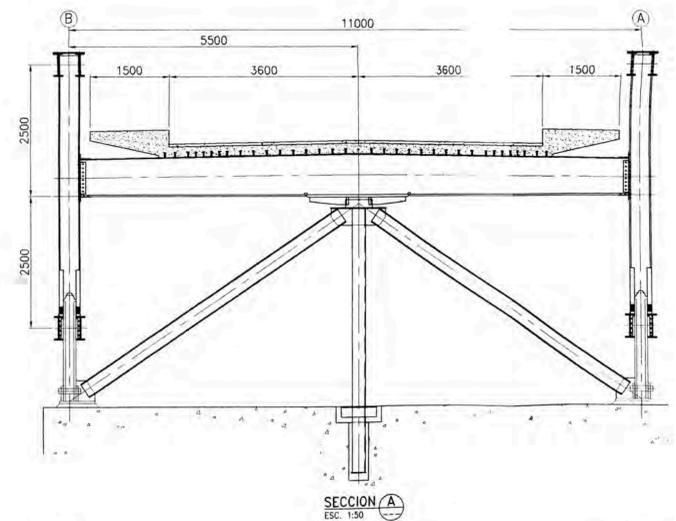
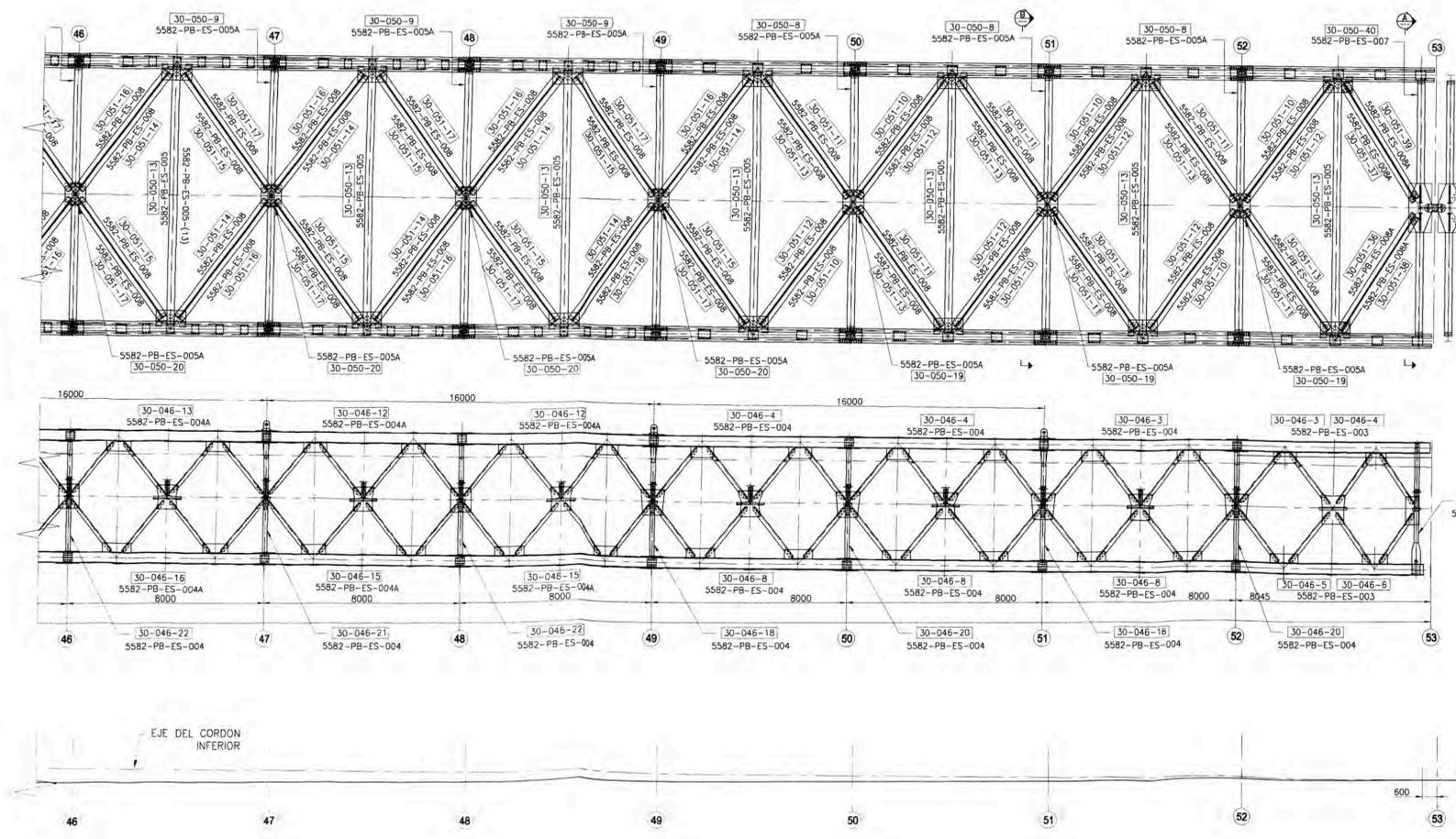
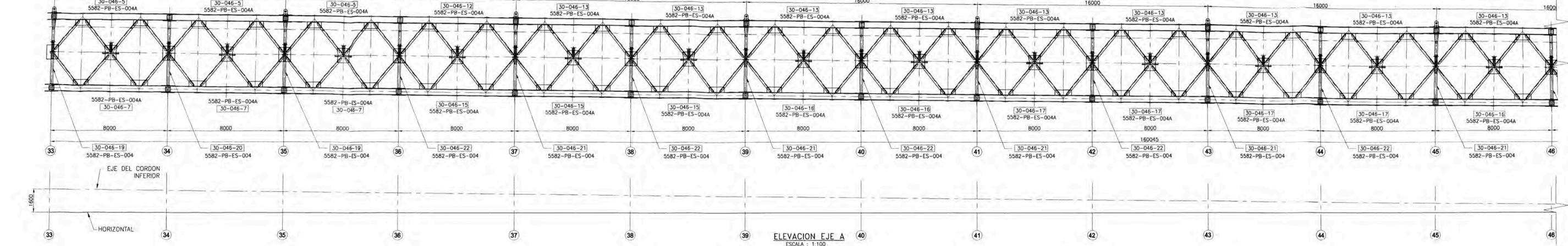
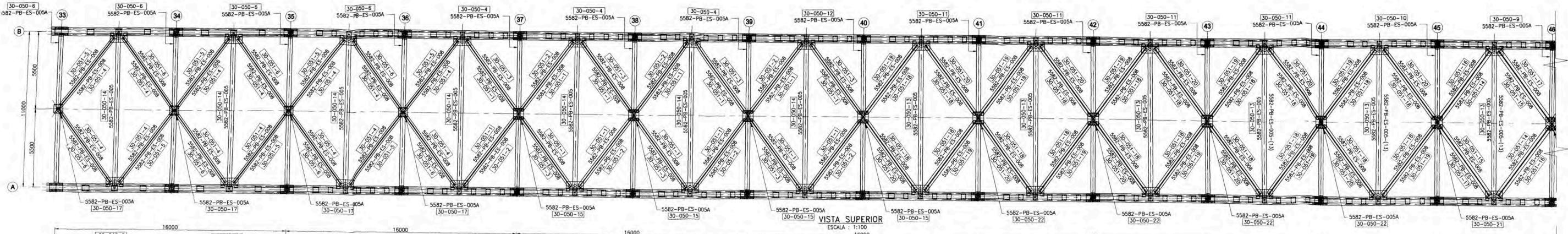
  

Región:	MADRE DE DIOS	Fecha:	18.12.09	Escala:	INDICADA
Provincia:	TAMBOPATA	Plano N°	5582-PB-AG-002		
Distrito:	TAMBOPATA				

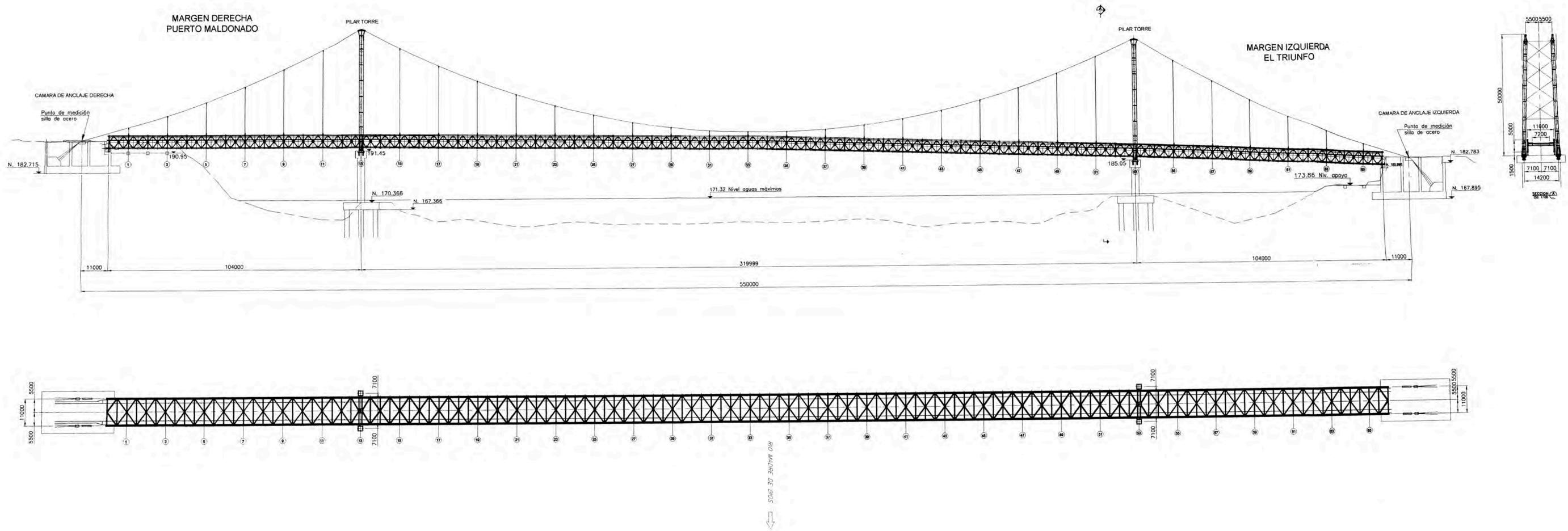


Concedente: MTC  
Regulador: OSITRAN  
Concesionario: CONIRSA  
Constructor: ODEBRECHT Ingeniería y Construcción  
Consultor: [Logo]  
Ejecutor: CEMPROTECH S.A.C.  
Diseño: [Logo]  
Dibujo: R. LOPEZ  
Revisado: DANIEL MUÑOZ  
Aprobado: [Logo]

**CORREDOR VIAL INTEROCEANICO DEL SUR PERU - BRASIL**  
**TRAMO 3 : PUENTE INAMBARI - INAPARI**  
**PUENTE PRESIDENTE GUILLERMO BILLINGHURST**  
**ARREGLO GENERAL EJE A**  
**VIGA DE RIGIDEZ EJES 13 @ 33**



N°	FECHA	DESCRIPCION
1	05.01.10	Revisión de apoyo pendular de contravientos
0	18.12.09	Emite para revision



REVISIONES		DESCRIPCION
N°	FECHA	
0	18.12.09	Emitido para revision

Concedente:  
**MTCA**  
 Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Regulador:  
**OSITRAN**  
 Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público

Concesionario:  
**IRISA SUR**

Constructor:  
**ODEBRECHT**  
 Ingeniería y Construcción

**CONIRSA**

**JJC**

**CLC**

Grúas y Montaje

Consultor:

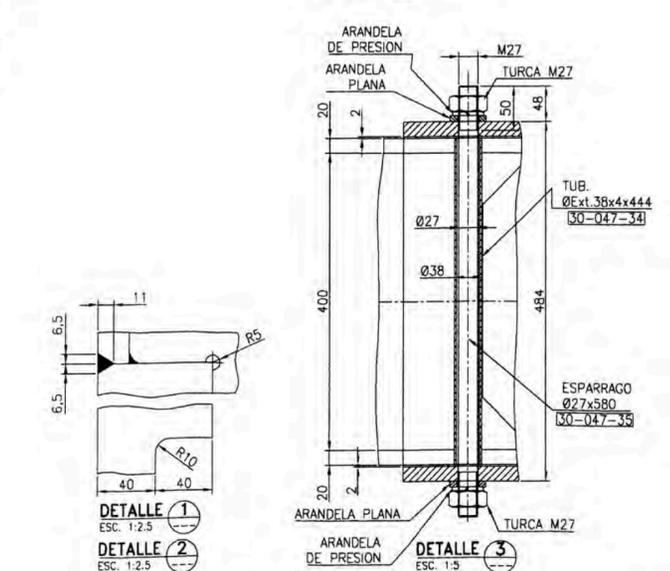
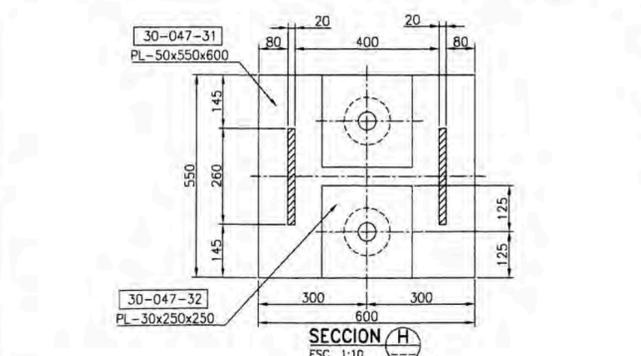
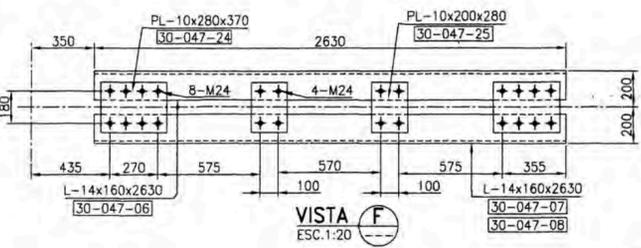
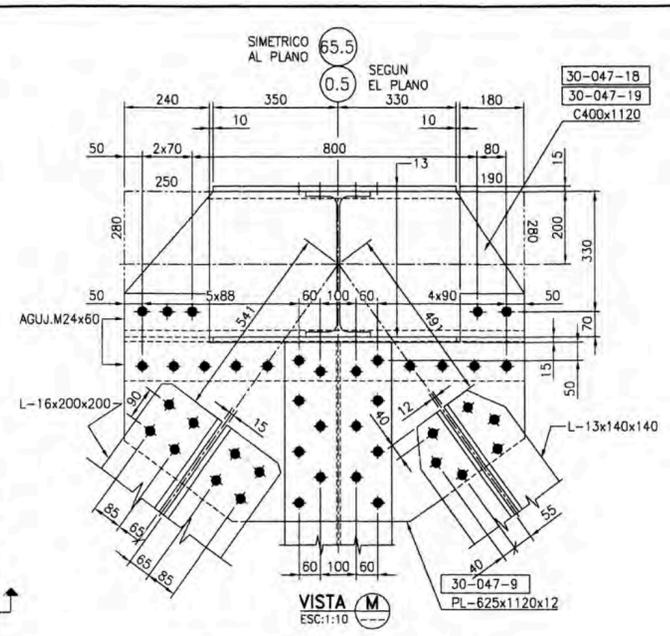
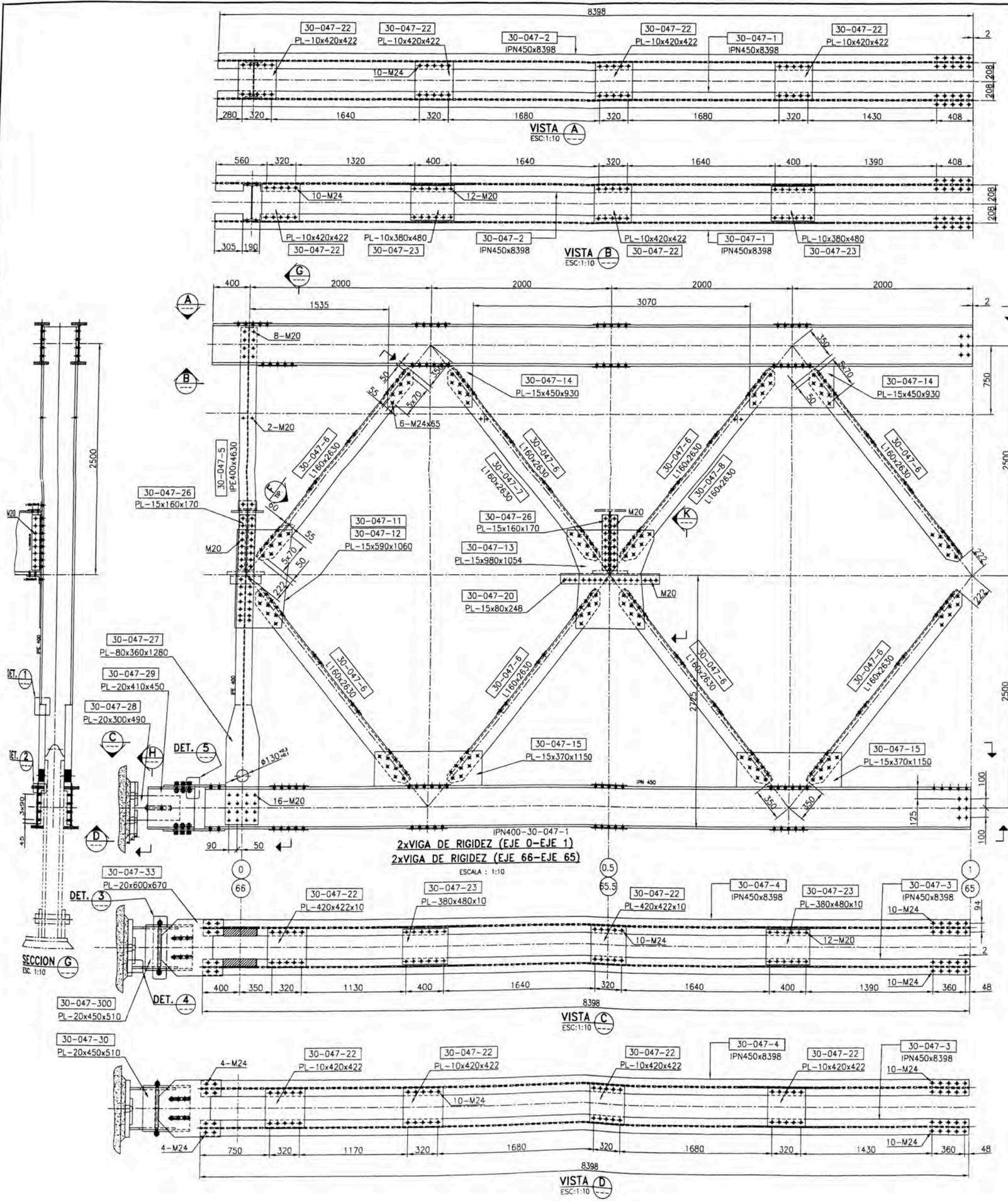
Ejecutor:  
**CEMPROTECH S.A.C.**

Diseño:  
 Dibujó: MANUEL SOTOMAYOR  
 Revisado: DANIEL MUÑOZ  
 Aprobado:

**CORREDOR VIAL INTEROCEANICO DEL SUR PERU - BRASIL**  
**TRAMO 3 : PUENTE INAMBARI - IÑAPARI**  
**PUENTE PRESIDENTE GUILLERMO BILLINGHURST**  
 ARREGLO GENERAL

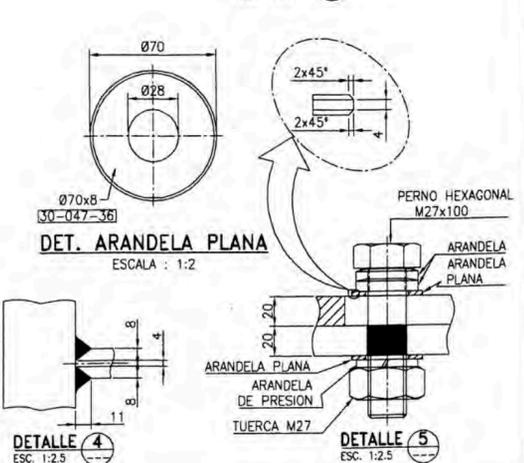
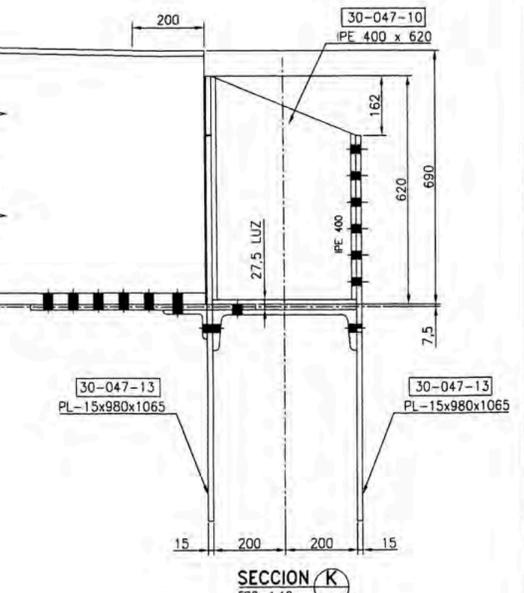
Región: MADRE DE DIOS  
 Provincia: TAMBOPATA  
 Distrito: TAMBOPATA

Fecha: 28.12.09  
 Escala: INDICADA  
 Plano N° 5582-PB-AG-004



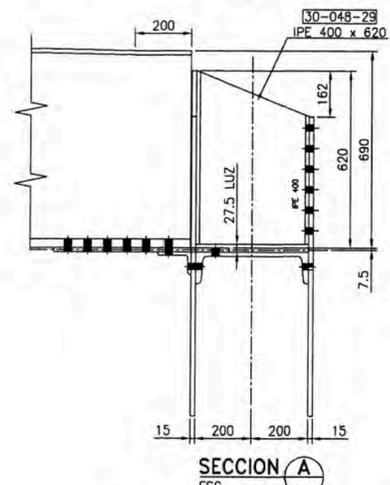
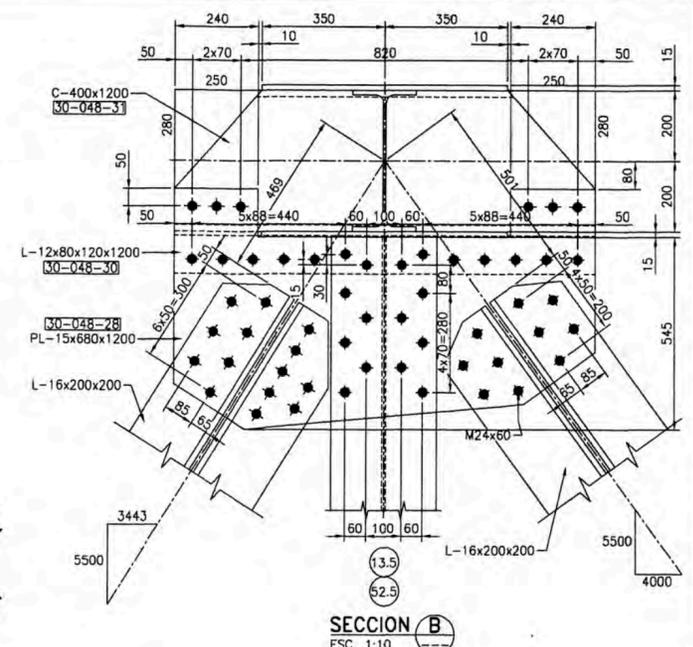
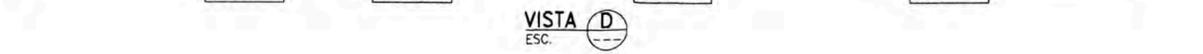
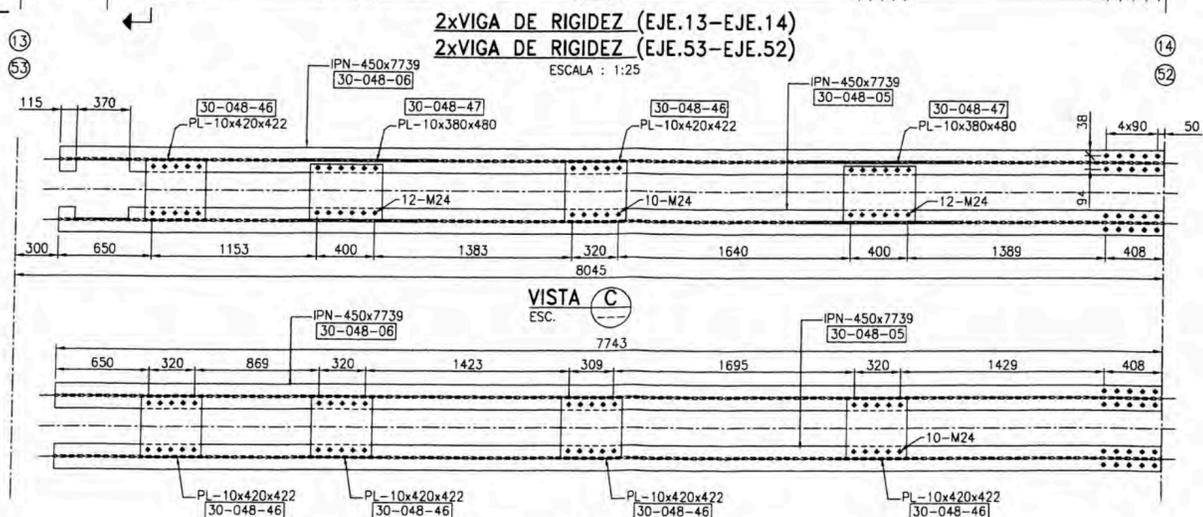
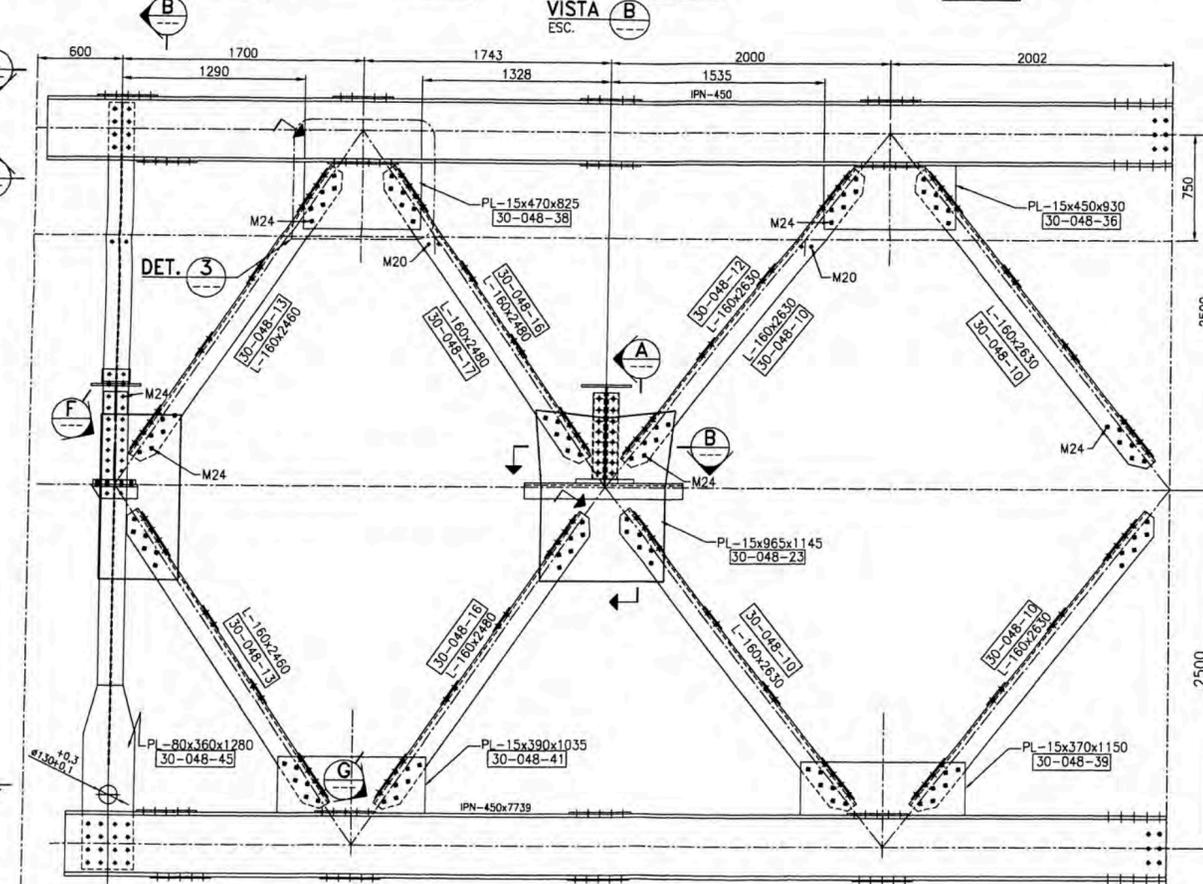
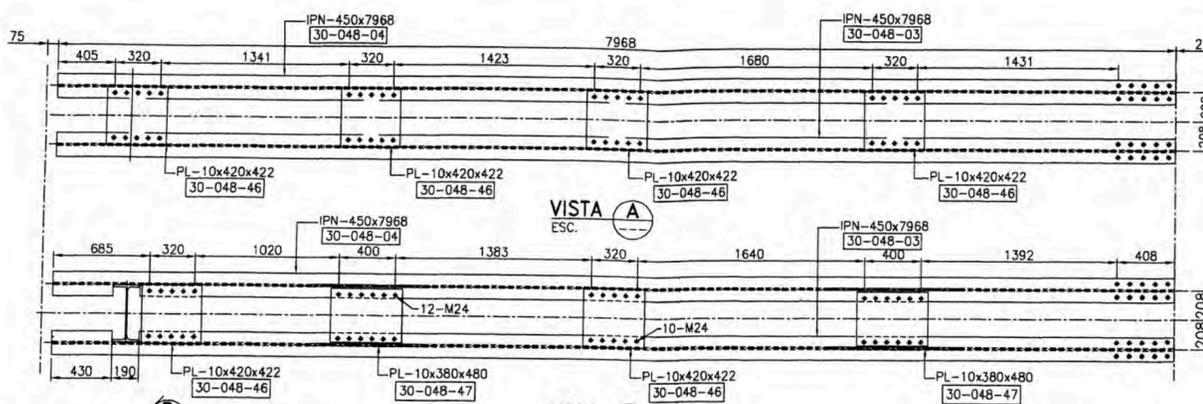
LISTA DE MATERIALES							
LÍNEA	CANTIDAD TOT. UNID.	DESCRIPCION	LONGITUD	MARCA	PESO [Kg] UNID. TOT.	OBSERVACIONES	
1	2	VIGA DE RIGIDEZ EJE 0 @ 1			7066.86 / 14133.72	MOSTRADO / C/PUESTO	
2	1	VIGA DE RIGIDEZ EJE 66 @ 65					
3	1	IPN - 450	8398	30-047-01	965.77	RST - 360B	
4	1	IPN - 450	8398	30-047-02	965.77	RST - 360B	
5	1	IPN - 450	8398	30-047-03	965.77	RST - 360B	
6	1	IPN - 450	8398	30-047-04	965.77	RST - 360B	
7	1	IPE - 400	2630	30-047-05	306.97	RST - 52-J	
8	1	L - 160 x 160 x 14	131.82	30-047-06	93.63	ST - 360 B	
9	1	L - 160 x 160 x 14	2630	30-047-07	93.63	ST - 360 B	
10	1	L - 160 x 160 x 14	2630	30-047-08	93.63	ST - 360 B	
11	1	PL - 12 x 625	1120	30-047-09	65.94	ST - 360 C	
12	1	IPE - 400	620	30-047-10	41.00	RST - 52-J	
13	1	PL - 12 x 625	1120	30-047-11	73.64	ST - 360 C	
14	1	PL - 12 x 625	1120	30-047-12	73.64	ST - 360 C	
15	2	PL - 15 x 980	1065	30-047-13	122.90	245.80	ST - 360 C
16	4	PL - 15 x 450	930	30-047-14	49.27	197.11	ST - 360 C
17	1	L - 120 x 80 x 12	1150	30-047-15	50.10	200.40	ST - 360 C
18	1	L - 120 x 80 x 12	1120	30-047-16	20.00	ST - 360 B	
19	1	L - 120 x 80 x 12	1120	30-047-17	20.00	ST - 360 B	
20	1	C - 400	1120	30-047-18	80.42	ST - 37 - 2	
21	1	C - 400	1120	30-047-19	80.42	ST - 37 - 2	
22	1	PL - 15 x 80	248	30-047-20	2.34	ST - 360 C	
23	1	PL - 15 x 80	188	30-047-21	1.77	ST - 360 C	
24	12	PL - 10 x 420	422	30-047-22	13.91	166.96	ST - 360 B
25	4	PL - 10 x 380	480	30-047-23	14.31	57.27	ST - 360 B
26	16	PL - 10 x 280	370	30-047-24	8.13	130.12	ST - 360 B
27	16	PL - 10 x 200	380	30-047-25	4.39	70.33	ST - 360 B
28	2	PL - 15 x 160	170	30-047-26	3.20	6.40	ST - 360 C
29	2	PL - 80 x 360	1280	30-047-27	289.38	578.76	ST - 510 C
30	2	PL - 20 x 300	490	30-047-28	23.08	46.16	ST - 360 C
31	2	PL - 20 x 410	450	30-047-29	28.86	57.83	ST - 360 C
32	1	PL - 20 x 550	600	30-047-30	36.03	72.06	ST - 360 C
33	2	PL - 30 x 290	250	30-047-31	14.71	29.43	ST - 360 C
34	2	PL - 20 x 600	670	30-047-32	63.11	126.22	ST - 360 C
35	1	TUBO - 8EAT: 38 x 4	444	30-047-33	1.49	ST - 35.8/1	
36	1	ESPARRAGO M27 927 x 980		30-047-34	2.60	ST - 52	

PESO TOTAL DETALLADO : 28267.44 kg.



N°	FECHA	DESCRIPCION
1	29.12.09	SE ACTUALIZA DETALLES SEGUN LO INDICADO
0	06.11.09	Emisión para revisión





LISTA DE MATERIALES						
LÍNEA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	MARCA	PESO [Kg.]	OBSERVACIONES
TOT. UNIT.	TOT. UNIT.				TOT.	
2	2	VIGA DE RIGIDEZ EJE 13 @ 14			7350.73	14701.46 MOSTRADO / OPUESTO
2	2	VIGA DE RIGIDEZ EJE 53 @ 52			7350.73	14701.46 MOSTRADO / OPUESTO
1	1	IPN - 450	7968	30-048-03	911.15	RST - 360B
2	1	IPN - 450	7968	30-048-04	911.15	RST - 360B
3	1	IPN - 450	7739	30-048-05	889.99	RST - 360 B
4	1	IPN - 450	7739	30-048-06	889.99	RST - 360 B
5	1	IFE - 400	4630	30-048-09	306.97	RST - 52-3
6	7	L - 160 x 160 x 14	2630	30-048-10	93.63	ST - 360 B
7	1	L - 160 x 160 x 14	2630	30-048-12	93.75	ST - 360 B
8	4	L - 160 x 160 x 14	2460	30-048-13	87.57	ST - 360 B
9	3	L - 160 x 160 x 14	2480	30-048-16	87.57	ST - 360 B
10	1	L - 160 x 160 x 14	2480	30-048-17	87.57	ST - 360 B
	1	L - 160 x 160 x 14	2480	30-048-18	87.57	ST - 360 B
	1	L - 70 x 70 x 7	7967	30-048-21	59.00	ST - 360 B
	1	L - 70 x 70 x 7	7967	30-048-22	59.00	ST - 360 B
	1	PL - 15 x 580	1150	30-048-24	75.88	ST - 360 C
15	1	PL - 15 x 580	1150	30-048-25	75.88	ST - 360 C
	2	PL - 15 x 960	1140	30-048-26	128.86	257.72 ST - 360 C
	1	PL - 15 x 680	1200	30-048-28	96.08	ST - 360 C
	1	IFE - 400	620	30-048-29	41.00	ST - 37-2
	1	L - 120 x 80 x 12	1200	30-048-30	21.25	ST - 37-2
20	1	C - 400	1200	30-048-31	20.00	ST - 37-2
	4	PL - 15 x 450	930	30-048-36	49.27	197.08 ST - 360 C
	2	PL - 15 x 470	825	30-048-38	45.65	91.3 ST - 360 C
	4	PL - 15 x 370	1150	30-048-39	50.10	200.4 ST - 360 C
	2	PL - 15 x 390	1035	30-048-41	47.52	95.04 ST - 360 C
25	4	PL - 80 x 360	1280	30-048-45	47.52	190.08 ST - 510 C
	12	PL - 10 x 420	422	30-048-46	13.91	166.92 ST - 360 B
	4	PL - 10 x 380	480	30-048-47	14.31	57.24 ST - 360 B
	16	PL - 10 x 200	280	30-048-48	4.39	70.24 ST - 360 B
	16	PL - 10 x 280	370	30-048-49	8.13	130.08 ST - 360 B

PESO TOTAL DETALLADO : 29402.92 Kg.

DETALLE 1 ESC. 1:2.5

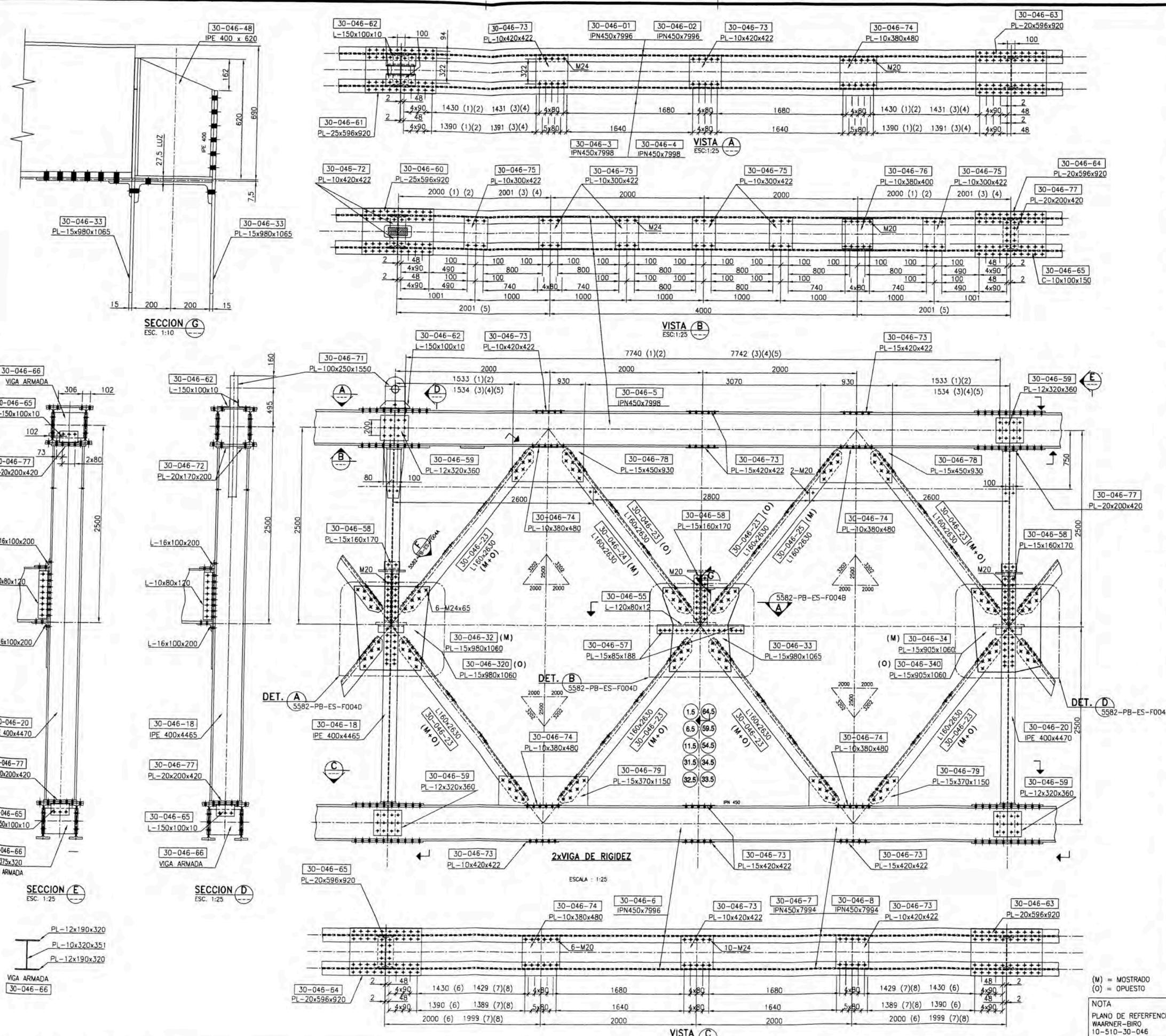
DETALLE 2 ESC. 1:2.5

DETALLE 3 ESC. 1:12.5

VISTA F ESC.

VISTA G ESC.

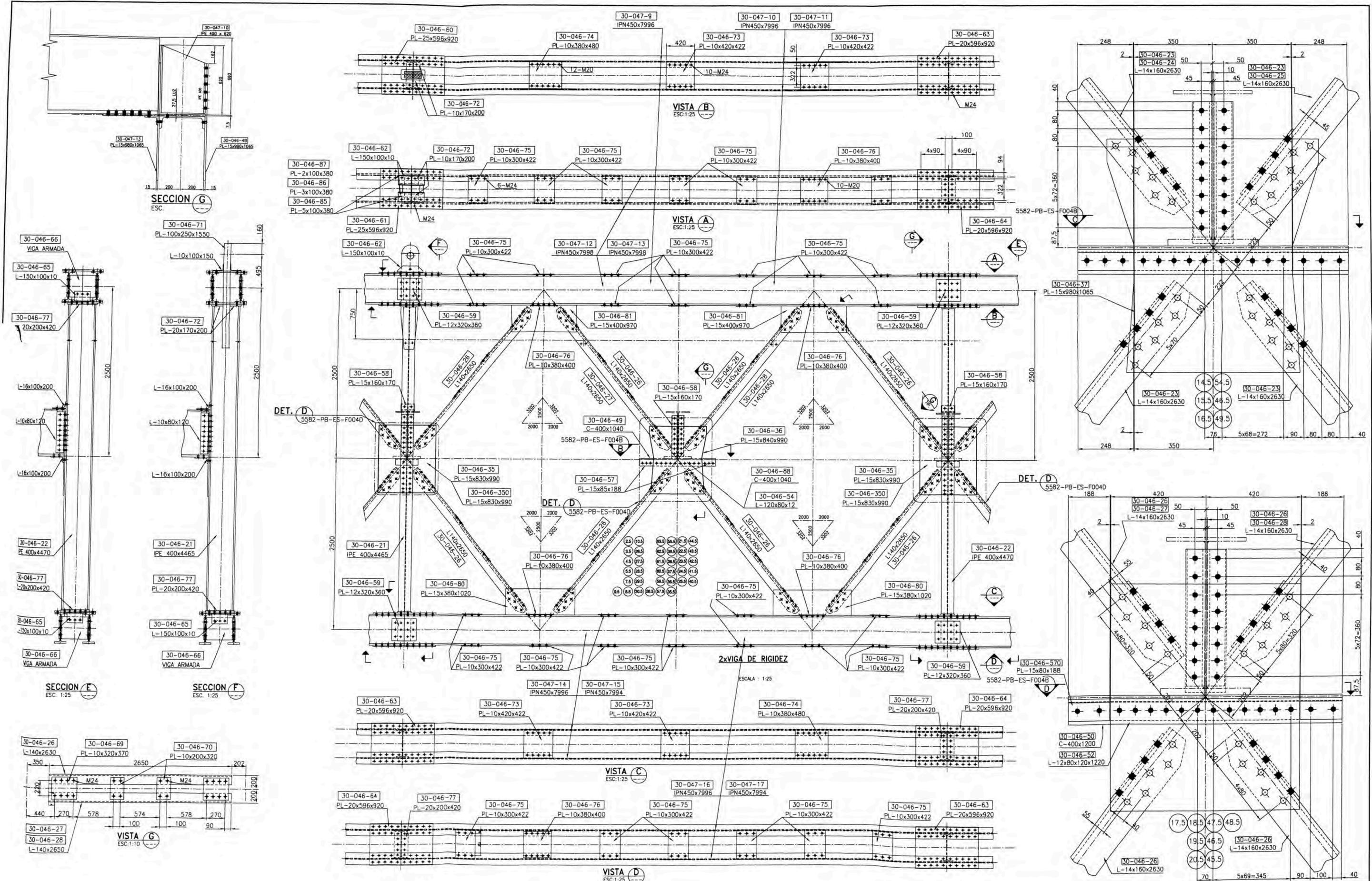
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
1	29.12.09	SE ACTUALIZO DETALLES SEGUN LO INDICADO
0	06.11.09	Emitido para revision



LISTA DE MATERIALES									
CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD	MARCA	PESO [Kg.]		OBSERVACIONES			
				UNIT.	TOT.				
8	IPN - 450	7996	30-046-01	940.88	7527.01	RST-360B			
4	IPN - 450	7996	30-046-02	940.88	3763.52	ST-30B			
4	IPN - 450	7998	30-046-03	941.11	3764.45	RST-360B			
8	IPN - 450	7998	30-046-04	941.11	7528.90	ST-430B			
8	IPN - 450	7998	30-046-05	941.11	7528.90	ST-430B			
12	IPN - 450	7996	30-046-06	940.88	11290.5	RST-360B			
8	IPN - 450	7994	30-046-07	940.84	7525.13	ST-510C			
12	IPN - 450	7994	30-046-08	940.84	11287.7	RST-360B			
16	IPN - 450	7996	30-046-09	940.88	15054.1	RST-360B			
12	IPN - 450	7996	30-046-10	940.88	11290.5	ST-430B			
4	IPN - 450	7996	30-046-11	940.88	3763.51	ST-510C			
16	IPN - 450	7998	30-046-12	941.11	15057.7	ST-430B			
40	IPN - 450	7998	30-046-13	941.11	37644.5	ST-510C			
32	IPN - 450	7996	30-046-14	940.88	30108.1	RST-360B			
24	IPN - 450	7994	30-046-15	940.64	22575.4	ST-510C			
16	IPN - 450	7994	30-046-16	940.64	15050.3	ST-430B			
16	IPN - 450	7994	30-046-17	940.64	15050.3	ST-510C			
10	PE - 400	4465	30-046-18	497.00	4969.99	R-ST 52-3			
3	PE - 400	4465	30-046-19	497.00	1491.00	R-ST 52-3			
12	PE - 400	4470	30-046-20	497.56	5970.66	R-ST 52-3			
18	PE - 400	4465	30-046-21	497.00	8945.98	R-ST 52-3			
20	PE - 400	4470	30-046-22	497.56	9951.11	R-ST 52-3			
224	L - 180 x 160 x 14	2630	30-046-23	88.31	19780.9	ST-360B			
16	L - 160 x 160 x 14	2630	30-046-24	88.31	1412.93	ST-360B			
16	L - 180 x 160 x 14	2630	30-046-25	88.31	1412.93	ST-360B			
616	L - 160 x 160 x 14	2630	30-046-26	88.31	54398.96	ST-360B			
44	L - 140 x 140 x 13	2850	30-046-27	71.80	3159.2	ST-360B			
44	L - 140 x 140 x 13	2850	30-046-28	71.80	3159.05	ST-360B			
1	L - 70 x 70 x 7	8399	30-046-29	---	61.63	ST-360B			
30	L - 70 x 70 x 7	8399	30-046-30	---	61.63	ST-360B			
60	L - 70 x 70 x 7	7998	30-046-31	61.63	3697.7	ST-360B			
13	PL-15 x 980	1060	30-046-32	122.31	590.03	ST-360C			
20	PL-15 x 980	1065	30-046-33	122.89	2457.8	ST-360C			
12	PL-15 x 905	1060	30-046-34	112.95	1355.4	ST-360C			
38	PL-15 x 830	990	30-046-35	96.75	3676.5	ST-360C			
72	PL-15 x 840	990	30-046-36	96.75	6966.0	ST-360C			
12	PL-15 x 880	1065	30-046-37	122.89	1474.68	ST-360C			
16	PL-15 x 840	990	30-046-38	97.92	1566.72	ST-360C			
14	PL-12 x 540	1040	30-046-39	52.90	740.6	ST-360C			
14	PL-12 x 540	1040	30-046-40	52.90	740.6	ST-360C			
4	PL-12 x 540	1040	30-046-41	52.90	211.6	ST-360C			
2	PL-12 x 540	1040	30-046-42	52.90	105.8	ST-360C			
4	PL-15 x 625	1200	30-046-43	88.31	353.24	ST-360C			
2	PL-15 x 625	1200	30-046-44	88.31	76.62	ST-360C			
8	PL-15 x 625	1220	30-046-45	88.31	706.48	ST-360C			
10	PL-15 x 625	1040	30-046-46	88.31	883.1	ST-360C			
2	PL-12 x 540	1040	30-046-47	52.90	105.8	ST-360C			
60	PE - 400	620	30-046-48	69.01	4140.73	ST 37-2			
36	C - 400	1040	30-046-49	81.21	2923.5	ST 37-2			
6	C - 400	1200	30-046-50	93.70	562.21	ST 37-2			
8	C - 400	1220	30-046-51	95.26	762.11	ST 37-2			
8	L x 12 x 80 x 120	1220	30-046-52	21.54	172.34	ST-360B			
6	L x 12 x 80 x 120	1200	30-046-53	21.54	129.25	ST-360B			
10	L x 12 x 80 x 120	1040	30-046-54	21.54	215.42	ST-360B			
36	L x 12 x 80 x 120	1040	30-046-55	21.54	775.51	ST-360B			
12	PL-15 x 80	248	30-046-56	2.33	27.96	ST-360C			
72	PL-15 x 85	188	30-046-57	1.88	135.36	ST-360C			
123	PL-15 x 160	170	30-046-58	3.20	393.6	ST-360C			
504	PL-12 x 320	360	30-046-59	10.85	5468.4	ST-510C			
31	PL-25 x 596	920	30-046-60	107.60	3335.6	ST-510C			
31	PL-25 x 596	920	30-046-61	107.60	3335.6	ST-510C			
64	L-150 x 100 x 10	380	30-046-62	8.63	552.50	ST-360B			
95	PL-20 x 596	920	30-046-63	86.08	8177.6	ST-510C			
95	PL-20 x 596	920	30-046-64	86.08	8177.6	ST-510C			
95	L - 10 x 100 x 150	230	30-046-65	4.32	410.62	ST-360B			
95	H 180 x 375	320	30-046-66	20.27	1925.65	ST-360C			
256	PL-10 x 280	370	30-046-67	8.13	2081.28	ST-360B			
256	PL-10 x 280	280	30-046-68	4.396	1125.37	ST-360B			
704	PL-10 x 320	370	30-046-69	9.29	6540.16	ST-360B			
704	PL-10 x 200	320	30-046-70	5.02	3534.08	ST-360B			
3	PL-10 x 250	1550	30-046-71	30.41	91.23	ST-510C			
62	PL-20 x 170	200	30-046-72	5.33	330.46	ST-360C			
288	PL-10 x 420	422	30-046-73	13.91	4006.08	ST-360B			
144	PL-10 x 380	480	30-046-74	14.31	2060.64	ST-360B			
576	PL-10 x 380	422	30-046-75	9.93	5719.68	ST-360B			
96	PL-10 x 380	400	30-046-76	11.93	1145.28	ST-360B			
95	PL-20 x 400	420	30-046-77	13.18	1252.1	ST-360C			
64	PL-15 x 450	930	30-046-78	48.72	3153.82	ST-360C			
64	PL-15 x 370	1150	30-046-79	50.10	3206.4	ST-360C			
176	PL-15 x 380	1020	30-046-80	45.63	8030.88	ST-360C			
176	PL-15 x 400	970	30-046-81	45.68	8039.68	ST-360C			
28	PL-100 x 250	1550	30-046-82	304.18	8039.68	ST-510C			
65	L - 8 x 80 x 120	260	30-046-83	3.15	204.57	ST-360B			
124	L - 8 x 80 x 120	160	30-046-84	3.15	390.26	ST-360B			
62	PL-5 x 100	380	30-046-85	1.49	92.38	---			
62	PL-3 x 100	380	30-046-86	0.88	55.18	---			
62	PL-2 x 100	380	30-046-87	0.59	36.58	---			
10	C - 400	1040	30-046-88	81.21	812.1	ST 37-2			
13	PL-15 x 980	1060	30-046-320	122.31	1590.03	ST-360C			
12	PL-15 x 905	1060	30-046-340	112.95	1355.40	ST-360C			
38	PL-15 x 830	990	30-046-350	96.75	3676.50	ST-360C			

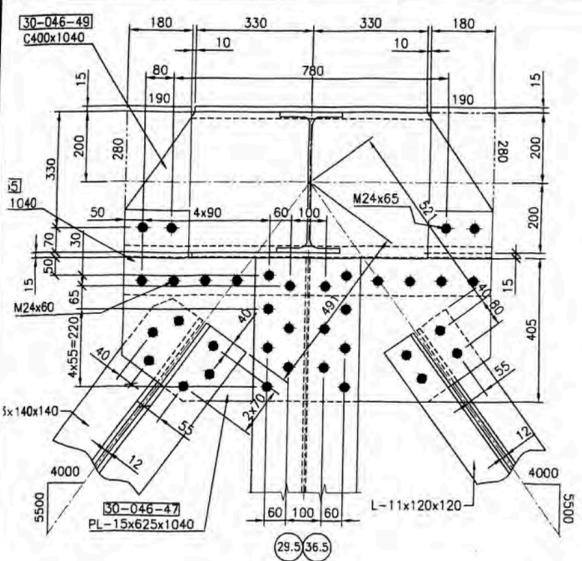
NOTA  
 PLANO DE REFERENCIA :  
 WAARNER-BIRO  
 10-510-30-046

N°	FECHA	DESCRIPCION
1	06.01.10	SE ACTUALIZA DETALLES
0	17.11.09	EMITIDO PARA REVISION

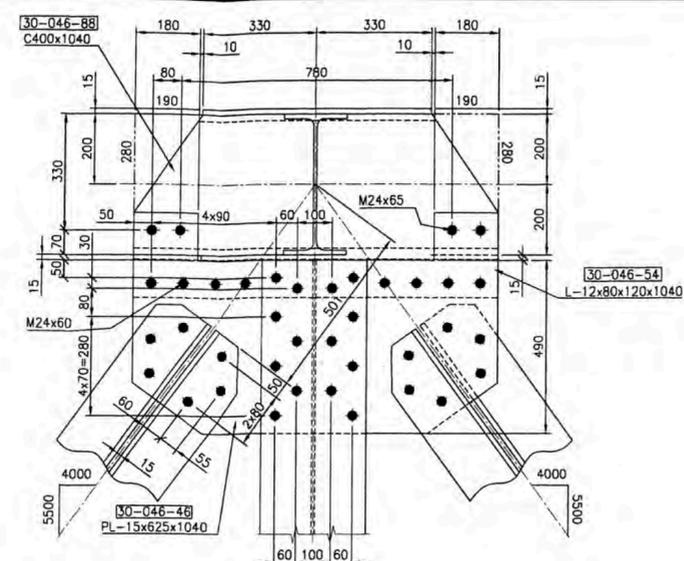


NOTA  
 PLANO DE REFERENCIA :  
 WAARNER-BIRO  
 10-51C-30-046

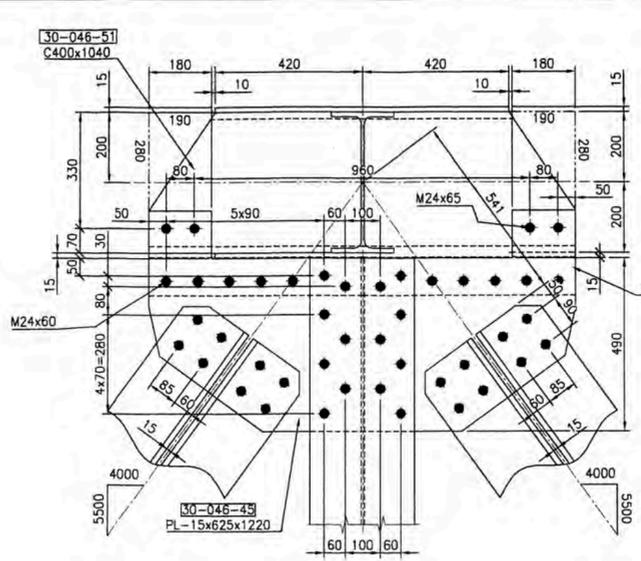
REVISIONES	
0	17.11.09 Emitida para revision
N°	FECHA DESCRIPCION



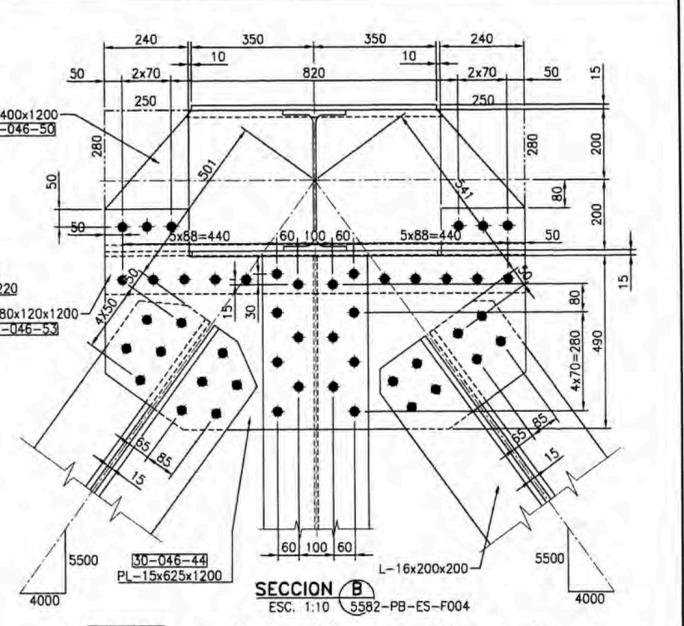
**SECCION B**  
ESC. 1:10 5582-PB-ES-F004A



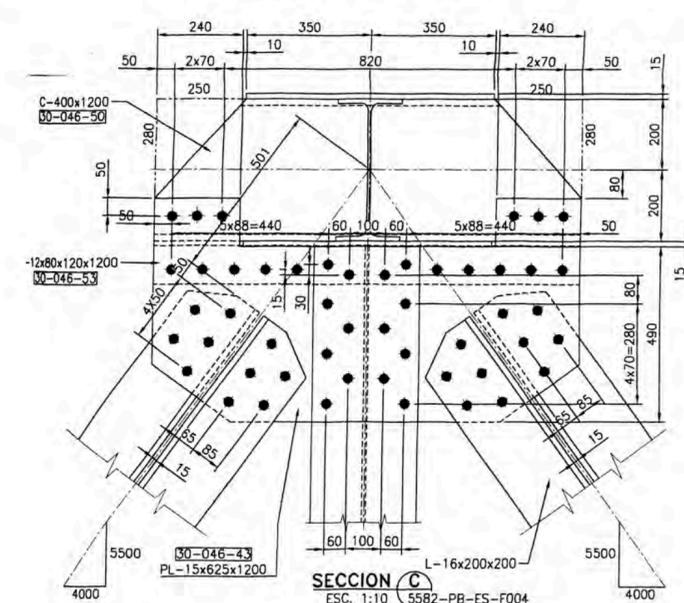
**SECCION B**  
ESC. 1:10 5582-PB-ES-F004A



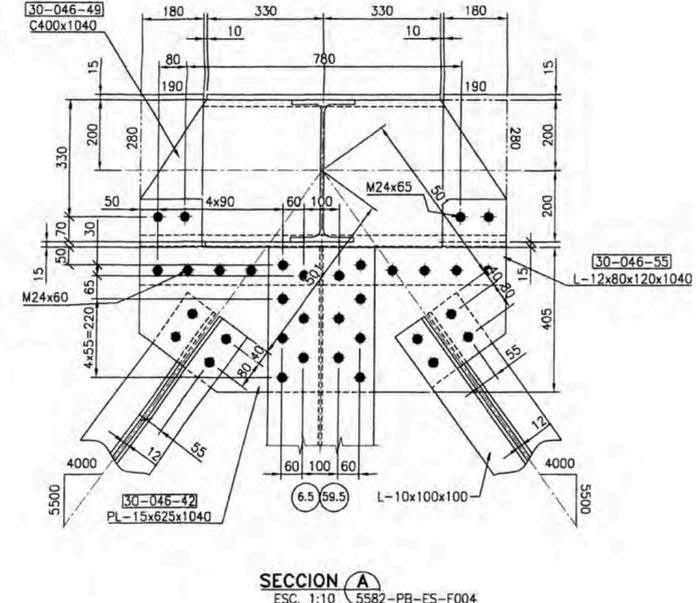
**SECCION B**  
ESC. 1:10 5582-PB-ES-F004A



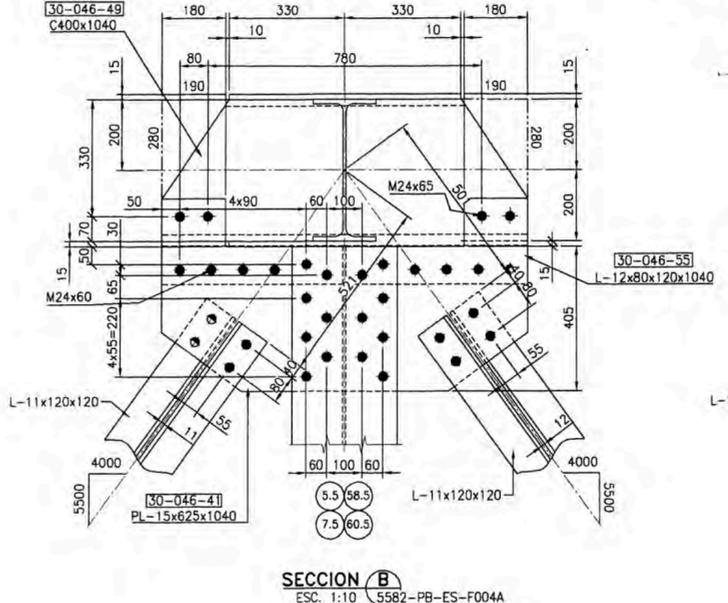
**SECCION B**  
ESC. 1:10 5582-PB-ES-F004



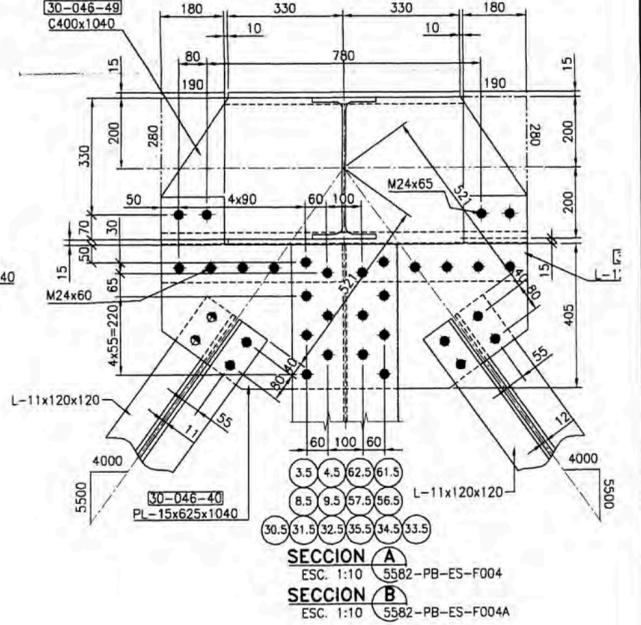
**SECCION C**  
ESC. 1:10 5582-PB-ES-F004



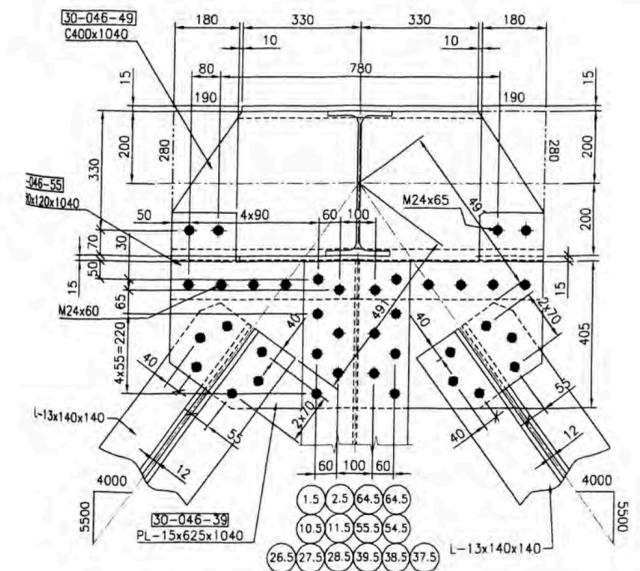
**SECCION A**  
ESC. 1:10 5582-PB-ES-F004



**SECCION B**  
ESC. 1:10 5582-PB-ES-F004A



**SECCION A**  
ESC. 1:10 5582-PB-ES-F004  
**SECCION B**  
ESC. 1:10 5582-PB-ES-F004A



**SECCION A**  
ESC. 1:10 5582-PB-ES-F004  
**SECCION B**  
ESC. 1:10 5582-PB-ES-F004A

NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-046

N°	FECHA	DESCRIPCION
1	01.12.09	SE ACTUALIZAN DETALLES SEGUN LO INDICADO
0	17.11.09	Emitido para revision
<b>REVISIONES</b>		

Regulador: **OSITRAN** Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público

Concesionaria: **CONIRSA** CONCESSIONARIA IIRSA SUR

Constructor: **ODEBRECHT** Ingeniería y Construcción

Consultar: **CEMPROTECH S.A.C.** CONSTRUCTION, ENGINEERING, MANAGEMENT, PROCURE

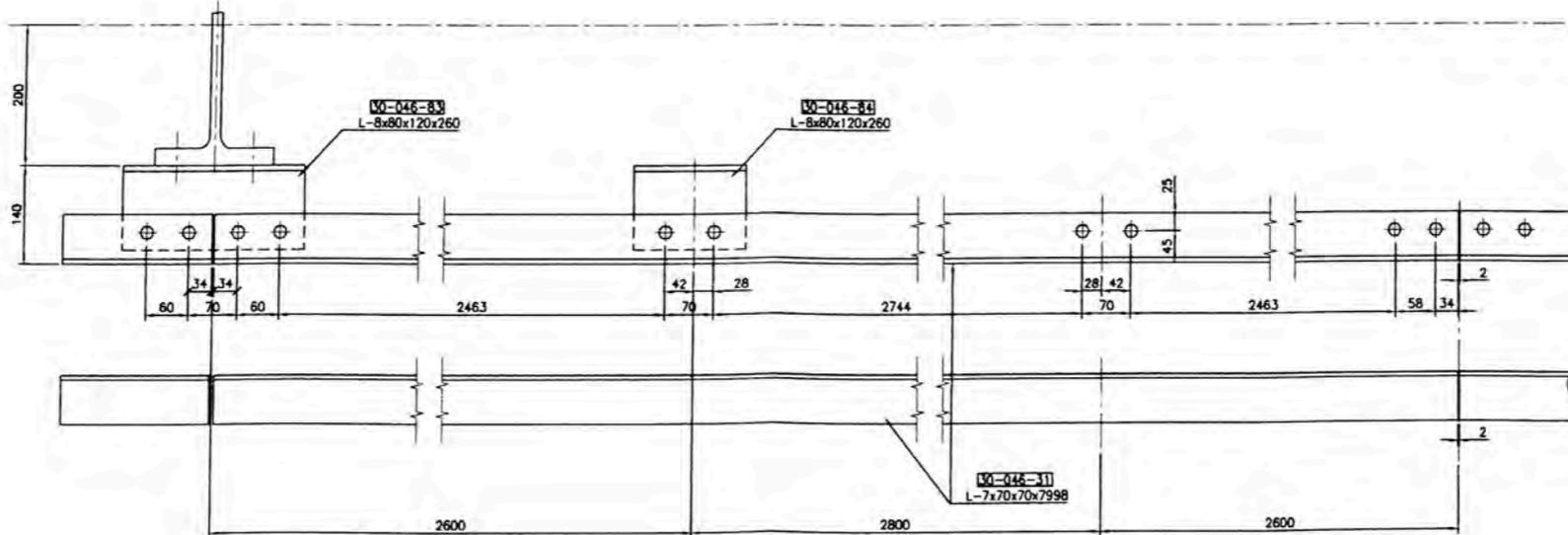
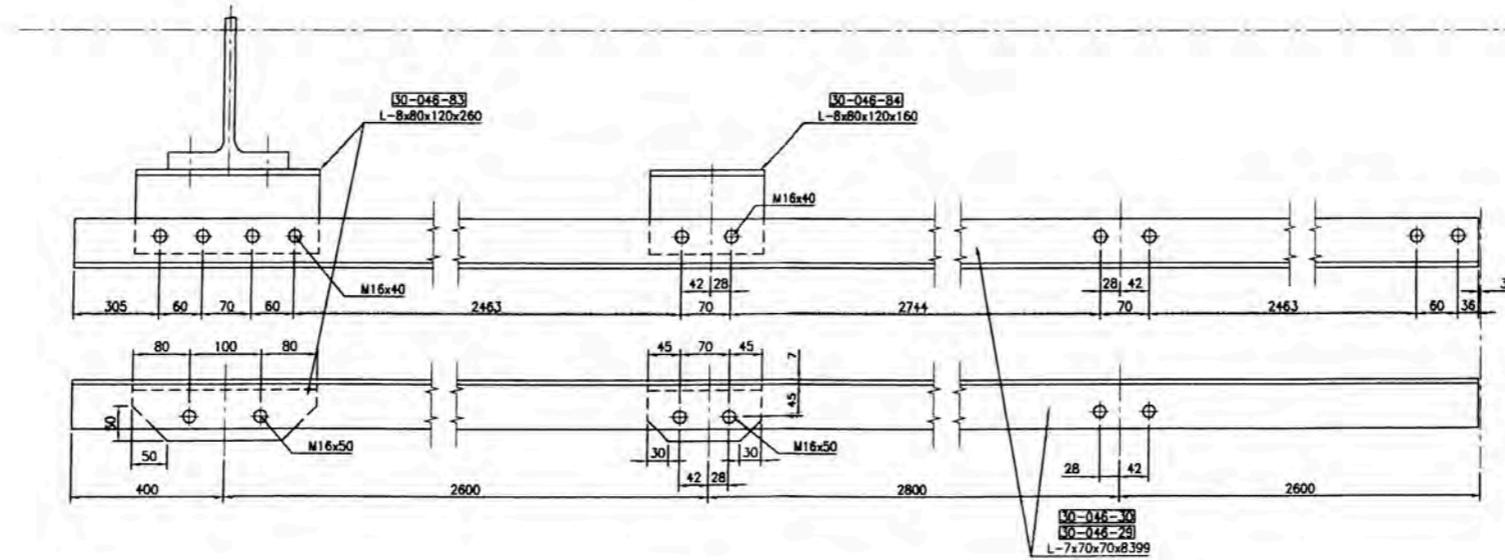
Ejecutor: **CEMPROTECH S.A.C.**

Diseño: R. LOPEZ  
Revisado: DANIEL MUÑOZ  
Aprobado:

**CORREDOR VIAL INTEROCEANICO DEL SUR PERU - BRASIL**  
**TRAMO 3 : PUEBLO INAMBARI - INAPARI**  
**PUEBLO PRESIDENTE GUILLERMO BILLINGHURST**  
VIGA DE RIGIDEZ  
SECCIONES

Región: MADRE DE DIOS  
Provincia: TAMBOPATA  
Distrito: TAMBOPATA

Fecha: 17.11.09  
Escala: INDICADA  
Plano N° 5582-PB-ES-F004B



NOTA  
 PLANO DE REFERENCIA :  
 WUARNER-BRD  
 10-510-30-046

REVISIONES	
Nº	FECHA
0	22.03.10
	Emiteo para revision



Regulador: OSITRAN  
 Concesionaria: CONIRSA  
 Constructor: CEMPROTECH S.A.C.  
 Diseñador: M. SOTOMAYOR  
 Revisado: DANIEL MUÑOZ  
 Aprobado:

**CORREDOR VIAL INTEROCEANICO DEL SUR PERU - BRASIL**  
**TRAMO 3 : PUNTE INAMARI - INAPARI**  
**PUNTE PRESIDENTE GUILLERMO BILLINGHURST**  
 VIGA DE RIGIDEZ  
 BARANDAS

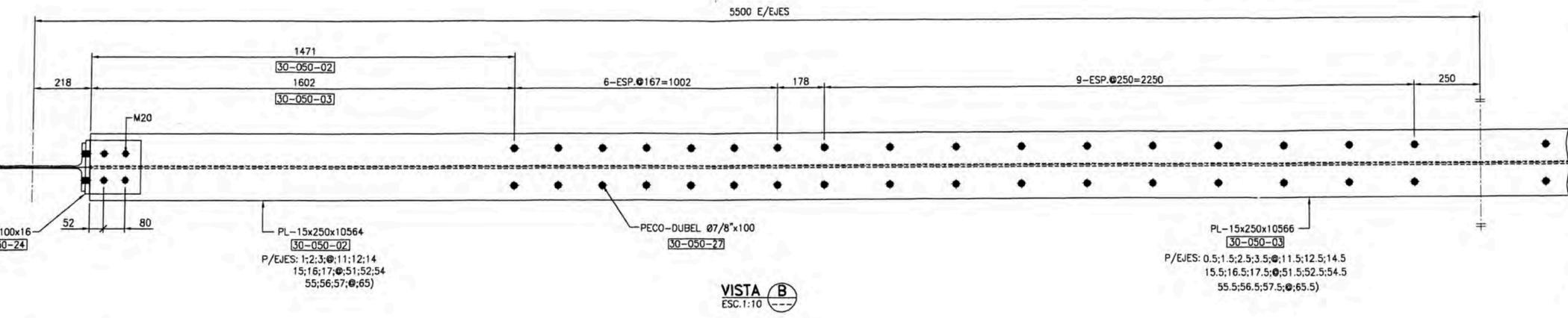
Región: MADRE DE DIOS  
 Provincia: TAMBOPATA  
 Distrito: TAMBOPATA  
 Fecha: 22.03.10  
 Escala: INDICADA  
 Plano Nº: 5582-PB-ES-F004C

LISTA DE MATERIALES

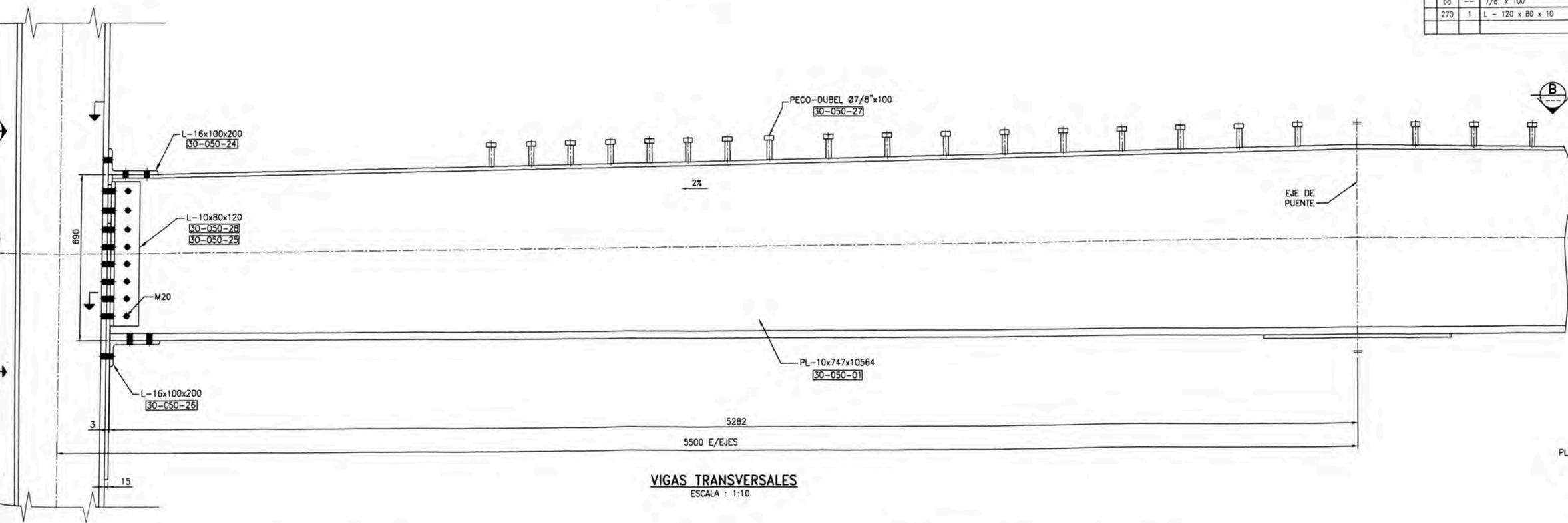
CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD	MARCA	PESO [Kg.]		OBSERVACIONES
				UNIT.	TOT.	
VIGA TRANSVERSALES				242077.97		
129	PL - 10 x 747	10564	30-050-01	619.47	79910.34	SI - 360 C
63	PL - 15 x 250	10564	30-050-02	310.98	19591.60	SI - 360 C
2	PL - 15 x 250	10564	30-050-03	310.98	20524.68	SI - 360 C
3	PL - 30 x 330	10564	30-050-04	820.98	11493.74	SI - 360 C
4	PL - 30 x 330	10564	30-050-05	820.98	3283.93	SI - 360 C
5	PL - 30 x 330	10564	30-050-06	820.98	12314.72	SI - 360 C
6	PL - 30 x 330	10564	30-050-07	820.98	3283.93	SI - 360 C
7	PL - 30 x 330	10564	30-050-08	820.98	4925.89	SI - 360 C
8	PL - 30 x 330	10564	30-050-09	820.98	6567.85	SI - 360 C
9	PL - 30 x 330	10564	30-050-10	820.98	1641.96	SI - 360 C
10	PL - 30 x 330	10564	30-050-11	820.98	6567.85	SI - 360 C
02	PL - 30 x 330	10564	30-050-12	820.98	1641.96	SI - 360 C
30	PL - 30 x 330	10564	30-050-13	820.98	24629.44	SI - 360 C
36	PL - 30 x 330	10564	30-050-14	820.98	29555.28	SI - 360 C
14	PL - 12 x 710	800	30-050-15	53.51	749.08	SI - 360 C
15	PL - 12 x 675	800	30-050-16	50.87	203.47	SI - 360 C
15	PL - 12 x 620	630	30-050-17	36.79	551.92	SI - 360 C
4	PL - 12 x 620	630	30-050-18	36.79	551.92	SI - 360 C
6	PL - 15 x 850	1000	30-050-19	100.09	600.53	13 CMO 44
8	PL - 15 x 850	910	30-050-20	91.08	728.64	13 CMO 44
20	PL - 15 x 805	910	30-050-21	86.26	172.52	13 CMO 44
8	PL - 15 x 760	870	30-050-22	77.86	622.85	13 CMO 44
2	PL - 12 x 735	870	30-050-23	60.24	120.47	13 CMO 44
138	L - 200 x 100 x 16	200	30-050-24	2.065	3401.7	RST360B
270	L - 120 x 80 x 10	600	30-050-25	20.00	2520.0	ST360B
25	L - 200 x 100 x 16	330	30-050-26	2.065	3401.7	RST360B
68	7/8" x 100	---	30-050-27	---	---	SM-STAH
270	L - 120 x 80 x 10	600	30-050-28	20.00	2520.0	ST360B

PESO TOTAL DETALLADO : 190994.71 Kg.

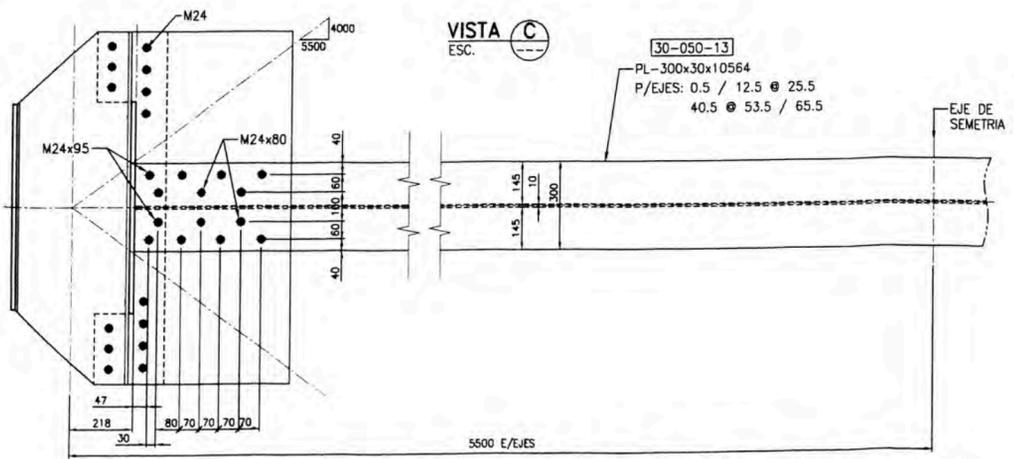
NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-050



VISTA B  
ESC. 1:10

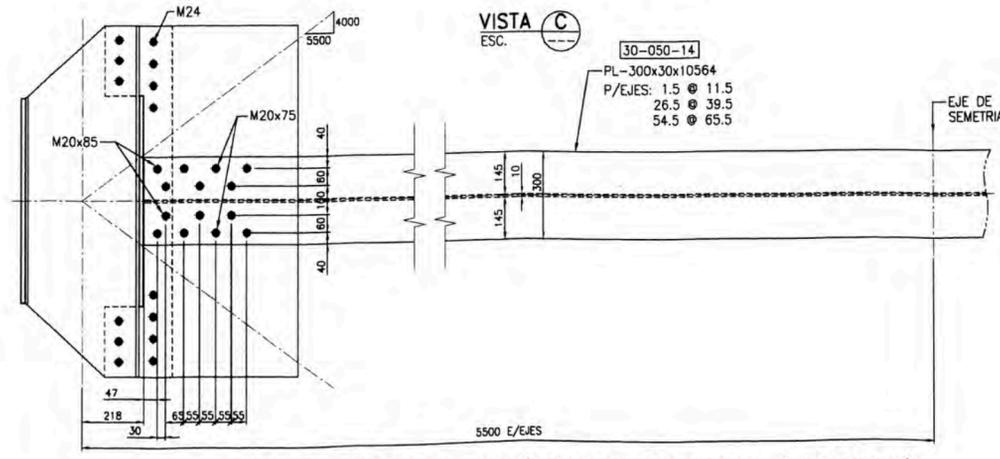


VIGAS TRANSVERSALES  
ESCALA : 1:10



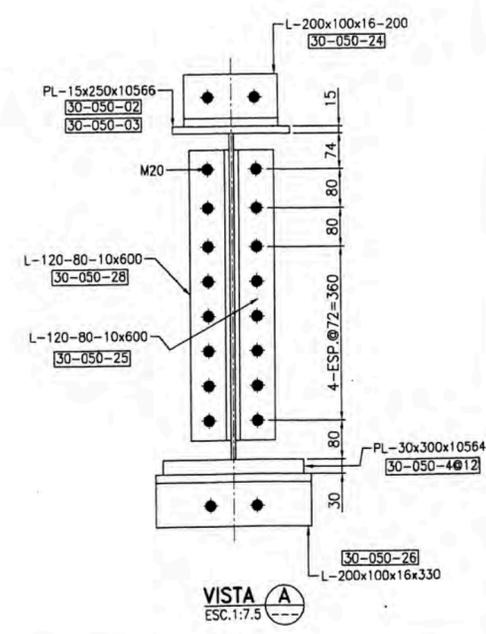
VISTA C  
ESC.

VIGAS TRANSVERSALES~EJES (0.5-12.5@25.5 / 40.5@53.5-65.5)  
ESCALA : 1:10



VISTA C  
ESC.

VIGAS TRANSVERSALES~EJES (1.5@11.5 / 26.5@39.5 / 54.5@65.5)  
ESCALA : 1:10



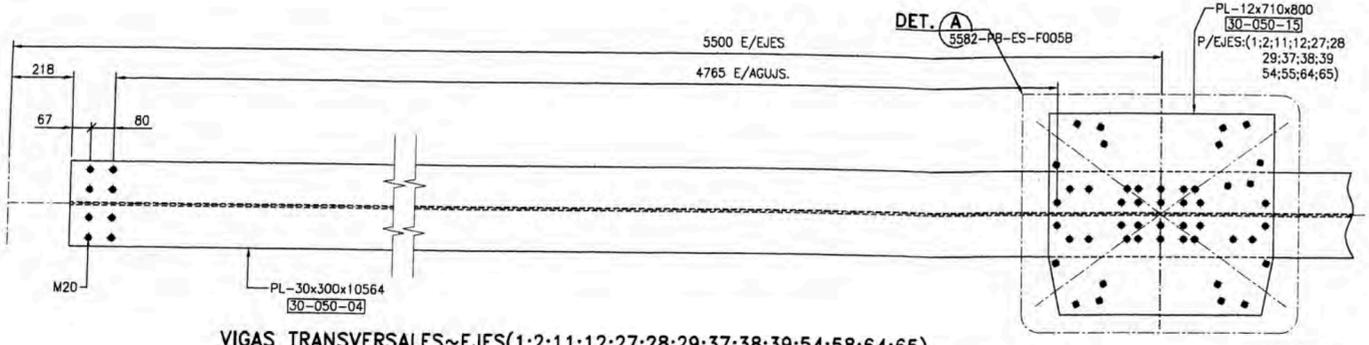
VISTA A  
ESC. 1:7.5

N°	FECHA	DESCRIPCION
1	29.12.09	Actualizacion de detalles faltantes
0	10.11.09	Emitido para revision

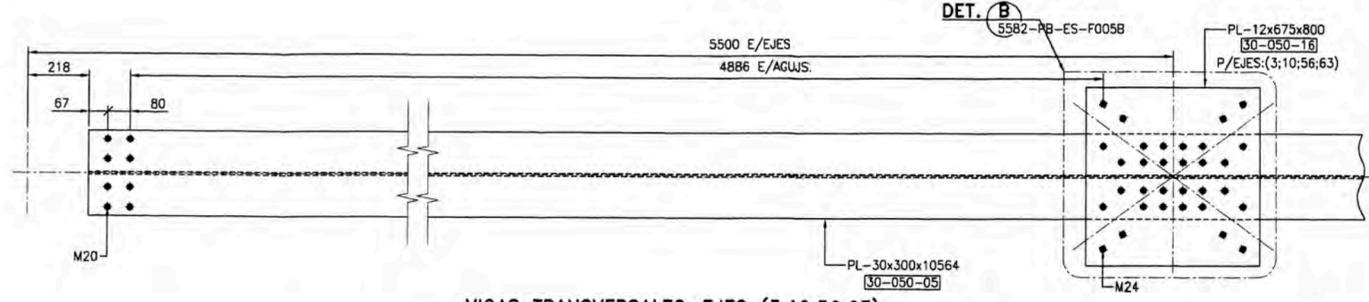
REVISIONES

Regulador: <b>OSITRAN</b> Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público	Concesionaria: <b>IRISA SUR</b>	Constructor: <b>CONIRSA</b> CONSTRUCION, ENGINEERING, MANAGEMENT, PROCURE	Consultor: <b>CEMPROTECH S.A.C.</b> CONSTRUCTION, ENGINEERING, MANAGEMENT, PROCURE	Ejecutor: <b>CEMPROTECH S.A.C.</b> CONSTRUCTION, ENGINEERING, MANAGEMENT, PROCURE	Diseño: M. SOTOMAYOR	Dibujo: DANIEL MUÑOZ	Revisado: DANIEL MUÑOZ	Aprobado:	<b>CORREDOR VIAL INTEROCEANICO DEL SUR PERU - BRASIL</b> TRAMO 3 : PUENTE INAMBARI - IRAPARI PUENTE PRESIDENTE GUILLERMO BILLINGHURST VIGAS TRANSVERSALES EJES 0.5@12.5 / 13.5@52.5 / 53.5@65.5	Región: MADRE DE DIOS	Provincia: TAMBOPATA	Distrito: TAMBOPATA	Fecha: 29.12.09	Plano N°: 5582-PB-ES-F005	Escola: INDICADA
--	------------------------------------	---	--	---	-------------------------	-------------------------	---------------------------	-----------	---	--------------------------	-------------------------	------------------------	--------------------	------------------------------	---------------------

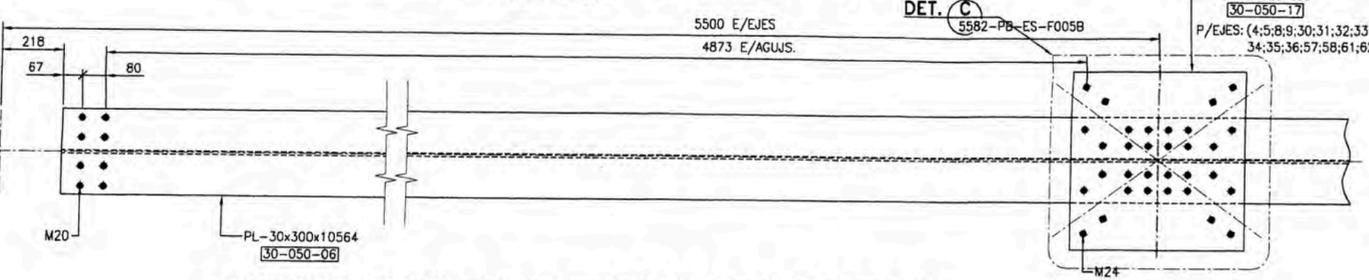
VISTA C  
ESC. 1:10 5582-PB-VR-F005



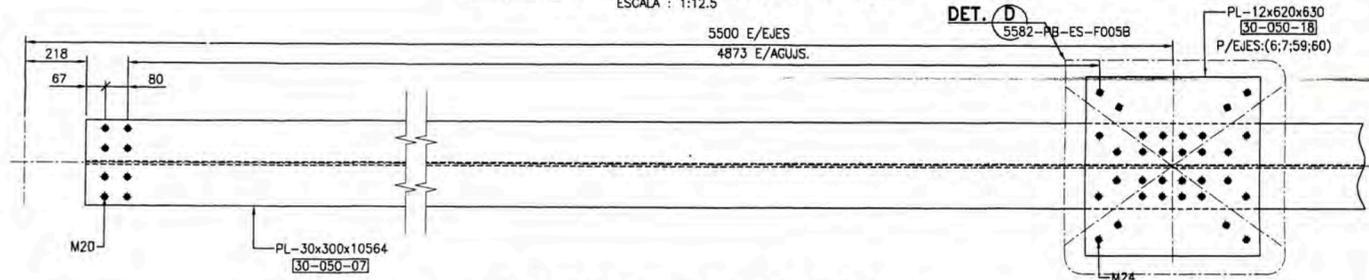
VIGAS TRANSVERSALES~EJES (1;2;11;12;27;28;29;37;38;39;54;58;64;65)  
ESCALA : 1:20



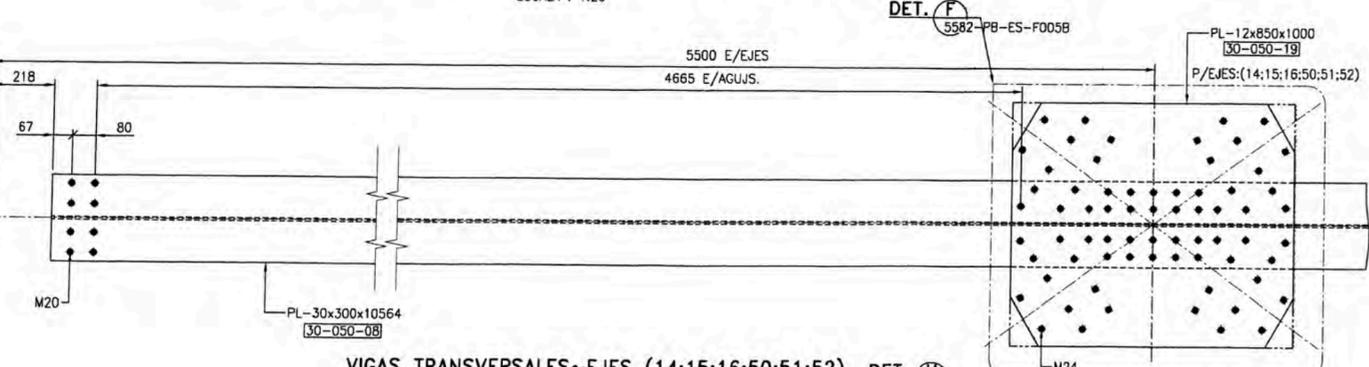
VIGAS TRANSVERSALES~EJES (3;10;56;63)  
ESCALA : 1:12.5



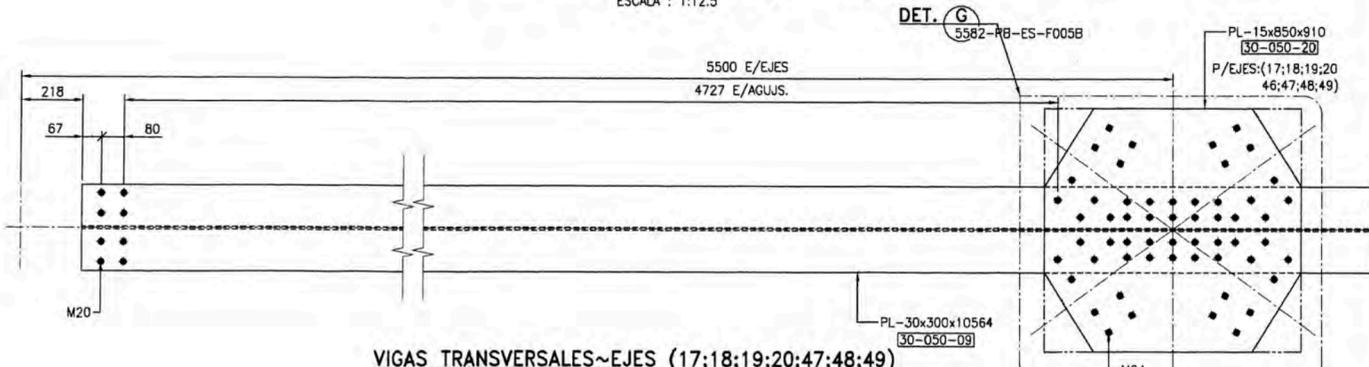
VIGAS TRANSVERSALES~EJES (4;5;8;9;30;31;32;33;34;35;36;57;58;61;62)  
ESCALA : 1:20



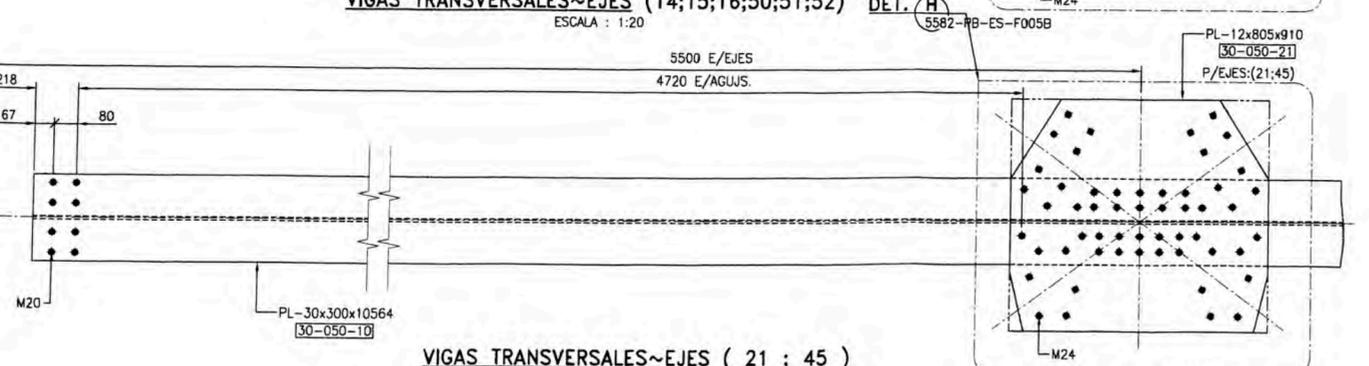
VIGAS TRANSVERSALES~EJES (6;7;59;60)  
ESCALA : 1:12.5



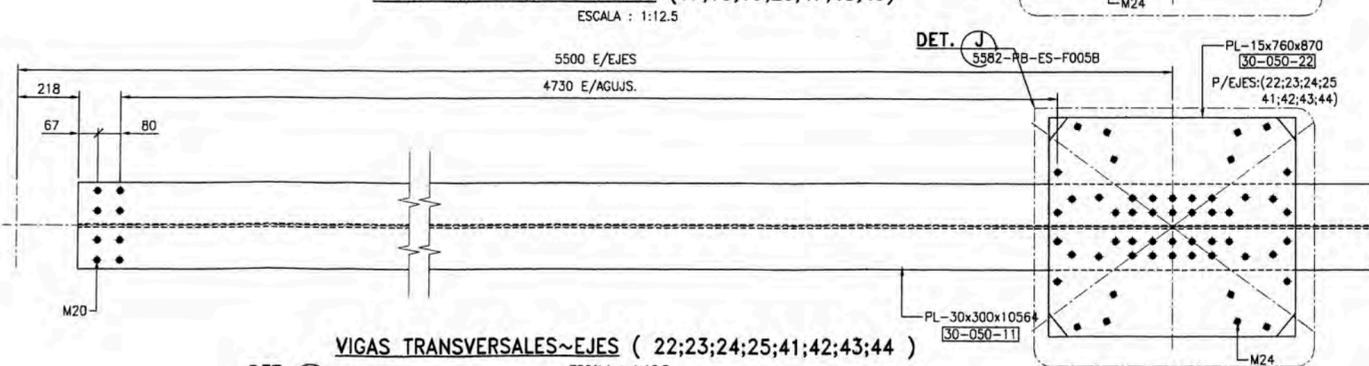
VIGAS TRANSVERSALES~EJES (14;15;16;50;51;52)  
ESCALA : 1:20



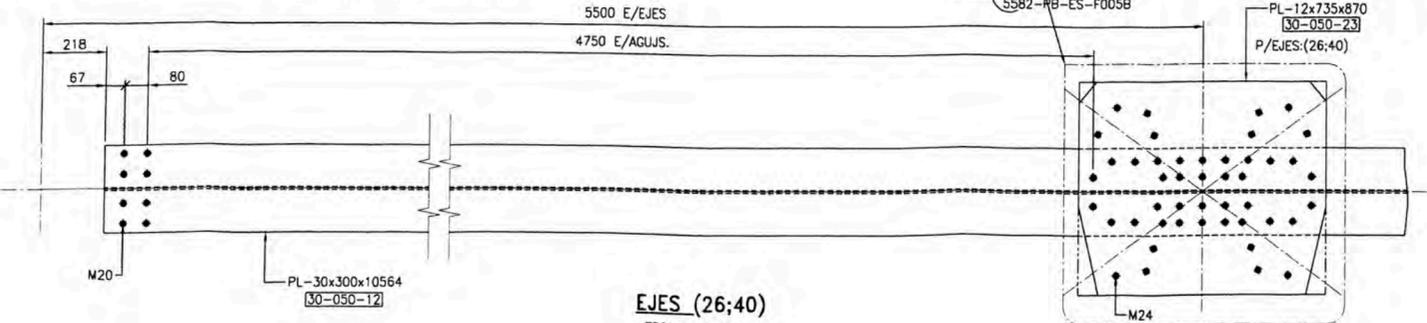
VIGAS TRANSVERSALES~EJES (17;18;19;20;47;48;49)  
ESCALA : 1:12.5



VIGAS TRANSVERSALES~EJES ( 21 ; 45 )  
ESCALA : 1:12.5

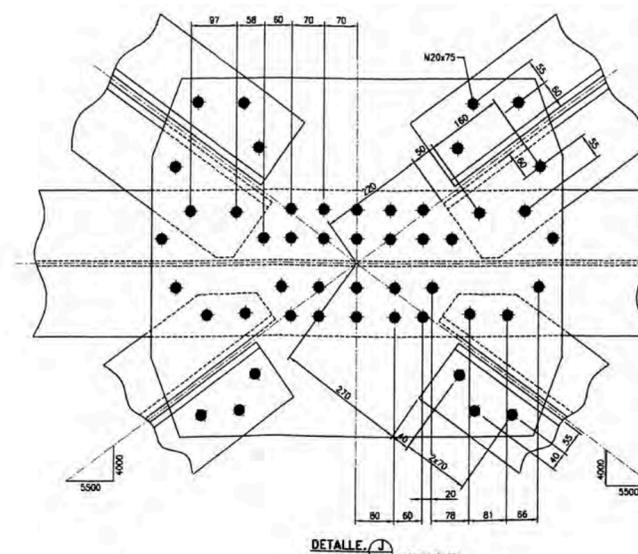
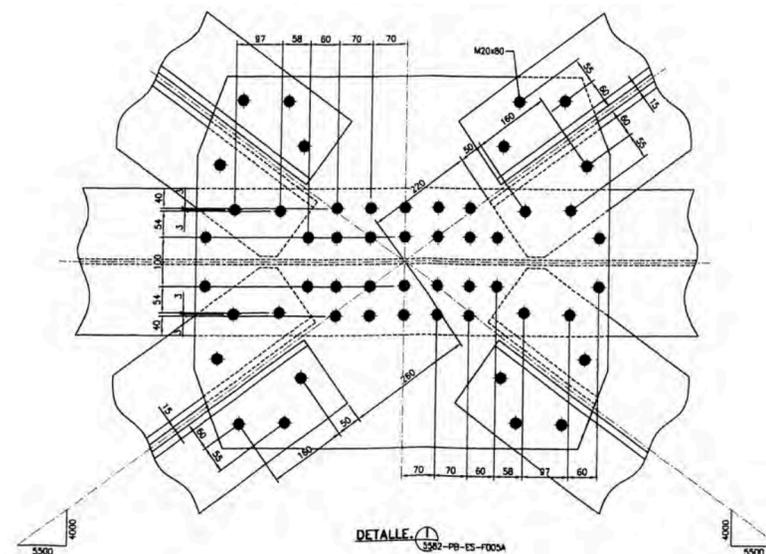
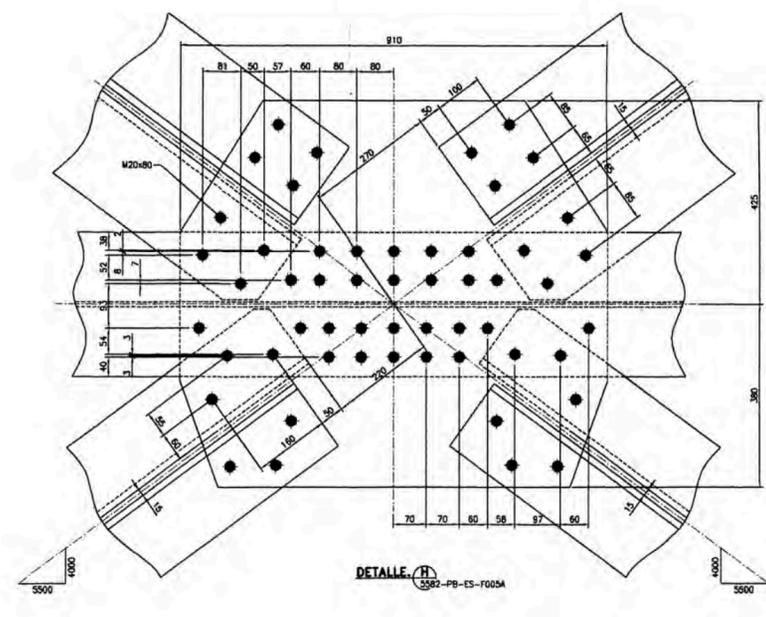
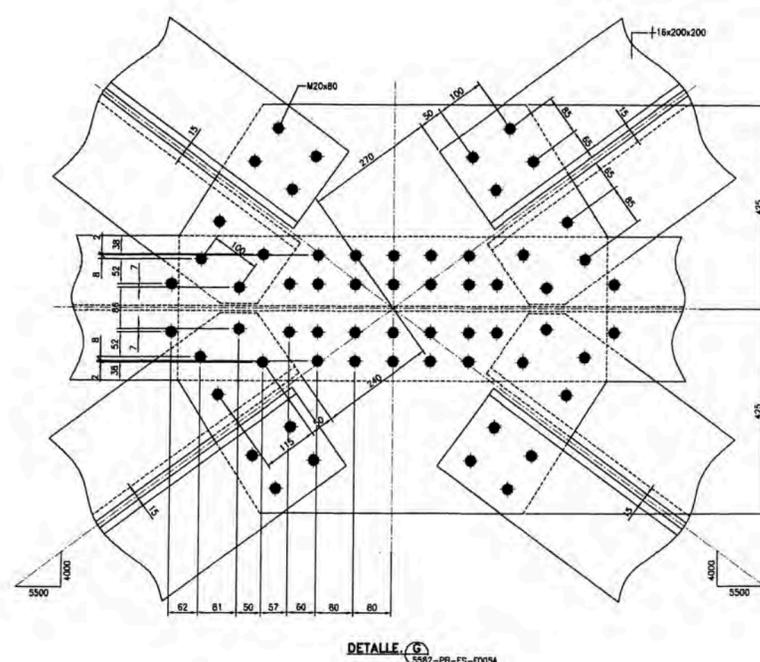
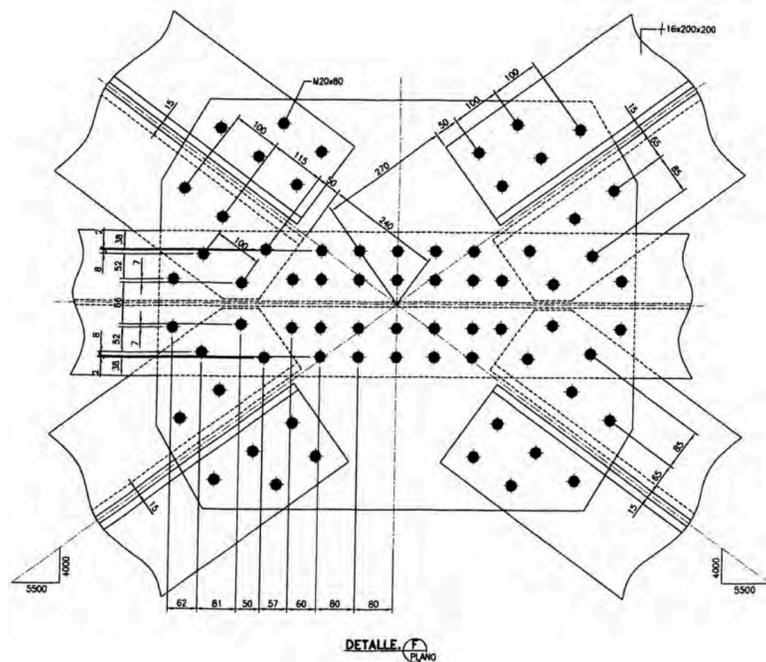
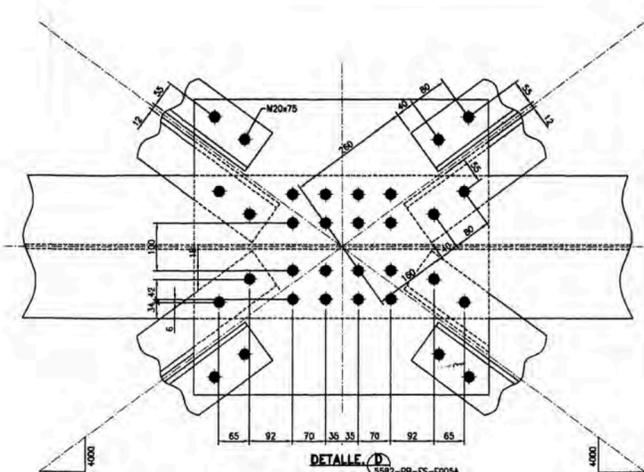
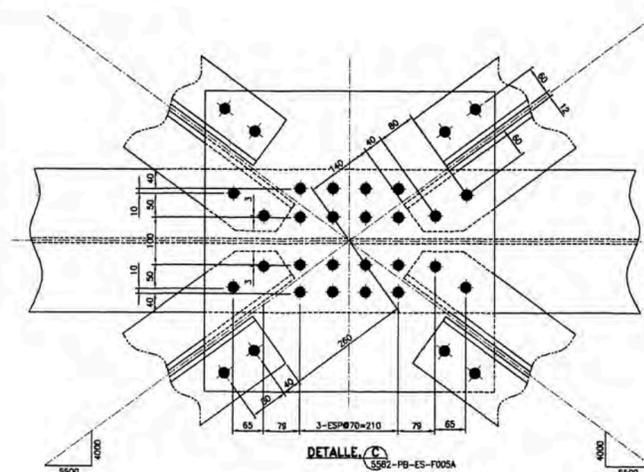
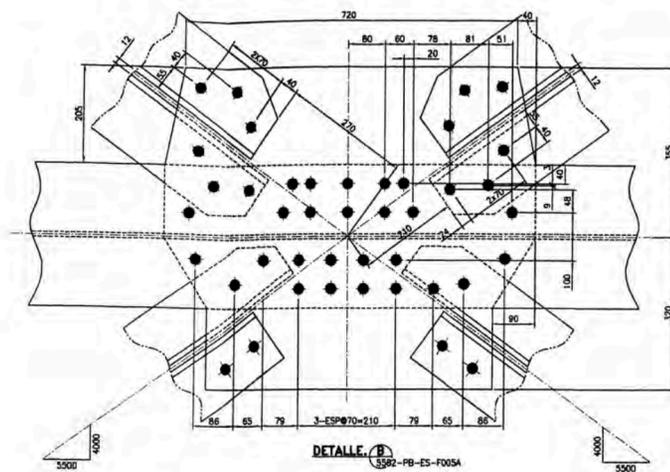
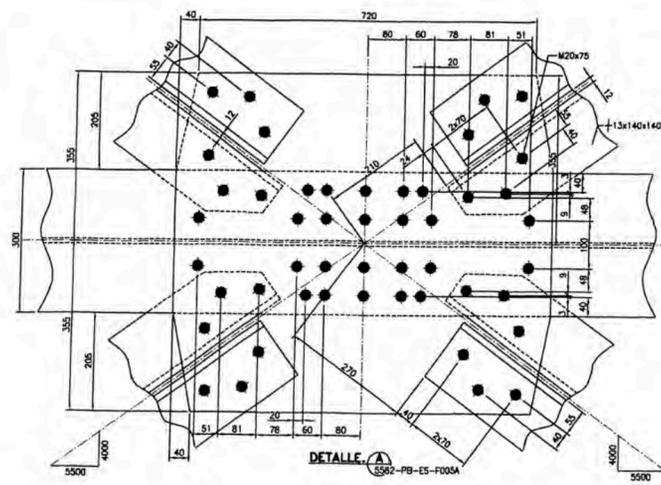


VIGAS TRANSVERSALES~EJES ( 22;23;24;25;41;42;43;44 )  
ESCALA : 1:12.5



EJES (26;40)  
ESCALA : 1:12.5

N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
1	29.12.09	SE ACTUALIZAN DETALLES SEGUN LO INDICADO
0	10.12.09	Emitida para revision



N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
0	10.12.09	Emitida para revisión



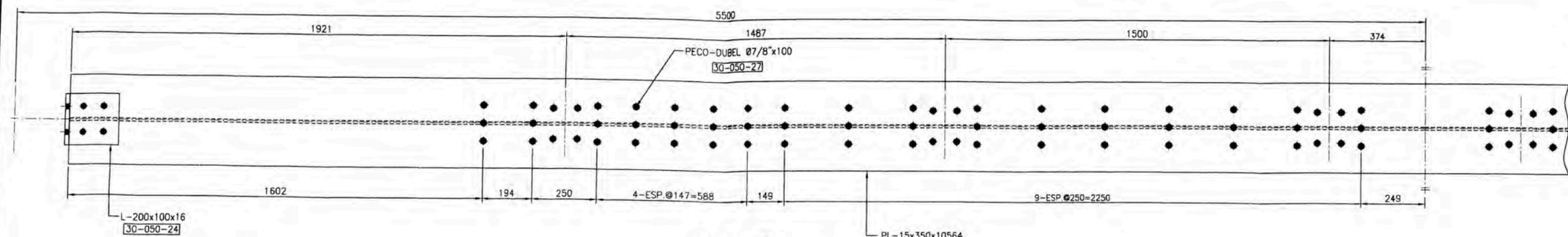
Ejecutor:  
**CEMPROTECH S.A.C.**  
CONSTRUCTION, ENGINEERING, MANAGEMENT, PROCURE

Diseño:  
Dibujo: M.SOTOMAYOR  
Revisado: DANIEL MUÑOZ  
Aprobado: 5582-PB-ES-F005A

**CORREDOR VIAL INTEROCEANICO DEL SUR PERU - BRASIL**  
**TRAMO 3 : PUENTE INAMBARÍ - IÑAPARÍ**  
**PUENTE PRESIDENTE GUILLERMO BILLINGHURST**  
DETALLES  
EJES 1 @ 12 / 14 @ 52 / 54 @ 65

Región: MADRE DE DIOS  
Provincia: TAMBOPATA  
Distrito: TAMBOPATA

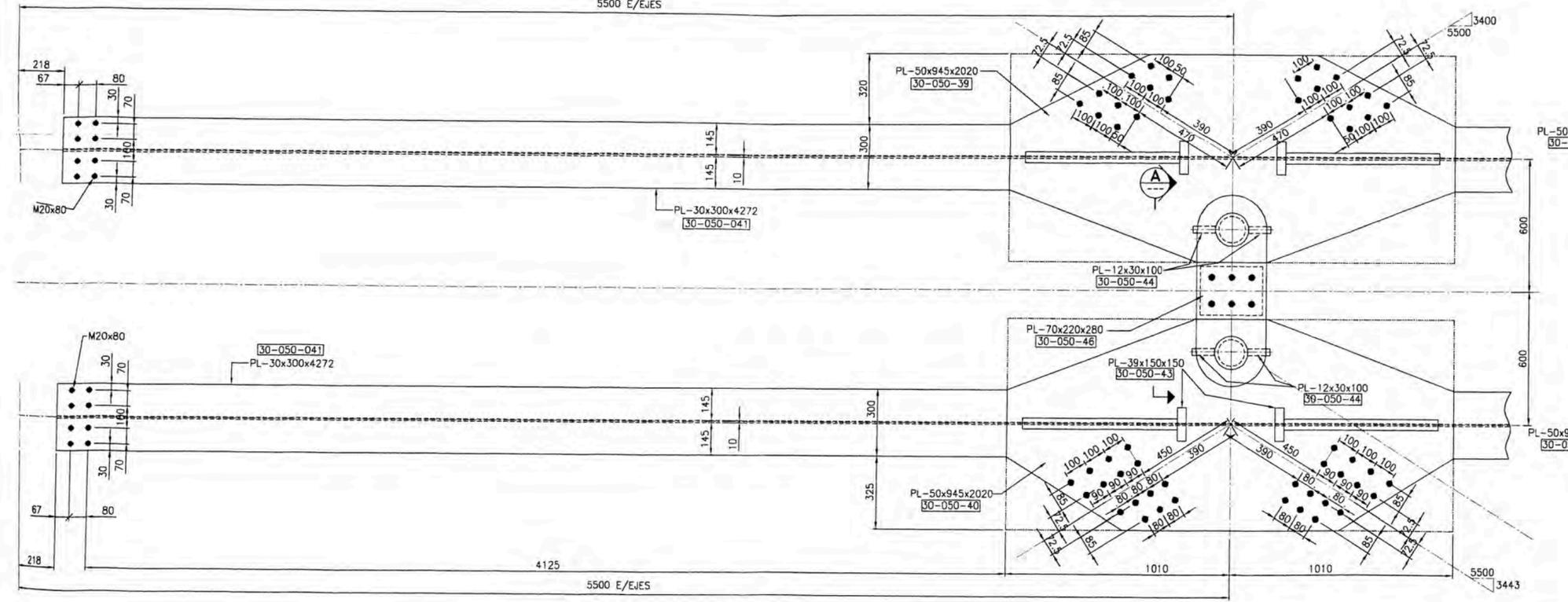
Fecha: 29.12.09  
Escala: INDICADA  
Plano N°: 5582-PB-ES-F005B



VISTA B  
ESC. 1:10

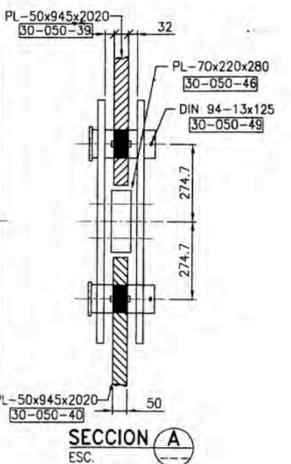
LISTA DE MATERIALES							
CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD	MARCA	PESO [Kg]		OBSERVACIONES	
				UNIT.	TOT.		
2	1	WGA TRANSVERSAL (EJE 13 ; 53)		4765.01	9530.02		
-	144	7/8" x 100	---	---	---	SM-STAHL	
1	2	PL - 10 x 760	10564	30-050-27	630.24	1260.48	St - 360 C
2	2	PL - 15 x 350	10564	30-050-38	435.36	870.72	St - 360 C
3	1	PL - 50 x 945	2020	30-050-39	---	749.24	St - 360 C
4	1	PL - 50 x 950	850	30-050-40	---	316.94	St - 360 C
5	4	PL - 30 x 300	850	30-050-41	60.05	240.2	St - 360 C
6	4	PL - 40 x 140	700	30-050-42	30.77	123.08	St - 360 C
7	4	PL - 39 x 150	150	30-050-43	6.88	27.52	St - 360 C
8	8	PL - 12 x 30	100	30-050-44	0.28	2.24	St - 360 C
9	2	PL - 30 x 300	850	30-050-45	60.05	120.1	St - 360 C
-	1	PL - 70 x 950	2020	30-050-46	---	1054.49	SI-37 TK
-	2	100 H11 x 158	180	30-050-47	---	---	SI
-	2	DIN 1441	102	30-050-48	---	---	SI
-	3	DIN 94 x 13	125	30-050-49	---	---	SI

PESO TOTAL DETALLADO : 9530.02 Kg.

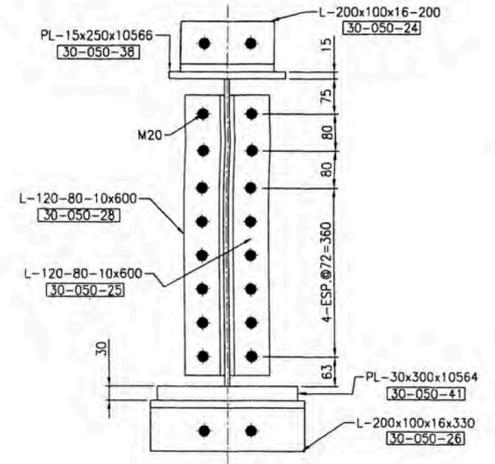


VISTA C  
ESC.

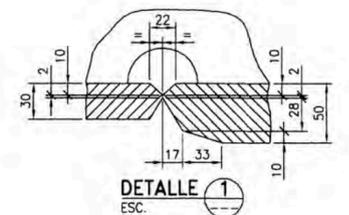
NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WARNER-BIRO  
10-510-30-050



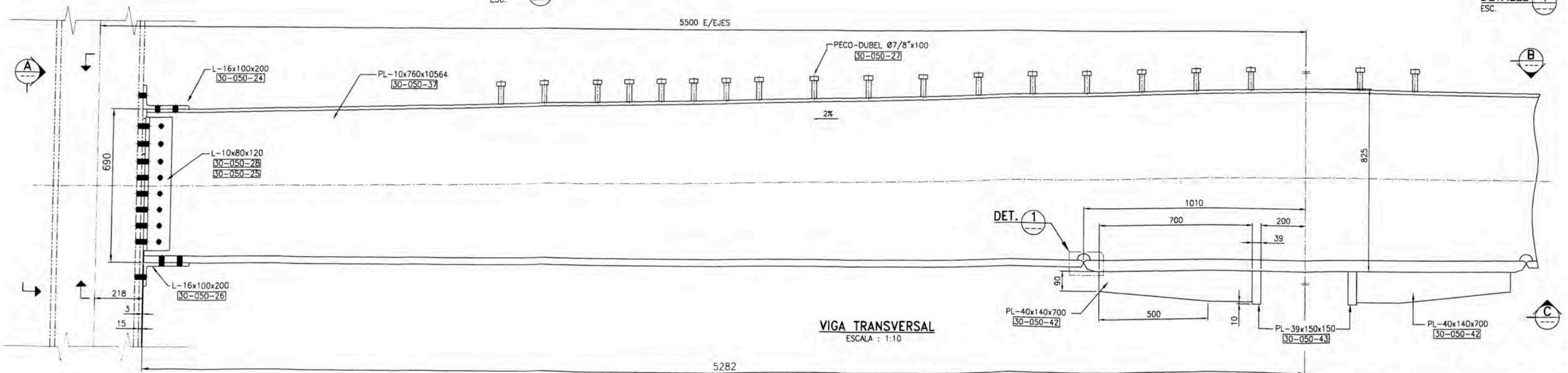
SECCION A  
ESC.



VISTA A  
ESC.



DETALLE 1  
ESC.



VIGA TRANSVERSAL  
ESCALA : 1:10

N°	FECHA	DESCRIPCION
1	29.12.09	Revisión de distribución de agujeros
0	10.11.09	Emitido para revisión

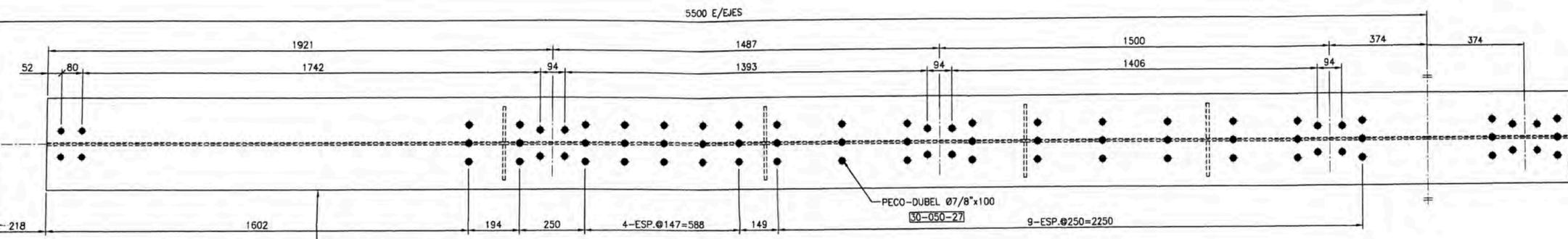
ITO: Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público  
 Regulador: OSITRAN  
 Concesionario: CONIRSA  
 Constructor: ODEBRECHT Ingeniería y Construcción  
 Consultor: JIC  
 Ejecutor: CEMPROTECH S.A.C. CONSTRUCTION, ENGINEERING, MANAGEMENT, PROCURE  
 Diseñador: M. SOTOMAYOR  
 Revisado: DANIEL MUÑOZ  
 Aprobado:  
**CORREDOR VIAL INTEROCEANICO DEL SUR PERU - BRASIL**  
**TRAMO 3 : PUENTE INAMBARÍ - IÑAPARI**  
**PUENTE PRESIDENTE GUILLERMO BILLINGHURST**  
 VIGAS TRANSVERSALES  
 EJE 13 / 53  
 Región: MADRE DE DIOS  
 Provincia: TAMBOPATA  
 Distrito: TAMBOPATA  
 Fecha: 29.12.09  
 Plano N°: 5582-PB-ES-F007  
 Escala: INDICADA

LISTA DE MATERIALES

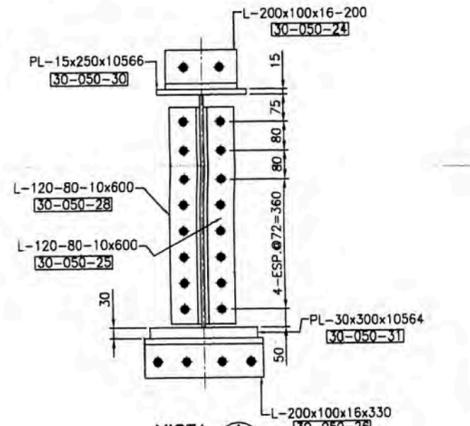
CANTIDAD TOT.	UNID.	DESCRIPCION	LONGITUD	MARCA	PESO [Kg.]		OBSERVACIONES
					UNIT.	TOT.	
2	1	VIGA TRANSVERSAL (EJE 0 ; 66 )			1874.86	3749.72	
120	7/8"	100		30-050-27			SM-STAHL
1	1	PL - 10 x 747	10564	30-050-29	619.46		SI - 360 C
1	1	PL - 15 x 350	10564	30-050-30	435.36		SI - 360 C
1	1	PL - 15 x 550	10564	30-050-31	684.15		SI - 360 C
1	1	PL - 10 x 135	1560	30-050-32	16.5321		SI - 360 C
4	4	PL - 10 x 135	676	30-050-33	7.16	28.64	SI - 360 C
4	4	PL - 10 x 135	696	30-050-34	7.37	29.48	SI - 360 C
4	4	PL - 10 x 135	716	30-050-35	7.58	30.32	SI - 360 C
4	4	PL - 10 x 135	730	30-050-36	7.73	30.92	SI - 360 C

PESO TOTAL DETALLADO : 29402.92 Kg.

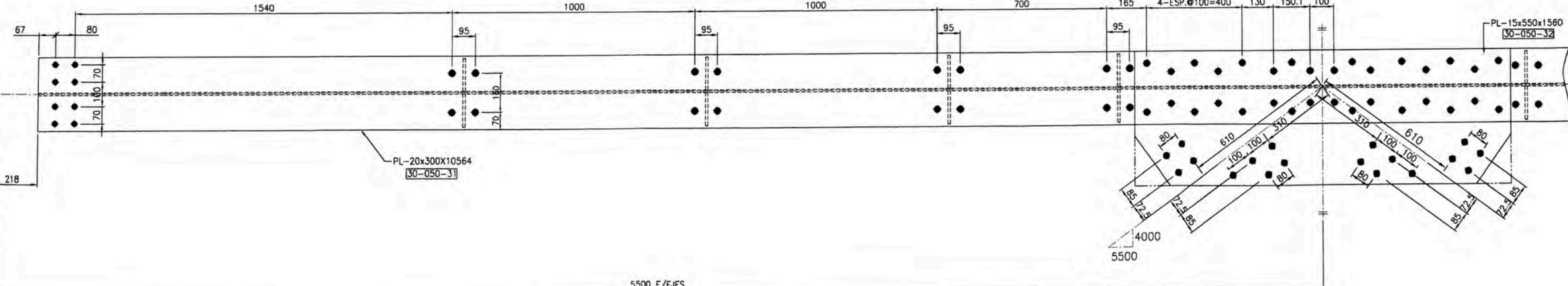
NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-050



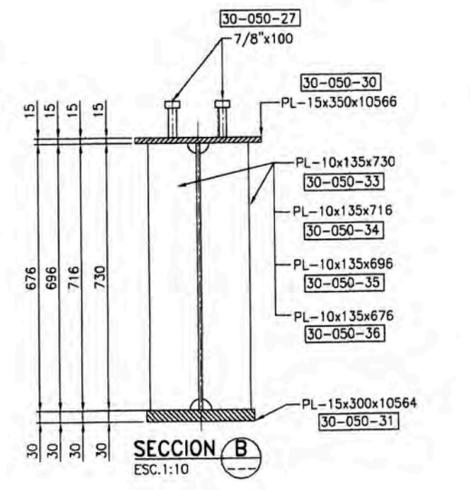
VISTA B  
ESC. 1:10



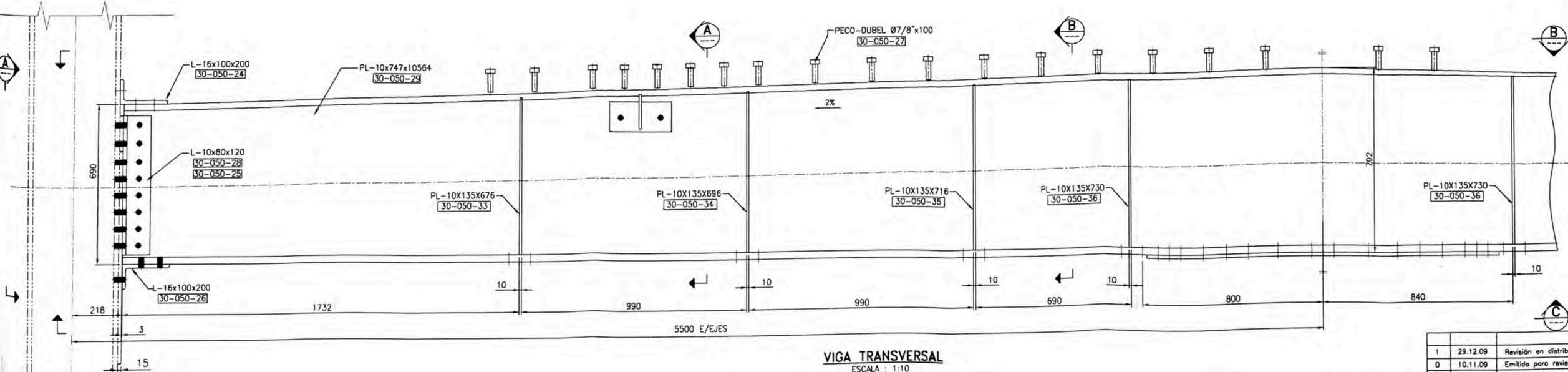
VISTA A  
ESC. 1:10



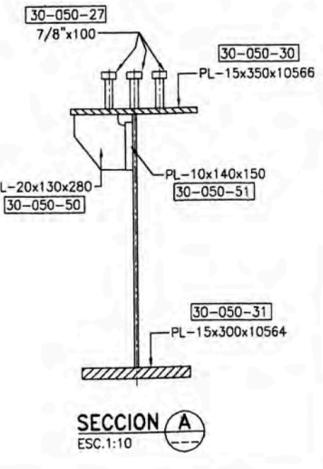
VISTA B  
ESC. 1:10



SECCION B  
ESC. 1:10



VIGA TRANSVERSAL  
ESCALA : 1:10



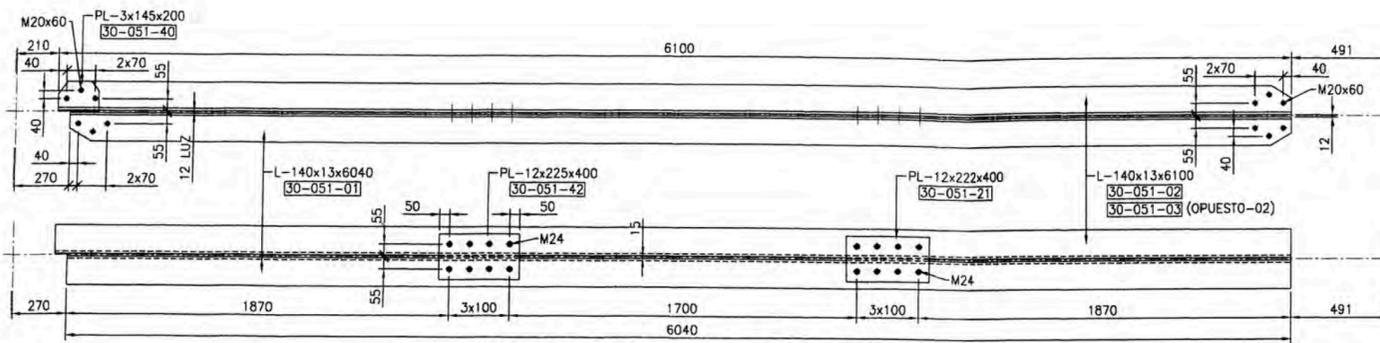
SECCION A  
ESC. 1:10

Nº	FECHA	DESCRIPCION
1	29.12.09	Revisión en distribución de agujeros
0	10.11.09	Emisión para revisión

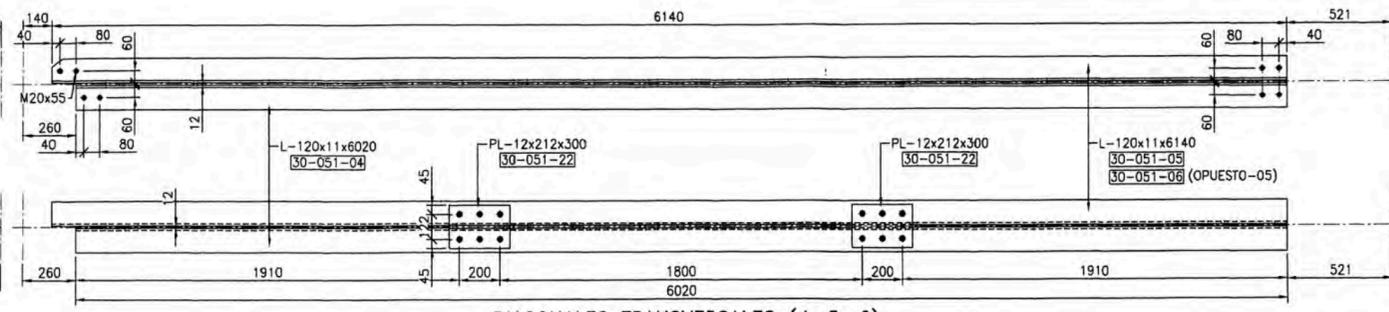


CORREDOR VIAL INTEROCEANICO DEL SUR PERU - BRASIL  
TRAMO 3 : PUENTE INAMBARI - INAPARI  
PUENTE PRESIDENTE GUILLERMO BILLINGHURST  
VIGAS TRANSVERSALES  
EJE 0 / 66

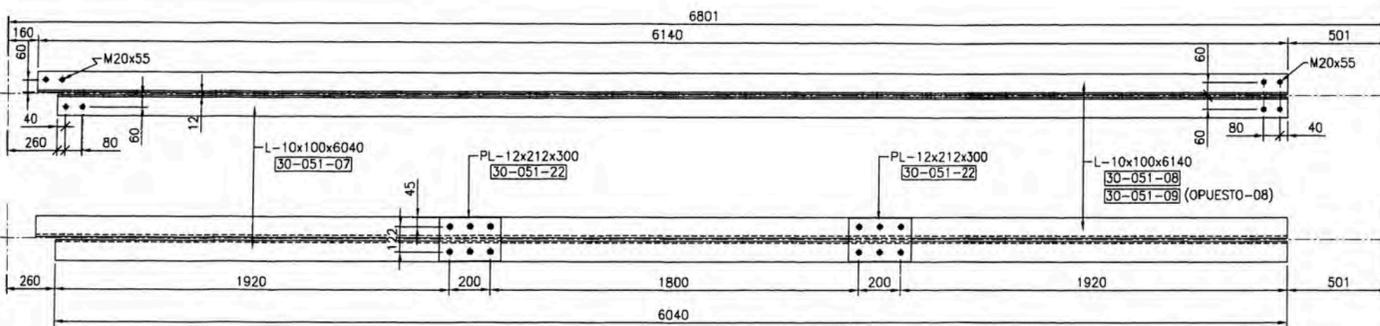
Región:	MADRE DE DIOS	Fecha:	29.12.09	Escala:	INDICADA
Provincia:	TAMBOPATA	Piopo N°:	5582-PB-ES-F006		
Distrito:	TAMBOPATA				



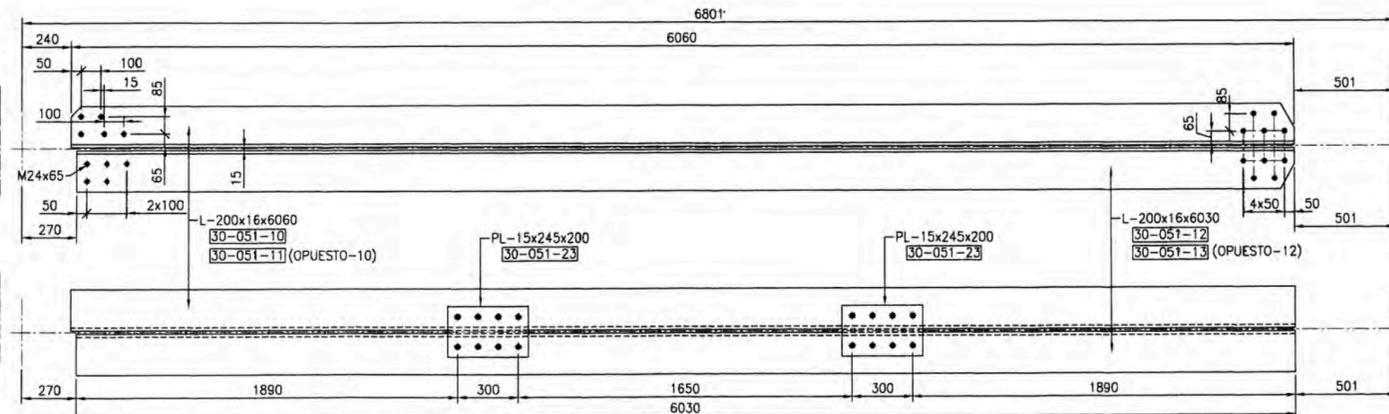
**DIAGONALES TRANSVERSALES (1; 2; 3)**  
ESCALA : 1:17.5



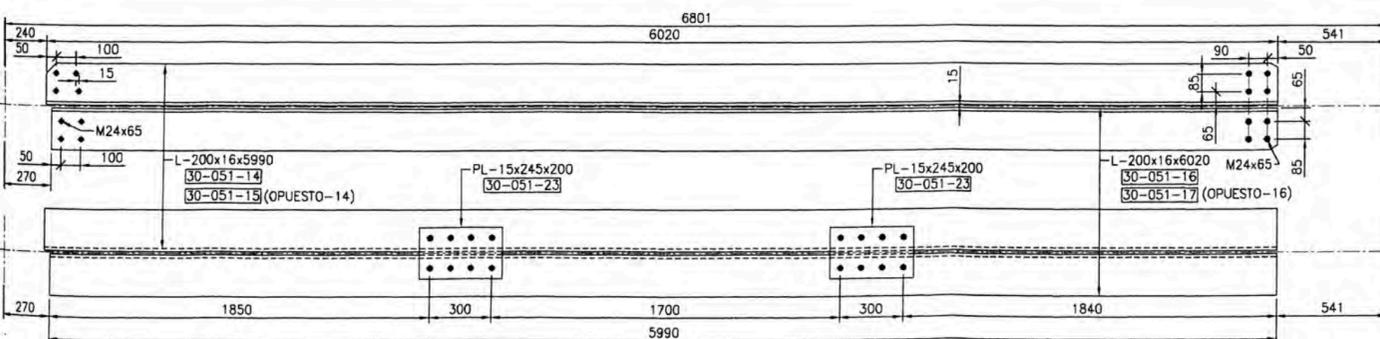
**DIAGONALES TRANSVERSALES (4; 5; 6)**  
ESCALA : 1:17.5



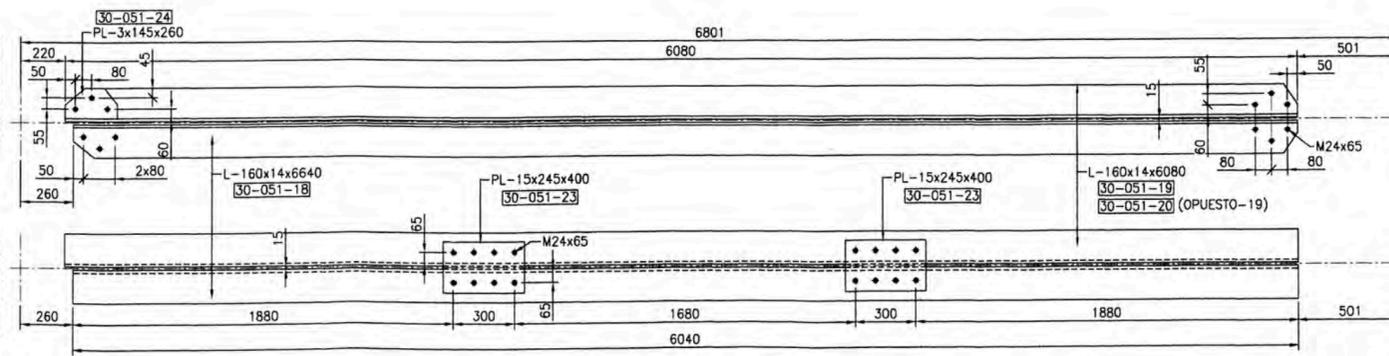
**DIAGONALES TRANSVERSALES (7; 8; 9)**  
ESCALA : 1:17.5



**DIAGONALES TRANSVERSALES (10; 11; 12; 13)**  
ESCALA : 1:17.5



**DIAGONALES TRANSVERSALES (14; 15; 16; 17)**  
ESCALA : 1:17.5



**DIAGONALES TRANSVERSALES (18; 19; 20)**  
ESCALA : 1:17.5

N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
1	26.12.09	SE ACTUALIZAN DETALLES SEGUN LO INDICADO
0	10.11.09	Emitido para revision

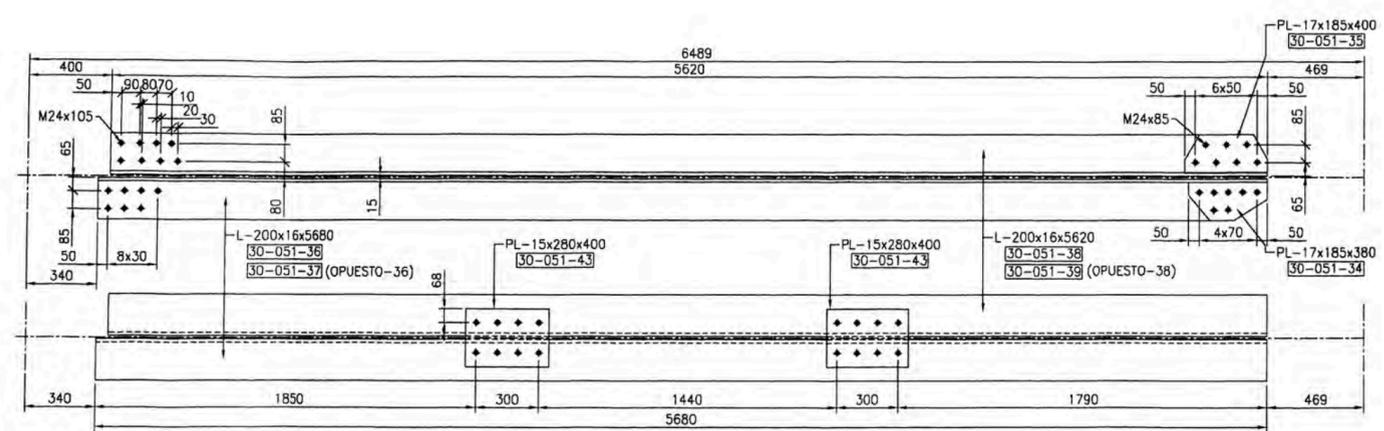
REVISIONES

<b>MTQ</b> Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Regulador: <b>OSITRAN</b> Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público	Concesionario: <b>CONIRSA</b>	Constructor: <b>ODEBRECHT</b> Ingeniería y Construcción	Consultor: <b>CEMPROTECH S.A.C.</b> CONSTRUCTION, ENGINEERING, MANAGEMENT, PROCURE	Ejecutor: <b>CEMPROTECH S.A.C.</b> CONSTRUCTION, ENGINEERING, MANAGEMENT, PROCURE	Diseño: M. SOTOMAYOR Revisado: DANIEL MUÑOZ Aprobado:	<b>CORREDOR VIAL INTEROCEANICO DEL SUR PERU - BRASIL</b> <b>TRAMO 3 : PUENTE INAMBARI - IÑAPARI</b> <b>PUENTE PRESIDENTE GUILLERMO BILLINGHURST</b> <b>ARRIOSTRES DE VIGAS TRANSVERSALES</b> <b>ARRIOSTRES - 1 @ 20</b>	Región: MADRE DE DIOS Provincia: TAMBOPATA Distrito: TAMBOPATA	Fecha: 10.11.09 Plano N°: 5582-PB-ES-F008	Escala: INDICADA
--	--	----------------------------------	---	--	---	---	---	--	--	------------------

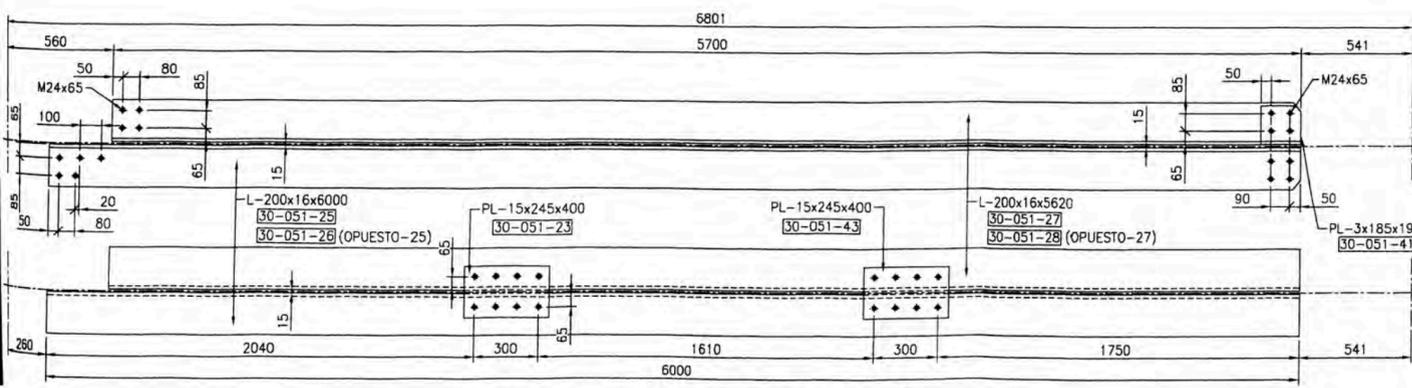
LISTA DE MATERIALES

CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD	MARCA	PESO [Kg.]		OBSERVACIONES
				UNIT.	TOT.	
---	VIGA TRANSVERSALES			---	101253.83	
88	L - 140 x 140 x 13	6040	30-051-01	161.21	10948.0	St - 360 B
34	L - 140 x 140 x 13	6100	30-051-02	162.75	5533.50	St - 360 B
34	L - 140 x 140 x 13	6100	30-051-03	162.75	5533.50	St - 360 B
68	L - 120 x 120 x 11	6020	30-051-04	116.61	7928.48	St - 360 B
34	L - 120 x 120 x 11	6140	30-051-05	118.93	4043.62	St - 360 B
34	L - 120 x 120 x 11	6140	30-051-06	118.93	4043.62	St - 360 B
16	L - 100 x 100 x 10	6040	30-051-07	89.04	1424.62	St - 360 B
8	L - 100 x 100 x 10	6140	30-051-08	90.51	724.10	St - 360 B
8	L - 100 x 100 x 10	6140	30-051-09	90.51	724.10	St - 360 B
12	L - 200 x 200 x 16	6060	30-051-10	290.89	3490.65	St - 360 B
12	L - 200 x 200 x 16	6060	30-051-11	290.89	3490.65	St - 360 B
12	L - 200 x 200 x 16	6030	30-051-12	289.45	3473.37	St - 360 B
12	L - 200 x 200 x 16	6030	30-051-13	289.45	3473.37	St - 360 B
18	L - 200 x 200 x 16	5990	30-051-14	287.53	5175.50	St - 360 B
18	L - 200 x 200 x 16	5990	30-051-15	287.53	5175.50	St - 360 B
18	L - 200 x 200 x 16	6020	30-051-16	288.97	5201.42	St - 360 B
18	L - 200 x 200 x 16	6020	30-051-17	288.97	5201.42	St - 360 B
40	L - 160 x 160 x 14	6040	30-051-18	200.69	8027.59	St - 360 B
20	L - 160 x 160 x 14	6080	30-051-19	202.02	4040.38	St - 360 B
20	L - 160 x 160 x 14	6080	30-051-20	202.02	4040.38	St - 360 B
128	PL - 12 x 222	400	30-051-21	8.36	1070.71	St - 360 C
168	PL - 12 x 212	300	30-051-22	5.99	1006.50	St - 360 C
208	PL - 15 x 245	400	30-051-23	11.53	2400.21	St - 360 C
4	PL - 3 x 145	260	30-051-24	0.88	3.55	St - 360 C
2	L - 200 x 200 x 16	6000	30-051-25	199.36	398.72	St - 360 B
25	L - 200 x 200 x 16	6000	30-051-26	199.36	398.72	St - 360 B
2	L - 200 x 200 x 16	5700	30-051-27	189.39	378.79	St - 360 B
2	L - 200 x 200 x 16	5700	30-051-28	189.39	378.79	St - 360 B
8	PL - 17 x 185	240	30-051-29	5.92	47.40	ALD 58
2	L - 200 x 200 x 16	5600	30-051-30	186.07	372.14	St - 360 B
2	L - 200 x 200 x 16	5600	30-051-31	186.07	372.14	St - 360 B
2	L - 200 x 200 x 16	5520	30-051-32	183.41	366.82	St - 360 B
2	L - 200 x 200 x 16	5520	30-051-33	183.41	366.82	St - 360 B
4	PL - 17 x 185	380	30-051-34	9.38	37.52	ALD 58
4	PL - 17 x 185	400	30-051-35	9.87	39.50	ALD 58
2	L - 200 x 200 x 16	5680	30-051-36	188.73	377.46	St - 360 B
2	L - 200 x 200 x 16	5680	30-051-37	188.73	377.46	St - 360 B
2	L - 200 x 200 x 16	5620	30-051-38	186.73	373.47	St - 360 B
2	L - 200 x 200 x 16	5620	30-051-39	186.73	373.47	St - 360 B
4	PL - 3 x 145	220	30-051-40	0.84	3.38	St - 360 C
4	PL - 3 x 145	190	30-051-41	0.814	3.25	St - 360 C
8	PL - 12 x 225	400	30-051-42	11.71	93.74	St - 360 C
16	PL - 15 x 280	400	30-051-43	19.9	318.5	St - 360 C

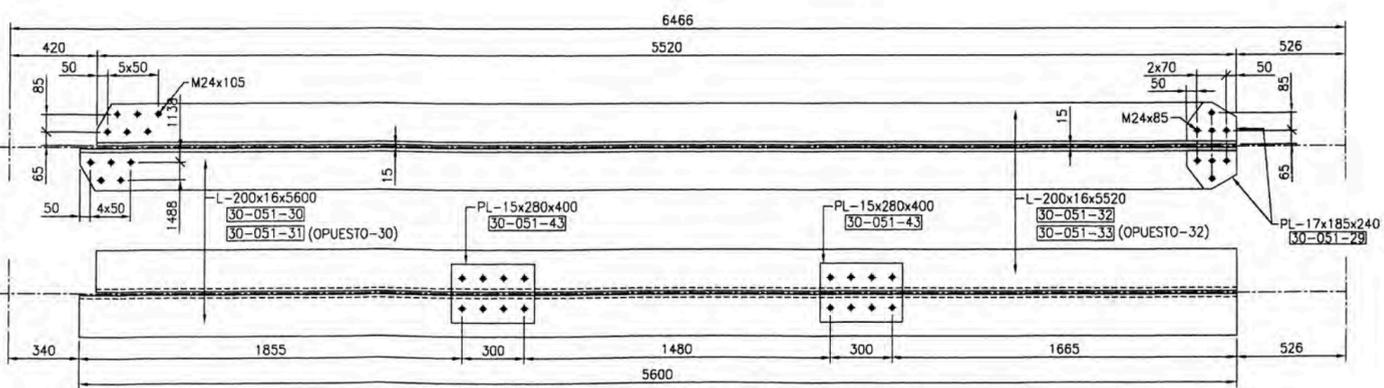
PESO TOTAL DETALLADO : 101253.83 Kg.



ARRIOSTRES HORIZONTALES (36; 37; 38; 39)  
ESCALA : 1:17.5



ARRIOSTRES HORIZONTALES (25; 26; 27; 28)  
ESCALA : 1:17.5

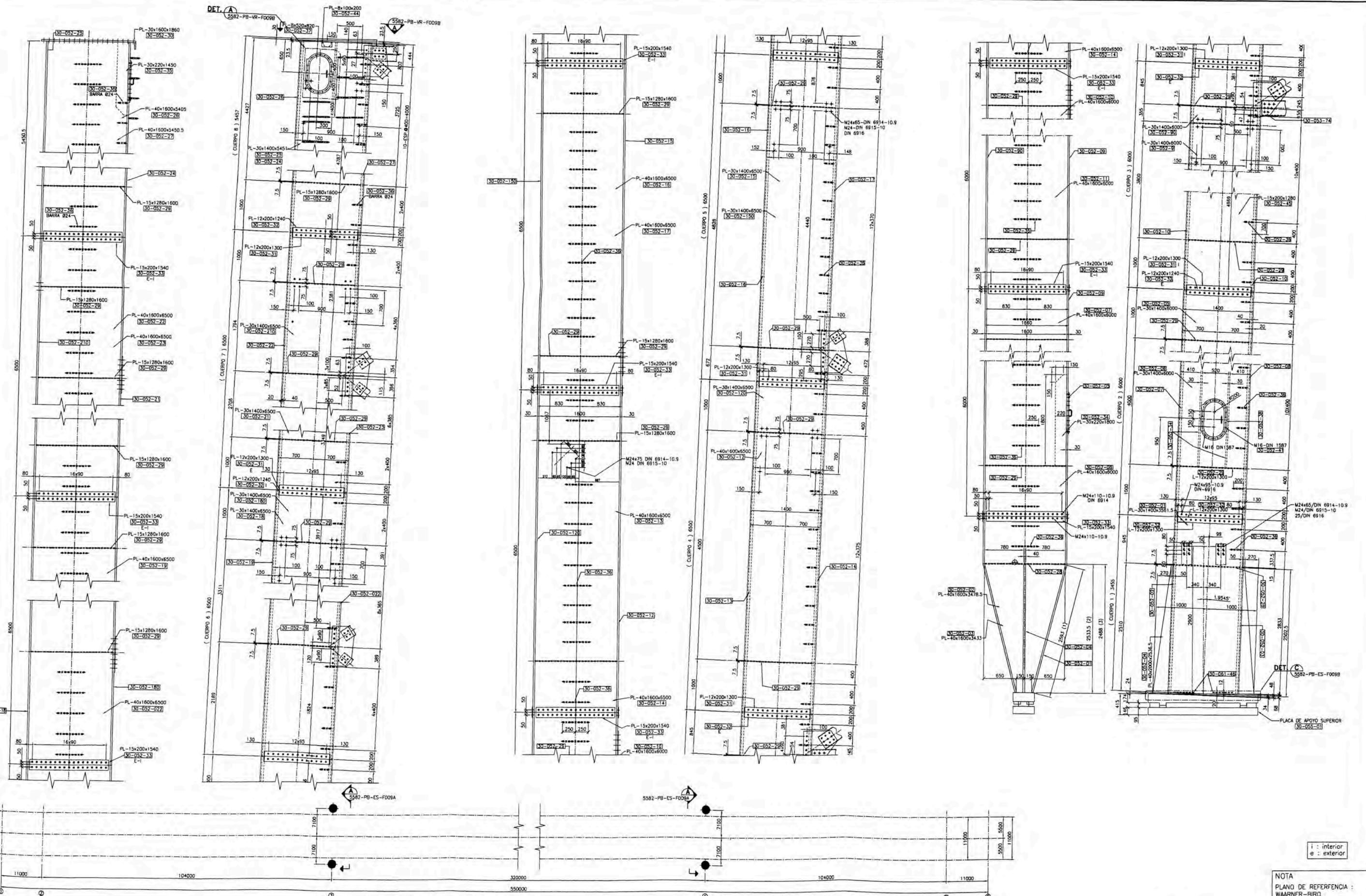


ARRIOSTRES HORIZONTALES (30; 31; 32; 33)  
ESCALA : 1:17.5

NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-051

N°	FECHA	DESCRIPCION
1	29.12.09	SE ACTUALIZAN DETALLES SEGUN LO INDICADO
0	10.11.09	Emitido para revision

REVISIONES



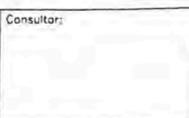
VISTA SUPERIOR DE DISTRIBUCION DE PILONES  
ESCALA 1:250

NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-052

1	09.10.01	Se actualizan detalles
0	20.12.09	Emitida para revision
N°	FECHA	DESCRIPCION

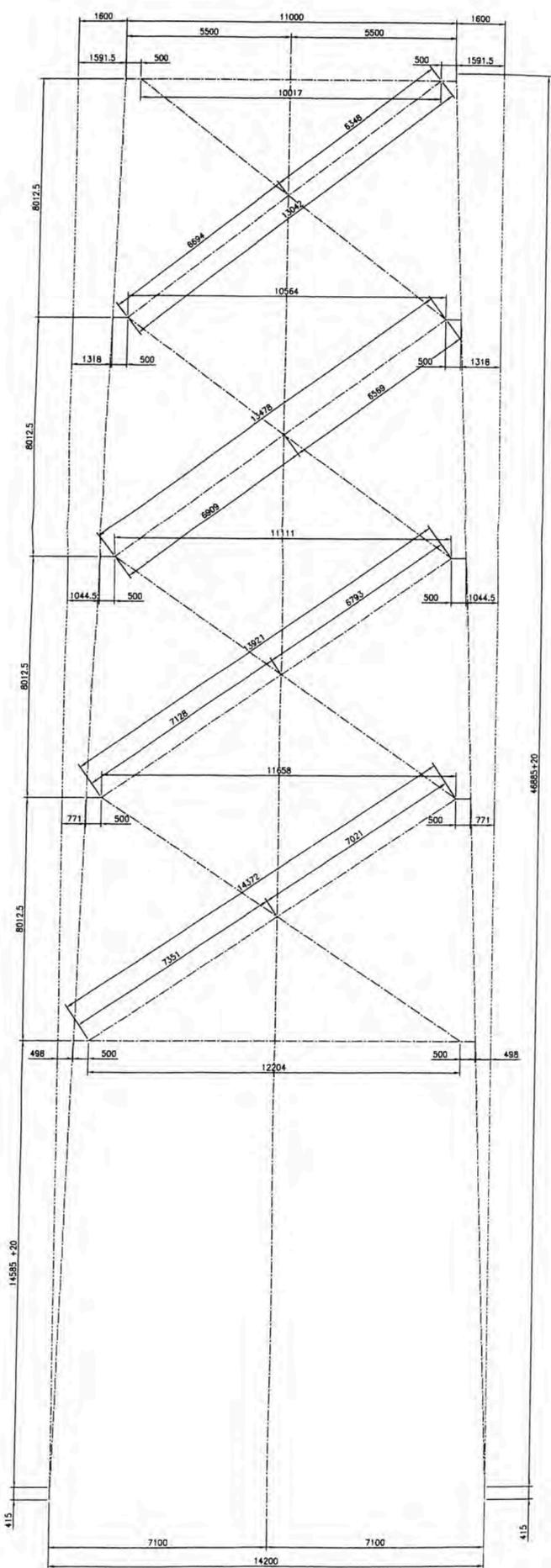
REVISIONES

Región:	MADRE DE DIOS	Fecha:	20.12.09	Escala:	INDICADA
Provincia:	TAMBOPATA	Plano N°	5582-PB-ES-F009		
Distrito:	TAMBOPATA				

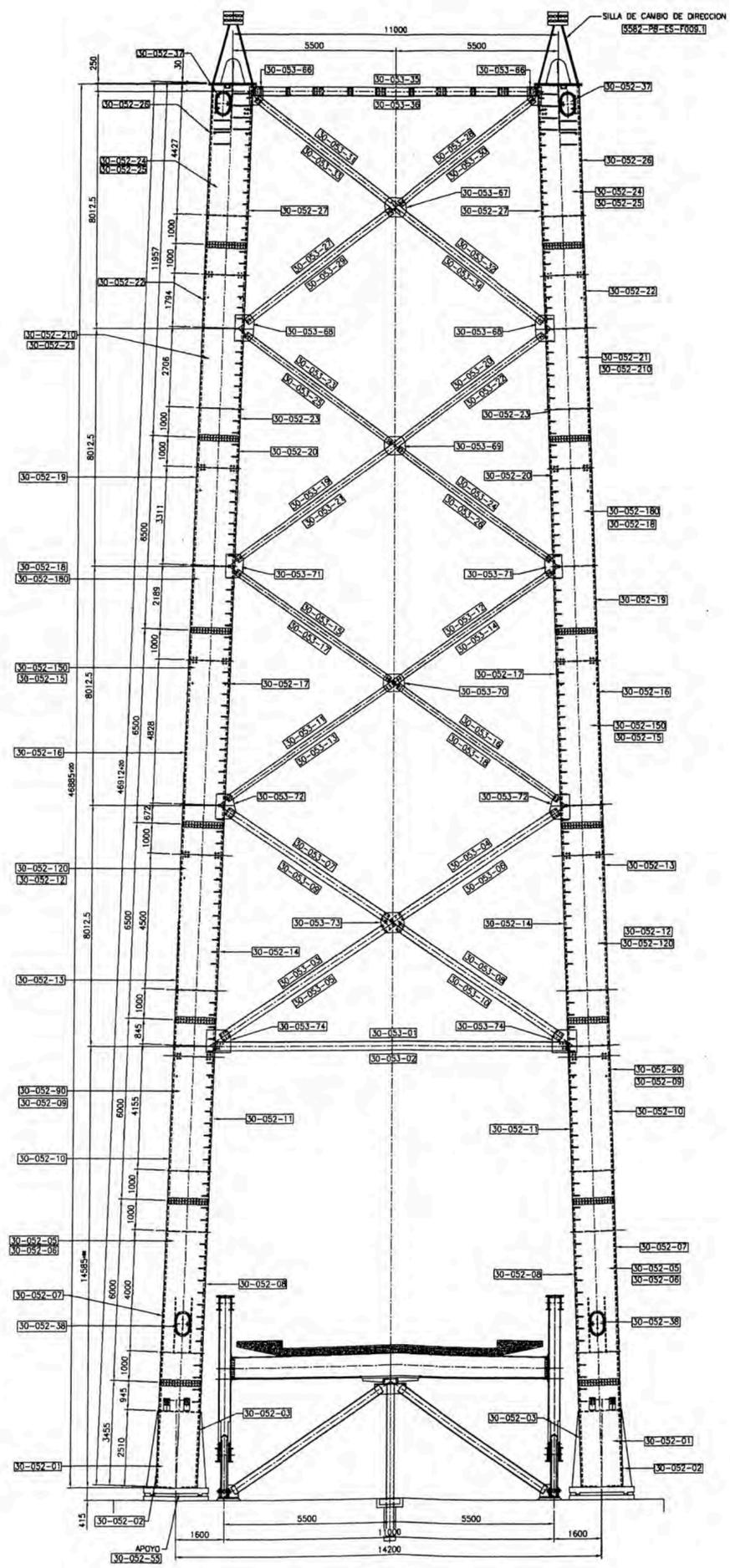


Diseño:  
Dibuja: M.SOTOMAYOR  
Revisado: DANIEL MUÑOZ  
Aprobado:

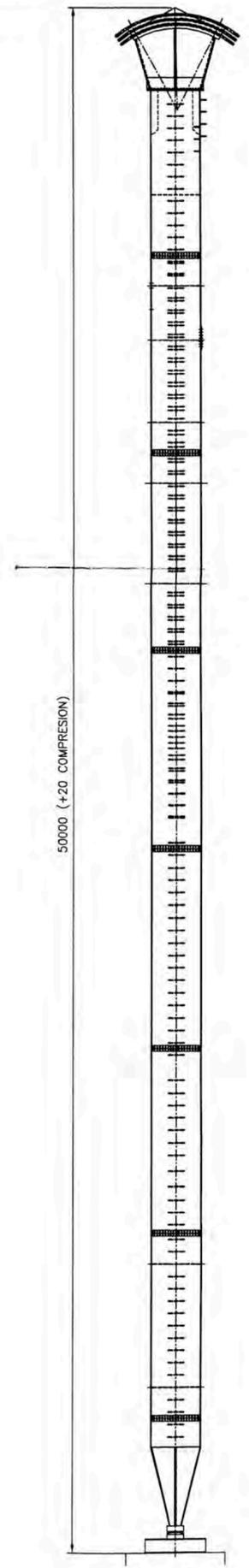
**CORREDOR VIAL INTEROCEANICO DEL SUR PERU - BRASIL**  
**TRAMO 3 : PUENTE INAMBARÍ - INAPARI**  
**PUENTE PRESIDENTE GUILLERMO BILLINGHURST**  
**CUERPO DE PILONES**  
**ARREGLO**



EJES DE PILON  
ESCALA : 1:75



SECCION A  
ESC. 1:75 5582-PB-ES-F009

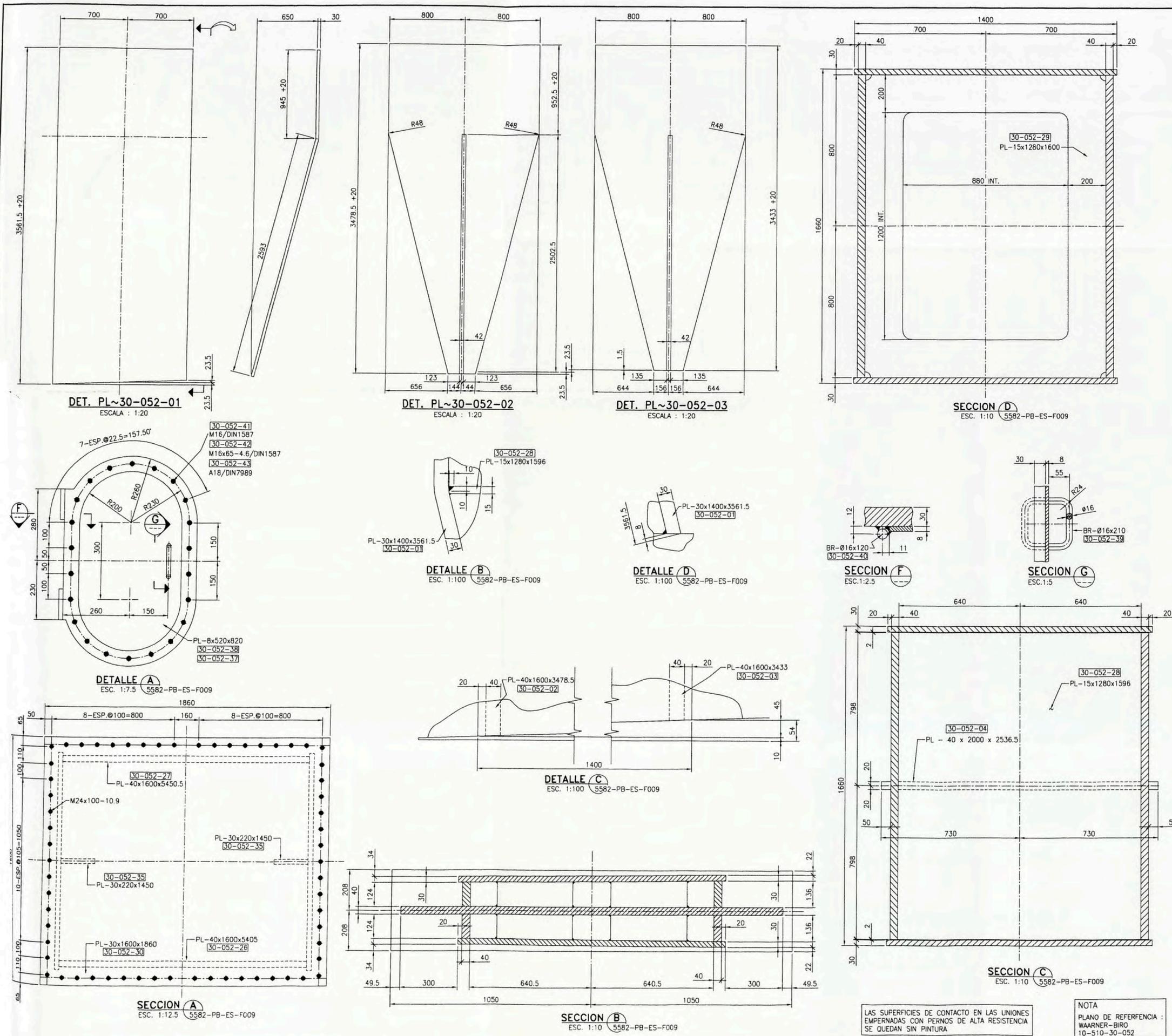


NOTA: PARA SU CONSERVACION  
LIMPIEZA POR CHORRO DE ARENA  
1 x PINTURA ANTICORROSIVA

LAS SUPERFICIES DE CONTACTO EN  
LAS UNIONES EMPERNADAS CON  
PERNOS DE ALTA RESISTENCIA  
SE QUEDAN SIN PINTURA

NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-052

N°	FECHA	DESCRIPCION	REVISIONES
0	25.01.09	Emitido para revision	



LISTA DE MATERIALES							
LINEA	CANTIDAD TOT. UNIT.	DESCRIPCION	LONGITUD	MARCA	PESO [Kg.]		OBSERVACIONES
					UNIT.	TOT.	
<b>CUERPO 1</b>							
1	2	PL - 30 x 1400	3561.5	30-052-01	1174.23	2348.45	St-360C
1	1	PL - 30 x 1400	3478.5	30-052-02	---	1146.8	St-360C
1	1	PL - 40 x 1600	3433	30-052-03	---	1724.74	St-360C
1	1	PL - 40 x 1600	2536.5	30-052-04	---	1592.92	St-360C
1	1	PL - 15 x 1280	1596	30-052-28	---	240.55	St-360C
2	2	PL - 12 x 200	1300	30-052-31	24.49	48.98	St-360C
2	2	PL - 12 x 200	1240	30-052-32	23.36	46.72	St-360C
4	4	PL - 15 x 200	1540	30-052-33	36.26	72.52	St-360C
2	2	BR Ø24	821	30-052-36	2.91	5.82	St-37T
4	4	PL - 12 x 135	400	30-052-46	5.9	23.6	
<b>CUERPO 2</b>							
1	1	PL - 30 x 1400	6000	30-052-05	---	1978.20	St-360C
1	1	PL - 30 x 1400	6000	30-052-06	---	1978.20	St-360C
1	1	PL - 40 x 1600	6000	30-052-07	---	3014.40	St-360C
1	1	PL - 40 x 1600	6000	30-052-08	---	3014.40	St-360C
2	2	PL - 15 x 1280	1600	30-052-29	116.81	233.62	St-360C
2	2	PL - 12 x 200	1300	30-052-31	24.49	48.98	St-360C
2	2	PL - 12 x 200	1240	30-052-32	23.36	46.72	St-360C
4	4	PL - 15 x 200	1540	30-052-33	36.26	72.52	St-360C
2	2	PL - 30 x 220	1800	30-052-34	93.26	186.52	St-360C
17	17	BR Ø24	821	30-052-36	2.91	49.47	St-37T
1	1	PL - 15 x 520	820	30-052-38	---	50.20	St-360C
<b>CUERPO 3</b>							
1	1	PL - 30 x 1400	6000	30-052-09	---	10714.0	St-360C
1	1	PL - 30 x 1400	6000	30-052-90	---	1978.20	St-360C
1	1	PL - 40 x 1600	6000	30-052-10	---	3014.40	St-360C
1	1	PL - 40 x 1600	6000	30-052-11	---	3014.40	St-360C
2	2	PL - 15 x 1280	1600	30-052-29	116.81	233.62	St-360C
2	2	PL - 12 x 200	1300	30-052-31	24.49	48.98	St-360C
2	2	PL - 12 x 200	1240	30-052-32	23.36	46.72	St-360C
4	4	PL - 15 x 200	1540	30-052-33	36.26	72.52	St-360C
2	2	PL - 30 x 220	1800	30-052-34	93.26	186.52	St-360C
17	17	BR Ø24	821	30-052-36	2.91	49.47	St-37T
1	1	PL - 15 x 200	1280	30-052-45	---	30.14	St-360C
<b>CUERPO 4</b>							
1	1	PL - 30 x 1400	6500	30-052-12	---	2143.05	St-360C
1	1	PL - 30 x 1400	6500	30-052-120	---	2143.05	St-360C
1	1	PL - 40 x 1600	6500	30-052-13	---	3265.6	St-360C
1	1	PL - 40 x 1600	6500	30-052-14	---	3265.6	St-360C
2	2	PL - 15 x 1280	1600	30-052-29	116.81	233.62	St-360C
2	2	PL - 12 x 200	1300	30-052-31	24.49	48.98	St-360C
2	2	PL - 12 x 200	1240	30-052-32	23.36	46.72	St-360C
4	4	PL - 15 x 200	1540	30-052-33	36.26	72.52	St-360C
17	17	BR Ø24	821	30-052-36	2.91	49.47	St-37T
<b>CUERPO 5</b>							
1	1	PL - 30 x 1400	6500	30-052-15	---	2143.05	St-360C
1	1	PL - 30 x 1400	6500	30-052-150	---	2143.05	St-360C
1	1	PL - 40 x 1600	6500	30-052-16	---	3265.6	St-360C
1	1	PL - 40 x 1600	6500	30-052-17	---	3265.6	St-360C
2	2	PL - 15 x 1280	1600	30-052-29	116.81	233.62	St-360C
2	2	PL - 12 x 200	1300	30-052-31	24.49	48.98	St-360C
2	2	PL - 12 x 200	1240	30-052-32	23.36	46.72	St-360C
4	4	PL - 15 x 200	1540	30-052-33	36.26	72.52	St-360C
17	17	BR Ø24	821	30-052-36	2.91	49.47	St-37T
<b>CUERPO 6</b>							
1	1	PL - 30 x 1400	6500	30-052-18	---	2143.05	St-360C
1	1	PL - 30 x 1400	6500	30-052-180	---	2143.05	St-360C
1	1	PL - 40 x 1600	6500	30-052-19	---	3265.6	St-360C
1	1	PL - 40 x 1600	6500	30-052-20	---	3265.6	St-360C
2	2	PL - 15 x 1280	1600	30-052-29	116.81	233.62	St-360C
2	2	PL - 12 x 200	1300	30-052-31	24.49	48.98	St-360C
2	2	PL - 12 x 200	1240	30-052-32	23.36	46.72	St-360C
4	4	PL - 15 x 200	1540	30-052-33	36.26	72.52	St-360C
15	15	BR Ø24	821	30-052-36	2.91	43.65	St-37T
<b>CUERPO 7</b>							
1	1	PL - 30 x 1400	6500	30-052-21	---	2143.05	St-360C
1	1	PL - 30 x 1400	6500	30-052-210	---	2143.05	St-360C
1	1	PL - 40 x 1600	6500	30-052-22	---	3265.6	St-360C
1	1	PL - 40 x 1600	6500	30-052-23	---	3265.6	St-360C
3	3	PL - 15 x 1280	1600	30-052-29	116.81	233.62	St-360C
2	2	PL - 12 x 200	1300	30-052-31	24.49	48.98	St-360C
2	2	PL - 12 x 200	1240	30-052-32	23.36	46.72	St-360C
4	4	PL - 15 x 200	1540	30-052-33	36.26	72.52	St-360C
14	14	BR Ø24	821	30-052-36	2.91	40.74	St-37T
<b>CUERPO 8</b>							
1	1	PL - 30 x 1400	5451	30-052-24	---	1797.19	St-360C
1	1	PL - 30 x 1400	5451	30-052-25	---	1797.19	St-360C
1	1	PL - 40 x 1600	5405	30-052-26	---	2715.4	St-360C
1	1	PL - 40 x 1600	5405.5	30-052-27	---	2738.3	St-360C
1	1	PL - 15 x 1280	1600	30-052-29	---	116.81	St-360C
1	1	PL - 30 x 1600	1860	30-052-30	---	700.84	St-360C
2	2	PL - 30 x 220	1450	30-052-35	75.12	150.24	St-360C
18	18	BR Ø24	821	30-052-36	2.91	52.38	St-37 T
1	1	PL - 8 x 100	200	30-052-44	---	1.25	St-37 T

PESO TOTAL : 369024.00 Kg

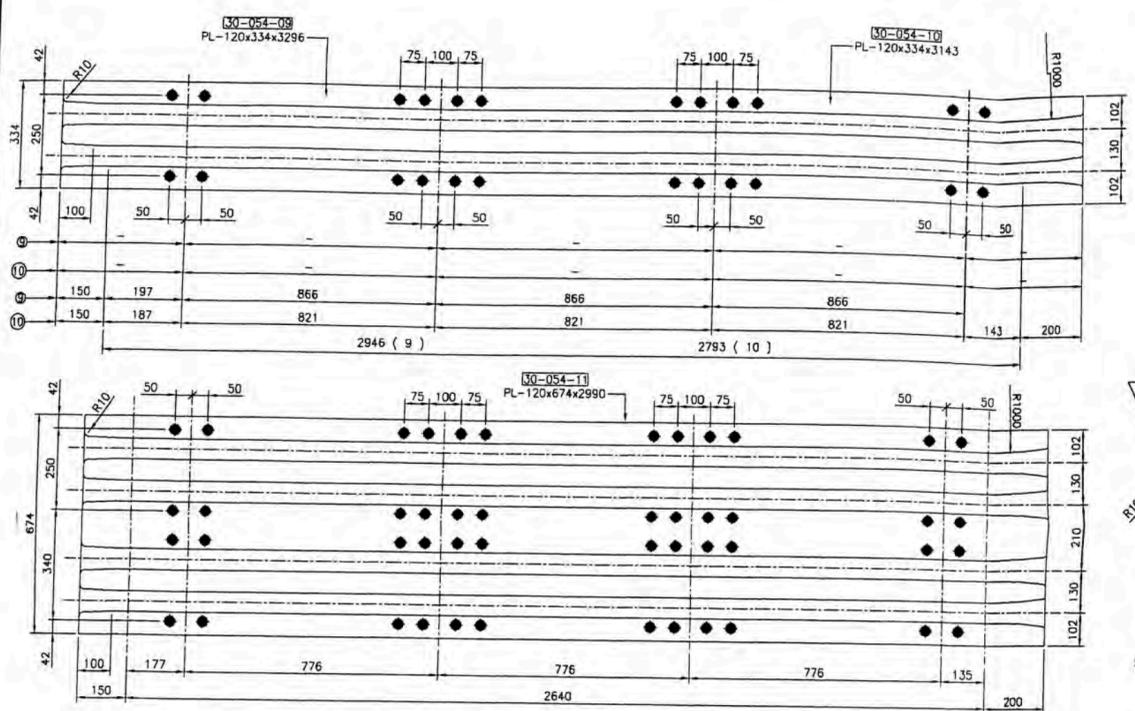
N°	FECHA	DESCRIPCION
0	10.12.09	Emitida para revision

REVISIONES

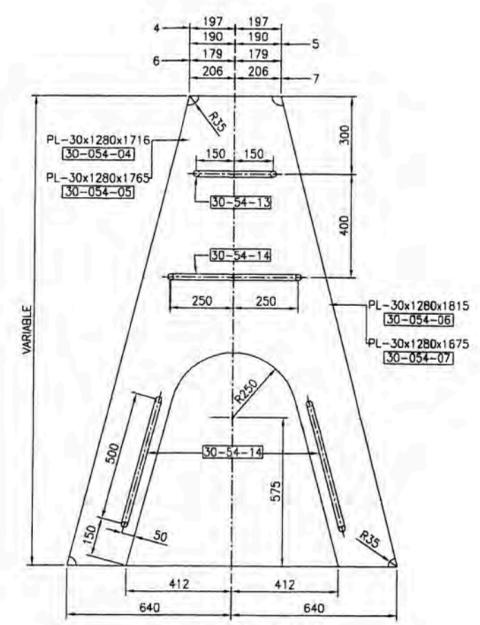
LAS SUPERFICIES DE CONTACTO EN LAS UNIONES EMPERNADAS CON PERNOS DE ALTA RESISTENCIA SE QUEDAN SIN PINTURA

NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-052

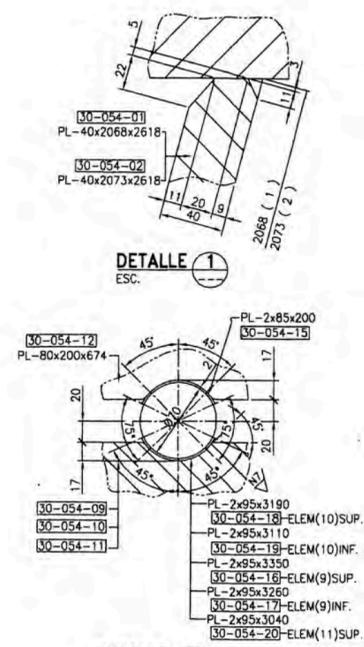
<p>MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones</p>	<p>OSITRAN Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público</p>	<p>CONIRSA CONCESIONARIA IIRSA SUR</p>	<p>ODEBRECHT Ingeniería y Construcción</p>	<p>UJC UNIVERSIDAD JOSÉ CECILIO UGARTE</p>	<p>CEMPROTECH S.A.C. CONSTRUCTION, ENGINEERING, MANAGEMENT, PROCURE</p>	<p>Diseño: M.SOTOMAYOR Dibujo: DANIEL MUÑOZ Revisado: DANIEL MUÑOZ Aprobado:</p>	<p><b>CORREDOR VIAL INTEROCEANICO DEL SUR PERU - BRASIL</b> <b>TRAMO 3 : PUENTE INAMBARI - IÑAPARI</b> <b>PUENTE PRESIDENTE GUILLERMO BILLINGHURST</b> <b>VASTAGO DE PILON</b> <b>DETALLES-METRADO GENERAL</b></p>	<p>Región: MADRE DE DIOS Provincia: TAMBOPATA Distrito: TAMBOPATA</p>	<p>Fecha: 10.12.09 Plano N°: 5582-PB-ES-F009B</p>	<p>Estado: INDICADA</p>
---	---	--	--	--	---	--	--	---	---	-------------------------



DET. PL~(9/10/11)  
ESCALA : 1:5



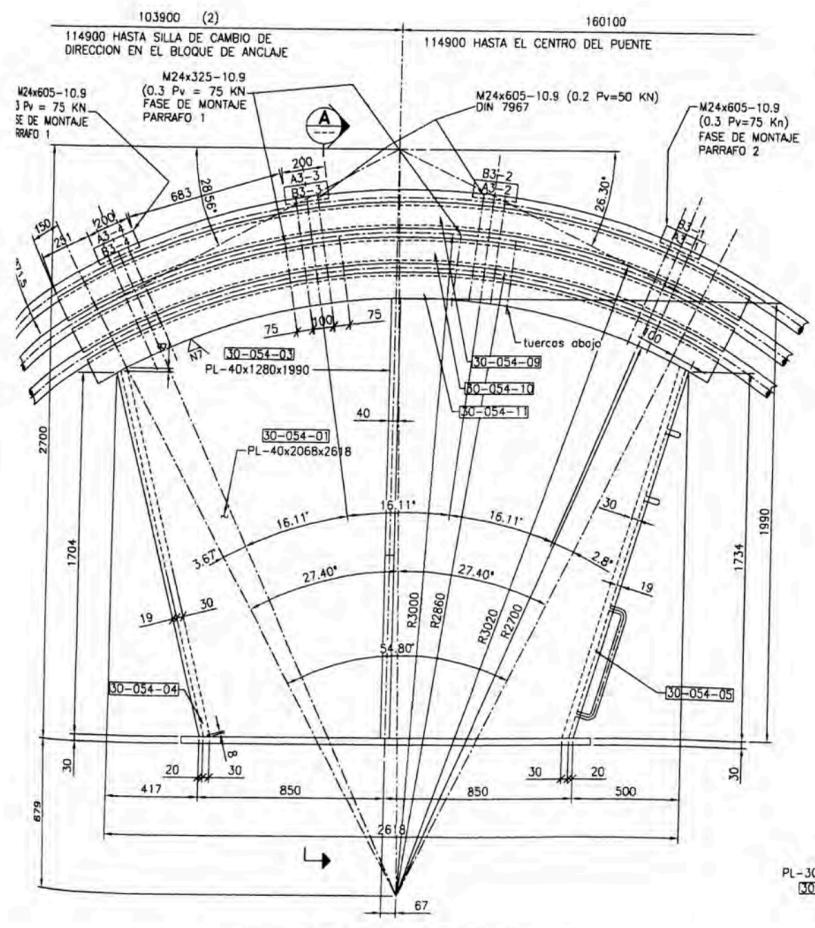
DET. PL~(4/5/6/7)  
ESCALA : 1:5



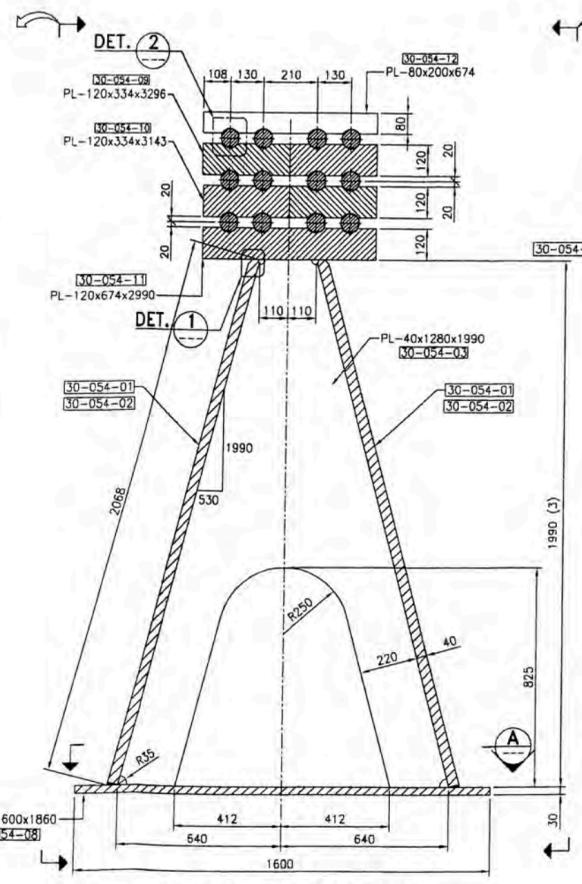
DETALLE 2  
ESC. 1:2.5

LINEA	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD	MARCA	PESO [Kg.]		OBSERVACIONES
					UNIT.	TOT.	
2	-	SILLA DE CAMBIO EJE 13			9999.78	19799.6	
1	2	PL - 40 x 2068	2618	30-054-01	1307.7	2615.4	SI - 360 C
2	1	PL - 40 x 1280	1990	30-054-03	---	315.80	SI - 360 C
3	1	PL - 30 x 1280	1716	30-054-04	---	223.25	SI - 360 C
4	1	PL - 30 x 1280	1765	30-054-05	---	230.00	SI - 360 C
5	1	PL - 30 x 1600	1860	30-054-08	---	700.84	SI - 360 C
6	2	PL - 120 x 334	3296	30-054-09	981.2	1962.4	SI - 360 C
7	2	PL - 120 x 334	3143	30-054-10	918.5	1837.0	SI - 360 C
8	1	PL - 120 x 674	2990	30-054-11	---	1823.03	SI - 360 C
9	4	PL - 80 x 200	674	30-054-12	---	84.65	SI - H #
10	1	BARRA Ø24	430	30-054-13	---	1.52	SI - 360 B
3	1	BARRA Ø24	630	30-054-14	2.23	6.69	SI - 360 B
16	1	PL - 2 x 85	200	30-054-15	0.26	4.16	ZINK
4	1	PL - 2 x 95	3350	30-054-16	4.99	19.96	ZINK
4	1	PL - 2 x 95	3260	30-054-17	4.86	19.44	ZINK
4	1	PL - 2 x 95	3190	30-054-18	4.75	19.00	ZINK
4	1	PL - 2 x 95	3110	30-054-19	4.63	18.52	ZINK
4	1	PL - 2 x 95	3040	30-054-20	4.53	18.12	ZINK
2	-	SILLA DE CAMBIO EJE 53			10164.9	20329.80	
2	1	PL - 40 x 2073	2618	30-054-02	1308.1	2616.20	SI - 360 C
1	1	PL - 40 x 1280	1990	30-054-03	---	315.80	SI - 360 C
1	1	PL - 30 x 1280	1815	30-054-06	---	208.07	SI - 360 C
1	1	PL - 30 x 1280	1675	30-054-07	---	255.50	SI - 360 C
1	1	PL - 30 x 1600	1860	30-054-08	---	700.84	SI - 360 C
2	1	PL - 120 x 334	3296	30-054-09	981.2	1962.40	SI - 360 C
2	1	PL - 120 x 334	3143	30-054-10	918.5	1837.00	SI - 360 C
1	1	PL - 120 x 674	2990	30-054-11	---	1823.03	SI - 360 C
4	1	PL - 80 x 200	674	30-054-12	84.65	338.6	SI - H #
1	1	BARRA Ø24	430	30-054-13	---	1.52	SI - 360 B
3	1	BARRA Ø24	630	30-054-14	2.23	6.69	SI - 360 B
16	1	PL - 2 x 85	200	30-054-15	0.26	4.16	ZINK
4	1	PL - 2 x 95	3350	30-054-16	4.99	19.96	ZINK
4	1	PL - 2 x 95	3260	30-054-17	4.86	19.44	ZINK
4	1	PL - 2 x 95	3190	30-054-18	4.75	19.00	ZINK
4	1	PL - 2 x 95	3110	30-054-19	4.63	18.52	ZINK
4	1	PL - 2 x 95	3040	30-054-20	4.53	18.12	ZINK

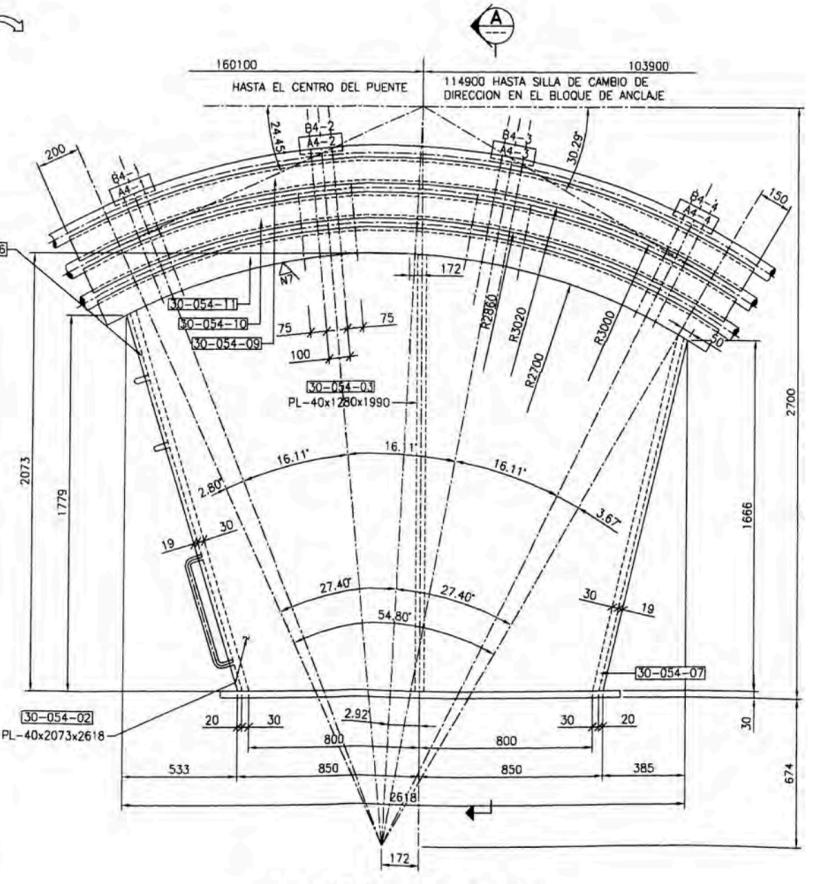
PESO TOTAL DETALLADO : 40129.40 Kg.



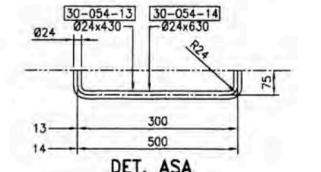
SILLA DE CAMBIO EN EJE 13  
ESCALA : 1:20



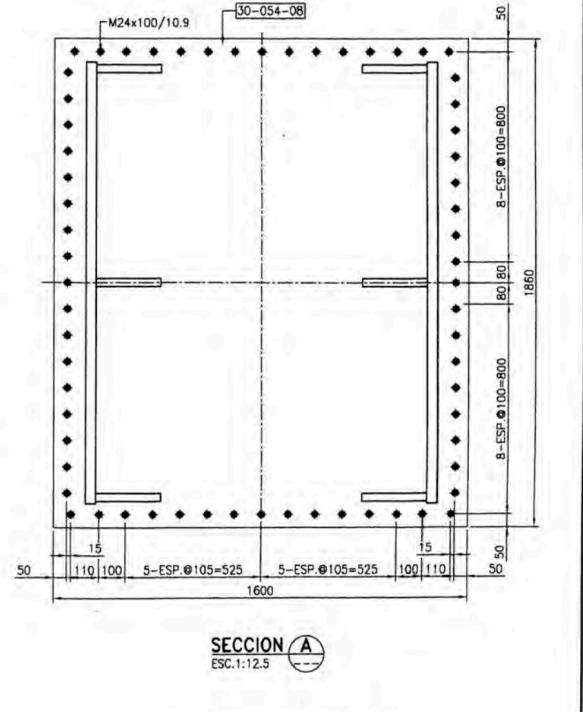
SILLA DE CAMBIO DE PILON  
ESCALA : 1:20



SILLA DE CAMBIO EN EJE 53  
ESCALA : 1:20



DET. ASA  
ESCALA : 1:10

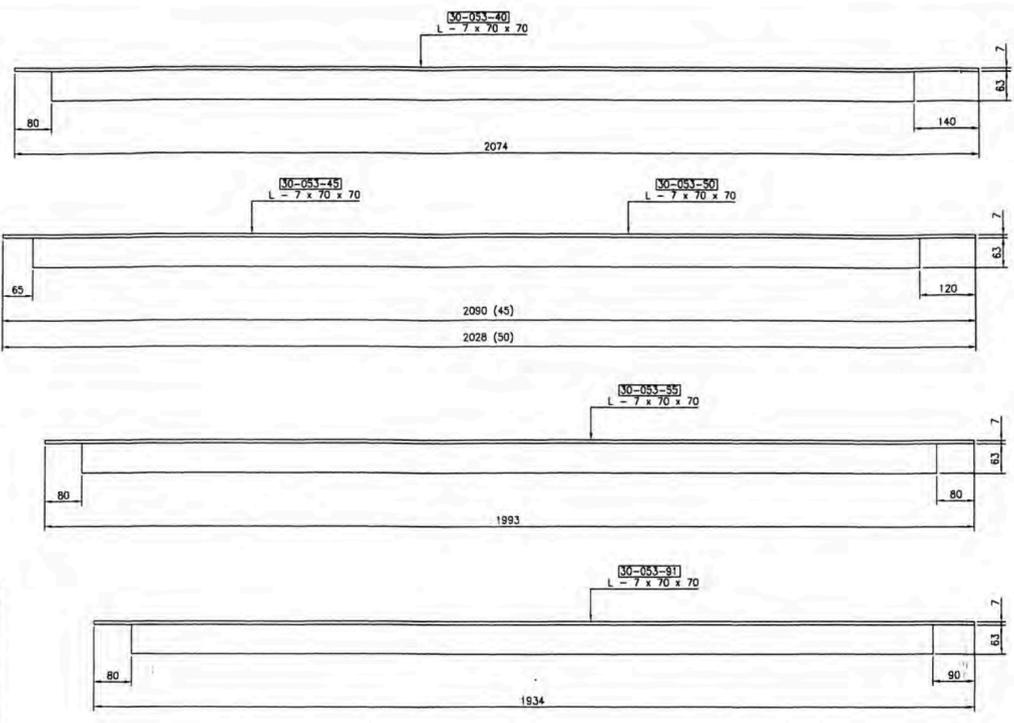
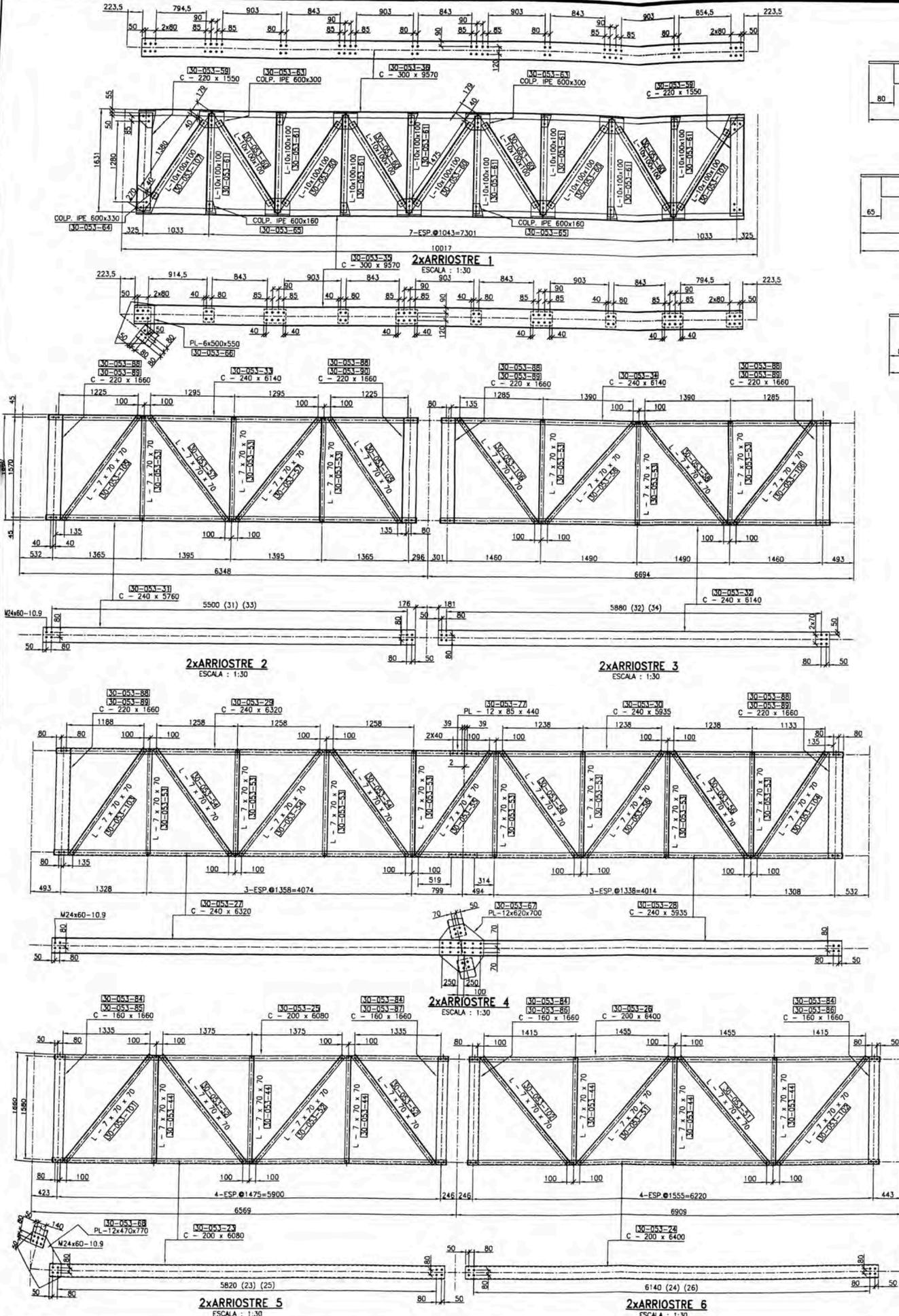


SECCION A  
ESC. 1:12.5

NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-054

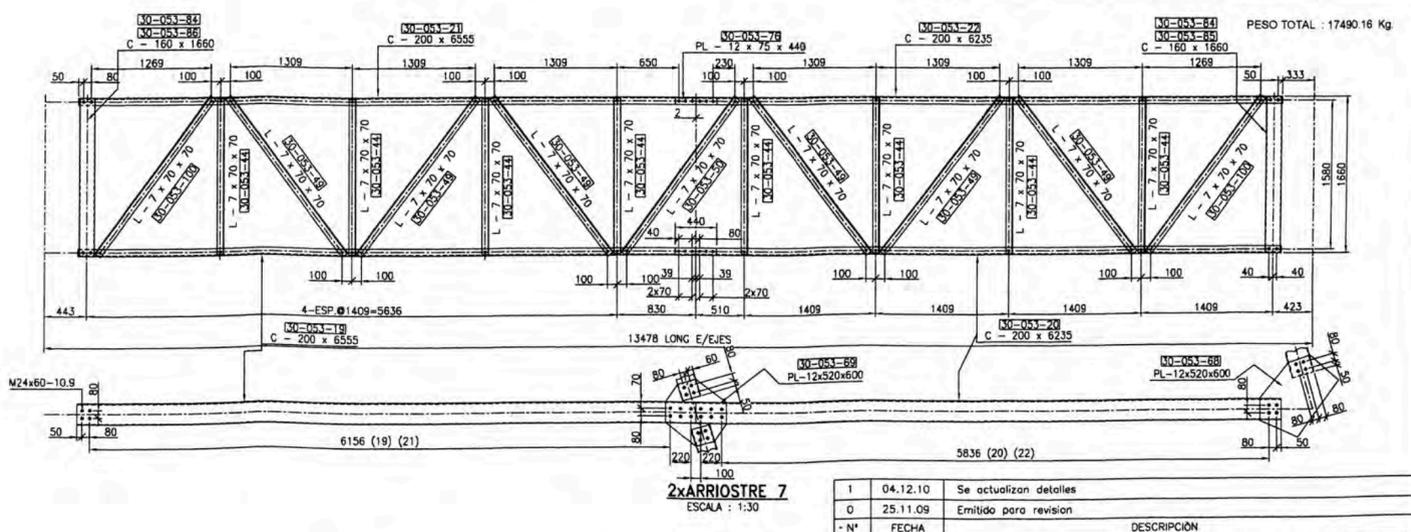
N°	FECHA	DESCRIPCION
0	16.12.09	Emitido para revision

**MTO** (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) | 
 **OSITRAN** (Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público) | 
 **CONIRSA** (CONCESIONARIA IIRSA SUR) | 
 **ODEBRECHT** (Ingeniería y Construcción) | 
 **CEMPROTECH S.A.C.** (CONSTRUCTION, ENGINEERING, MANAGEMENT, PROCURE) | 
 **CORREDOR VIAL INTEROCEANICO DEL SUR PERU - BRASIL TRAMO 3: PUENTE INAMBARÍ - IÑAPARI PUENTE PRESIDENTE GUILLERMO BILLINGHURST SILLA DE CAMBIO EN PILON DETALLES** | 
 Región: MADRE DE DIOS | Provincia: TAMBOPATA | Distrito: TAMBOPATA | Fecha: 18.12.09 | Escala: INDICADA | Plano N°: 5582-PB-ES-F009.1

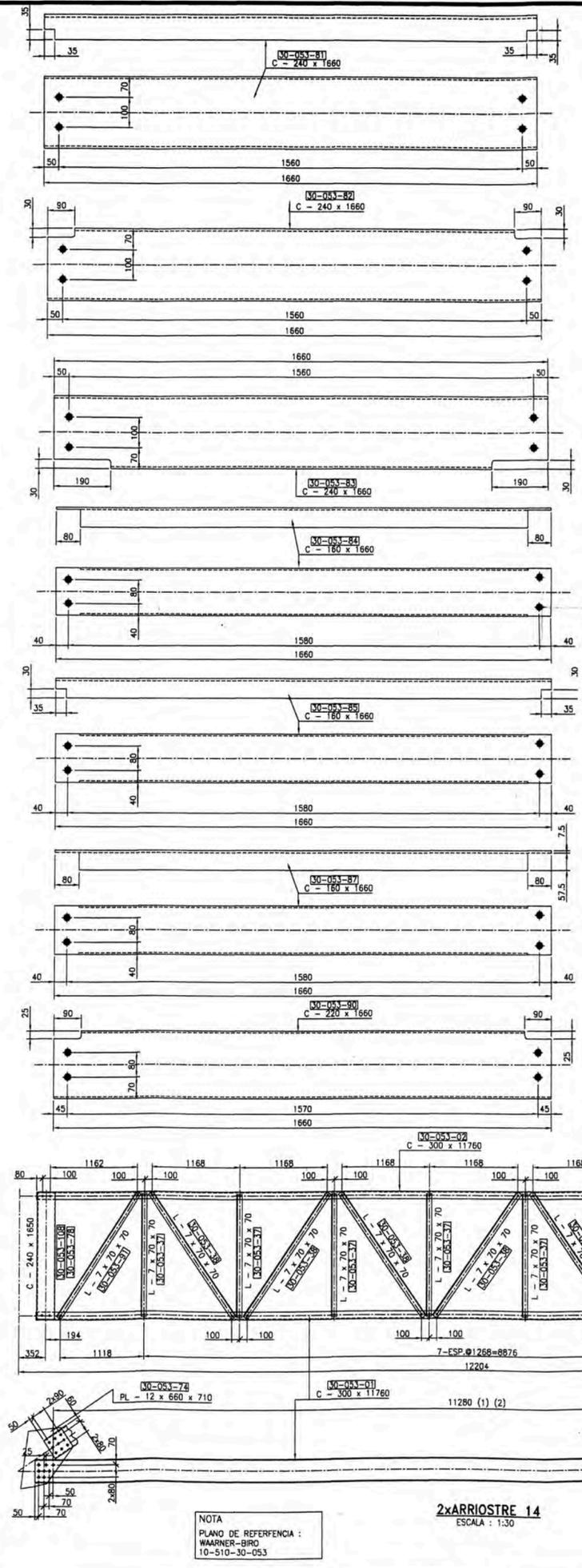
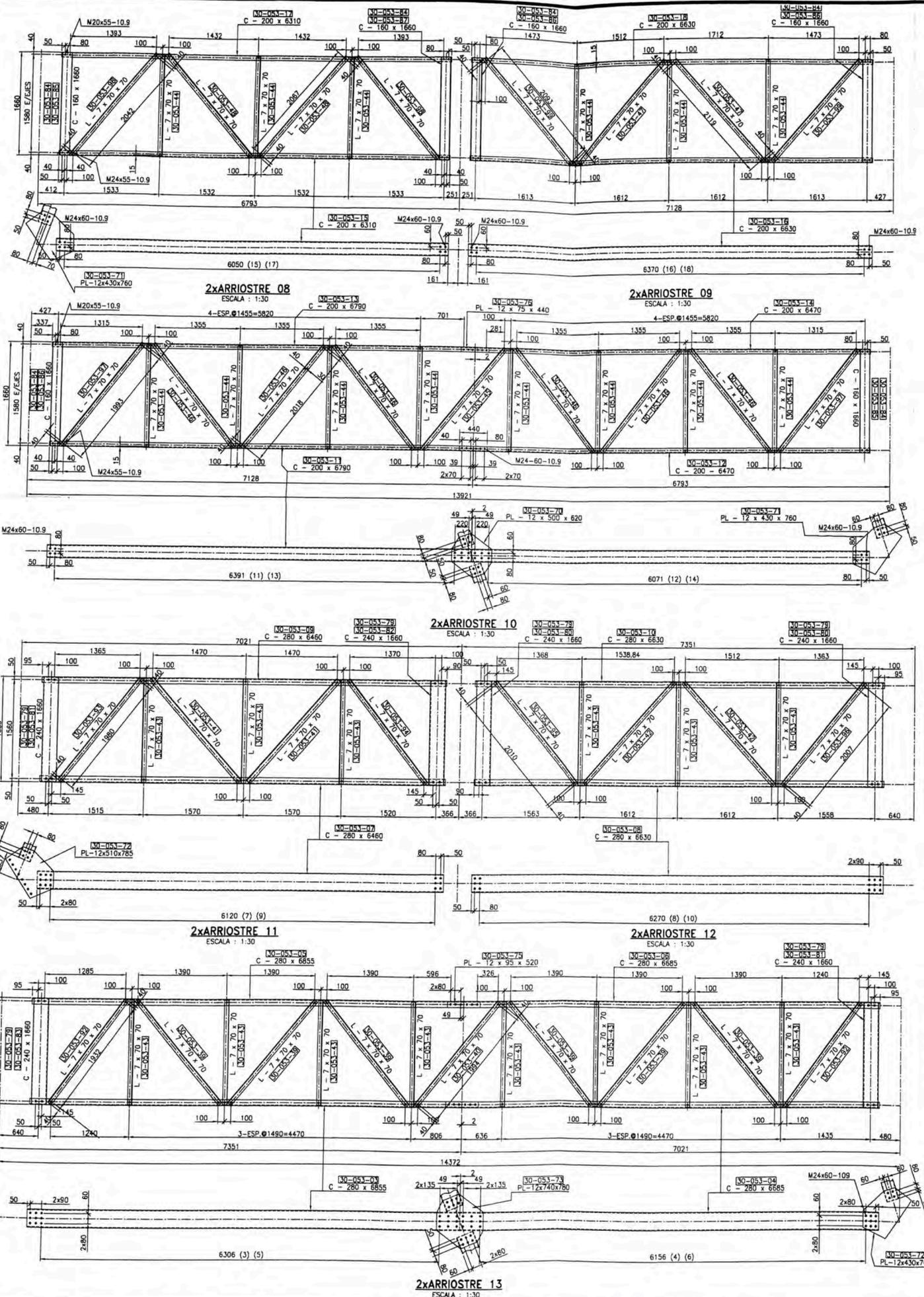


LISTA DE MATERIALES						
ORDEN	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD	MARCA	UNIDAD	PESO [Kg]
TOT.	UNID.				TOT.	TOT.
2	2	ARRIOSTRE (1)			2452.92	4905.84
1	1	C - 300	9570	30-053-35	---	497.47
2	1	C - 300	9570	30-053-36	---	497.47
3	2	C - 220	1550	30-053-59	51.71	115.42
4	7	L - 100 x 100 x 10	1555	30-053-60	28.22	204.54
5	8	L - 100 x 100 x 10	1550	30-053-61	28.13	233.04
6	4	IPE - 600	240	30-053-62	37.59	150.36
7	8	IPE - 600	340	30-053-63	49.16	393.28
8	2	IPE - 600	330	30-053-64	47.72	85.44
9	8	IPE - 600	160	30-053-65	23.14	185.12
10	2	PL - 8 x 500	350	30-053-66	12.85	23.9
11	2	L - 100 x 100 x 10	1460	30-053-107	27.44	54.88
12	2	ARRIOSTRE (2)			847.34	1694.68
13	1	C - 240	5760	30-053-31	---	217.24
14	1	C - 240	5760	30-053-33	---	217.24
15	6	L - 70 x 70 x 7	1650	30-053-53	12.11	72.66
16	4	L - 70 x 70 x 7	2053	30-053-57	15.06	60.24
17	2	C - 220	1660	30-053-88	55.38	110.76
18	4	L - 70 x 70 x 7	1991	30-053-105	14.61	58.44
19	1	C - 220	1660	30-053-89	---	55.38
20	1	C - 220	1660	30-053-90	---	55.38
2	2	ARRIOSTRE (3)			879.40	1758.80
1	1	C - 240	6140	30-053-32	---	231.57
1	1	C - 240	6140	30-053-34	---	231.57
8	6	L - 70 x 70 x 7	1650	30-053-53	12.11	72.66
4	4	L - 70 x 70 x 7	2112	30-053-58	15.50	62.00
2	2	C - 220	1660	30-053-88	55.38	110.76
4	4	L - 70 x 70 x 7	2047	30-053-106	15.02	60.08
2	2	C - 220	1660	30-053-89	55.38	110.76
2	2	ARRIOSTRE (4)			1683.94	3367.88
1	1	C - 240	6320	30-053-27	---	238.36
1	1	C - 240	5935	30-053-28	---	223.84
1	1	C - 240	6320	30-053-29	---	238.36
1	1	C - 240	5935	30-053-30	---	223.84
16	6	L - 70 x 70 x 7	1650	30-053-53	12.11	72.66
6	6	L - 70 x 70 x 7	2031	30-053-54	12.11	72.66
2	2	L - 70 x 70 x 7	1993	30-053-55	14.62	58.24
6	6	L - 70 x 70 x 7	2019	30-053-56	14.81	88.86
2	2	PL - 12 x 620	700	30-053-67	40.88	81.76
2	2	L - 70 x 70 x 7	1970	30-053-103	14.46	28.92
2	2	L - 70 x 70 x 7	1959	30-053-104	14.37	28.74
2	2	C - 220	1660	30-053-88	55.38	110.76
2	2	C - 220	1660	30-053-89	55.38	110.76
4	4	PL - 12 x 85	440	30-053-77	3.52	14.08
2	2	ARRIOSTRE (5)			748.02	1496.04
1	1	C - 200	6080	30-053-23	---	172.54
1	1	C - 200	6080	30-053-25	---	172.54
6	6	L - 70 x 70 x 7	1660	30-053-44	12.18	73.08
6	6	L - 70 x 70 x 7	2055	30-053-52	15.08	90.48
2	2	PL - 12 x 470	770	30-053-68	34.09	68.18
2	2	C - 160	1660	30-053-84	35.15	70.3
2	2	L - 70 x 70 x 7	2085	30-053-101	15.30	30.6
1	1	C - 160	1660	30-053-85	---	35.15
1	1	C - 160	1660	30-053-87	---	35.15
2	2	ARRIOSTRE (6)			629.74	1259.48
1	1	C - 200	6400	30-053-24	---	181.62
1	1	C - 200	6400	30-053-26	---	181.62
6	6	L - 70 x 70 x 7	1660	30-053-44	12.18	73.08
4	4	L - 70 x 70 x 7	2110	30-053-52	15.48	61.92
2	2	C - 160	1660	30-053-84	35.15	70.3
4	4	L - 70 x 70 x 7	2085	30-053-102	15.30	61.20
1	1	C - 160	1660	30-053-86	---	35.15
2	2	ARRIOSTRE (7)			1503.72	3007.44
1	1	C - 200	6555	30-053-19	---	186.02
1	1	C - 200	6235	30-053-20	---	178.94
1	1	C - 200	6555	30-053-21	---	186.02
1	1	C - 200	6235	30-053-22	---	178.94
16	16	L - 70 x 70 x 7	1660	30-053-44	12.18	194.88
12	12	L - 70 x 70 x 7	2070	30-053-49	15.19	182.28
2	2	L - 70 x 70 x 7	2028	30-053-50	14.88	29.76
2	2	PL - 12 x 520	600	30-053-68	29.39	58.78
2	2	PL - 12 x 520	600	30-053-69	29.39	58.78
4	4	PL - 12 x 75	440	30-053-76	3.10	12.4
2	2	C - 160	1660	30-053-84	35.15	70.3
2	2	L - 70 x 70 x 7	2045	30-053-100	15.01	30.02
2	2	C - 160	1660	30-053-84	35.15	70.3
1	1	C - 160	1660	30-053-85	---	35.15
1	1	C - 160	1660	30-053-86	---	35.15

NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-053

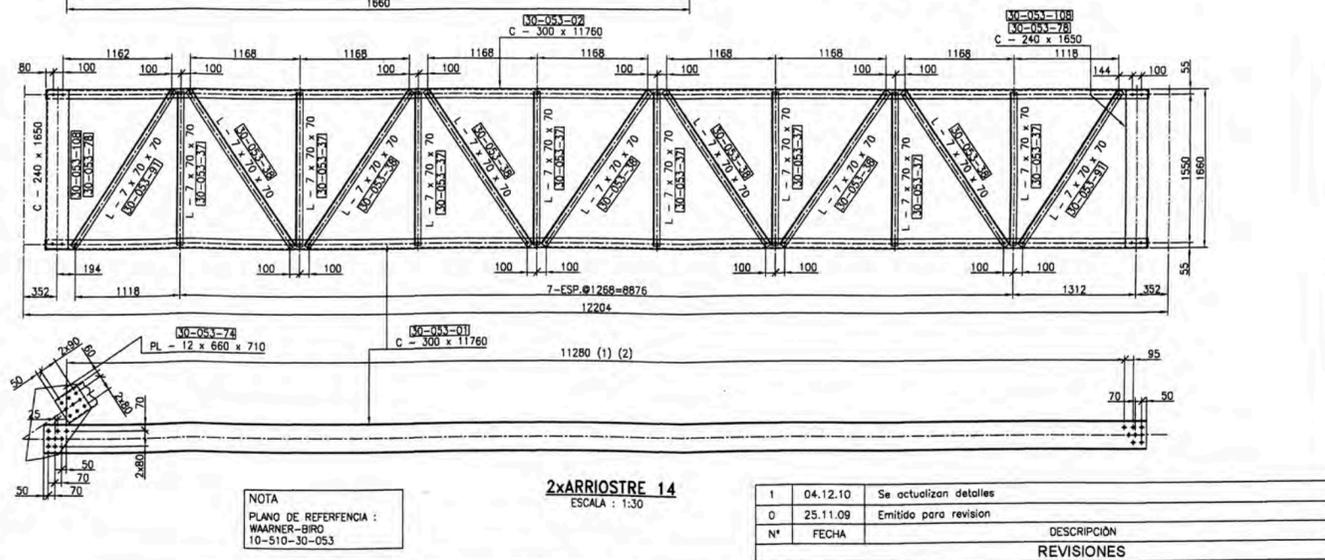


N°	FECHA	DESCRIPCION
1	04.12.10	Se actualizan detalles
0	25.11.09	Emitido para revision



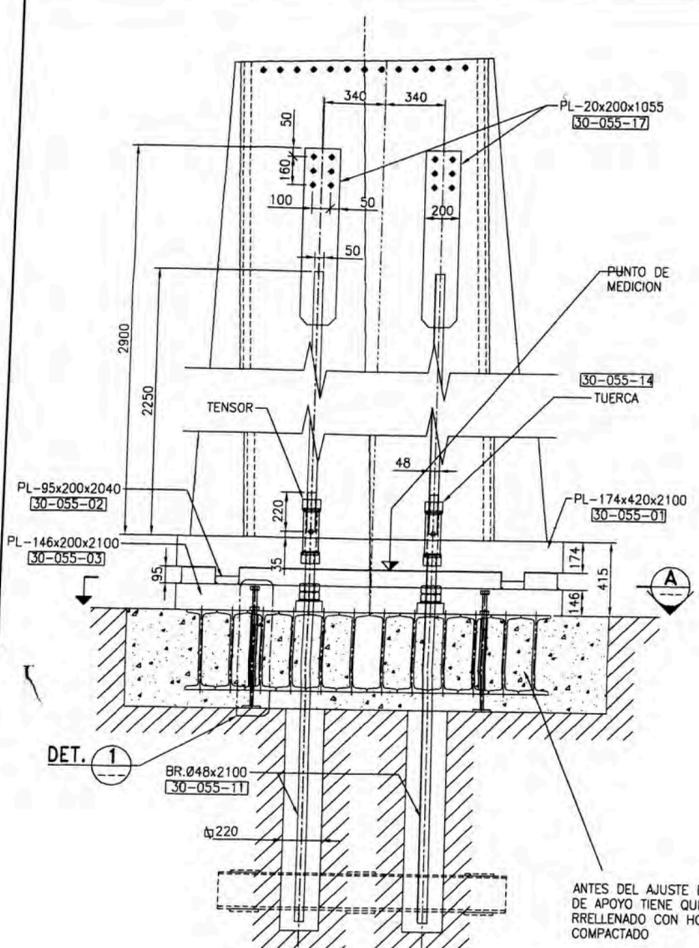
LISTA DE MATERIALES							
N°	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD	MARCA	PESO [Kg.]		OBSERVACIONES
					UNIT.	TOT.	
1	1	ARRIOSTRE (8)			745.10	1490.20	
2	1	C - 200	6310	30-053-15	---	179.07	
3	1	C - 200	6310	30-053-17	---	179.07	
4	6	L - 70 x 70 x 7	1660	30-053-44	12.18	73.08	
5	4	L - 70 x 70 x 7	2147	30-053-48	15.75	63.00	
6	2	PL - 12 x 430	760	30-053-71	30.78	61.56	
7	2	C - 160	1660	30-053-84	35.15	70.3	
8	1	C - 160	1660	30-053-85	---	35.15	
9	1	C - 160	1660	30-053-87	---	35.15	
10	4	L - 70 x 70 x 7	2122	30-053-98	12.18	48.72	
11	2	ARRIOSTRE (9)			702.48	1404.92	
12	1	C - 200	6630	30-053-16	---	188.15	
13	1	C - 200	6630	30-053-18	---	188.15	
14	6	L - 70 x 70 x 7	1660	30-053-44	12.18	73.08	
15	4	L - 70 x 70 x 7	2199	30-053-47	12.18	48.72	
16	2	C - 160	1660	30-053-84	35.15	70.3	
17	4	L - 70 x 70 x 7	2173	30-053-99	15.94	63.76	
18	2	C - 160	1660	30-053-86	35.15	70.3	
19	2	ARRIOSTRE (10)			1390.10	2780.20	
20	1	C-200	6790	30-053-11	---	182.69	
21	1	C-200	6470	30-053-12	---	183.61	
22	1	C-200	6790	30-053-13	---	182.69	
23	1	C-200	6470	30-053-14	---	183.61	
24	16	L-70x70x7	1660	30-053-44	12.18	194.88	
25	2	L-70x70x7	2080	30-053-45	15.34	30.68	
26	12	L-70x70x7	1660	30-053-46	12.18	146.16	
27	2	C-160	1660	30-053-84	35.15	70.3	
28	4	L-70x70x7	2073	30-053-97	15.21	60.84	
29	2	PL-12x500	620	30-053-70	29.20	58.4	
30	2	PL-12 x 430	760	30-053-71	30.78	61.56	
31	4	PL-12x75	520	30-053-76	3.67	14.68	
32	2	ARRIOSTRE (11)			1144.82	2289.64	
33	1	C-280	6460	30-053-7	---	306.67	
34	1	C-280	6460	30-053-9	---	306.67	
35	4	L - 70 x 70 x 7	2158	30-053-41	18.02	72.08	
36	6	L - 70 x 70 x 7	1640	30-053-43	12.03	72.18	
37	2	PL - 12 x 510	785	30-053-72	37.71	75.42	
38	2	C - 240	1660	30-053-79	62.61	125.22	
39	2	C - 240	1660	30-053-80	62.61	125.22	
40	2	L - 70 x 70 x 7	2090	30-053-95	15.34	30.68	
41	2	L - 70 x 70 x 7	2087	30-053-96	15.31	30.62	
42	2	ARRIOSTRE (12)			1101.52	2203.04	
43	1	C - 280	6630	30-053-8	---	314.74	
44	1	C - 280	6630	30-053-10	---	314.74	
45	4	L - 70 x 70 x 7	2184	30-053-42	16.03	64.12	
46	6	L - 70 x 70 x 7	1640	30-053-43	16.03	96.18	
47	2	C - 240	1660	30-053-79	62.61	125.22	
48	2	C - 240	1660	30-053-80	62.61	125.22	
49	2	L - 70 x 70 x 7	2090	30-053-95	15.34	30.68	
50	2	L - 70 x 70 x 7	2087	30-053-96	15.31	30.62	
51	2	ARRIOSTRE (13)			2297.85	4595.70	
52	1	C - 280	6855	30-053-3	---	325.42	
53	1	C - 280	6855	30-053-4	---	325.42	
54	1	C - 280	6855	30-053-5	---	325.42	
55	1	C - 280	6855	30-053-6	---	325.42	
56	2	L - 70 x 70 x 7	2074	30-053-40	15.22	30.44	
57	16	L - 70 x 70 x 7	1640	30-053-43	12.03	182.48	
58	12	L - 70 x 70 x 7	2104	30-053-39	15.70	188.4	
59	2	PL - 12 x 510	785	30-053-72	37.71	75.42	
60	4	PL - 12 x 95	520	30-053-75	4.65	18.6	
61	2	PL - 12 x 740	780	30-053-73	54.37	108.74	
62	2	C - 240	1660	30-053-79	62.61	135.22	
63	1	C - 240	1660	30-053-81	---	62.61	
64	1	C - 240	1660	30-053-83	62.61	125.22	
65	4	L - 70 x 70 x 7	2012	30-053-92	14.76	59.04	
66	2	ARRIOSTRE (14)			2099.42	4198.84	
67	1	C - 300	11760	30-053-1	---	611.31	
68	1	C - 300	11760	30-053-2	---	611.31	
69	16	L - 70 x 70 x 7	1630	30-053-37	11.96	191.36	
70	14	L - 70 x 70 x 7	1962	30-053-38	14.40	201.6	
71	4	PL - 12 x 660	710	30-053-74	44.14	176.56	
72	2	C - 240	1650	30-053-78	62.63	125.26	
73	4	L - 70 x 70 x 7	1934	30-053-91	14.19	56.76	
74	2	C - 240	1934	30-053-108	62.63	125.26	

PESO TOTAL : 18962.54 Kg.

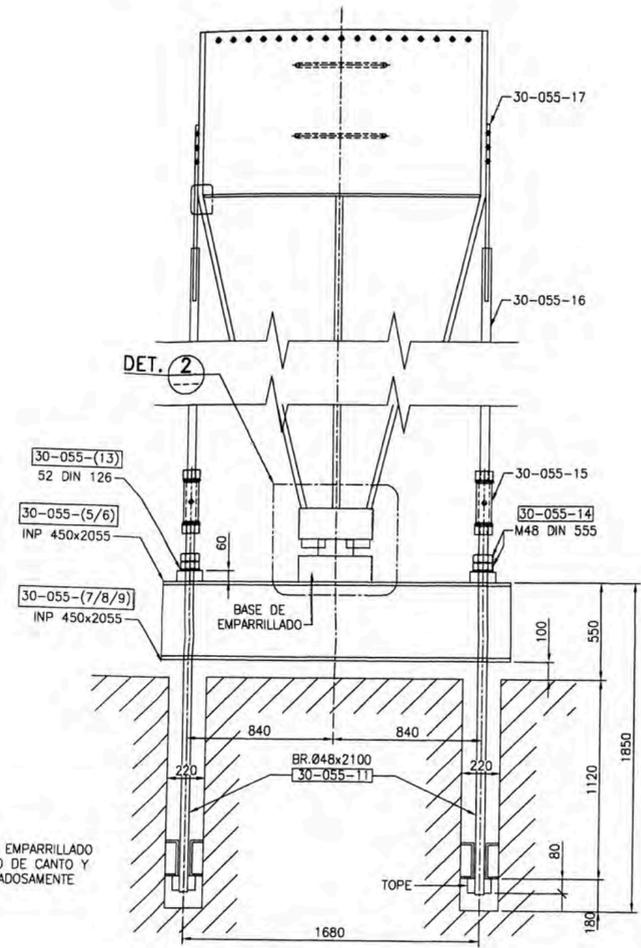


NOTA  
 PLANO DE REFERENCIA :  
 WARNER-BRO  
 10-510-30-053

N°	FECHA	DESCRIPCION
1	04.12.10	Se actualizan detalles
0	25.11.09	Emitted para revision

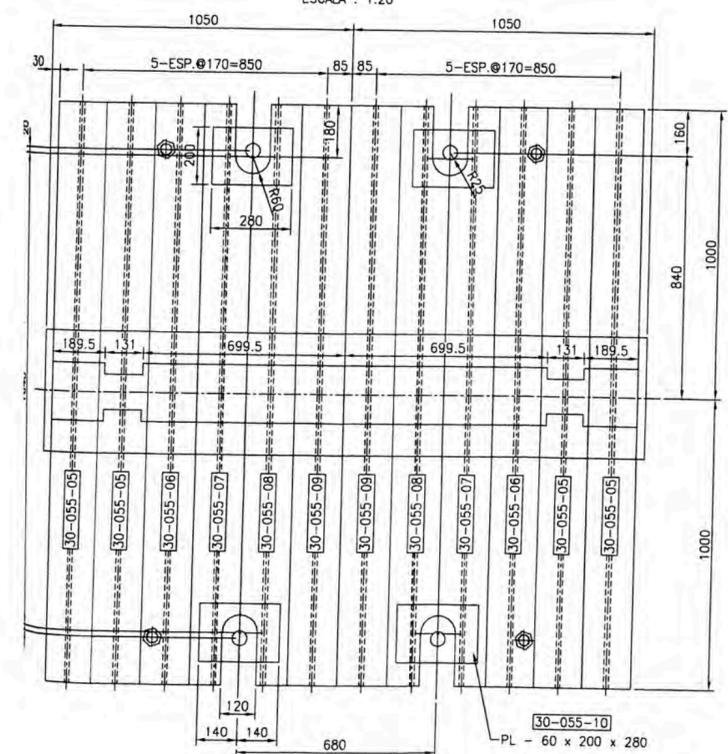


**BASE DE PILON**  
ESCALA : 1:20

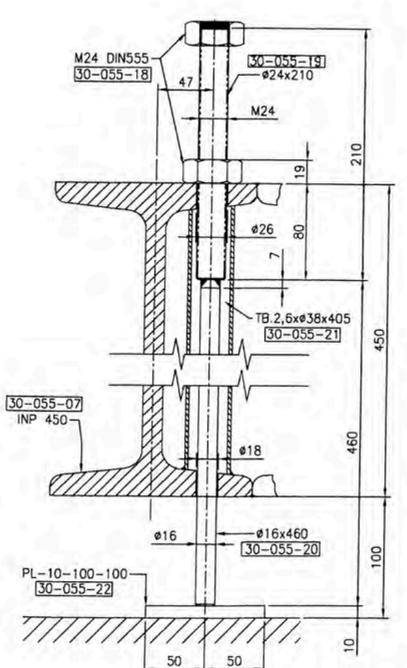


**VISTA LATERAL**  
ESCALA : 1:20

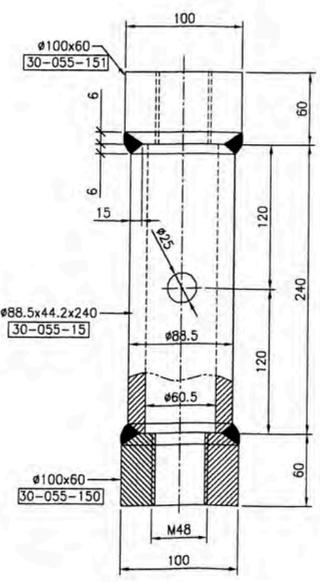
DESPUES DEL AJUSTES DEFINITIVO DE LOS EMPARRILLADOS DE APOYO CON EL APOYO DE PILONES ELLOS DEBEN ESTAR EMPOTRADOS FIRMEAMENTE CON HORMIGON B 300 Y LOS CANALES DE ANCLAJE RRELLENADOS CON HORMIGON B 300 = CONCRETO CON PROBETA CUBICA = 300 Kp/cm2 = 30.0 N/mm2 B 300 = CONCRETO CON PROBETA CILINDRICA = 225 Kp/cm2 = 25.5 N/mm2



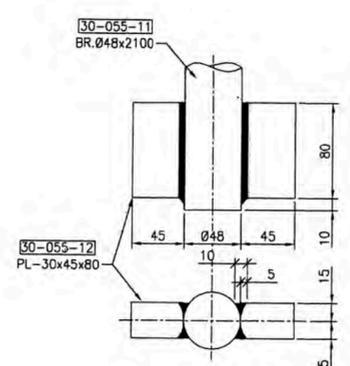
**SECCION A**  
ESC. 1:12.5



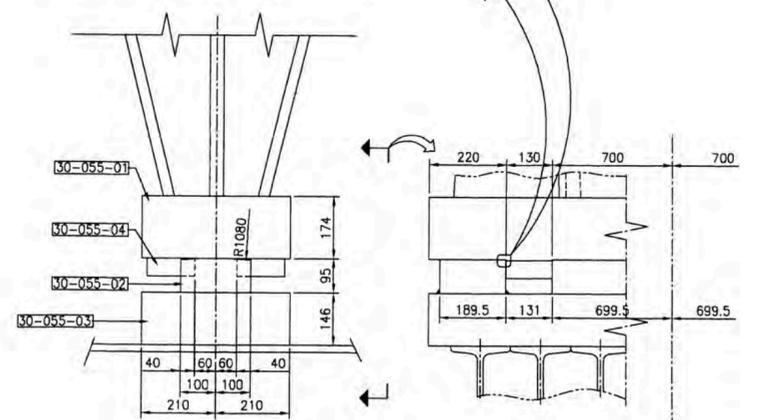
**DETALLE 1**  
ESC. 1:2.5



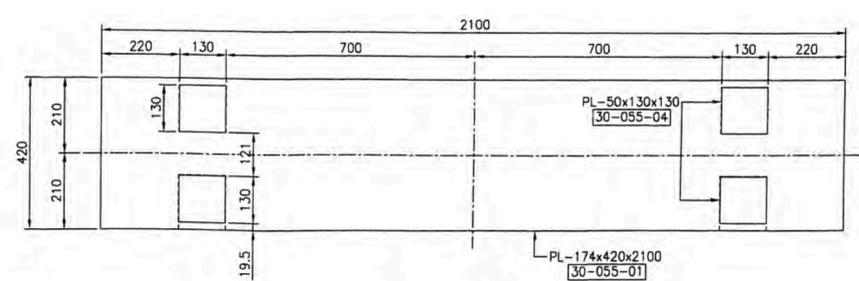
**DET. TENSOR**  
ESCALA : 1:2.5



**DET. TOPE**  
ESCALA : 1:2.5



**DETALLE 2**  
ESC. 1:10



**DET. PL~30-055-01**  
ESCALA : 1:10

LISTA DE MATERIALES								
LINEA	CANTIDAD		DESCRIPCION	LONGITUD	MARCA	PESO [Kg.]		OBSERVACIONES
	TOT.	UNIT.				UNIT.	TOT.	
4	-	-	APOYO DE PILON			5483.80	21935.2	
1	1	1	PL - 174 x 420	2100	30-055-01	1204.72		St - 510 C
1	1	1	PL - 95 x 200	2040	30-055-02	304.26		St - 510 C
2	1	1	PL - 146 x 420	2100	30-055-03	1010.86		St - 510 C
3	4	1	PL - 52 x 130	130	30-055-04	6.89	27.56	St - 360 C
4	4	1	IPN 450	2000	30-055-05	214.10	856.4	St - 37 T
5	2	1	IPN 450	2000	30-055-06	214.10	428.2	St - 37 T
6	2	1	IPN 450	2000	30-055-07	214.10	428.2	St - 37 T
7	2	1	IPN 450	2000	30-055-08	214.10	428.2	St - 37 T
8	2	1	IPN 450	2000	30-055-09	214.10	428.2	St - 37 T
9	4	1	PL - 60 x 200	280	30-055-10	26.37	105.48	St - 37 T
10	4	1	BR. Ø48	2100	30-055-11	29.83	119.32	St - 510 C
8	1	1	PL - 30 x 45	80	30-055-12	0.84	6.72	St - 510 C
4	1	1	ARANDELA 5-52 DIN 126	---	30-055-13	---	---	---
12	1	1	M48 DIN 555	---	30-055-14	---	---	---
4	1	1	Ø88.9 x 14.2	240	30-055-15	---	---	---
15	4	1	Ø100	80	30-055-150	---	---	---
4	1	1	Ø100	240	30-055-151	---	---	---
4	1	1	BR. Ø48	2215	30-055-16	---	---	St - 510 C
4	1	1	PL - 20 x 200	1055	30-055-17	33.13	132.52	St - 52 T
8	1	1	M24 DIN 555	---	30-055-18	---	---	---
20	4	1	ESPARRAGO Ø24	210	30-055-19	---	---	St - 360 C
4	1	1	PIN Ø16	460	30-055-20	---	---	St - 360 C
4	1	1	BR. 2.6 x Ø38	405	30-055-21	---	---	St - 35
4	1	1	PL - 10 x 100	100	30-055-22	0.79	3.16	St - 360 C

PESO TOTAL DETALLADO : 21935.2 Kg. 5483.80

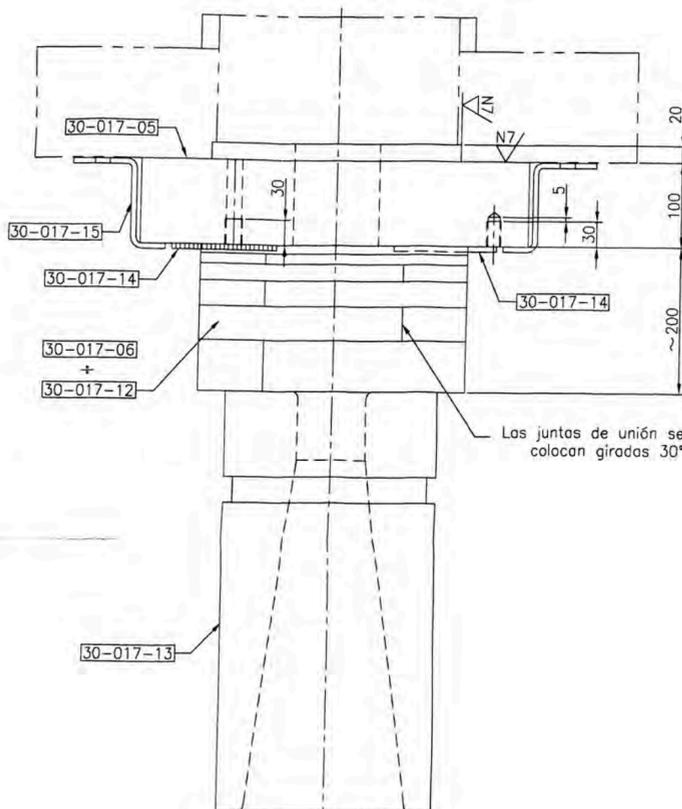
CONSEVACION  
LIMPIEZA POR CHORRO DE ARENA  
1 x PINTURA ANTICORROSIVA  
LAS SUPERFICIES DE CONTACTO EN  
LAS UNIONES EMPERNADAS CON  
PERNOS DE ALTA RESISTENCIA SE  
QUEDAN SIN PINTAR

NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-055

REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCION
1	05.01.10	Se actualizan detalles
0	17.12.09	Emitida para revision

**CABEZA DEL CABLE ø71.5**

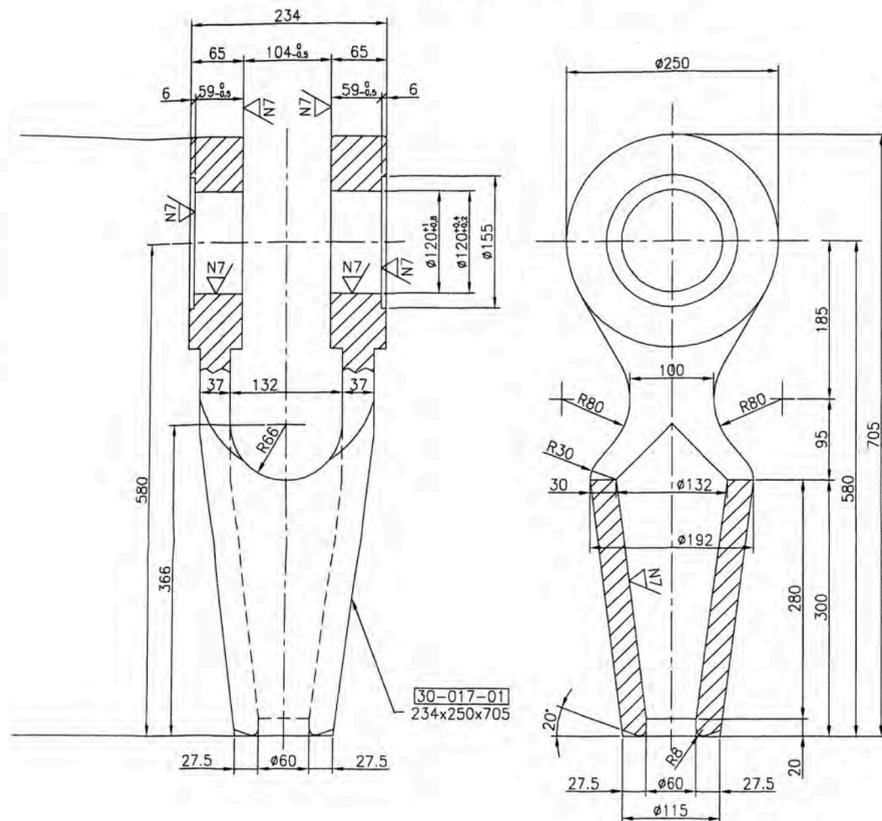
ESCALA : 1:5



Las juntas de unión se colocan giradas 30°

**CABEZA DEL CABLE ø54 PARA PENDOLAS**

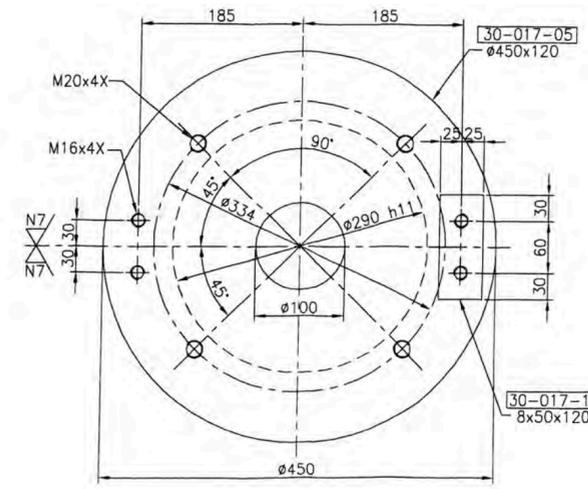
ESCALA : 1:5



**LISTA DE MATERIALES**

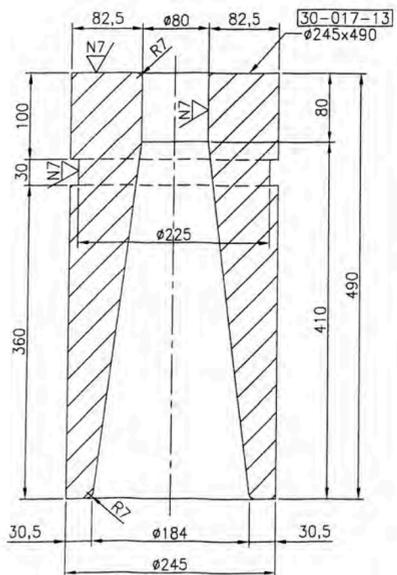
UNID.	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD	MARCA	PESO [Kg.]		OBSERVACIONES
					UNIT.	TOT.	
1	112	Pendola 234x250	705	30-017-01	70,30	7873,80	GS 52-3
2	114	Perno galvanizado ø140	290	30-017-02	25,75	2935,50	ST 60-2
3	114	Huacha galvanizada ø150	15	30-017-03	0,70	79,80	ST 360
4	118	Clavija galvanizada ø16	160	30-017-04	0,25	29,50	ST 52-3
5	48	Disco de presión ø450	120	30-017-05	127,82	6135,96	ST 360 C
6	48	Anillo de hierro ø310	60	30-017-06	31,85	1528,80	ST 360 C
7	48	Anillo de hierro ø310	40	30-017-07	21,23	1019,04	ST 360 C
8	48	Anillo de hierro ø310	30	30-017-08	15,92	764,16	ST 360 C
9	96	Anillo de hierro ø310	20	30-017-09	10,62	1019,52	ST 360 B
10	144	Anillo de hierro ø310	12	30-017-10	6,37	917,28	ST 360 B
11	144	Anillo de hierro ø310	10	30-017-11	5,30	763,20	ST 360 B
12	192	Anillo de hierro ø310	5	30-017-12	2,65	508,80	ST 360 B
13	48	Terminal ø245	490	30-017-13	129,32	6207,19	ST 360 B
14	96	Plancha 8x50	120	30-017-14	0,38	36,48	ST 360 B
15	144	Plancha de sostener 6x50	195	30-017-15	0,46	66,24	ST 360 B
16	192	Perno de sostener M20	370	30-017-16	0,91	174,72	ST 360 B
17	13	Perno galvanizado ø120	420	30-017-17	30,57	397,41	ST 60-2
18	26	Tuerca M100	80	30-017-18	---	---	---
19	26	Huacha ø160/ø102	15	30-017-19	1,41	36,66	---
20	26	Clavija DIN 94 ø13	125	30-017-20	0,13	3,38	---
21	96	Esparrago M12	320	30-017-21	0,28	26,88	ST 360 B
22	192	Tuerca DIN 555 M20	---	30-017-22	---	---	---
23	192	Tuerca DIN 555 M12	---	30-017-23	---	---	---
24	48	Plancha 5x286	286	30-017-24	30,57	1467,32	ST 360 B

PESO TOTAL DETALLADO : 31991,05 Kg.



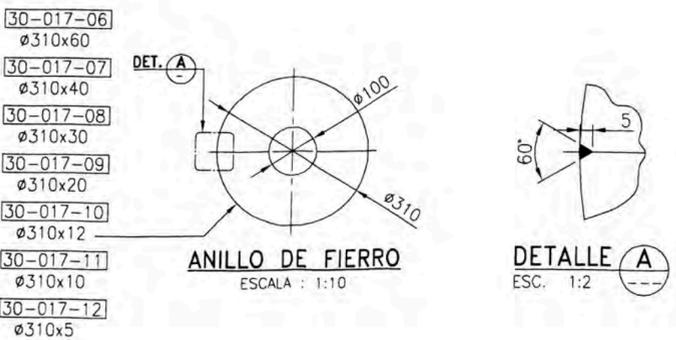
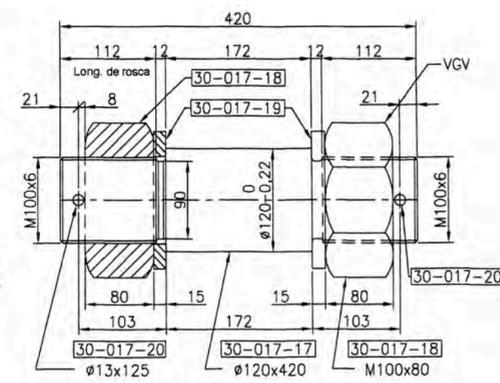
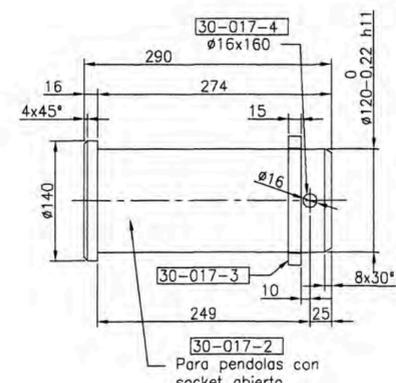
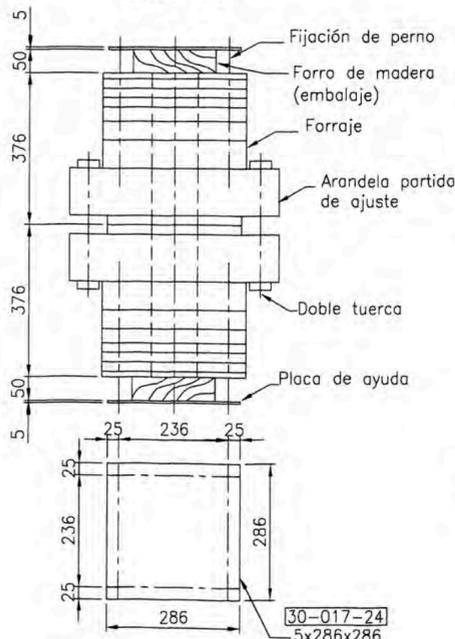
**ANILLO DE FIERRO**

ESCALA : 1:10



**PAQUETE DE PLACAS Y FORROS**

ESCALA : 1:10



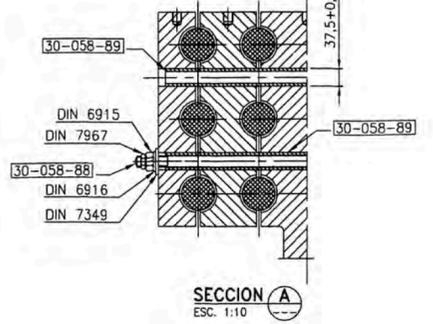
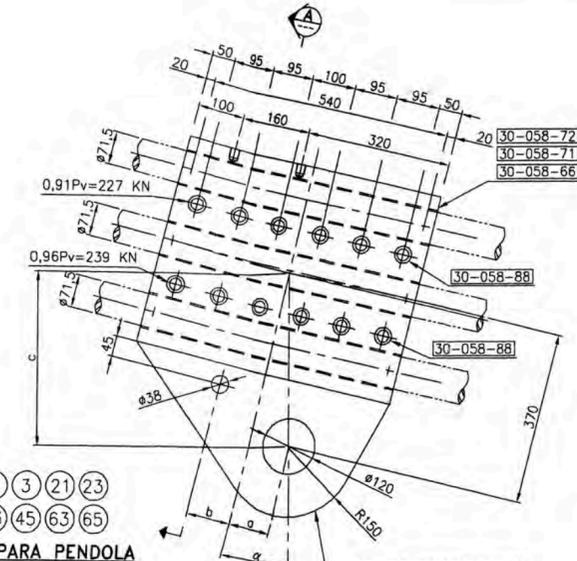
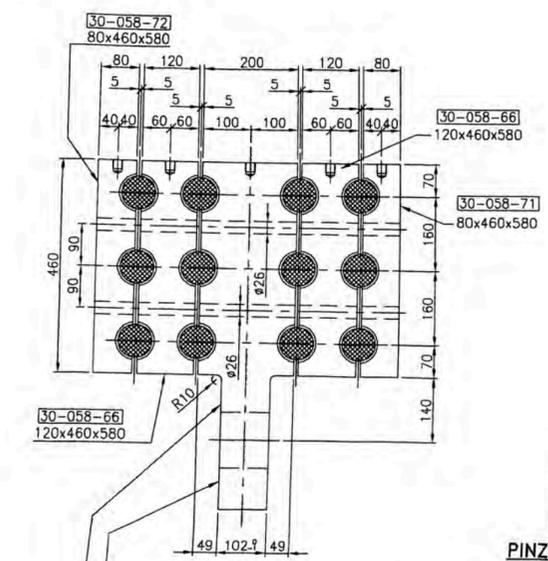
**DETALLE A**

ESC. 1:2

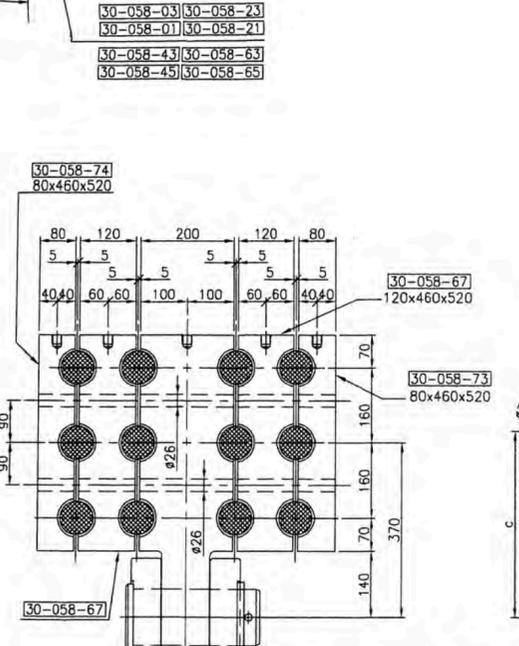
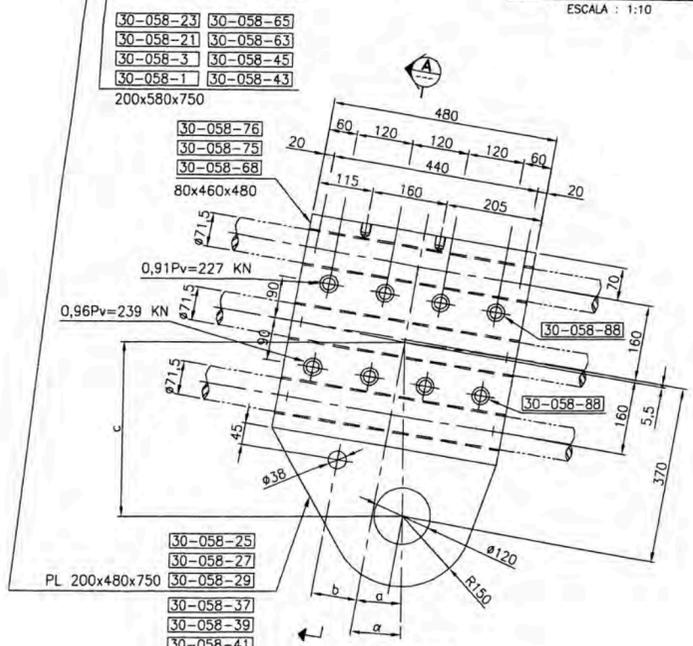
**Nota:**  
CALIDAD DE MATERIAL Y PROTECCIÓN ANTICORROSIVA  
CABEZAS DE CABLES GS 52-3 Y ST-3 GALVANIZADAS EN CALIENTE 600 G/M2. DISCOS DE PRESION, ANILLOS DE FORRO Y OTRAS ESTRUCTURAS ST 360 LIMPIADAS POR CHORRO DE ARENA Y PROVISTAS DE UNA PRIMERA MANO DE PINTURA DE "EPOXI ZINCROM" 60MY BULÓN SR 60-2 GALVANIZADO  
CABEZAS DE CABLES DIFERENCIAS ENTRE LAS DIMENSIONES SIN INDICACION DE TOLERANCIA SEGUN DIN 1683

**NOTA**  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-017

N°	FECHA	DESCRIPCION	REVISIONES
0	10.01.10	Emिता para revisión	

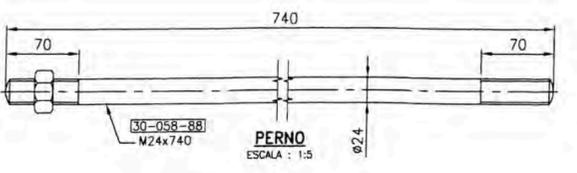


PINZA PARA PENDOLA  
ESCALA : 1:10

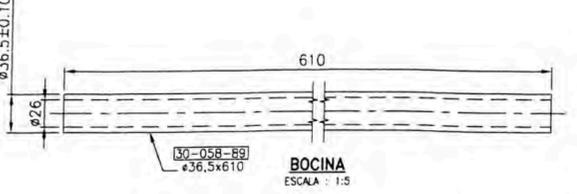


- PL 200x563x750 [30-058-17]
- PL 200x581x750 [30-058-07]
- PL 200x599x750 [30-058-15]
- PL 200x545x750 [30-058-09]
- PL 200x530x750 [30-058-11]
- PL 200x548x750 [30-058-19]
- PL 200x567x750 [30-058-05]
- PL 200x530x750 [30-058-47]
- PL 200x548x750 [30-058-49]
- PL 200x567x750 [30-058-51]
- PL 200x614x750 [30-058-55]
- PL 200x596x750 [30-058-57]
- PL 200x577x750 [30-058-59]
- PL 200x559x750 [30-058-61]

PINZA PARA PENDOLA  
ESCALA : 1:10



PERNO  
ESCALA : 1:5



BOCINA  
ESCALA : 1:5

LISTA DE MATERIALES

LINEA	CANTIDAD		DESCRIPCION	LONGITUD	MARCA	PESO [Kg.]		OBSERVACIONES
	TOT.	UNIT.				UNIT.	TOT.	
1	2		PL 200x580	750	30-058-01	435.23	870.47	ST 360 C
2	2		PL 200x580	750	30-058-03	435.23	870.47	ST 360 C
3	2		PL 200x545	750	30-058-05	394.24	788.47	ST 360 C
4	2		PL 200x563	750	30-058-07	394.24	788.47	ST 360 C
5	2		PL 200x581	750	30-058-09	394.24	788.47	ST 360 C
6	2		PL 200x599	750	30-058-11	394.24	788.47	ST 360 C
7	2		PL 200x581	750	30-058-15	394.24	788.47	ST 360 C
8	2		PL 200x563	750	30-058-17	394.24	788.47	ST 360 C
9	2		PL 200x545	750	30-058-19	394.24	788.47	ST 360 C
10	2		PL 200x580	750	30-058-21	435.23	870.47	ST 360 C
11	2		PL 200x580	750	30-058-23	435.23	870.47	ST 360 C
12	2		PL 200x480	750	30-058-25	362.49	724.98	ST 360 C
13	2		PL 200x480	750	30-058-27	362.49	724.98	ST 360 C
14	2		PL 200x480	750	30-058-29	362.49	724.98	ST 360 C
15	2		PL 200x480	770	30-058-31	367.34	734.69	ST 360 C
16	2		PL 200x480	770	30-058-33	367.22	734.43	ST 360 C
17	2		PL 200x480	770	30-058-35	367.34	734.69	ST 360 C
18	2		PL 200x480	750	30-058-37	362.49	724.98	ST 360 C
19	2		PL 200x480	750	30-058-39	362.49	724.98	ST 360 C
20	2		PL 200x480	750	30-058-41	362.49	724.98	ST 360 C
	2		PL 200x580	750	30-058-43	435.23	868.65	ST 360 C
	2		PL 200x580	750	30-058-45	435.23	868.65	ST 360 C
	2		PL 200x530	750	30-058-47	394.24	870.47	ST 360 C
	2		PL 200x548	750	30-058-49	394.24	870.47	ST 360 C
25	2		PL 200x567	750	30-058-51	394.24	788.47	ST 360 C
	2		PL 200x614	750	30-058-55	394.24	788.47	ST 360 C
	2		PL 200x596	750	30-058-57	394.24	788.47	ST 360 C
	2		PL 200x577	750	30-058-59	394.24	788.47	ST 360 C
	2		PL 200x599	750	30-058-61	394.24	788.47	ST 360 C
30	2		PL 200x580	750	30-058-63	435.23	870.47	ST 360 C
	2		PL 200x580	750	30-058-65	435.23	870.47	ST 360 C
	32		PL 120x460	580	30-058-66	191.17	6117.44	ST 360 C
	56		PL 120x460	520	30-058-67	171.40	9598.23	ST 360 C
	28		PL 120x460	480	30-058-68	158.21	4429.95	ST 360 C
35	4		PL 120x460	480	30-058-69	158.21	632.84	ST 360 C
	4		PL 120x460	480	30-058-70	158.21	632.84	ST 360 C
	16		PL 80x460	580	30-058-71	137.47	2199.59	ST 360 C
	16		PL 80x460	580	30-058-72	137.47	2199.59	ST 360 C
	28		PL 80x460	520	30-058-73	123.25	3451.00	ST 360 C
40	28		PL 80x460	520	30-058-74	123.25	3451.00	ST 360 C
	14		PL 80x460	480	30-058-75	119.80	1677.21	ST 360 C
	14		PL 80x460	480	30-058-76	119.80	1677.21	ST 360 C
	2		PL 80x460	480	30-058-77	119.80	239.60	ST 360 C
	2		PL 80x460	480	30-058-78	119.80	239.60	ST 360 C
45	2		PL 80x460	480	30-058-79	113.77	227.54	ST 360 C
	2		PL 80x460	480	30-058-80	113.77	227.54	ST 360 C
	4		PL 15x300	1710	30-058-81	60.40	241.62	ST 360 C
	4		PL 15x300	1719	30-058-82	60.72	242.89	ST 360 C
	4		PL 15x300	1299	30-058-83	45.88	183.55	ST 360 C
50	24		φ 260	20	30-058-84	10.61	254.72	ST 360 C
	432		PL 4x104	470	30-058-85	1.56	663.04	ZINC
	672		PL 4x104	510	30-058-86	1.69	1119.18	ZINC
	384		PL 4x104	570	30-058-87	1.89	714.75	ZINC
	656		φ 24	740	30-058-88	2.63	1723.88	10CR M0910
55	656		φ 36.5	610	30-058-89	2.23	1501.56	

PESO TOTAL DETALLADO : 68202.60 Kg.

NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-058

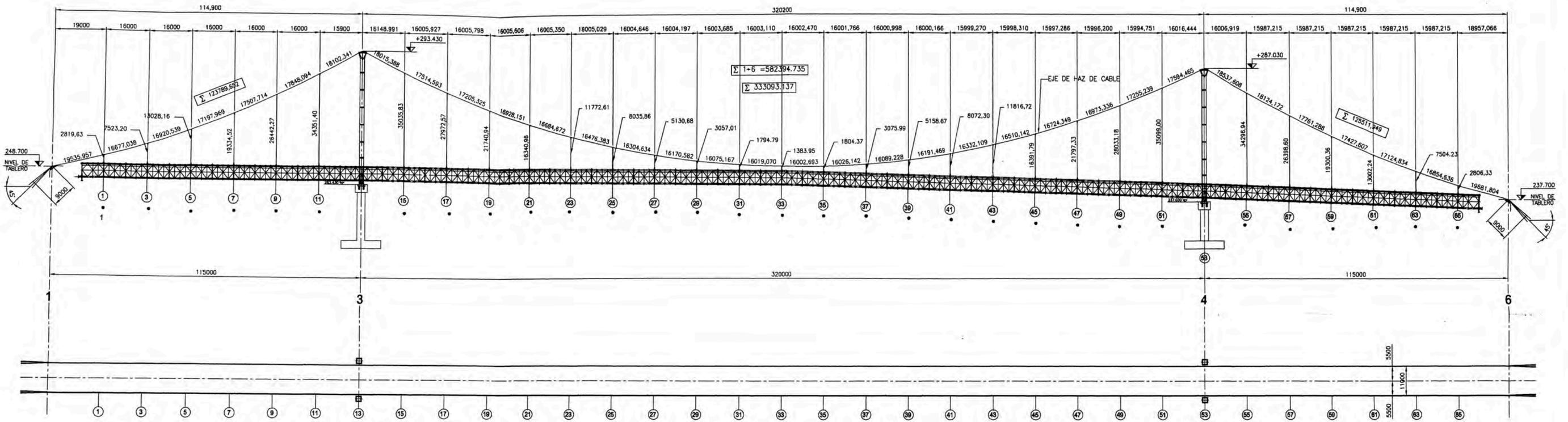
N°	FECHA	DESCRIPCION
0	10.01.10	Se corrigió cota de perno
0	10.01.10	Emitido para revisión



**GEOMETRIA DE LOS CABLES**  
ESCALA : 1:750

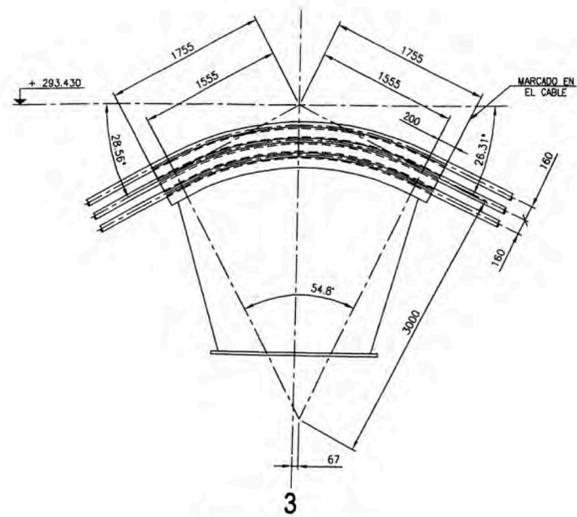
MARGEN DERECHA  
PUERTO MALDONADO

MARGEN IZQUIERDA  
EL TRIUNFO

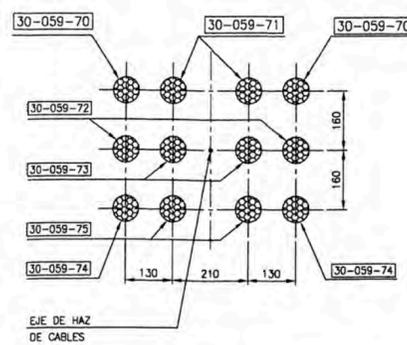


Station	1	3	4	6
30-059-70	10586	124247	329441	126043
30-059-71	10592	124247	329441	126043
30-059-72	10505	124137	329583	125931
30-059-73	10510	18079 16677 16951 17198 17508 17848 19876	16520 17515 17205 16958 16685 16426 16305 16171 16075 15539 15523 16026 16089 16192 16282 16510 16754 16973 17255 16100 20312 18124 17761 17427 17155 16855 18297	10447
30-059-74	10414	124026	329725	125819
30-059-75	10417	124026	329725	125819

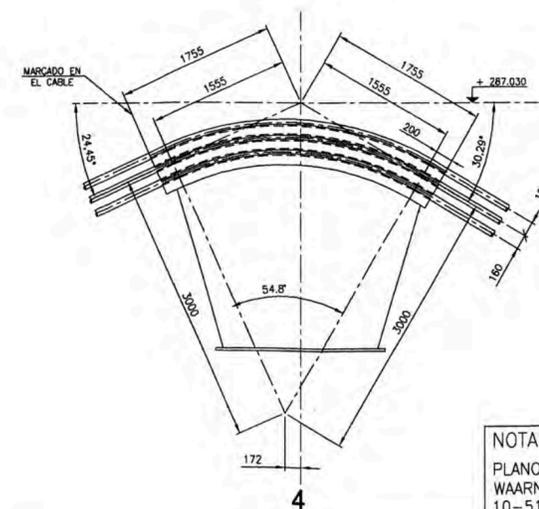
**CABLE PORTANTE**  
ESCALA : 1:50



**SILLA DE CAMBIO**  
ESCALA : 1:50



**SECCION DE CABLES**  
ESCALA : 1:10

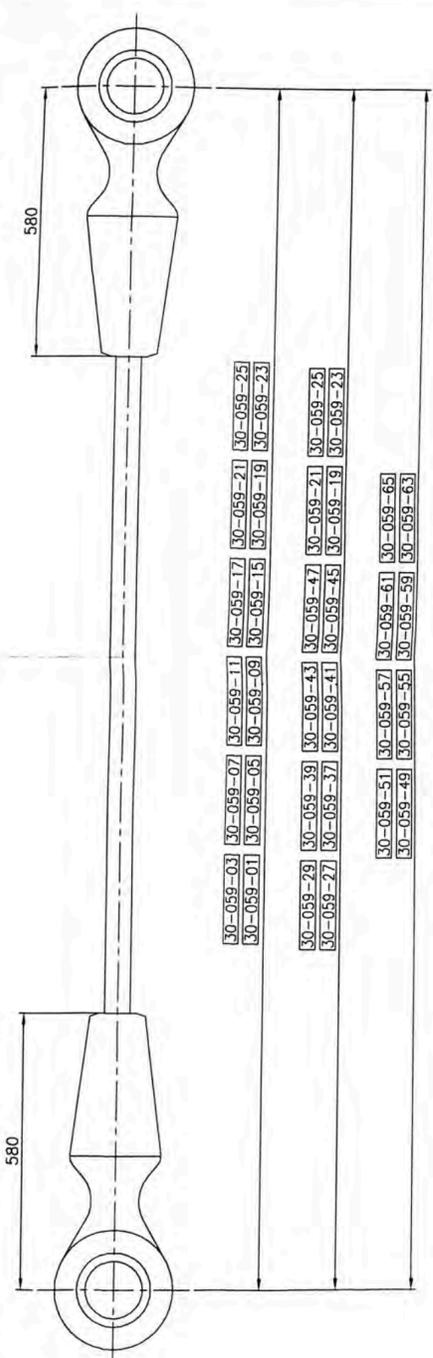


**SILLA DE CAMBIO**  
ESCALA : 1:50

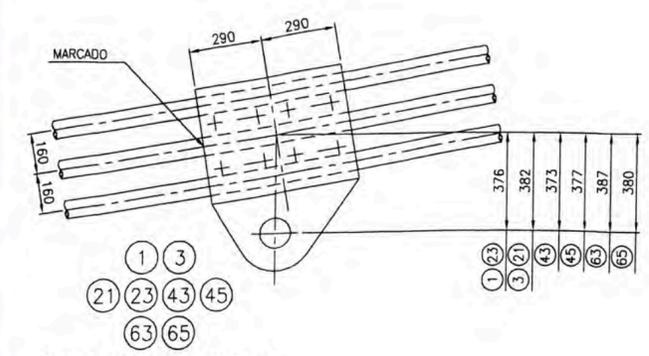
NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-059

N°	FECHA	DESCRIPCION
1	10.02.10	Se aumenta detalles
0	08.01.10	Emitted para revision

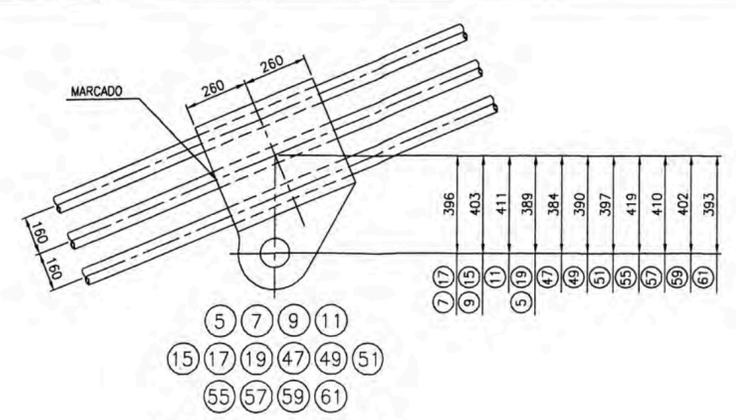
REVISIONES



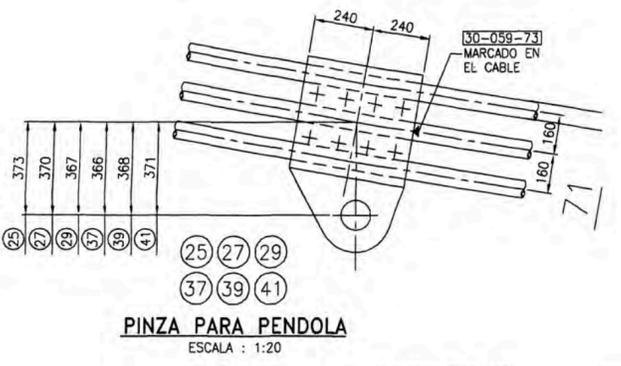
PENDOLA  
ESCALA : 1:10



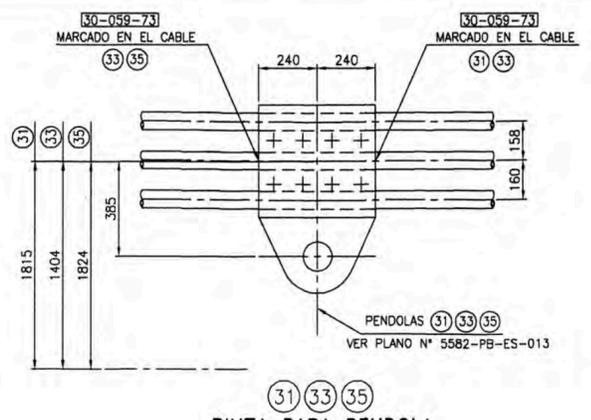
PINZA PARA PENDOLA  
ESCALA : 1:20



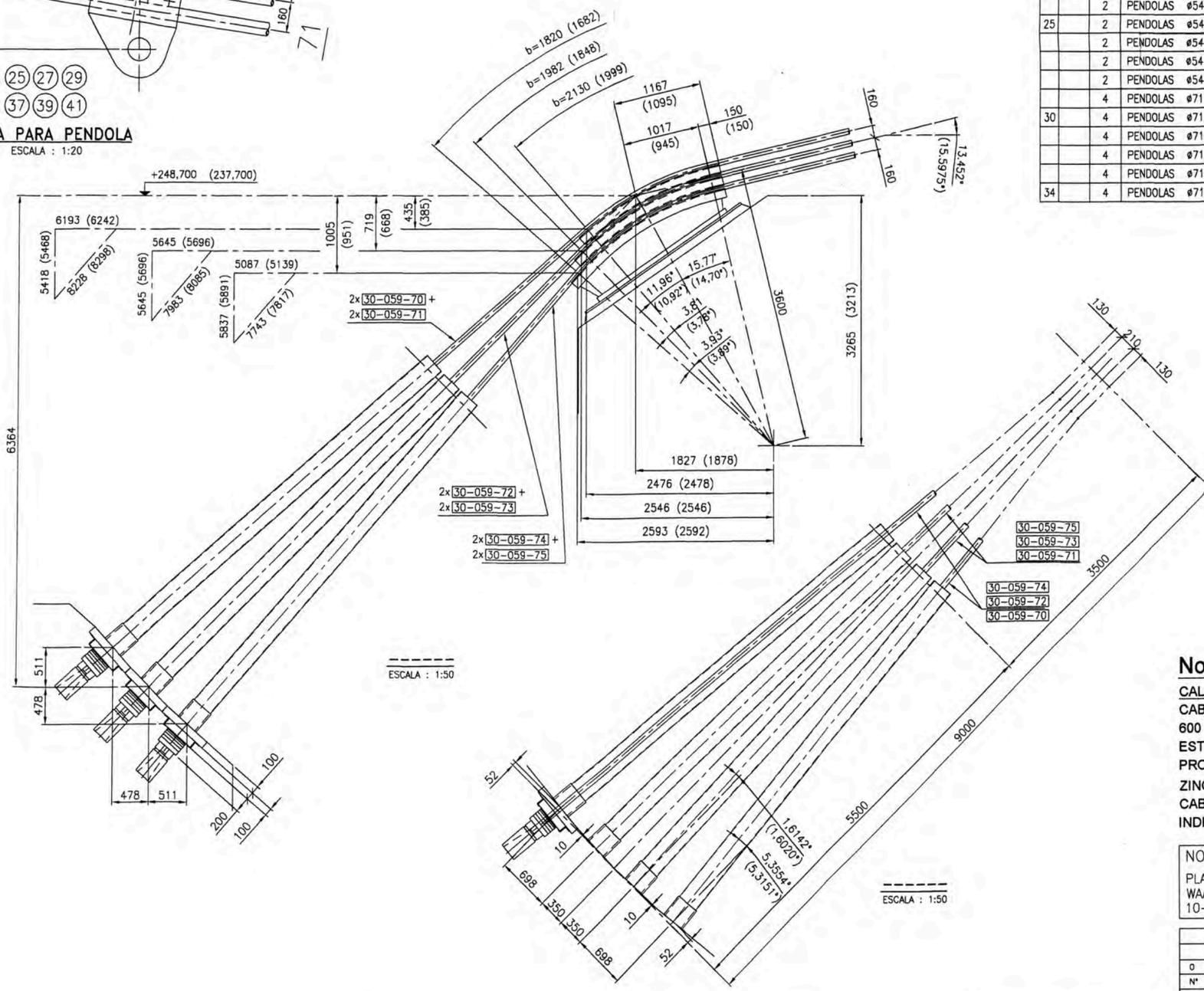
PINZA PARA PENDOLA  
ESCALA : 1:20



PINZA PARA PENDOLA  
ESCALA : 1:20



PINZA PARA PENDOLA  
ESCALA : 1:20



ESCALA : 1:50

ESCALA : 1:50

LINEA	CANTIDAD		DESCRIPCION	LONGITUD	MARCA	PESO [Kg.]		OBSERVACIONES
	TOT.	UNIT.				UNIT.	TOT.	
1	2		PENDOLAS Ø54	2444	30-059-01	175.87	351.73	ST 360 C
2	2		PENDOLAS Ø54	7141	30-059-03	243.64	487.29	ST 360 C
3	2		PENDOLAS Ø54	12639	30-059-05	322.98	645.96	ST 360 C
4	2		PENDOLAS Ø54	18939	30-059-07	413.89	827.78	ST 360 C
5	2		PENDOLAS Ø54	26039	30-059-09	516.34	1032.69	ST 360 C
6	2		PENDOLAS Ø54	33940	30-059-11	630.35	1260.71	ST 360 C
7	2		PENDOLAS Ø54	34633	30-059-15	640.35	1280.71	ST 360 C
8	2		PENDOLAS Ø54	27577	30-059-17	538.54	1077.07	ST 360 C
9	2		PENDOLAS Ø54	21352	30-059-19	448.71	897.42	ST 360 C
10	2		PENDOLAS Ø54	15959	30-059-21	370.89	741.78	ST 360 C
11	2		PENDOLAS Ø54	11397	30-059-23	305.06	610.12	ST 360 C
12	2		PENDOLAS Ø54	7663	30-059-25	251.18	502.35	ST 360 C
13	2		PENDOLAS Ø54	4761	30-059-27	209.30	418.60	ST 360 C
14	2		PENDOLAS Ø54	2690	30-059-29	179.42	358.83	ST 360 C
15	2		PENDOLAS Ø54	2710	30-059-37	179.71	359.41	ST 360 C
16	2		PENDOLAS Ø54	4791	30-059-39	209.73	419.47	ST 360 C
17	2		PENDOLAS Ø54	7701	30-059-41	251.73	503.45	ST 360 C
18	2		PENDOLAS Ø54	11444	30-059-43	305.74	611.47	ST 360 C
19	2		PENDOLAS Ø54	16105	30-059-45	371.70	743.39	ST 360 C
20	2		PENDOLAS Ø54	21413	30-059-47	449.59	899.18	ST 360 C
	2		PENDOLAS Ø54	27643	30-059-49	539.49	1078.98	ST 360 C
	2		PENDOLAS Ø54	34702	30-059-51	641.35	1282.70	ST 360 C
	2		PENDOLAS Ø54	33878	30-059-55	629.46	1258.92	ST 360 C
	2		PENDOLAS Ø54	25989	30-059-57	515.62	1031.24	ST 360 C
25	2		PENDOLAS Ø54	18898	30-059-59	413.30	826.60	ST 360 C
	2		PENDOLAS Ø54	12609	30-059-61	322.55	645.10	ST 360 C
	2		PENDOLAS Ø54	7117	30-059-63	243.30	486.60	ST 360 C
	2		PENDOLAS Ø54	2426	30-059-65	175.61	351.21	ST 360 C
	4		PENDOLAS Ø71.5	600835	30-059-70	15796.66	63186.62	ST 360 C
30	4		PENDOLAS Ø71.5	600847	30-059-71	15796.96	63187.84	ST 360 C
	4		PENDOLAS Ø71.5	600598	30-059-72	15790.66	63162.64	ST 360 C
	4		PENDOLAS Ø71.5	600608	30-059-73	15790.91	63163.65	ST 360 C
	4		PENDOLAS Ø71.5	600340	30-059-74	15784.13	63163.53	ST 360 C
34	4		PENDOLAS Ø71.5	600347	30-059-75	15784.31	63163.24	ST 360 C

PESO TOTAL DETALLADO : 399992.28

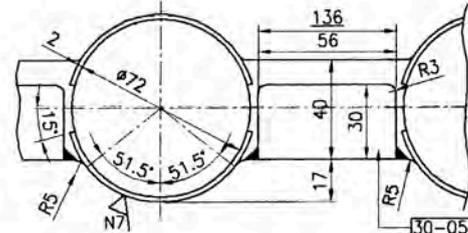
**Nota:**  
CALIDAD DE MATERIAL Y PROTECCIÓN ANTICORROSIVA  
CABEZAS DE CABLES GS 52-3 Y ST-3 GALVANIZADAS EN CALIENTE 600 GM/2. DISCOS DE PRESION, ANILLOS DE FORRO Y OTRAS ESTRUCTURAS ST 360 LIMPIADAS POR CHORRO DE ARENA Y PROVISTAS DE UNA PRIMERA MANO DE PINTURA DE "EPOXI ZINCCROM" 60My BULÓN SR 60-2 GALVANIZADO  
CABEZAS DE CABLES DIFERENCIAS ENTRE LAS DIMENSIONES SIN INDICACION DE TOLERANCIA SEGUN DIN 1683

NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-059

N°	FECHA	DESCRIPCION
0	09.01.10	Emitido para revision
		REVISIONES

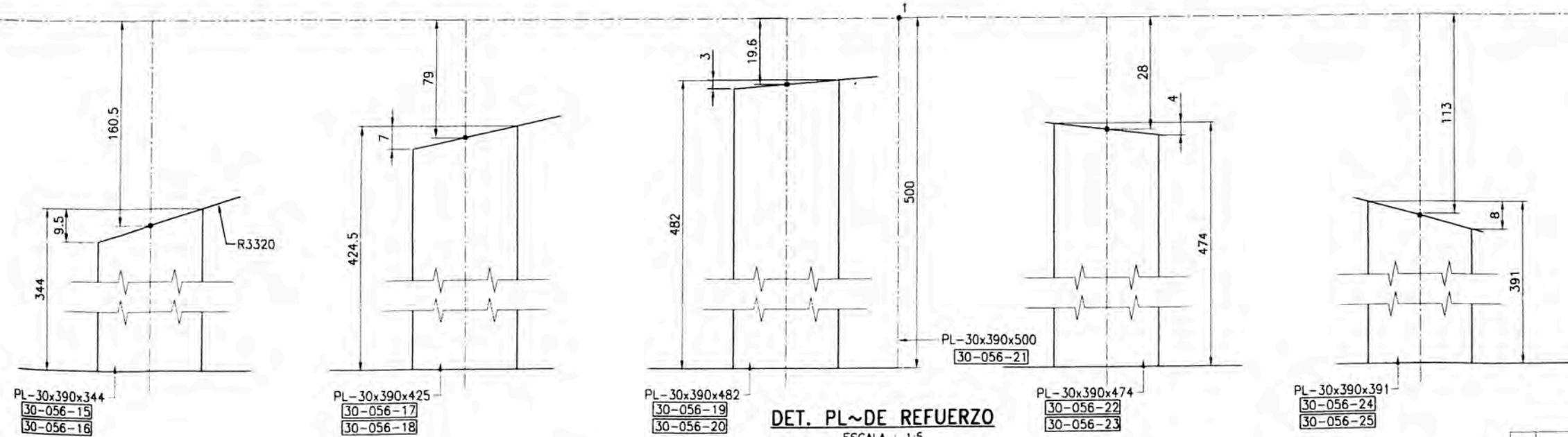
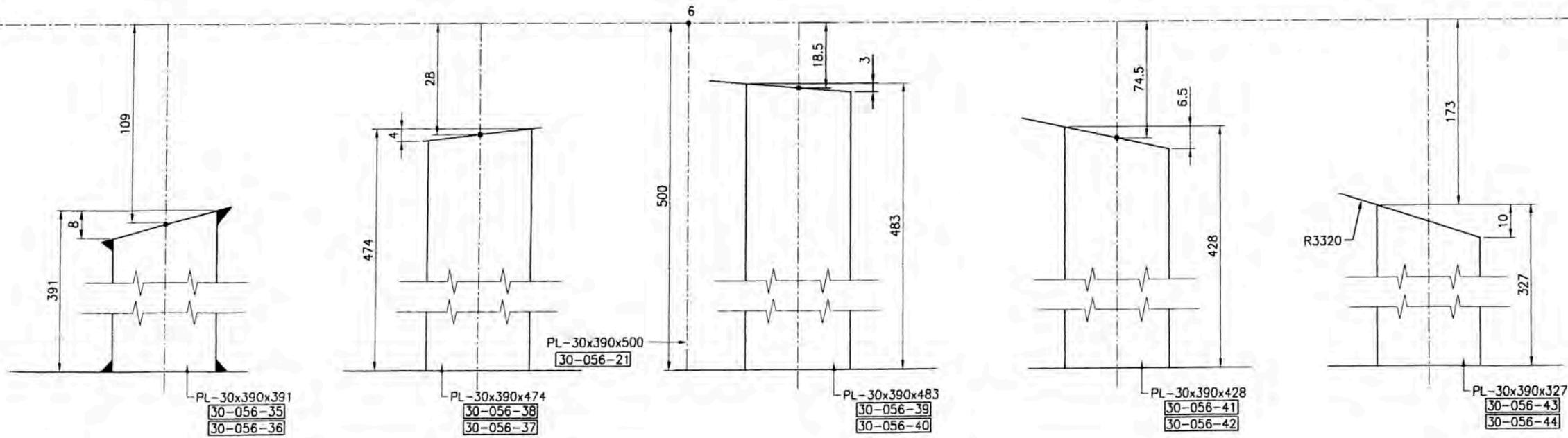




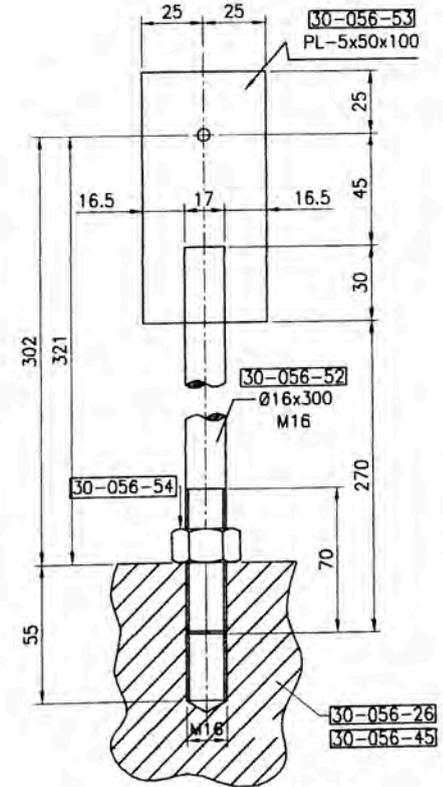


**DET. CABLE**  
ESCALA : 1:5

30-056-55  
PL-30x56x120  
30-056-56  
PL-30x120x136



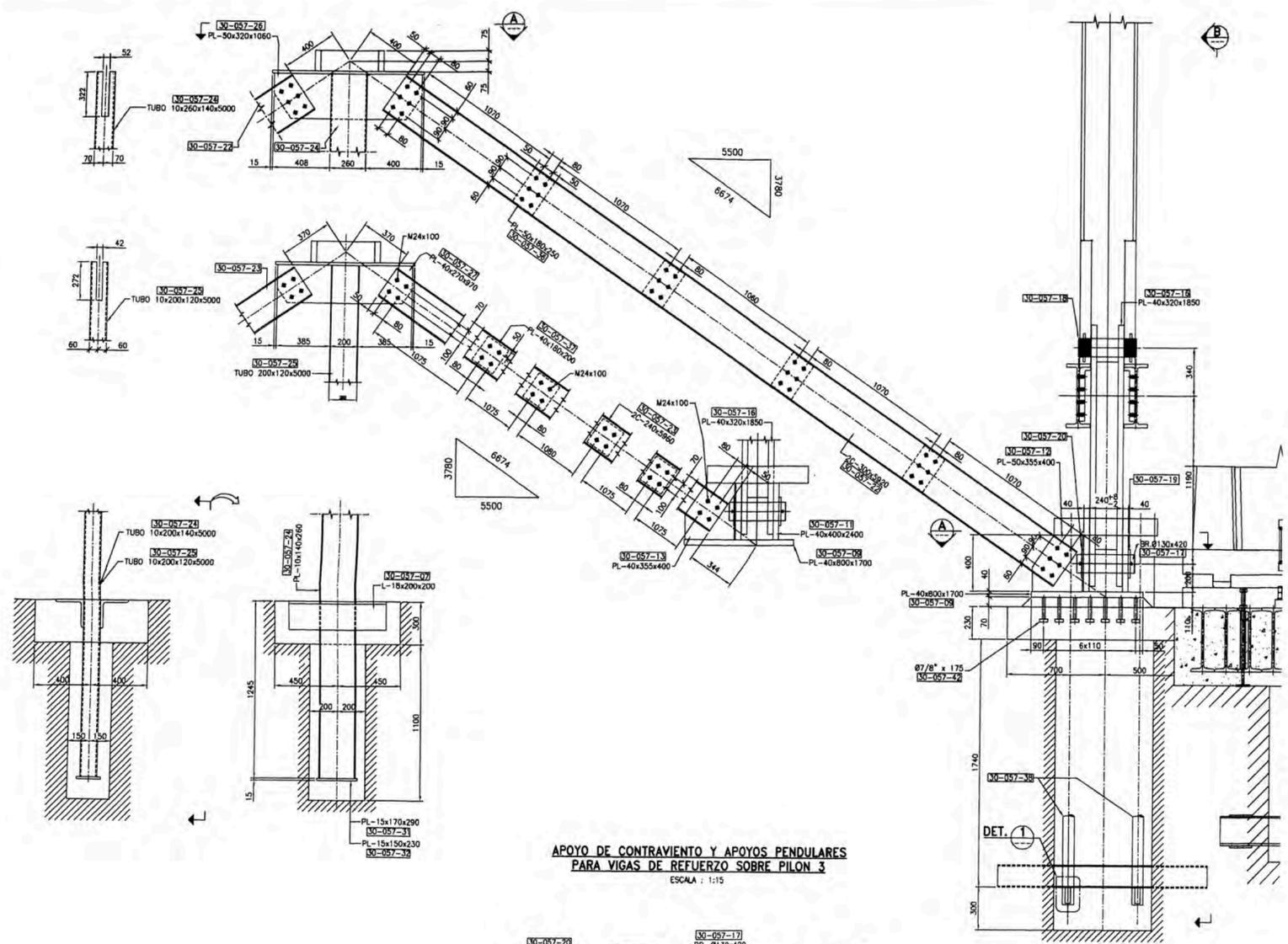
**DET. PL~DE REFUERZO**  
ESCALA : 1:5



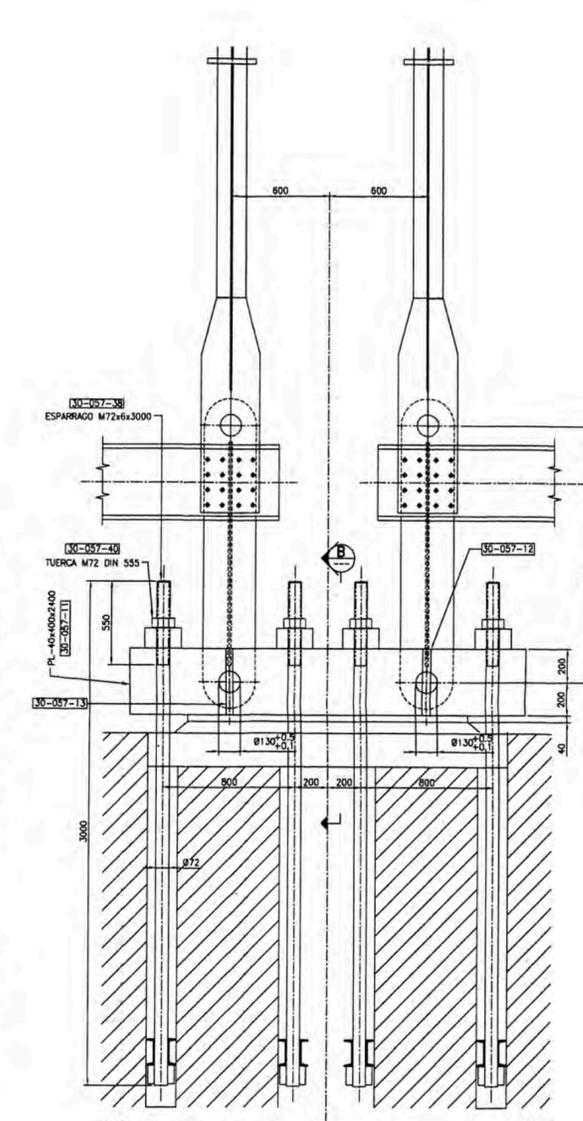
**INSTRUMENTO PARA MEDICIONES**  
ESCALA : 1:20

NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BRO  
10-510-30-056

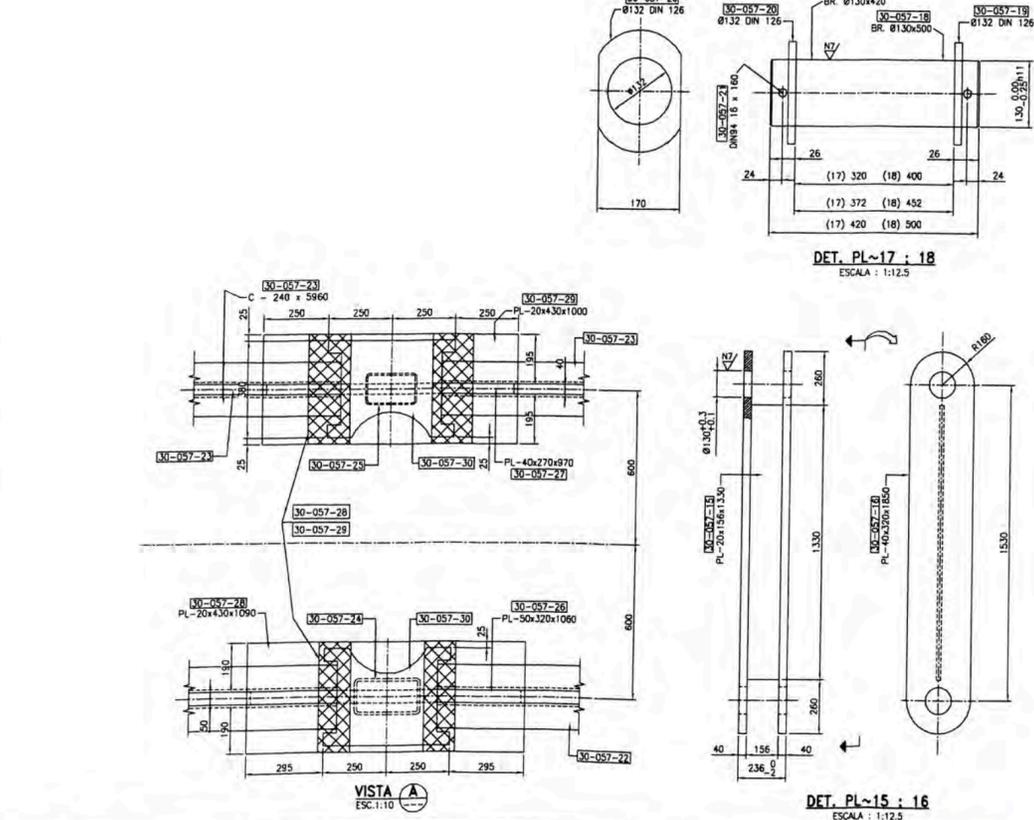
N°	FECHA	DESCRIPCION	REVISIONES
0	26.01.10	Emite para revision	
		Region:	MADRE DE DIOS
		Provincia:	TAMBOPATA
		Distrito:	TAMBOPATA
		Fecha:	26.01.10
		Escala:	INDICADA
		Plano N°	5582-PB-ES-F015B



**APOYO DE CONTRAVIENTO Y APOYOS PENDULARES PARA VIGAS DE REFUERZO SOBRE PILON 3**  
ESCALA: 1:15

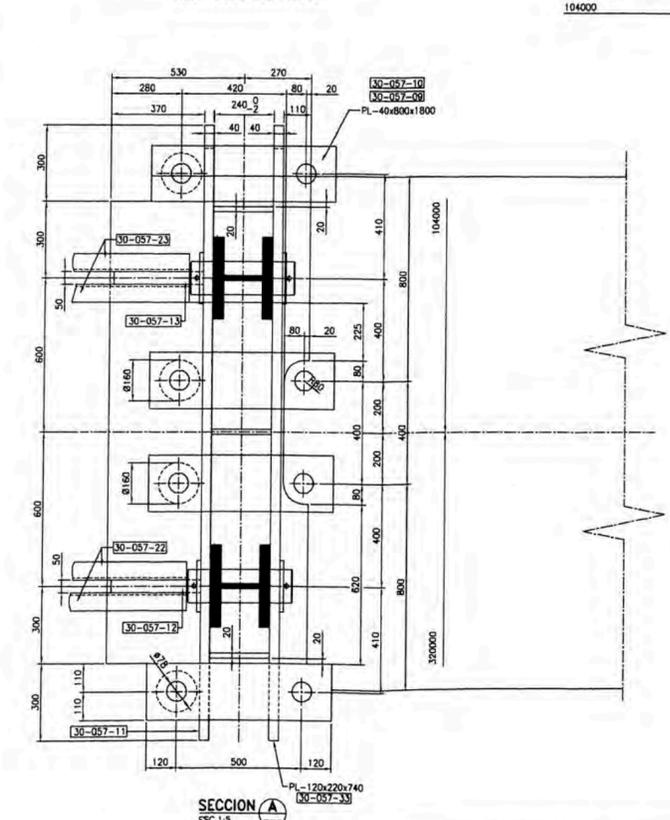


**VISTA B**  
ESC. 1:15

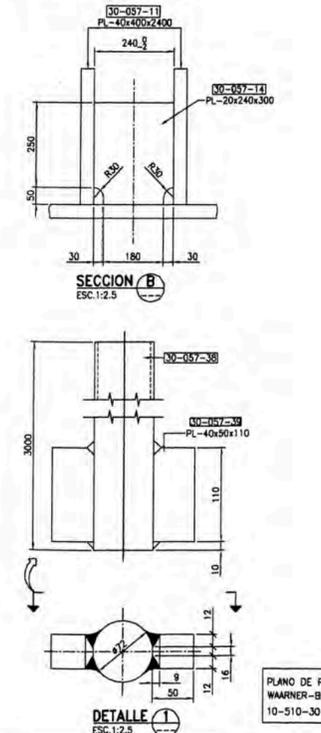


**VISTA A**  
ESC. 1:10

**DET. PL-15: 16**  
ESCALA: 1:12.5



**SECCION A**  
ESC. 1:3



**SECCION B**  
ESC. 1:2.5

**DETALLE**  
ESC. 1:2.5

LISTA DE MATERIALES									
ITEM	CANTIDAD TOT.	DESCRIPCION	LONGITUD	MARCA	PESO (Kg.)		OBSERVACIONES		
					UNIT.	TOT.			
1	1	APOYO PENDULAR				30512.73			
1	2	PL - 50 x 400	560	30-057-01	87.92	175.84	SI - 360 C		
2	4	PL - 40 x 200	600	30-057-02	37.68	150.72	SI - 360 C		
3	4	PL - 39 x 180	240	30-057-03	13.23	52.90	SI - 360 C		
4	4	PL - 20 x 280	301	30-057-04	22.81	91.24	SI - 360 C		
5	4	PL - 30 x 150	485	30-057-05	17.23	68.53	SI - 360 C		
6	4	C - 400	2400	30-057-06	187.40	749.62	SI - 37-2		
7	12	L - 18 x 200 x 200	700	30-057-07	37.70	452.40	SI - 37 T		
8	2	PL - 15 x 200	380	30-057-08	8.95	17.90	SI - 360 C		
9	1	PL - 40 x 800	1700	30-057-09		427.04	SI - 510 C		
10	1	PL - 40 x 800	1700	30-057-10		427.04	SI - 510 C		
4	1	PL - 40 x 400	2400	30-057-11	301.44	1205.8	SI - 510 C		
4	1	PL - 50 x 355	400	30-057-12	55.74	222.94	SI - 510 C		
4	1	PL - 40 x 355	400	30-057-13	44.58	178.35	SI - 510 C		
20	1	PL - 40 x 240	300	30-057-14	11.3	226.08	SI - 510 C		
15	8	PL - 20 x 156	1330	30-057-15	32.57	260.56	SI - 510 C		
16	1	PL - 40 x 320	1850	30-057-16	185.89	2974.21	SI - 510 C		
12	1	Ø130 x 500	420	30-057-17	43.76	525.14	SI - 590		
12	1	Ø130 x 420	300	30-057-18	52.10	625.17	SI - 590		
42	1	DN 126 - Ø132		30-057-19	2.9	122	SI		
20	8	DN 126 - Ø132		30-057-20	3	24	SI		
52	1	DN 94 - Ø16	160	30-057-21	0.25	13.13	SI		
4	1	C - 300	5920	30-057-22	307.73	1230.92	USI-360B		
4	1	C - 240	5960	30-057-23	223.84	895.36	USI-360B		
1	1	TUBO 260/140 x 10	5000	30-057-24		298.3	SI - 510 C		
25	1	TUBO 200/120 x 6.3	5000	30-057-25		152.02	SI - 510 C		
2	1	PL - 50 x 320	1060	30-057-26	133.14	266.27	SI - 510 C		
2	1	PL - 40 x 270	970	30-057-27	82.24	164.47	SI - 510 C		
2	1	PL - 20 x 430	1090	30-057-28	73.59	147.17	SI - 360 C		
2	1	PL - 20 x 430	1000	30-057-29	67.51	135.02	SI - 360 C		
30	4	PL - 150 x 380	500	30-057-30	223.73	894.90	SI - 360 C		
2	1	PL - 15 x 170	280	30-057-31	5.81	11.61	SI - 360 C		
2	1	PL - 15 x 150	230	30-057-32	4.06	8.12	SI - 360 C		
24	1	PL - 120 x 220	740	30-057-33	153.36	3680.58	SI - 360 C		
4	1	PL - 40 x 500	600	30-057-34	9.42	37.68	SI - 510 C		
35	8	PL - 40 x 400	1200	30-057-35	150.72	1205.76	SI - 510 C		
16	1	PL - 50 x 180	250	30-057-36	17.66	282.60	SI - 360 C		
16	1	PL - 40 x 180	180	30-057-37	10.17	182.7	SI - 360 C		
48	1	M 72	3000	30-057-38	85.88	4802.24	SI - 510 C		
86	1	PL - 40 x 50	110	30-057-39	1.73	185.79	SI - 510 C		
40	52	DN 555 M 72 x 6		30-057-40	2.52	131	SI		
52	1	Ø 78		30-057-41			SI		
168	1	7/8 T	175	30-057-42			41 kt		
1	1	PL - 40 x 800	1700	30-057-43		427.04	SI - 510		
1	1	PL - 40 x 800	1700	30-057-44		427.04	SI - 510		
45	1	PL - 40 x 400	2400	30-057-45	301.44	1205.7	SI - 510		
2	1	PL - 20 x 156	1356	30-057-46	33.21	66.42	SI - 510 C		
2	1	PL - 20 x 156	1308	30-057-47	32.04	64.07	SI - 510 C		
4	1	PL - 40 x 320	1876	30-057-48	188.50	754.0	SI - 510 C		
4	1	PL - 40 x 320	1828	30-057-49	183.67	734.7	SI - 510		
50	4	C - 240	5944	30-057-50	224.18	896.72	USI-360B		
4	1	C - 300	5932	30-057-51	308.36	1233.4	USI-360B		
1	1	TUBO 200/120 x 6.3	4928	30-057-52		180.36	SI - 510 C		
1	1	TUBO 260/140 x 10	4928	30-057-53		294.0	SI - 510		
16	1	C - 240	260	30-057-101	9.81	156.9	SI - 00		
55	28	PL - 40 x 120	220	30-057-102	8.28	232.10	SI - 00		
56	1	PL - 20 x 120	220	30-057-103	4.14	232.10	SI - 00		
28	1	PL - 10 x 120	220	30-057-104	2.07	58.02	SI - 00		
28	1	PL - 8 x 120	220	30-057-105	1.66	46.42	SI - 00		
28	1	PL - 3 x 120	220	30-057-106	0.62	17.41	SI - 00		
60	56	PL - 2 x 120	220	30-057-107	0.41	23.21	SI - 00		

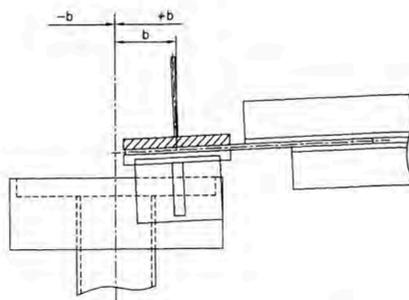
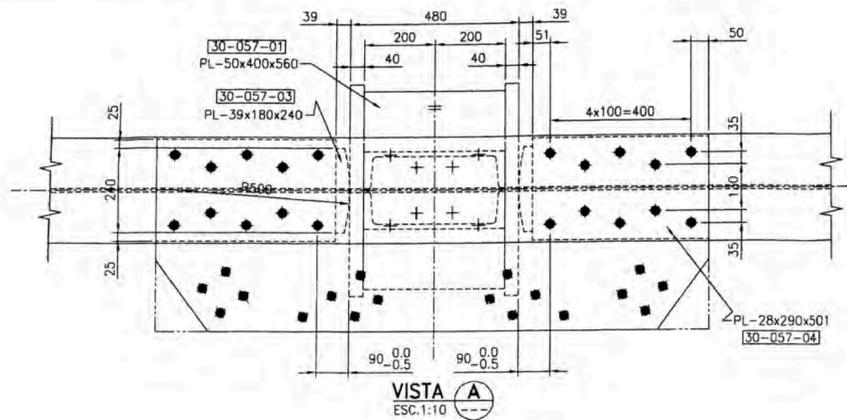
PESO TOTAL DETALLADO : 30512.73 Kg.

LIMPIEZA POR CHORRO DE ARENA. 1ª PINTURA ANTICORROSIONA LAS SUPERFICIES DE CONTACTO EN LAS UNIONES EMPERNADAS CON PERNOS DE ALTA RESISTENCIA SE QUEDAN SIN PINTURA

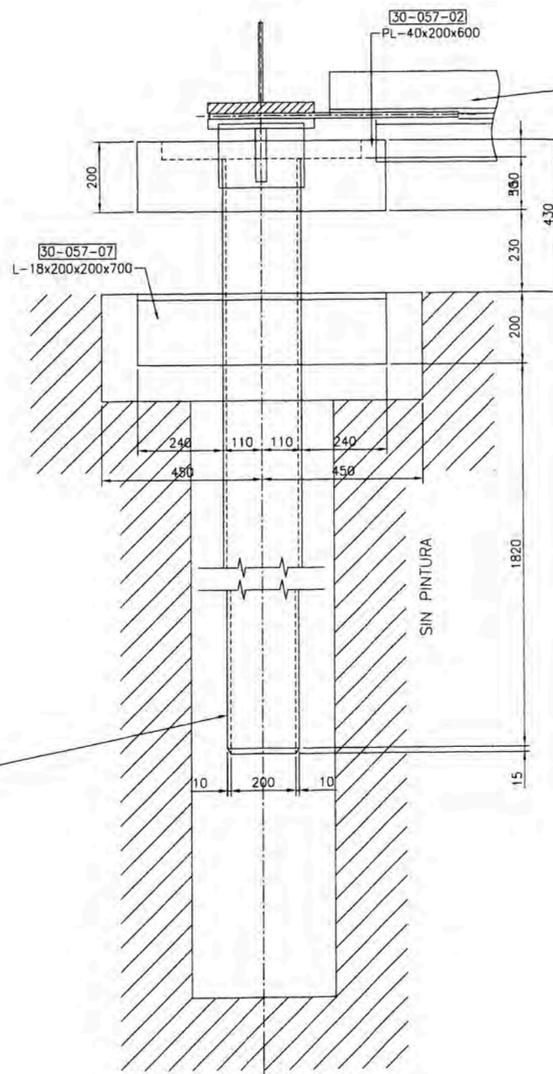
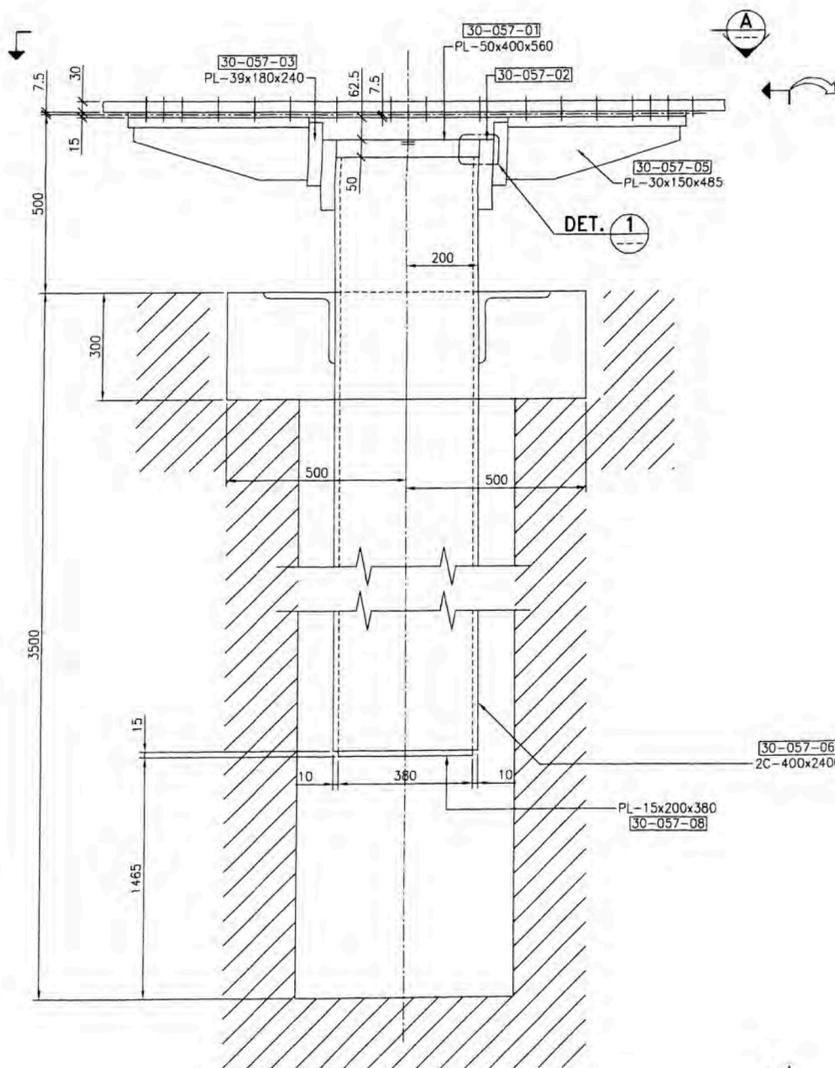
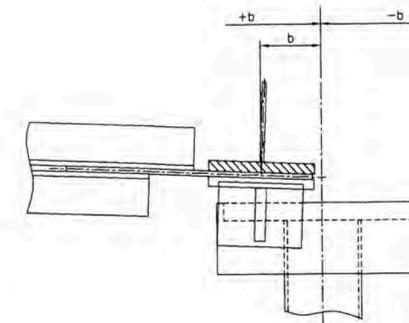
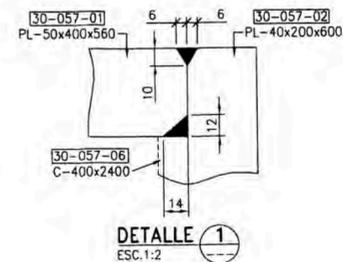
DESPUES DEL AJUSTE DEFINITIVO DE LOS EMPARRILLADOS DE APOYO CON EL APOYO DE PILONES, LOS APOYOS DE PENDULARES Y EL ELEMENTO DE CONTRAVIENTO ELLOS DEBEN DEBER ESTAR EMPARRILLADOS FIRMEMENTE CON HORMIGON B225 Y LOS CANALES DE ANCLAJE RELLENADOS DE HORMIGON.  
B 300 - CONCRETO CON PROBETA CUBICA = 30 N/mm<sup>2</sup>  
B 300 - CONCRETO CON PROBETA CILINDRICA = 22 N/mm<sup>2</sup>

N°	FECHA	DESCRIPCION
1	12.01.10	Se modifican detalles
0	18.12.09	Emitido para revision

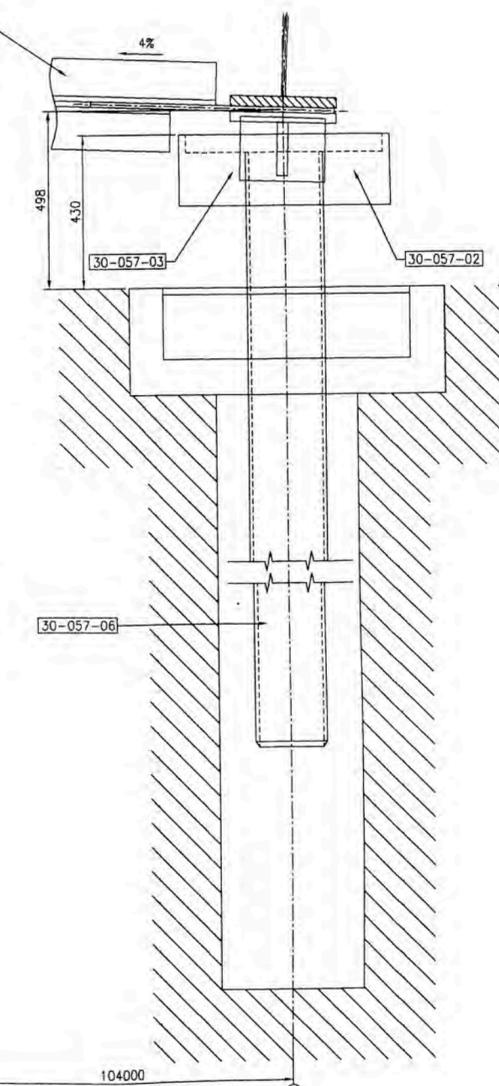
REVISIONES			
N°	FECHA	DESCRIPCION	REVISIONES
1	12.01.10	Se modifican detalles	
0	18.12.09	Emitido para revision	



WL. 2 A 5	
t (C°)	b (mm)
15°	-9
25°	-40
35°	-72
45°	-104
55°	-135



TABLERO HORMIGONADO  
POSICION (-25° RETRACCION TERMINADA)



**APOYOS DE CONTRAVIENTOS Y ESTRIBOS  
AJUSTE DEL ELEMENTO DE CONTRAVIENTO**  
ESCALA : 1:20

EL INDICADO AJUSTE DEL ELEMENTO VETICAL DE CONTRAVIENTOS SE REFIERE A AL ESTRUCTURA METALICA YA MONTADA SIN TABLERO Y ENCOFRADO.  
POR LA CARGA DEL TABLERO LA VIGA TRANSVERSAL SE AJUSTARA APROXIMADAMENTE EN EL EJE DEL ELEMENTO VERTICAL DE CONTRAVIENTOS.

PLANO DE REFERENCIA :  
WAERNER-BRO  
10-510-30-057

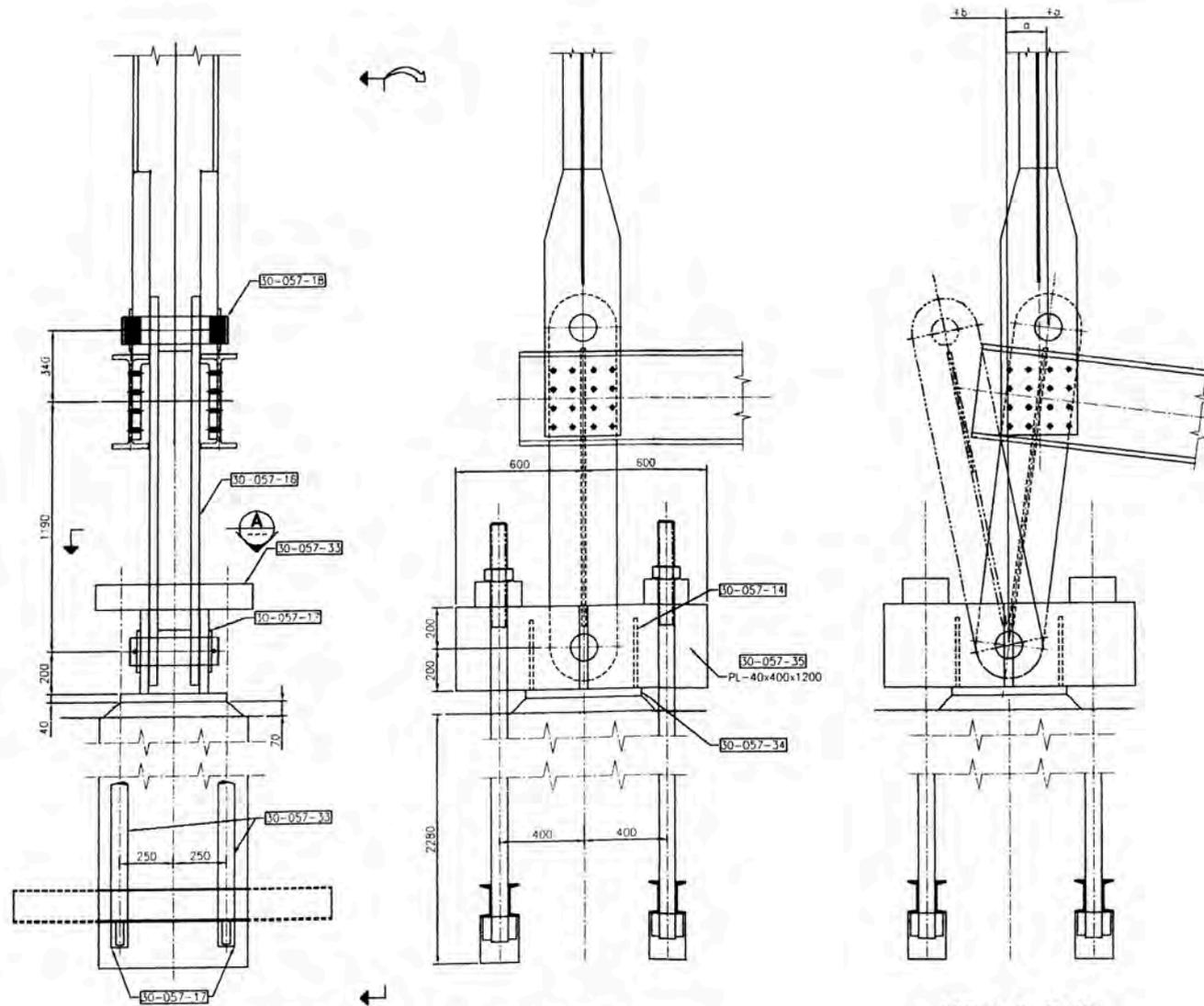
N°	FECHA	DESCRIPCION
1	12.01.10	Se modifican detalles
0	18.12.09	Emitted para revision



Diseño:  
Dibujo: M.SOTOMAYOR  
Revisado: DANIEL MUÑOZ  
Aprobado:

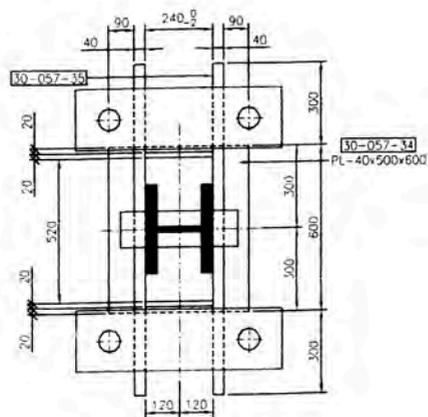
**CORREDOR VIAL INTEROCEANICO DEL SUR PERU - BRASIL  
TRAMO 3 : PUENTE INAMBARÍ - IÑAPARI  
PUENTE PRESIDENTE GUILLERMO BILLINGHURST  
APOYO PENDULAR Y DE CONTRAVIENTO EN 2, 3 & 5  
APOYO DE CONTRAVIENTO EN 2 & 5**

Región: MADRE DE DIOS  
Provincia: TAMBOPATA  
Distrito: TAMBOPATA  
Fecha: 18.12.09  
Escala: INDICADA  
Plano N°: 5582-PB-ES-F016A



**APOYO PENDULAR PARA VIGAS DE REFUERZO DE ESTRIBOS 2 Y 5**  
ESCALA : 1:15

**AJUSTE DE APOYO**  
ESCALA : 1:15



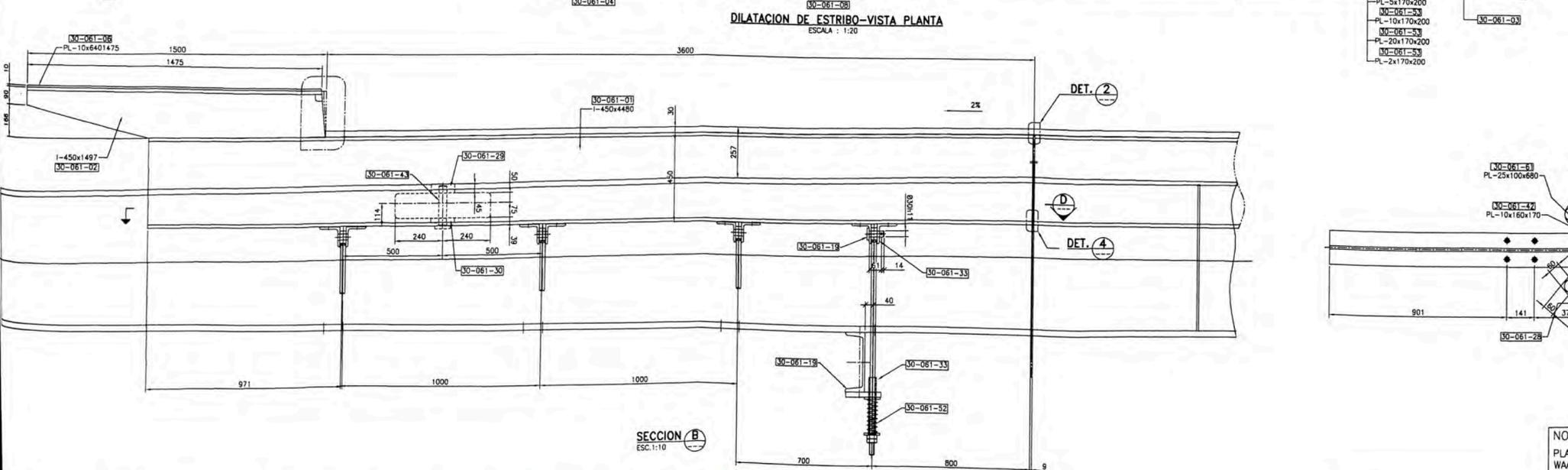
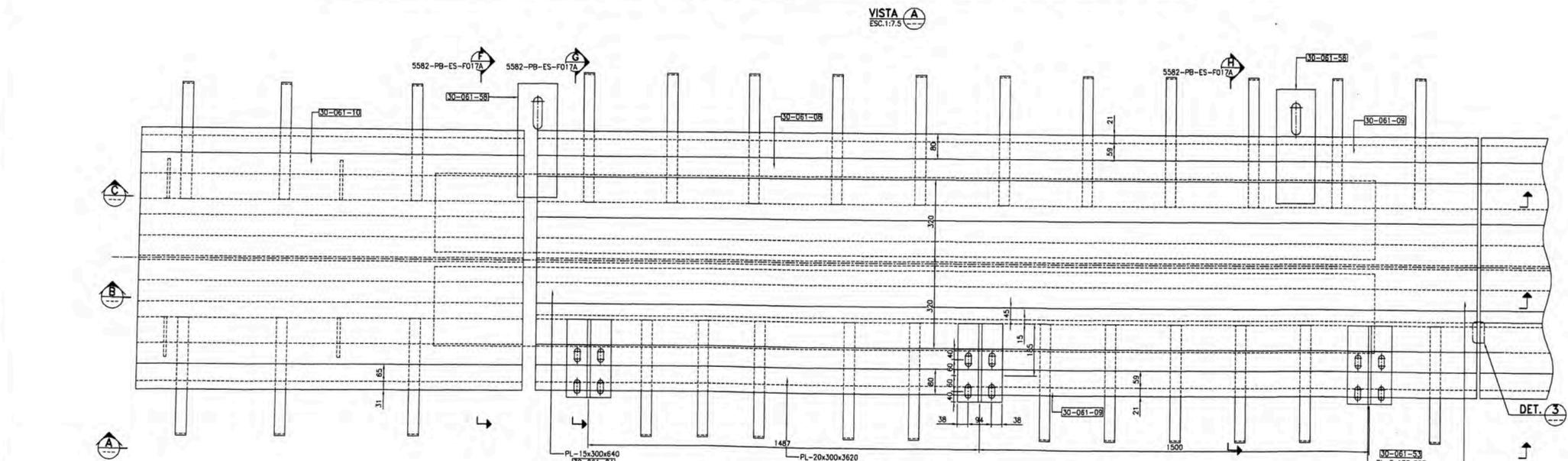
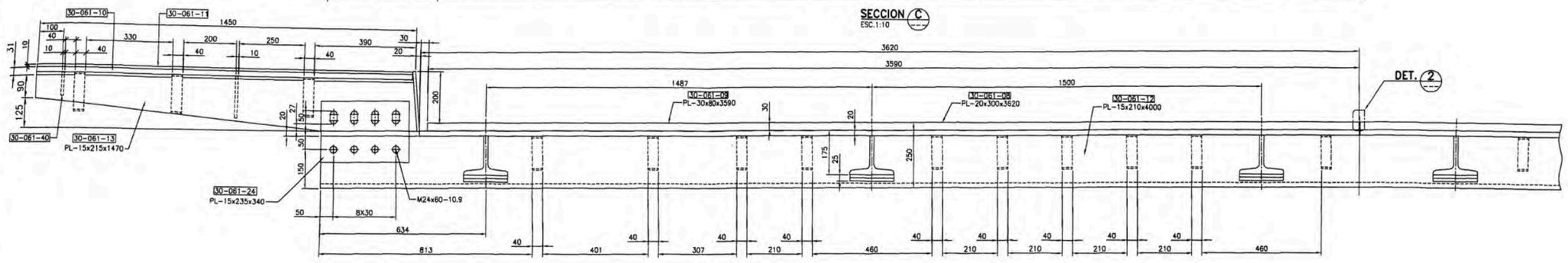
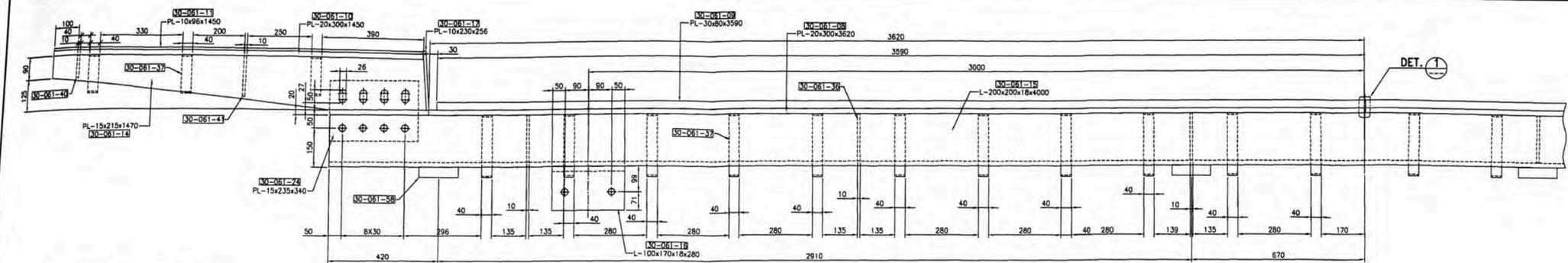
**SECCION A-A**  
ESC. 1:12.5

W.L 2 0 5 PILON 3 0 4	
a (mm)	a(mm)
8	57
-23	35
-55	13
-87	-9
-119	-31

PLANO DE REFERENCIA :  
WANEY-090  
10-510-30-007

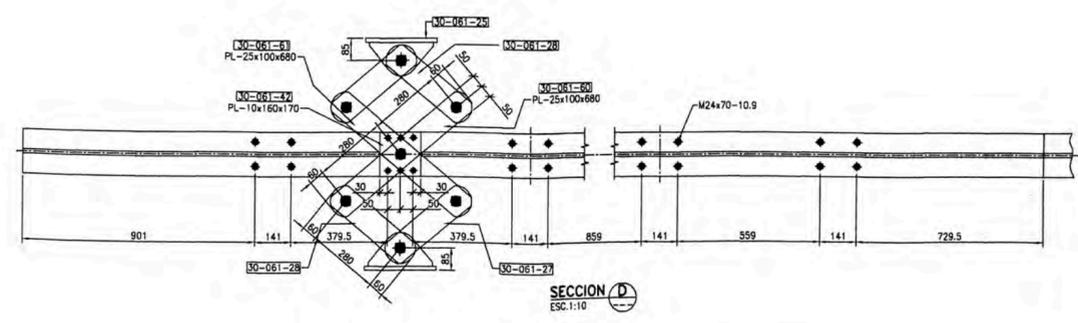
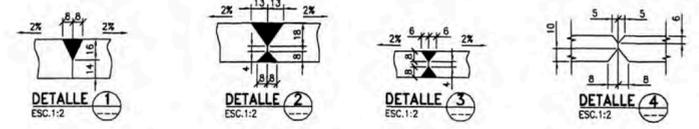
N°	FECHA	DESCRIPCION	REVISIONES
1	12.01.10	Se modifican detalles	
0	18.12.08	Emisión para revisión	





LISTA DE MATERIALES						
CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD	MARCA	PESO [Kg]		OBSERVACIONES
				UNIT.	TOT.	
2	DILATACION DE ESTRIBO			9301.67	18603.34	
2	I - 450	4800	30-061-01	527.15	1054.3	St - 360 C
1	I - 450	1497	30-061-02	176.15	352.3	St - 360 C
2	PL - 30 x 640	3600	30-061-03	---	542.59	St - 360
3	PL - 30 x 640	3600	30-061-04	---	542.59	St - 360
4	PL - 10 x 640	1475	30-061-05	---	74.10	St - 360
5	PL - 10 x 640	1475	30-061-06	---	74.10	St - 360
6	PL - 10 x 220	640	30-061-07	11.05	22.11	St - 360
7	PL - 20 x 300	3620	30-061-08	170.5	682.01	St - 360 C
8	PL - 20 x 80	3590	30-061-09	45.09	180.36	St - 360 C
9	PL - 20 x 300	1450	30-061-10	68.30	273.18	St - 360 C
10	PL - 10 x 96	1450	30-061-11	10.93	43.71	St - 360 C
2	PL - 15 x 210	4061	30-061-12	100.42	200.84	St - 360 C
2	PL - 15 x 215	1470	30-061-13	37.21	74.43	St - 360 C
2	PL - 15 x 215	1470	30-061-14	37.21	74.43	St - 360 C
2	L - 200 x 200 x 18	4061	30-061-15	218.7	437.4	St - 52 T
15	L - 170 x 100 x 18	280	30-061-16	9.91	19.82	St - 52 T
4	PL - 10 x 230	256	30-061-17	6.42	18.49	St - 360 C
4	PL - 40 x 25	220	30-061-18	1.73	6.91	St - 360 C
4	C - 300	619	30-061-19	32.18	128.71	UST - 360 B
4	C - 300	619	30-061-20	32.18	128.71	UST - 360 B
20	L - 100 x 100 x 10	170	30-061-21	2.54	20.28	St - 360 C
8	L - 100 x 100 x 10	170	30-061-22	2.54	20.28	St - 360
6	I - 450	305	30-061-23	35.89	215.3	St - 360
4	PL - 15 x 235	340	30-061-24	9.41	37.63	St - 360 C
4	PL - 15 x 126	280	30-061-25	4.15	16.62	St - 360 C
25	PL - 15 x 130	250	30-061-26	0.38	30.06	St - 360 C
4	PL - 15 x 100	680	30-061-27	8.01	32.03	St - 360 C
8	PL - 15 x 100	400	30-061-28	4.71	37.68	St - 360
4	PL - 50 x 80	120	30-061-29	3.77	15.07	St - 360 C
2	PL - 14 x 80	120	30-061-30	1.06	2.11	St - 360 C
30	Ø85	30	30-061-31	---	---	St - 510
8	Ø24	1080	30-061-32	---	---	St - 360 C
8	Ø38 x 5.6	285	30-061-33	---	---	St - 36
8	Ø38 - Ø80	10	30-061-34	---	---	St - 360 C
8	Ø40 - Ø100	10	30-061-35	---	---	St - 360 C
35	PL - 10 x 160	193	30-061-36	2.42	14.54	St - 360 C
22	PL - 6 x 40	790	30-061-37	1.49	32.74	St - 360 C
32	PL - 6 x 40	796	30-061-38	1.50	47.99	St - 360 C
2	PL - 6 x 40	350	30-061-39	0.66	1.32	St - 360 C
4	PL - 10 x 80	220	30-061-40	1.55	6.22	St - 360 C
40	PL - 10 x 160	220	30-061-41	2.76	11.05	St - 360 C
2	PL - 10 x 160	170	30-061-42	2.14	4.27	St - 360 C
2	Ø40 h11	200	30-061-43	---	---	---
8	Ø30h11 x 75	61	30-061-44	---	---	---
8	340h11 x 150 x 128 x 10	---	30-061-45	---	---	---
45	400h11 x 100 x 81 x 10	---	30-061-46	---	---	PINES GALVANIZADOS
44	DIN 1440 40	---	30-061-47	---	---	ARANDELAS
12	DIN 94 10 x 56	---	30-061-48	---	---	PASADORES GALVANIZADOS
8	DIN 94 8 x 45	---	30-061-49	---	---	PASADORES GALVANIZADOS
8	DIN 1440 30	---	30-061-50	---	---	ARANDELAS
50	DIN 1587 M24	---	30-061-51	---	---	---
8	DIN 2098 10 x 50	---	30-061-52	---	---	---
6	PL - 5 x 170	200	30-061-53	1.33	8.01	St - 360
6	PL - 10 x 170	200	30-061-54	2.67	16.01	St - 360
6	PL - 20 x 170	200	30-061-55	5.34	32.03	St - 360
55	PL - 2 x 170	200	30-061-56	0.53	3.20	St - 360
8	PL - 25 x 120	180	30-061-57	4.24	33.91	St - 360 C
4	PL - 40 x 150	430	30-061-58	20.25	81.01	St - 360 C
4	PL - 20 x 80	120	30-061-59	1.51	6.03	St - 360 C
2	PL - 25 x 100	680	30-061-60	13.35	26.69	St - 360 C
60	PL - 25 x 100	400	30-061-61	7.85	31.40	St - 360 C

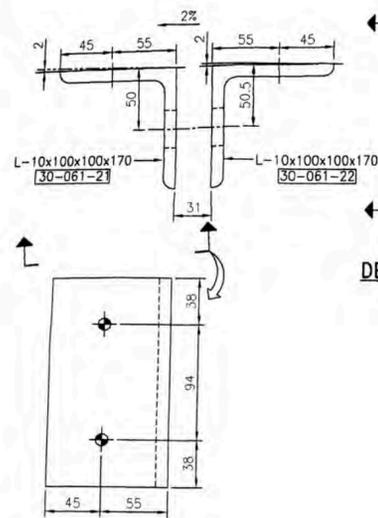
PESO TOTAL DETALLADO : 18603.34 Kg.



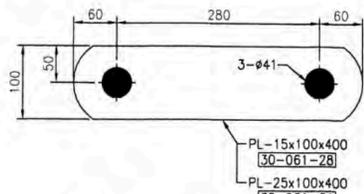
NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-061

N°	FECHA	DESCRIPCION
0	12.01.10	Emitido para revision

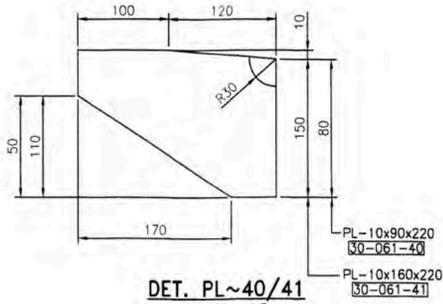
Cliente: **MTCA** (Ministerio de Transportes y Comunicaciones)  
 Regulador: **OSITRAN** (Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público)  
 Concesionario: **CONIRSA** (CONCESIONARIA IIRSA SUR)  
 Constructor: **ODEBRECHT** (Ingeniería y Construcción)  
 Consultor: **JIC** (Ingeniería y Construcción)  
 Ejecutor: **CEMPROTECH S.A.C.** (CONSTRUCTION, ENGINEERING, MANAGEMENT, PROCURE)  
 Diseña: M. SOTOMAYOR  
 Revisado: DANIEL MUÑOZ  
 Aprobado:  
**CORREDOR VIAL INTEROCEANICO DEL SUR PERU - BRASIL**  
**TRAMO 3 : PUENTE INAMBARI - INAPARI**  
**PUENTE PRESIDENTE GUILLERMO BILLINGHURST**  
**DILATACION DE ESTRIBO**  
**SECCIONES**  
 Región: MADRE DE DIOS  
 Provincia: TAMBOPATA  
 Distrito: TAMBOPATA  
 Fecha: 12.01.10  
 Escala: INDICADA  
 Plano N°: 5582-PB-ES-F017



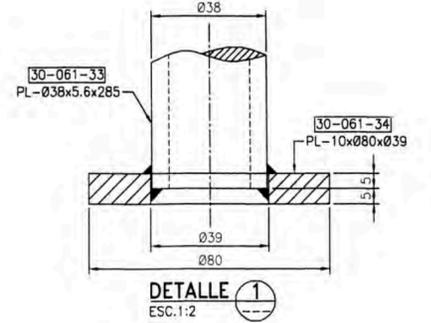
DET. ANG~21/22  
ESCALA : 1:2.5



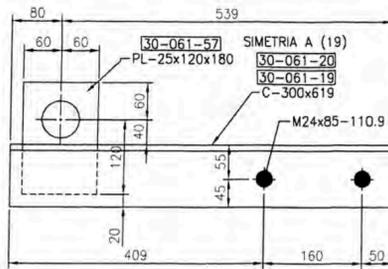
DET. PL~28/61  
ESCALA : 1:5



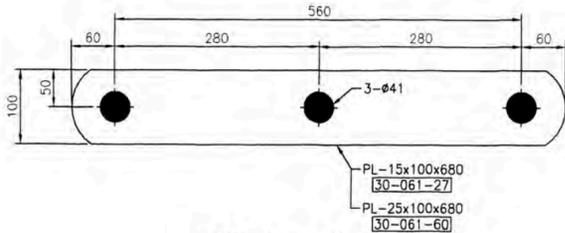
DET. PL~40/41  
ESCALA : 1:5



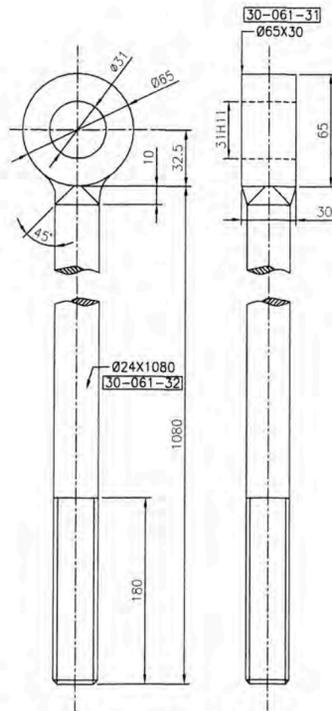
DETALLE 1  
ESC.1:2



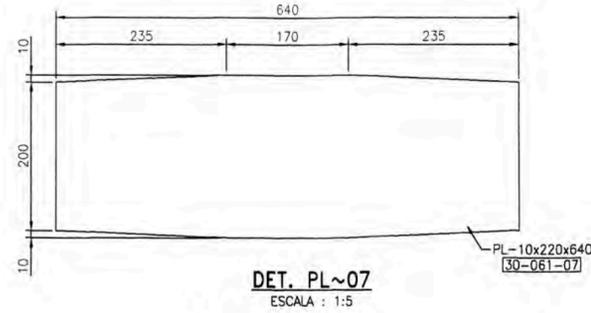
VISTA A  
ESC.



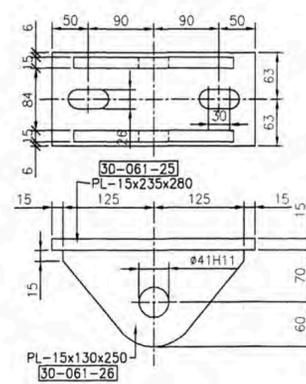
DET. PL~27/60  
ESCALA : 1:5



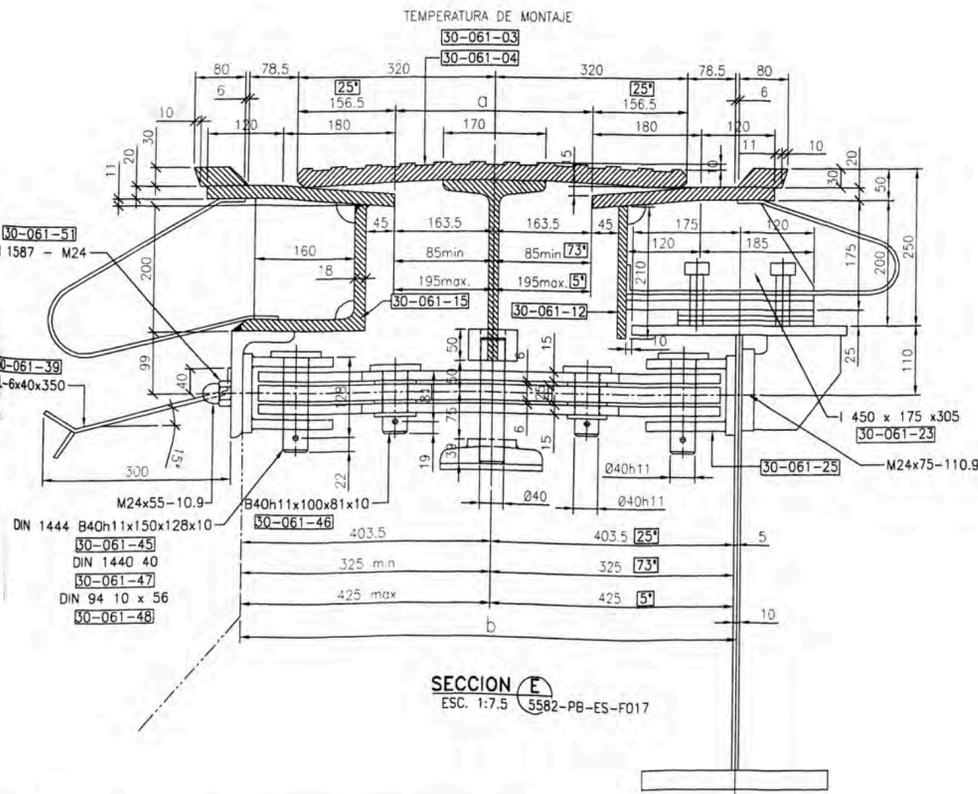
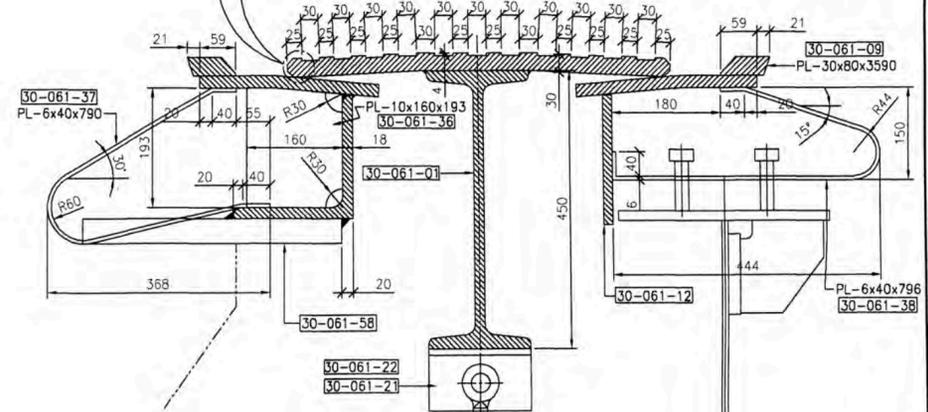
DET. PL~31/32  
ESCALA : 1:2



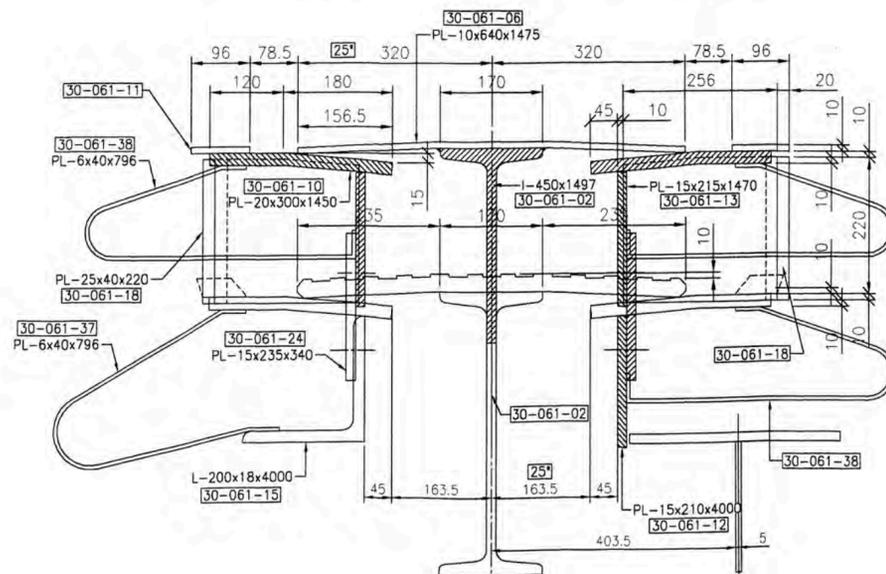
DET. PL~07  
ESCALA : 1:5



DET. PL~25/26  
ESCALA : 1:5

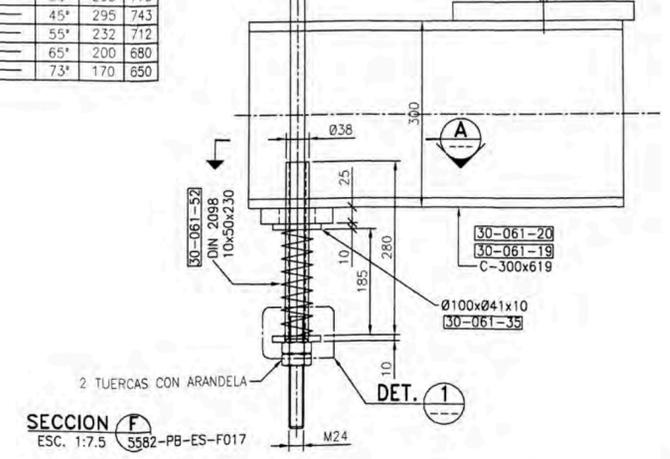


SECCION E  
ESC. 1:7.5 5582-PB-ES-F017



SECCION G  
ESC. 1:7.5 5582-PB-ES-F017

LA MEDIDA DE AJUSTE PARA Einstelmaße	c*	c	b
5°	390	870	
15°	358	838	
25°	327	807	
35°	295	775	
45°	295	743	
55°	232	712	
65°	200	680	
73°	170	650	

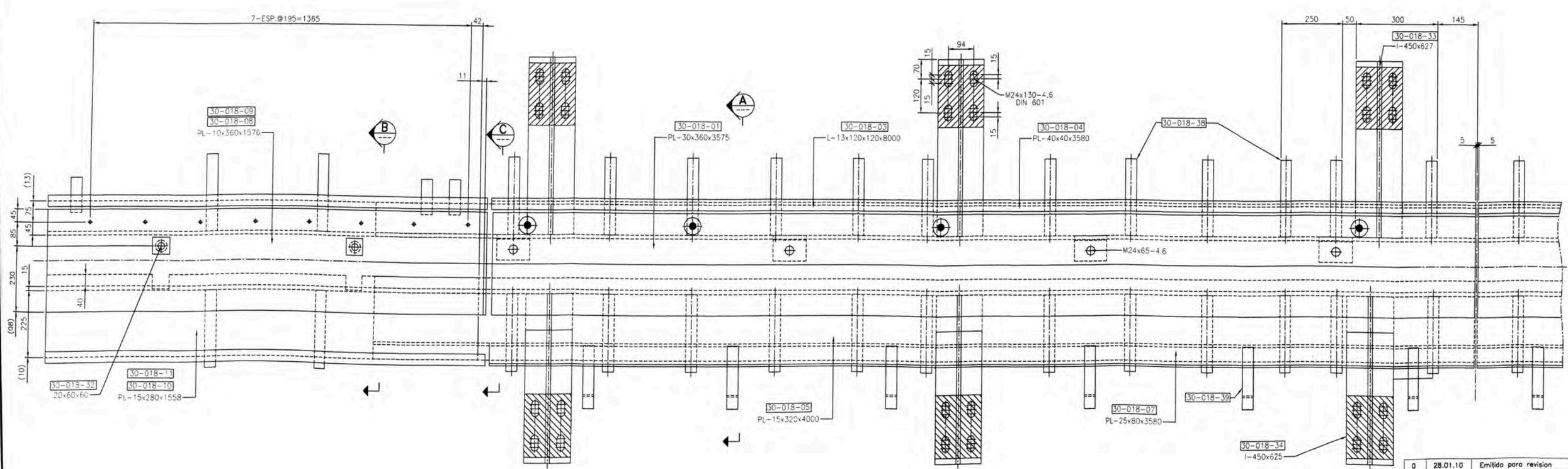
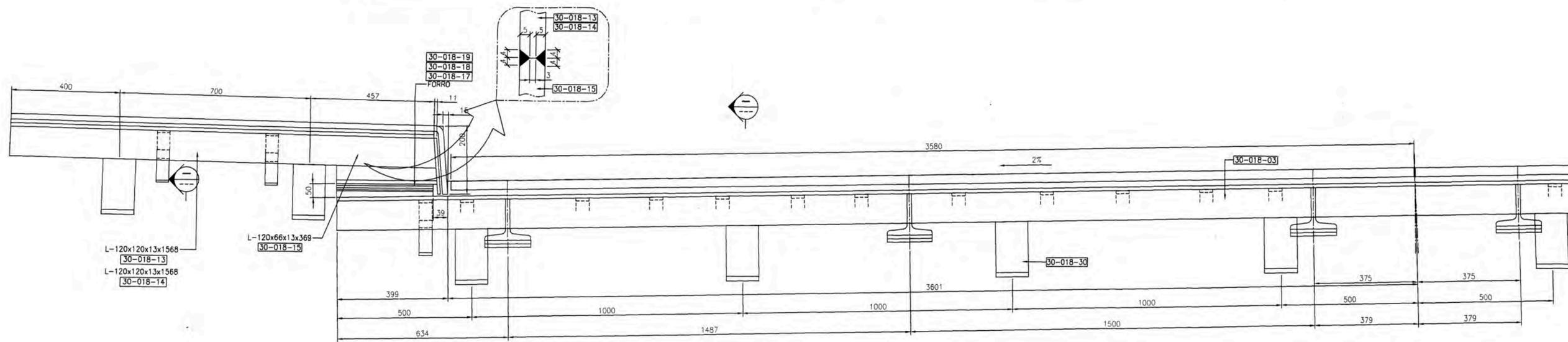
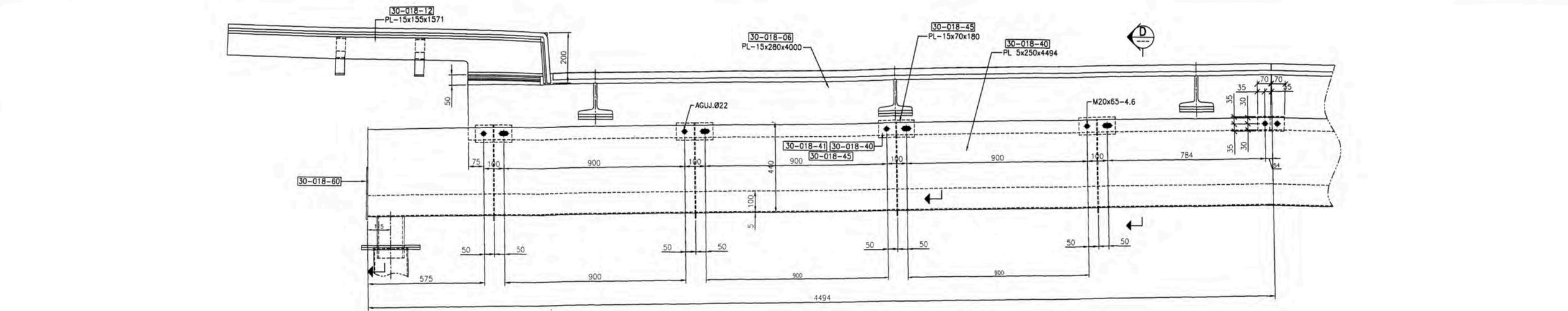


SECCION F  
ESC. 1:7.5 5582-PB-ES-F017

NOTA

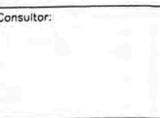
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-061

N°	FECHA	Emitted para revision	DESCRIPCION
0	12.01.10	Emitted para revision	



NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-018

N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
0	28.01.10	Emitido para revision
REVISIONES		



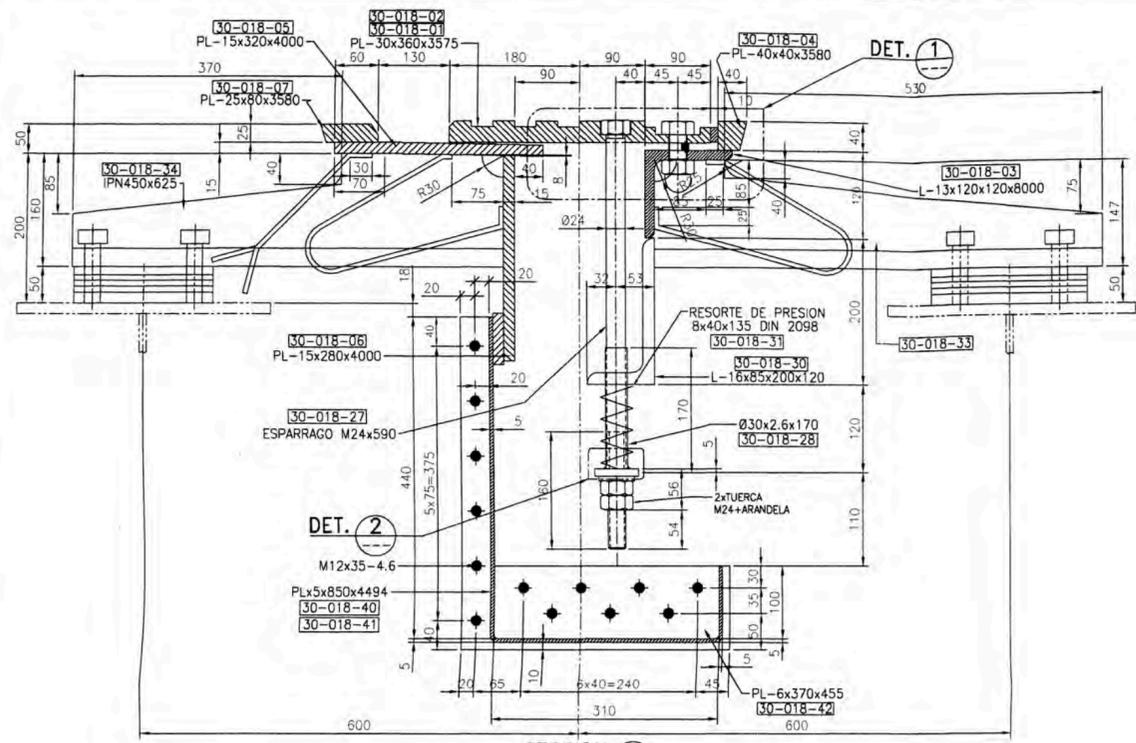
Diseño:  
Dibujo: M. SOTOMAYOR  
Revisado: DANIEL MUÑOZ  
Aprobado:

**CORREDOR VIAL INTEROCEANICO DEL SUR PERU - BRASIL**  
**TRAMO 3 : PUENTE INAMBARÍ - INAPARI**  
**PUENTE PRESIDENTE GUILLERMO BILLINGHURST**  
DILATACION DE ESTRIBO  
ARREGLO

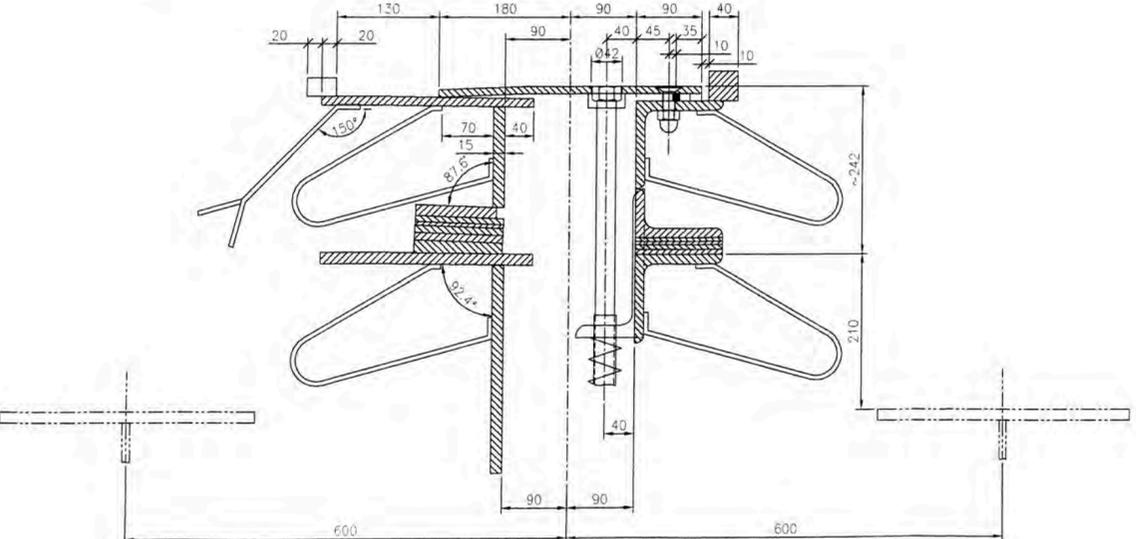
Región: MADRE DE DIOS  
Provincia: TAMBOPATA  
Distrito: TAMBOPATA

Fecha: 28.01.10  
Escala: INDICADA

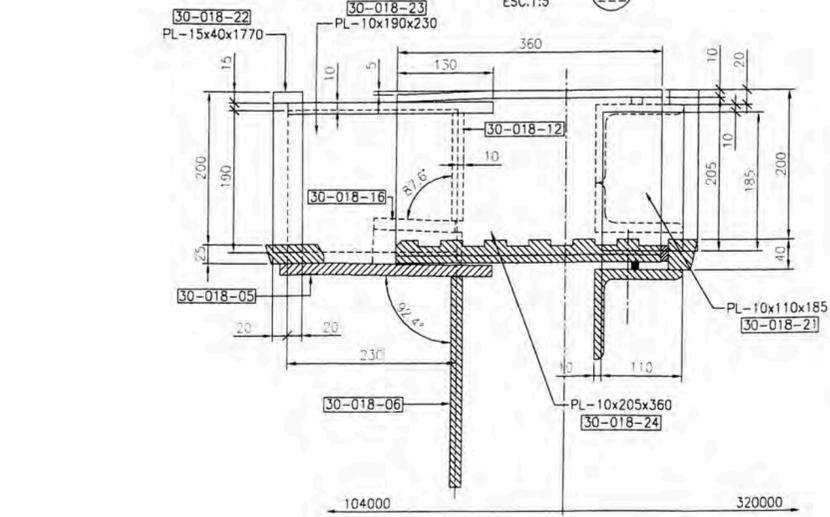
Plano N° 5582-PB-ES-F018



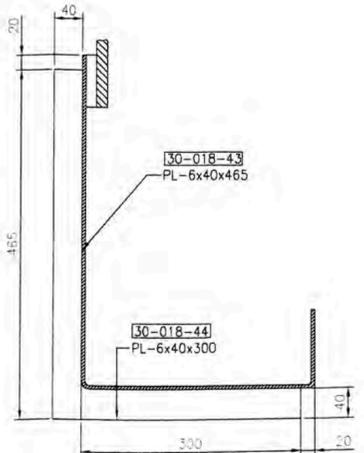
SECCION A  
ESC. 1:5



SECCION B  
ESC. 1:5

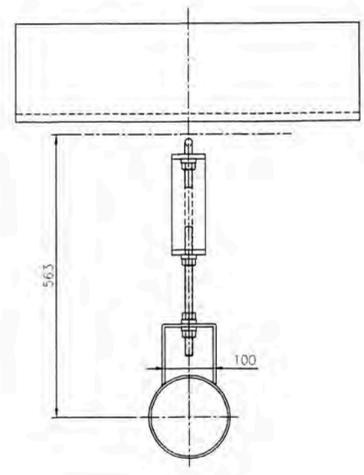


SECCION C  
ESC. 1:5

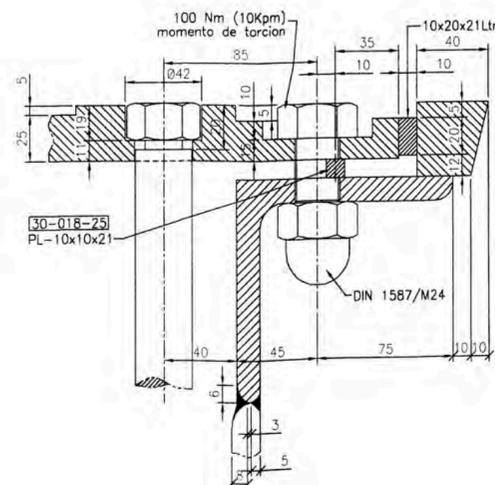


SECCION D  
ESC. 1:5

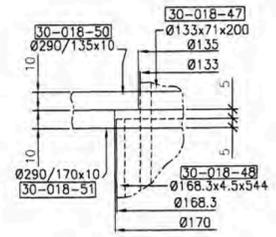
SECCION A PLANO  
ESC. 1:100



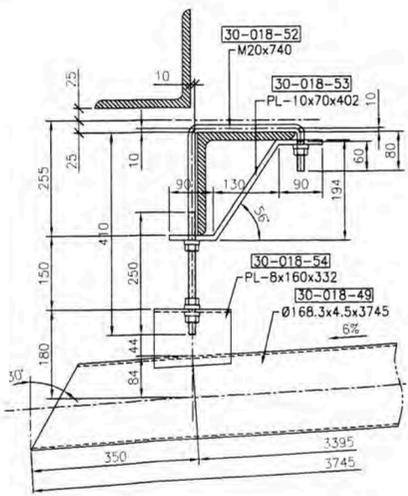
DETALLE 1  
ESC. 1:2



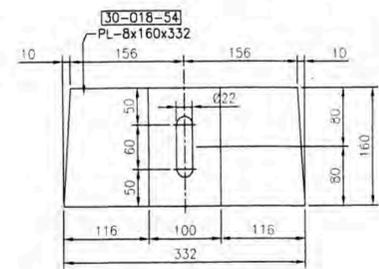
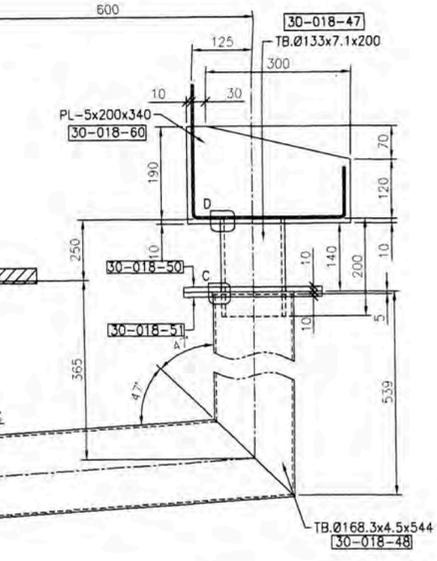
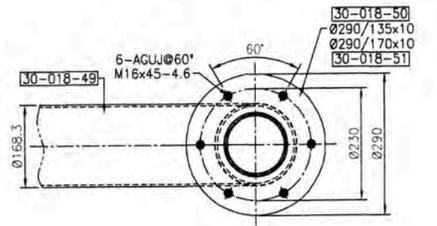
DETALLE 2  
ESC. 1:2



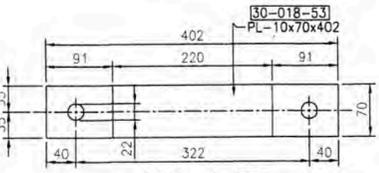
DETALLE 3  
ESC. 1:2



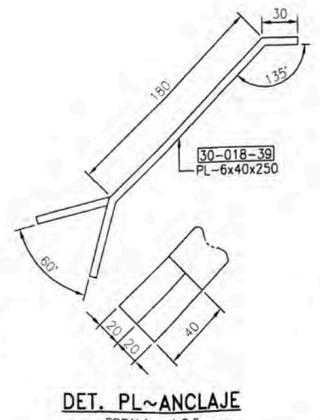
DETALLE 4  
ESC. 1:2



DET. PL~54  
ESCALA : 1:5



DET. PL~53  
ESCALA : 1:5



DET. PL~ANCLAJE  
ESCALA : 1:2.5

NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-018

REVISIONES		DESCRIPCION
0	28.01.10	Emitida para revision
N°	FECHA	

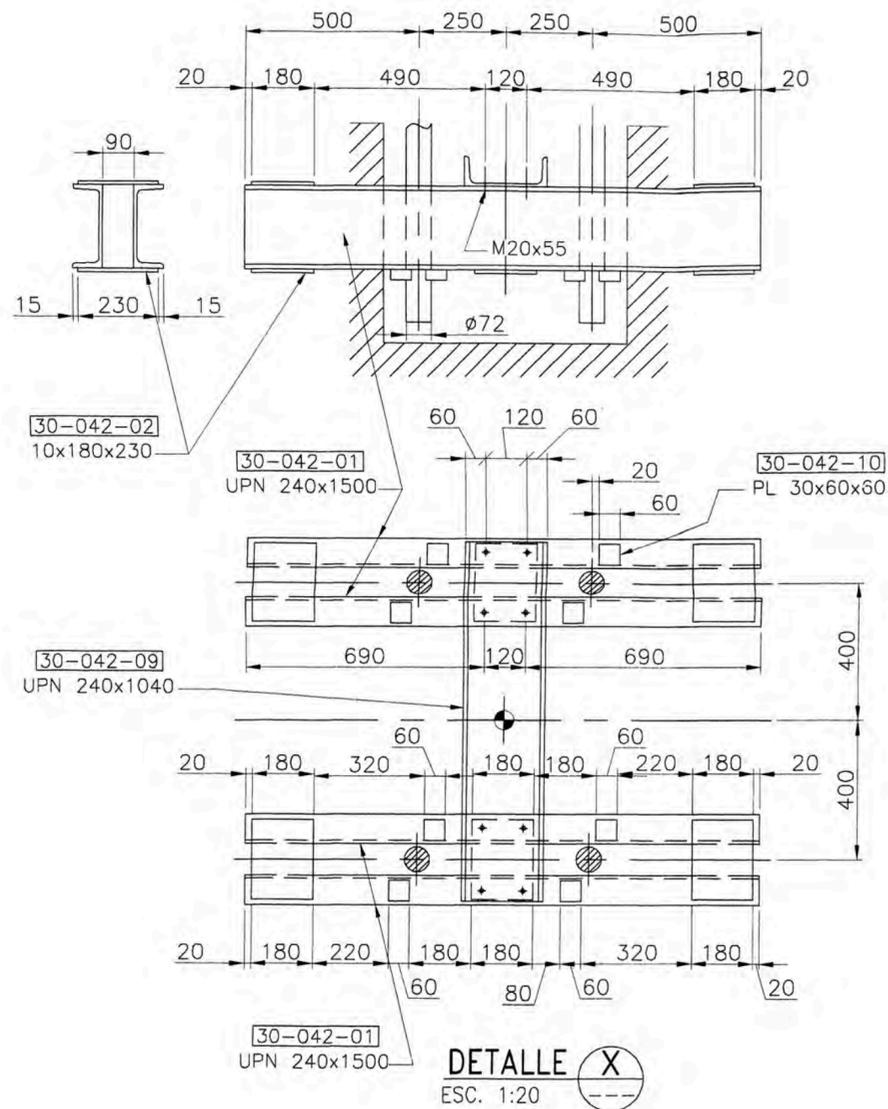


Diseño: M.SOTOMAYOR  
Revisado: DANIEL MUÑOZ  
Aprobado:

**CORREDOR VIAL INTEROCEANICO DEL SUR PERU - BRASIL**  
**TRAMO 3 : PUENTE INAMBARI - INAPARI**  
**PUENTE PRESIDENTE GUILLERMO BILLINGHURST**  
DILATACION DE ESTRIBO  
DETALLES

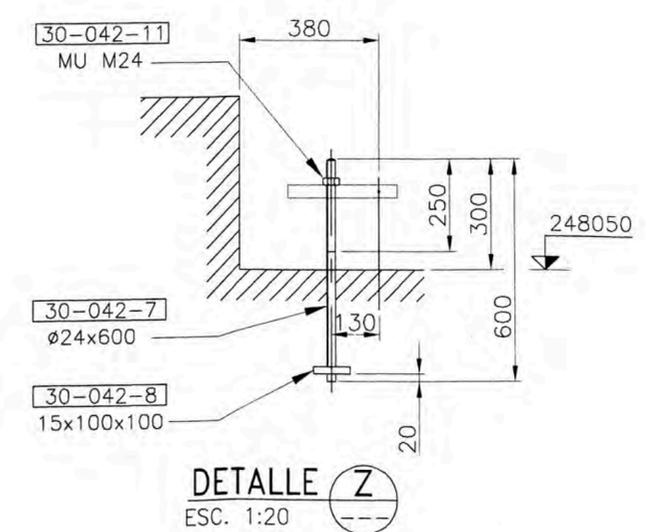
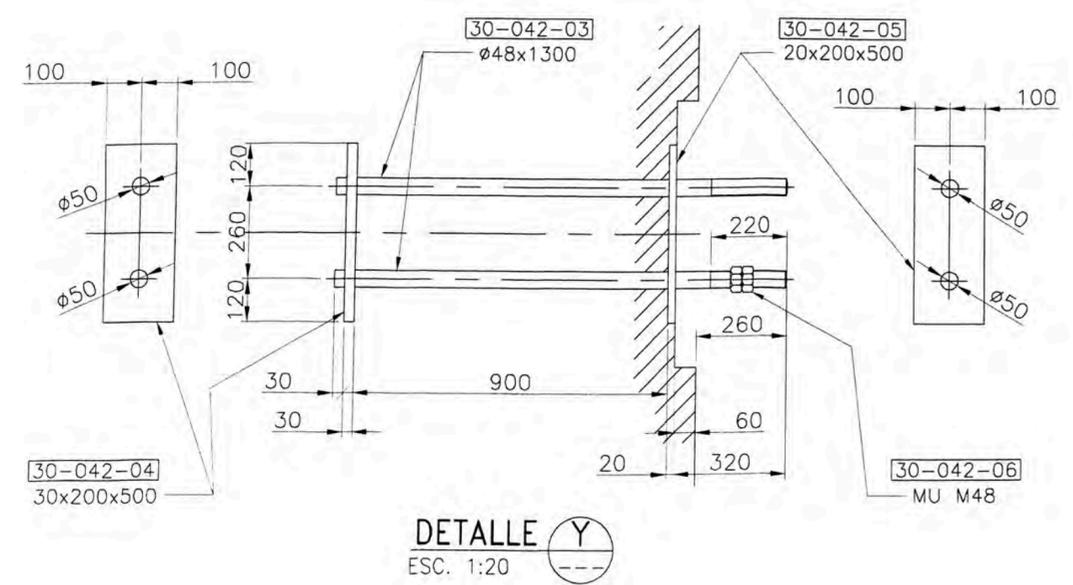
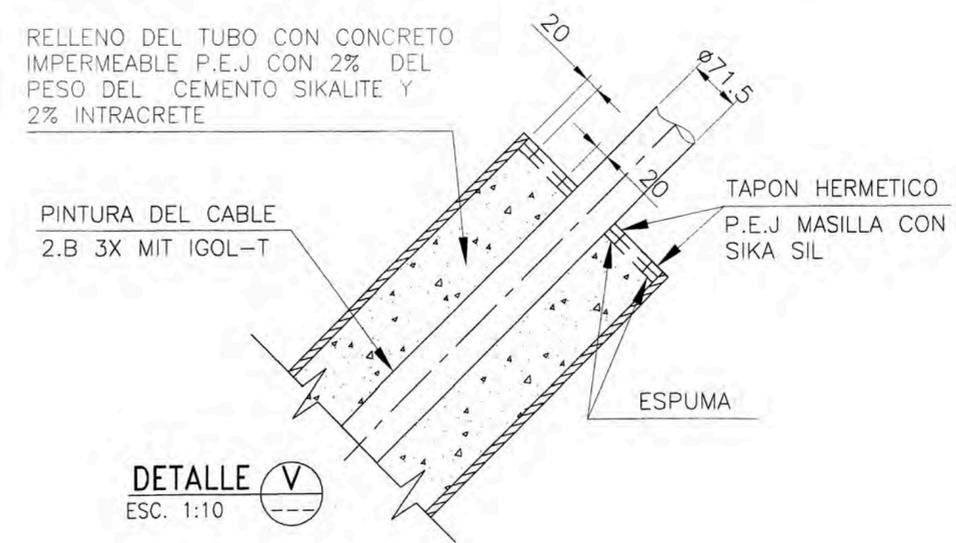
Región: MADRE DE DIOS  
Provincia: TAMBOPATA  
Distrito: TAMBOPATA  
Fecha: 28.01.10  
Escala: INDICADA  
Plano N°: 5582-PB-ES-F018A





LINEA	CANTIDAD		DESCRIPCION	LONGITUD	MARCA	PESO [Kg.]		OBSERVACIONES
	TOT.	UNIT.				UNIT.	TOT.	
2			ANCLAJE 1			704.62	1409.24	
1	8		UPN 240	1500	30-042-01	49.80	398.40	RSt-360B
	20		PL - 10 x 180	230	30-042-02	3.22	64.40	St-360C
	2		UPN 240	1040	30-042-09	34.53	69.06	USt-360B
	16		PL - 30 x 60	60	30-052-10	0.85	13.60	St-360C
2			ANCLAJE 2					
	4		Perno $\phi$ 48	1300	30-042-03	18.47	73.88	St-510C
	2		PL - 30 x 200	500	30-042-04	23.56	47.12	St-360C
	2		PL - 20 x 200	500	30-042-05	15.77	31.54	St-360C
	8		Tuerca M48	---	30-042-06	---	---	DIN 555
2			ANCLAJE 3					
	2		Perno $\phi$ 24	600	30-042-07	2.13	4.26	St-360C
	2		PL - 15 x 100	100	30-042-08	1.18	2.36	St-360C
	2		Tuerca M24	---	30-042-11	---	---	DIN 555

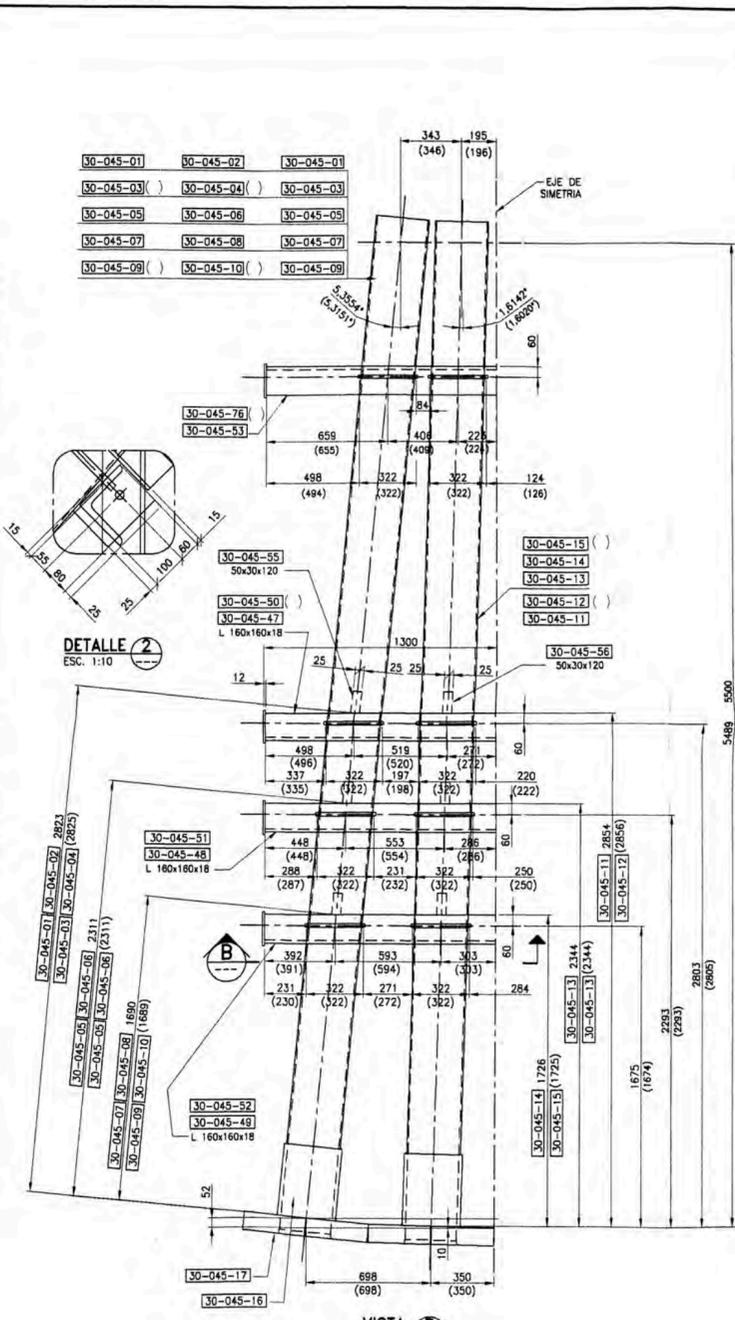
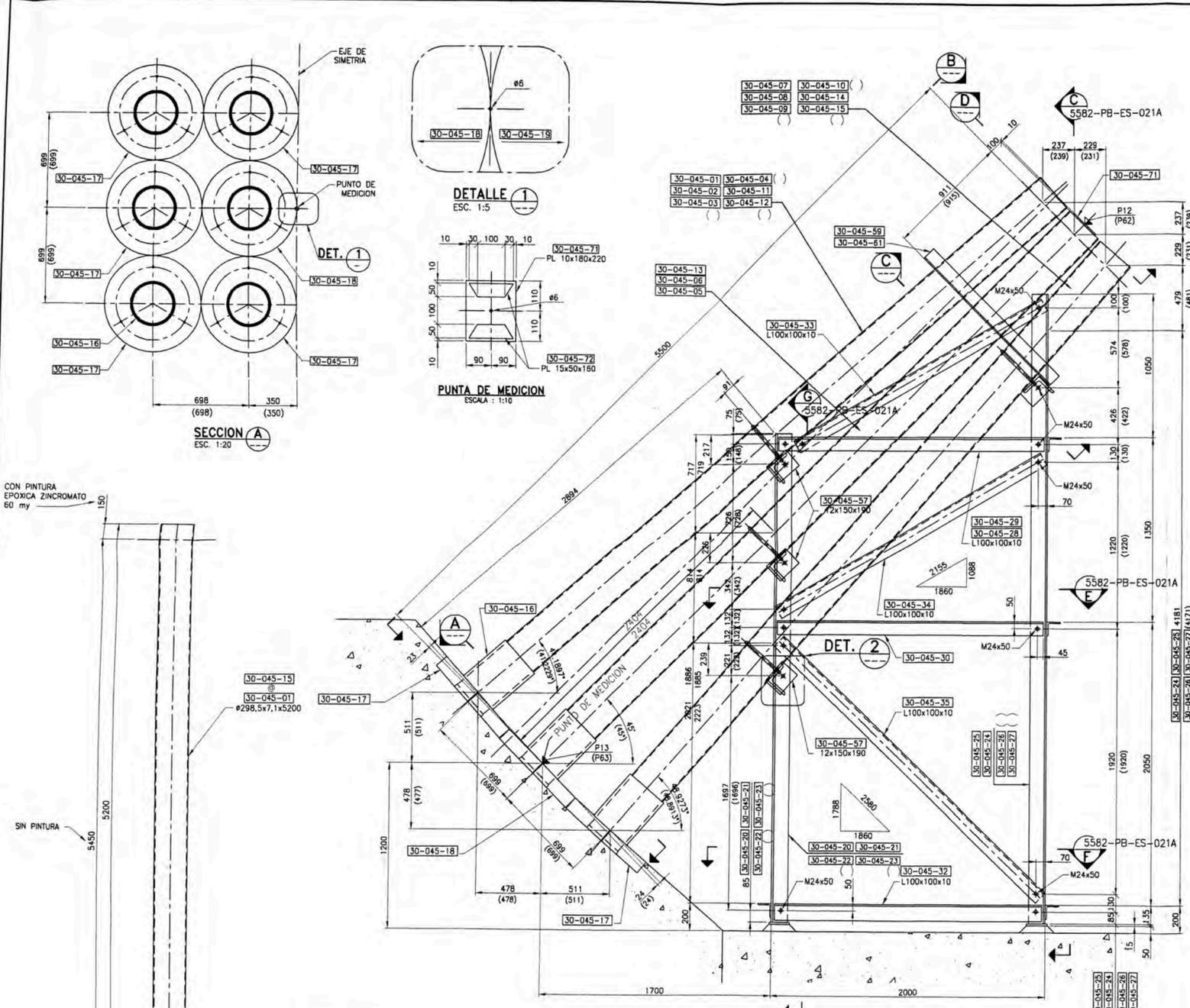
PESO TOTAL DETALLADO : 1409.24 Kg.



NOTA  
 PLANO DE REFERENCIA :  
 WAARNER-BIRO  
 10-510-30-042

N°	FECHA	DESCRIPCION REVISIONES
0	18.01.10	Emitido para revision

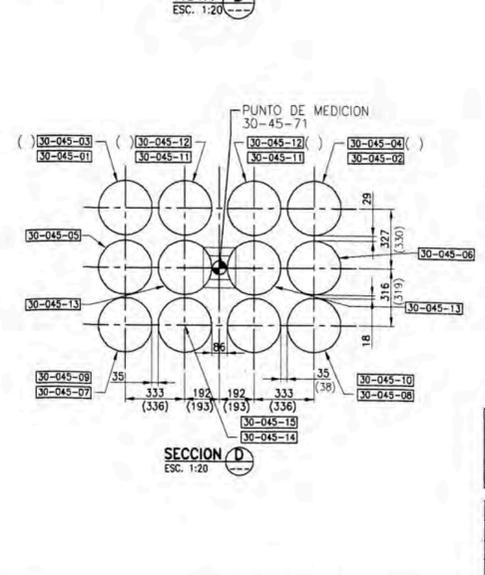
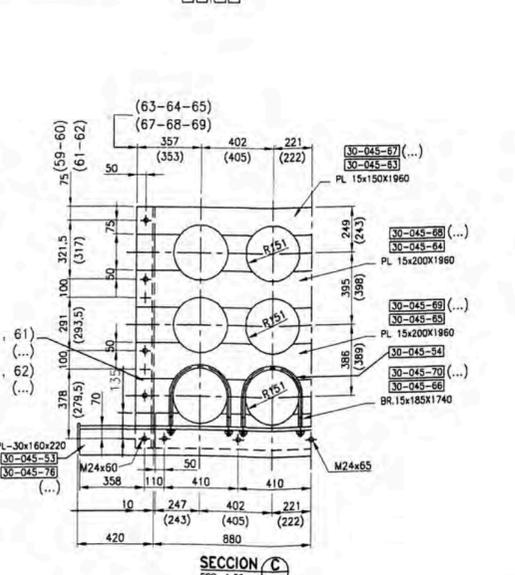
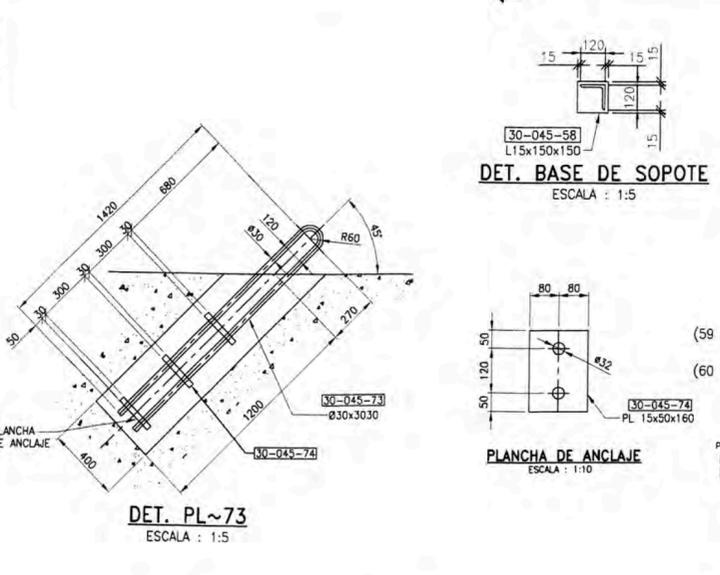
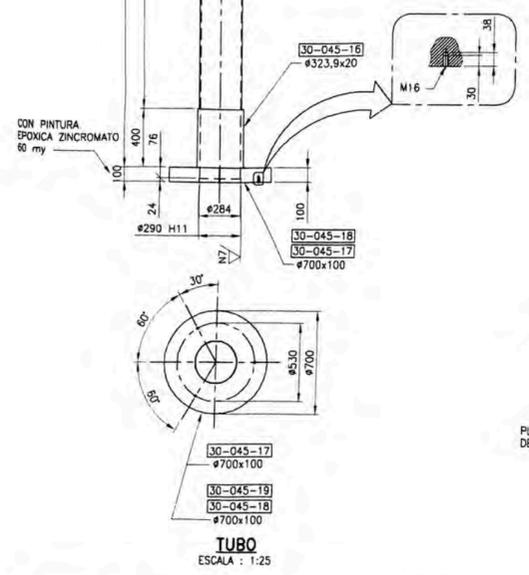




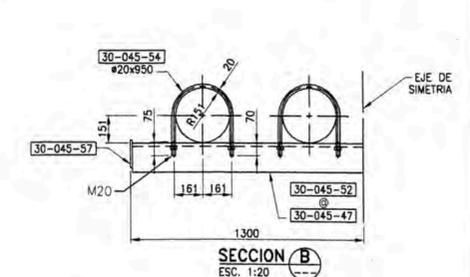
LISTA DE MATERIALES									
CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD	MARCA	PESO (Kg.)		OBSERVACIONES			
				UNIT.	TOT.				
1	ANCLAJE 1								
02	Tubo #298.5x7.1 DN 2458	5200	30-045-01	285.33	530.68	SI-35			
2	Tubo #298.5x7.1 DN 2458	5200	30-045-02	285.33	530.68	SI-35			
4	Tubo #298.5x7.1 DN 2458	5200	30-045-03	285.33	530.68	SI-35			
4	Tubo #298.5x7.1 DN 2458	5200	30-045-04	285.33	530.68	SI-35			
4	Tubo #298.5x7.1 DN 2458	5200	30-045-05	285.33	530.68	SI-35			
6	Tubo #298.5x7.1 DN 2458	5200	30-045-06	285.33	1061.32	SI-35			
7	Tubo #298.5x7.1 DN 2458	5200	30-045-07	285.33	530.68	SI-35			
8	Tubo #298.5x7.1 DN 2458	5200	30-045-08	285.33	530.68	SI-35			
8	Tubo #298.5x7.1 DN 2458	5200	30-045-09	285.33	530.68	SI-35			
10	Tubo #298.5x7.1 DN 2458	5200	30-045-10	285.33	530.68	SI-35			
04	Tubo #298.5x7.1 DN 2458	5200	30-045-11	285.33	1061.32	SI-35			
04	Tubo #298.5x7.1 DN 2458	5200	30-045-12	285.33	1061.32	SI-35			
08	Tubo #298.5x7.1 DN 2458	5200	30-045-13	285.33	2121.84	SI-35			
10	Tubo #298.5x7.1 DN 2458	5200	30-045-14	285.33	1061.32	SI-35			
04	Tubo #298.5x7.1 DN 2458	5200	30-045-15	285.33	1061.32	SI-35			
48	Tubo #323.9x20 DN 2448	400	30-045-16	38.99	2304.00	SI-35			
04	PL #700	100	30-045-17	252.37	10094.80	SI-360C			
04	PL #700	100	30-045-18	252.37	10094.80	SI-360C			
04	PL #700	100	30-045-19	252.37	10094.80	SI-360C			
20	L 120x120x13	3560	30-045-20	82.47	164.94	SI-360			
02	L 120x120x13	3560	30-045-21	82.47	164.94	SI-360			
02	L 120x120x13	3560	30-045-22	82.47	164.94	SI-360			
02	L 120x120x13	3560	30-045-23	82.47	164.94	SI-360			
02	L 120x120x13	4585	30-045-24	106.21	212.42	SI-360			
25	L 120x120x13	4585	30-045-25	106.21	212.42	SI-360			
02	L 120x120x13	4585	30-045-26	106.21	212.42	SI-360			
04	L 100x100x10	1950	30-045-27	29.08	116.32	SI-360B			
04	L 100x100x10	1950	30-045-28	29.08	116.32	SI-360B			
04	L 100x100x10	1950	30-045-29	29.08	116.32	SI-360B			
08	L 100x100x10	1950	30-045-30	29.08	232.64	SI-360B			
08	L 100x100x10	2090	30-045-31	31.17	249.36	SI-360B			
08	L 100x100x10	2245	30-045-32	33.48	267.84	SI-360B			
35	08 L 100x100x10	2670	30-045-33	39.82	318.56	SI-360B			
08	L 100x100x10	2840	30-045-34	42.36	338.88	SI-360B			
08	L 100x100x10	2840	30-045-35	42.36	338.88	SI-360B			
04	L 100x100x10	3210	30-045-36	47.87	191.48	SI-360B			
04	L 100x100x10	3045	30-045-37	45.42	181.68	SI-360B			
40	D4 L 100x100x10	3370	30-045-38	50.26	201.04	SI-360B			
04	L 100x100x10	2740	30-045-39	40.86	163.44	SI-360B			
04	L 100x100x10	3210	30-045-40	47.88	191.52	SI-360B			
04	L 100x100x10	1500	30-045-41	22.37	86.48	SI-360B			
04	L 100x100x10	1500	30-045-42	22.37	86.48	SI-360B			
45	04 PL 15x120	560	30-045-43	8.05	32.20	SI-360C			
16	PL 40x100	700	30-045-44	22.36	357.76	130Rm+44			
02	L 160x160x18	2576	30-045-45	106.43	218.86	SI-52T			
02	L 160x160x18	2576	30-045-46	106.43	218.86	SI-52T			
02	L 160x160x18	2576	30-045-47	106.43	218.86	SI-52T			
50	02 L 160x160x18	2576	30-045-48	109.43	218.86	SI-52T			
02	L 160x160x18	2576	30-045-49	109.43	218.86	SI-52T			
02	L 160x160x18	2576	30-045-50	109.43	218.86	SI-52T			
02	L 160x160x18	2576	30-045-51	109.43	218.86	SI-52T			
84	#20	950	30-045-52	2.34	148.78	SI-360C			
24	PL 30x50	120	30-045-53	1.41	33.84	SI-360C			
24	PL 30x50	120	30-045-54	1.41	33.84	SI-360C			
24	PL 12x150	190	30-045-55	2.84	68.16	SI-360C			
16	PL 15x150	190	30-045-56	2.70	43.20	SI-360C			
02	L 100x100x10	1315	30-045-57	18.61	38.22	USA-360B			
60	02 L 100x100x10	1315	30-045-58	18.61	38.22	USA-360B			
02	L 100x100x10	1315	30-045-59	18.61	38.22	USA-360B			
02	L 100x100x10	1315	30-045-60	18.61	38.22	USA-360B			
02	PL 15x150	1960	30-045-61	35.22	70.44	SI-360C			
02	PL 15x200	1960	30-045-62	46.96	93.91	SI-360C			
02	PL 15x200	1960	30-045-63	46.96	93.91	SI-360C			
02	PL 15x185	1740	30-045-64	38.56	77.12	SI-360C			
02	PL 15x150	1960	30-045-65	35.22	70.43	SI-360C			
02	PL 15x200	1960	30-045-66	46.96	93.91	SI-360C			
02	PL 15x200	1960	30-045-67	46.96	93.91	SI-360C			
02	PL 15x185	1740	30-045-68	38.56	77.12	SI-360C			
04	PL 10x180	220	30-045-69	3.16	12.64	SI-360C			
08	PL 15x90	160	30-045-70	0.96	7.68	SI-360C			
48	#30	3030	30-045-71	16.81	806.88	SI-510C			
144	PL 30x160	220	30-045-72	8.43	1213.92	SI-360C			
08	PL 12x150	190	30-045-73	2.84	22.72	SI-360C			
02	L 160x160x18	2576	30-045-74	109.92	219.84	SI-52T			

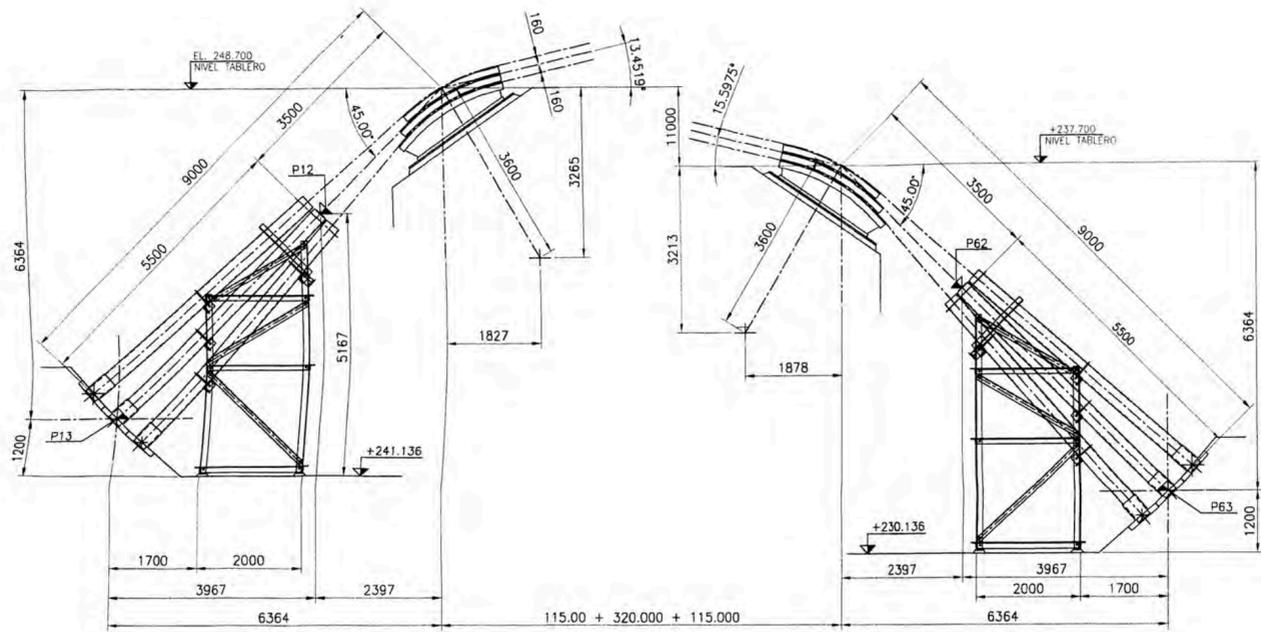
PESO TOTAL DETALLADO : 37343.61 Kg.

BATERIA DE TUBOS DE BLOQUE DE ANCLAJE 1 : COMO DELINEADO  
 BATERIA DE TUBOS DE BLOQUE DE ANCLAJE 6 : SIMETRIA Y CON DIMENSIONES ENTRE PARENTESIS

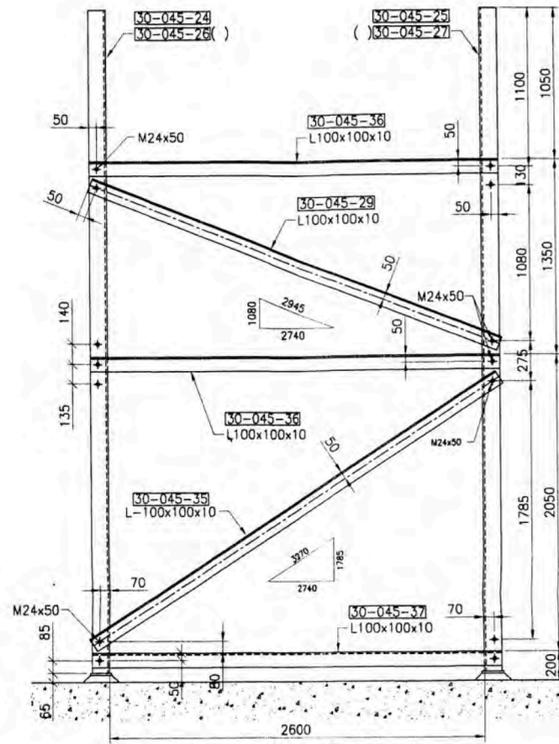


NOTA  
 PLANO DE REFERENCIA :  
 WARNER-BIRO  
 10-510-30-045

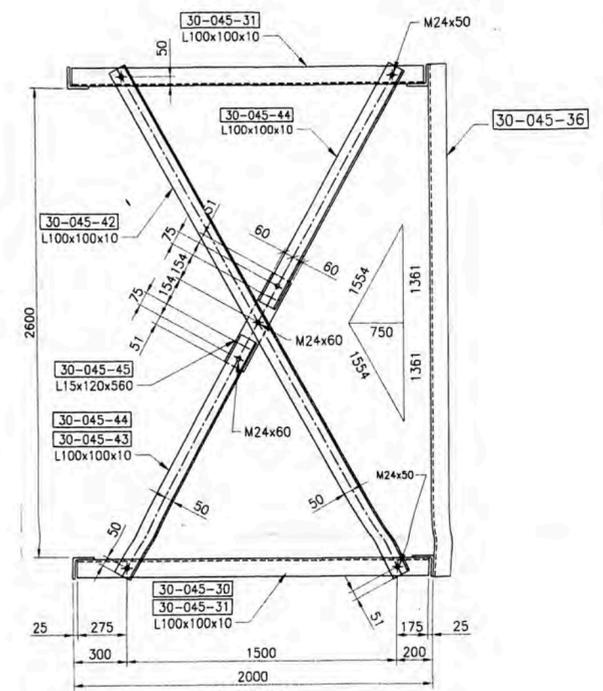




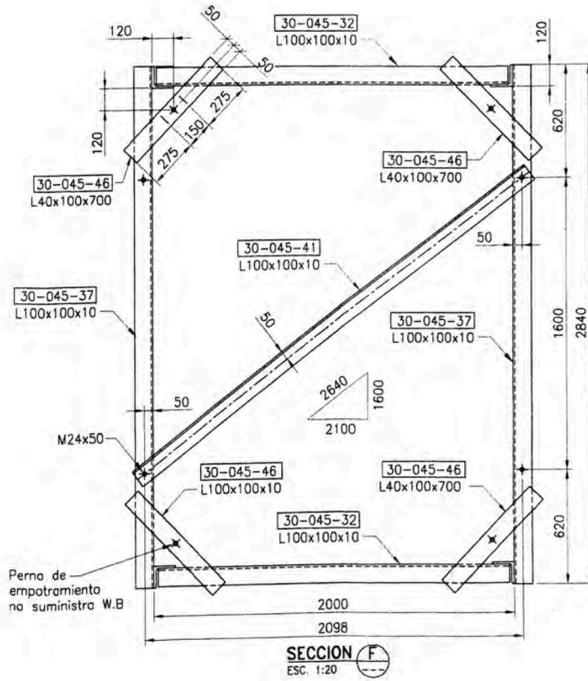
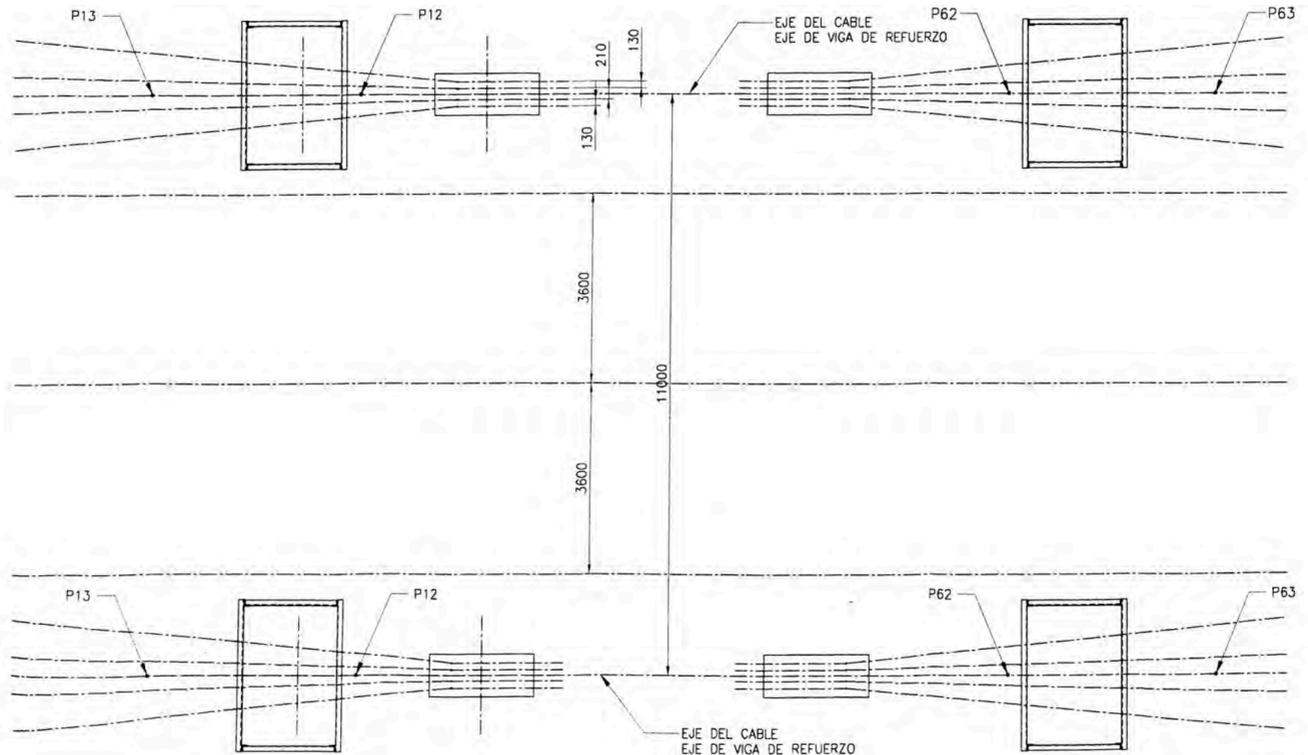
VISTA GENERAL  
ESCALA : 1:50



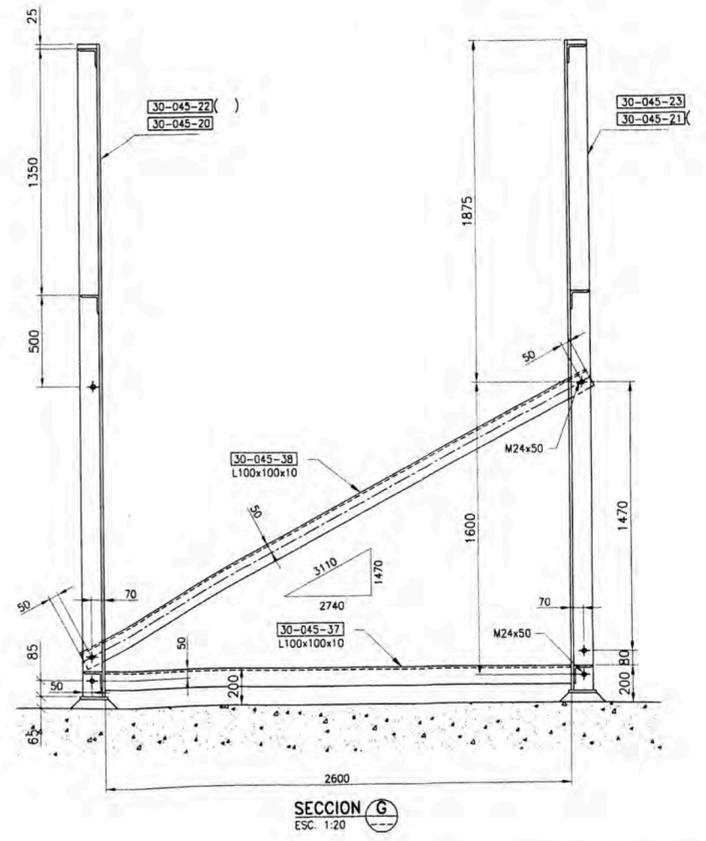
VISTA C  
ESC. 1:20



SECCION E  
ESC. 1:20



SECCION F  
ESC. 1:20



SECCION G  
ESC. 1:20

BATERIA DE TUBOS DEL BLOQUE DE ANCLAJE 1:  
COTAS Y DETALLES COMO SE DELINEO  
BATERIA DE TUBOS DEL BLOQUE DE ANCLAJE 6:  
SIMETRICA Y CON DIMENSIONES ENTRE PARENTE

NOTA  
PLANO DE REFERENCIA :  
WAARNER-BIRO  
10-510-30-045

N°	FECHA	DESCRIPCION
0	23.01.10	Emitido para revision
REVISIONES		

